MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL

DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO.

COLECCIÓN DE MEMORIAS

CUARTA ÉPOCA.—TOMO XXVI.

(LXIV DE LA PUBLICACIÓN.)

Año 1909.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
1909

ÍNDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas del MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO publicadas en el año de 1909.

Memoria sobre Saneamiento de poblaciones (urbanas y rurales), por el capitán de Ingenieros D. EDUARDO GALLEGO Y RAMOS.—Segunda parte.—Consta de 350 páginas con 158 grabados intercalados en el texto.

Globos dirigibles, por el capitán de Ingenieros D. ALFREDO KINDELÁN Y DUANY.—Consta de 125 páginas con 47 grabados intercalados en el texto.

Función técnico-social del Ingeniero, por el Excmo. ó Ilmo. Sr. General D. JOSÉ MARVÁ Y MAYER.—Consta de 50 páginas con 15 grabados intercalados en el texto.

Aparato para medir la frecuencia de las olas, por el teniente coronel de Ingenieros D. EDUARDO MIER Y MIURA.—Consta de 29 páginas con 4 figuras intercaladas en el texto.

Idea de un nuevo aparato para indicar constantemente la velocidad de marcha de un buque, por el comandante de Ingenieros D. FRANCISCO DE PAULA ROJAS.—Consta de 11 páginas con 5 figuras intercaladas en el texto.

La estabilidad de las pólvoras sin humo, de nitrocelulosa, por el coronel de Ingenieros D. CARLOS BANÚS.—Consta de 33 páginas.

Rozamiento de los cuerpos sólidos, por el teniente coronel de Ingenieros D. MARIANO RUBIÓ Y BELLVÉ.—Consta de 14 páginas y 2 grabados intercalados en el texto.

Sobre la necesidad y forma de establecer la ventilación en las fosas fijas para la recogida de inmundicias, por el capitán de Ingenieros don EDUARDO GALLEGO Y RAMOS.—Consta de 15 páginas con 8 grabados intercalados en el texto.

Observaciones al método de enseñanza de los motores térmicos, por el capitán de Ingenieros D. CARLOS BARUTELL Y POWER.—Consta de 13 páginas.

La Colonia Penitenciaria del Dueso, por el comandante de Ingenieros don LORENZO DE LA TEJERA Y MAGNÍN.—Consta de 16 páginas con 4 láminas.

Ideas generales sobre la urbanización de los alrededores de las grandes urbes, por D. PEDRO NÚÑEZ GRANÉS, Ingeniero Director de Vías públicas del Ayuntamiento de Madrid.—Consta de 22 páginas y un plano.

Relaciones mensuales de la Asociación Filantrópica y Novedades ocurridas en el personal del Cuerpo de Ingenieros, etc., etc., correspondientes al año de 1909.—Consta de 70 páginas.

INGENIERÍA SANITARIA

SANEAMIENTO DE POBLACIONES

(URBANAS Y RURALES)

POR EL INGENIERO MILITAR

D. EDUARDO GALLEGO RAMOS

DIRECTOR DE «LA CONSTRUCCIÓN MODERNA»
CORRESPONDIENTE DE LA «UNION DES SERVICES MUNICIPAUX TECHNIQUES ET DES TRAVAUX PUBLICS» DE PARIS

Memoria premiada por la Sociedad Española de Higiene en el Concurso de 1907.

SEGUNDA PARTE

MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»
—
1909

II

CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS

CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS

XIX

Juega el agua papel importantísimo en la higiene individual y pública, por ser elemento indispensable para la alimentación y limpieza humana, medio el más hábil para conseguir el alejamiento rápido de las viviendas y urbes de las inmundicias líquidas, y base insubstituíble de todo sistema de limpieza y mantenimiento en condiciones higiénicas de los paseos y vías públicas. Cuanto más modernas son las poblaciones, cuanto más atienden á su salubridad y embellecimiento, mayor es la cantidad de agua que por habitante consumen, con aplauso de la higiene que ve en ello medio seguro de evitar los efectos de múltiples causas de nocividad, y recíprocamente de cuanta mayor cantidad de agua disponga una población ó aglomeración cualquiera, á tanto más alto grado podrá llevar la higiene del individuo, de la habitación y de la vía pública y por consecuencia la salubridad de la urbe.

El agua que, como bebida, se ingiere en el organismo, tiene por misión principal reparar las pérdidas líquidas que éste sufre y actuar como disolvente en los procesos digestivos y de absorción de los alimentos, pero además favorece el desarrollo del quimismo vital, sirviendo de vehículo de materias minerales principalmente la cal, sin las que hácese imposible la vida orgánica, y las cuales no suministra siempre en la medida necesaria la alimentación (1). Pero si es axiomático que el agua constituye un elemento imprescindible para el desarrollo de la actividad orgánica, hecho también es hoy que no admite discusión, el que actúa como medio de transporte y que la transmisión de enfermedades epidémicas, hácese la más de las veces por el agua utilizada para la bebida, sin que esto quiera decir sea el agua el vehículo único de contagio; con el agua pueden penetrar en nuestro organismo el bacilo del cólera y el

(1) La acción del agua sobre las funciones digestiva y nutritiva, así como el papel fisiológico de las sales en el agua contenidas, estúdianse en el interesante trabajo del Dr. Eleizegui, médico de la Beneficencia Municipal de Madrid *La Higiene del agua*, P. Orrier, 1907.

de la fiebre tifoidea; es el agua el vehículo de la disentería, y con frecuencia el origen de las diarreas, de los catarros gastro-intestinales, de la dicteria infecciosa y de otras varias enfermedades que en general se agrupan para la calificación de «enfermedades de origen hídrico» (1).

La contaminación de las aguas utilizadas para la alimentación de caseríos, pueblos y ciudades, es hoy, pues, un peligro grave para el desarrollo de epidemias, que á todo trance conviene alejar: 1.°, no empleando para dicho uso más que aguas que reunan las debidas condiciones de potabilidad; 2.°, cuidando de captar dichas aguas y conducirlas desde su origen hasta los puntos de su consumo, en condiciones tales, que se eviten las contaminaciones por mezcla con aguas impuras, con líquidos residuales ó con terrenos contaminados; 3.°, vigilando constantemente la conservación de estas condiciones, y remediando sin pérdida de tiempo cualquier riesgo que denuncien los diarios, análisis químicos y bacteriológicos y las observaciones del servicio de higiene municipal y estadística sanitaria.

Calidad de las aguas que se utilizan para el abastecimiento de poblaciones.—El agua químicamente pura se compone de 88,89 partes de hidrógeno y 11,11 de oxígeno (en peso); su fórmula es H^2O.

Las aguas que se encuentran en la Naturaleza, contienen además de estos dos gases, en proporción variable, alguno de los cuerpos simples ó compuestos siguientes: nitrógeno, anhídrido carbónico, ácidos sulfúrico, nítrico y silíceo, potasa, sosa, cal, magnesia, alúmina, óxidos férrico y ferroso, cloruros, bromuros y yoduros de diferentes metales, materias orgánicas, etcétera, y tomando por base esa proporción de elementos extraños, se clasifican en:

Aguas potables.
Id. comunes ó industriales.
Id. minerales ó minero-medicinales (2).
Id. saladas.

Para el abastecimiento de las poblaciones, utilízanse las aguas *potables* ó *dulces*, las cuales no ejercen por su composición (exceso de sales

(1) Su enumeración y clasificación puede verse en el estudio publicado por el Dr. Blanchart en la *Revue d'hygiene*, año 1890, con el título *Les animaux parasites introduits par l'eau dans l'organisme.*

(2) Considéranse como aguas minero-medicinales «las aguas naturales en las que predominan ciertas substancias fijas ó gaseosas, que las comunican un sabor ú olor especial ó de termalidad mayor que la del ambiente, por cuyas propiedades adquieren cualidades terapéuticas bien marcadas, que las hacen aptas para el tratamiento de diversas enfermedades».

minerales, de substancias orgánicas ó de micro-organismos capaces de desarrollar enfermedades), acción perjudicial sobre el organismo, y son desde luego aptas para los servicios domésticos, públicos é industriales, de los que es preferente la alimentación de las calderas de vapor.

En algunas poblaciones, cuando no hay abundancia de aguas potables, empléanse éstas únicamente para usos domésticos, existiendo conducción diferente para aguas no potables empleadas en industrias y parte de los servicios públicos (limpiezas y riegos), usándose también para estos últimos en las poblaciones costeras el agua del mar.

Un litro de agua pesa á 0° centígrados, 0,930 kilogramos; á 4°, 1 kilogramo; á 10°, 0,99972 kilogramos, y á 100°, 0,9567 kilogramos.

Propiedades y composición de las aguas potables. — El agua puede considerarse como potable y buena; es decir, propia para la alimentación humana y usos domésticos, cuando reune las propiedades siguientes: ser clara, fresca, inodora, casi insípida, poseer pocas substancias extrañas y encerrar suficiente aire en disolución; en estas condiciones disuelve el jabón sin coagularse y cuece bien las legumbres. Desde los puntos de vista de la frescura y de la insipidez, se toleran aguas cuya temperatura no pase de 16° centígrados, ni baje de 7, y su sabor no sea desagradable (soso, salado ó azucarado). Por bajo de 5° el agua es fría, desagradable y peligrosa á causa de la irritación que produce en la mucosa digestiva. Encima de 16 es tibia y nauseabunda.

El límite máximo admisible de la cantidad de sales es, según el químico Alessandri, el siguiente:

Carbonato cálcico	0,250 gramos por 1.000.
Idem magnésico	0,045 » »
Sulfato cálcico	0,050 » »
Idem magnésico	0,010 » »
Idem sódico	0,010 » »
Cloruro cálcico	0,010 » »
Idem magnésico	0,010 » »
Idem sódico	0,050 » »
Carbonatos alcalinos	0,020 » »
Óxidos de hierro y manganeso	Indicios de su existencia.
Nitritos	» »
Amoníaco y sales amónicas	» »
Nitratos	0,010 gramos por 1.000.
Substancias orgánicas	0,05 » »

Un agua de buena calidad encierra en conjunto de 0,13 á 0,50 gramos de substancias minerales por litro, y de 25 á 50 centímetros cúbicos de gas por litro.

El oxígeno, el nitrógeno y el anhídrido carbónico procedente del

aire que se encuentra en disolución en las aguas, conviene no bajen en proporciones de centímetros cúbicos 6, 16 y 2 respectivamente, con cuyas dosis son muy beneficiosas para facilitar las funciones digestivas y hacerlas más agradables.

Se suelen denominar: aguas *pesadas*, las que contienen poco aire y escasas sales; *saladas*, las que abundan en cloruros y sulfatos alcalinos; *crudas*, las predominantes en sulfatos y carbonatos de cal y magnesia; *selenitosas*, las ricas en yeso. El exceso de sales hace las aguas impropias para los usos domésticos, pues descomponen el jabón y no cuecen bien las legumbres; sólo el carbonato de cal no ejerce acción alguna perjudicial sobre el organismo, ni altera sensiblemente la potabilidad de las aguas (1).

Cualidades de las aguas que pueden emplearse para la limpieza, riegos y servicios públicos análogos.—Admiten en general la temperatura del ambiente.

Admiten el 5 por 100 de sales cálcicas.

Admiten el 10 por 1.000 de materias orgánicas.

Los productos minerales no ejercen en ellos más acción perjudicial que la que resulta de atacar si se encuentran en proporciones elevadas los ácidos á los metales de las tuberías, á excepción de las sales cálcicas, que forman incrustaciones en dichas tuberías y son nocivas para el desarrollo de las plantas de los jardines y para el arbolado.

Deben desecharse las aguas putrescibles estancadas y pantanosas, y en general las que tengan abundancia de materias orgánicas en suspensión, por ser causa, al evaporarse, de infección de la atmósfera.

Calidad de las aguas empleadas en usos industriales.—La condición esencial á que deben satisfacer las aguas destinadas á tales usos, es no contener en disolución sales susceptibles de formar incrustaciones. Estas sales son casi siempre calcáreas (carbonato y sulfato cálcico), ejerciendo notable influencia desde el punto de vista de originar incrustaciones, la presencia en el agua además del carbonato cálcico del

---

(1) El Dr. Eleizegui establece la siguiente síntesis de los caracteres de un agua potable:

Temperatura, no inferior á 8 ni superior á 15 grados.

Aire disuelto, de 25 á 50 centímetros cúbicos por litro.

Sales disueltas, 5 á 13 centígramos por litro.

a) Carbonato cálcico, 4 á 17 centígramos.

b) Cloruros alcalinos, 4 á 5 milígramos.

c) Sulfatos alcalinos, 3 á 27 milígramos.

d) Sílice, alúmina, óxido fénico, etc., 20 á 50 milígramos.

Amoníaco, $^5/_{10}$ de milígramo por litro.

anhídrido carbónico libre que impide cuando existe cantidad suficiente la precipitación de aquél. La magnesia en exceso también es perjudicial, sobre todo si el agua abunda en sales cálcicas.

Análisis de las aguas.—Es de todo punto necesario hoy, analizar frecuentemente las aguas de que se alimentan las poblaciones, pues no basta que aquéllas fueran de buena calidad al tomarlas en su origen cuando se hicieron los trabajos para el abastecimiento, toda vez que la contaminación, del terreno próximo al punto de toma, ó del que subterráneamente recorren las aguas desde que filtran en el suelo hasta que son captadas, ó bien del curso de agua de que procedan, es un hecho circunstancial que puede producirse en un momento cualquiera, lo mismo que la impurificación de las aguas ya captadas durante su conducción hasta los centros de consumo. El agua que ayer era buenísima, puede trocarse á los pocos días en peligrosa y para prevenir ese riesgo, precisa comprobar diariamente en los abastecimientos de alguna importancia la calidad de esas aguas, y en períodos cortos en las instalaciones secundarias.

Esos análisis deben ser químicos, bacteriológicos y micrográficos. El análisis químico señala la composición de las aguas ya en conjunto (cuantitativo) ya dosificando las proporciones de cada uno de sus elementos químicos componentes (cualitativo); el bacteriológico marca el número de bacterias contenidas en un agua, y las define (1) mientras que el micrográfico, además de señalar las bacterias, busca la existencia de otros cuerpos microscópicos vivos ó muertos, cuya presencia ó ausencia importa precisar. Los dos primeros análisis se complementan, pues no basta que un agua tenga en las debidas proporciones, para ser aceptable, sus compuestos químicos (oxígeno, ázoe, ácido y anhídrido carbónico, etcétera, etcétera), si en cambio el análisis bacteriológico acusa en ella la presencia del bacilo tífico ó del spirilo del cólera, por ejemplo, ni es suficiente con que este análisis demuestre la ausencia en el agua de esos microbios peligrosos, si en cambio el análisis químico, arroja por litro

(1) El análisis bacteriológico puede ser también como el químico, cualitativo y cuantitativo, sin que tengan estas palabras la misma acepción que en aquél; el análisis bacteriológico cualitativo busca en el agua la presencia de una ó varias especies bien determinadas, mientras que en el cuantitativo se determina el número total de bacterias contenidas en un volumen de agua (generalmente un centímetro cúbico), sin fijarse la especie á que pueden pertenecer.

El primer análisis es más importante ó útil, casi siempre que el segundo, pues lo esencial es saber si entre los microorganismos de un agua, cualquiera que sea su número, existe alguno que sea *patógeno*, es decir, que ejerza acción perjudicial sobre el organismo. Los que no ejercen esta acción se llama *Saprofitos*.

más de 0,100 gramos de cloro, verbigracia. Ambos medios de investigación son, repetimos, indispensables y el *valor higiénico* de un agua depende de lo que uno y otro análisis acusen; de aquí que al laboratorio químico, haya en la actualidad que unir en los servicios de aguas el laboratorio bacteriológico, tan necesario como aquél.

Interpretación de los análisis.—Dejamos á un lado por no ser de este lugar, la forma de efectuar los análisis de las aguas (1), limitándonos á indicar la manera cómo deben ser interpretados, que es lo que interesa á los que no son químicos ni bacteriólogos.

Análisis químicos: Reconocida químicamente un agua, es preciso no sólo saber la influencia que en su potabilidad ejerce las dosis en que se encuentren sus componentes, sino tratar de determinar el origen de la presencia en proporciones mayores de las normales de uno cualquiera de esos elementos, pues según ese origen podrá aceptarse ó desecharse el agua para la alimentación. Así por ejemplo, si el análisis de una agua, señala en ella la existencia en dosis superiores á 100 milígramos por litro de cloruros alcalinos, interesa mucho averiguar si esta fuerte proporción depende de la composición geológica de las capas atravesadas, ó por el contrario aquella composición geológica no es capaz de cargar de dichos cloruros las aguas y su existencia debe buscarse en una casi segura contaminación debida á infiltraciones de aguas de alcantarilla que contienen, como es sabido, elevadas dosis de estos cloruros.

La importancia que venía atribuyéndose á la proporción de resíduo total ha disminuído, pues está demostrado que un agua conteniendo, por ejemplo, fuerte dosis de carbonato cálcico y magnésico, ejerce influencia menos perjudicial que otra que arroje resíduo total mucho menor, pero que en él entren ciertos elementos minerales, que reflejan casi siempre contaminaciones dañosísimas. El agua de río marca de ordinario de 0,1 á 0,35 gramos por litro de resíduo total; la de pozo de 1 á 2 gramos; la del Océano señala nada menos que 38,34 gramos por litro.

El amoníaco libre en dosis superiores á 1 milígramo por litro, si viene acompañado de un exceso de cloruros, deja suponer existe infección debida á materias orgánicas vegetales. El amoníaco albuminoideo en proporción mayor de una décima de milígramo, si se señala al propio

(1) El estudio del análisis químico, hácese con gran acierto en la obra *Chimie et phisique apliquées aux travaux publics*, por J. Malette, 1906; para el de los análisis bacteriológicos resultará muy provechosa la consulta del *Traité pratique de Bacteriologie*, por Macé, 1901, y el conjunto de los análisis explícase muy detalladamente en el importante *Traité d'analyse chimique, micrographique et microbiologique des eaux potables*, 2.ª edición, París, 1900, del Dr. Bonjeau, jefe del Laboratorio del Comité Consultivo de Higiene pública de Francia.

tiempo que grandes dosis de cloruros y nitratos evidencia la contaminación del agua por materias animales; si la dosis de cloruros es débil ó nula, indica que esa contaminación se debe á materias vegetales; si la cantidad de cloruros crece súbitamente, es indicio seguro de infección de las aguas.

Los cloruros alcalinos-terrosos ó alcalinos en proporción que pasa de 100 miligramos por litro, manifiestan infección por aguas de alcantarilla.

Los nitratos más allá de 30 miligramos por litro de agua, la hacen impropia para la alimentación; proceden de la oxidación de materias orgánicas de origen animal, de la fermentación de aguas de alcantarilla, abonos nitrogenados, etc.

Las aguas potables encierran de 8 á 10 centímetros cúbicos de oxígeno por litro; las muy cargadas de materias orgánicas tienen muy poco oxígeno. El ácido carbónico favorece la digestión, por lo que la presencia de este gas en el agua, en dosis no exageradas, no ofrece inconveniente.

Las materias orgánicas de origen animal son muy nocivas para la salud; las de origen vegetal pueden tolerarse en dosis mayores que aquéllas. Según Pouchet, una agua que consuma por litro más de 2 ó 3 miligramos de oxígeno, debe ser desechada para la bebida.

Como muestra de análisis de aguas aceptable, reproducimos el que sigue:

Resíduo total por litro	0,2544
Oxígeno (cm.^{3}) idem	7,9000
Azoe (cm.^{3}) ídem	12,0000
Anhídrido carbónico libre	16,0000
Calcio	0,0739
Magnesio	0,0048
Sodio	0,0074
Potasio	0,0022
Alúmina	0,0003
Acido férrico	0,0017
Anhídrido sulfúrico	0,0219
Ácido carbónico combinado	0,1018
Cloro	0,0074
Sílice	0.0244

El examen hidrotimétrico es más fácil de llevar á cabo sin necesidad de acudir á un laboratorio, entrando, por consecuencia, en la categoría de los ensayos rápidos de aguas; las aguas que dan

De 0 á 30 grados hidrotimétricos, se consideran como buenas.

De 30 á 50, como tolerables.

De 50 á 150, deben desecharse.

Pasando de 30 grados no deben, en realidad, escogerse para la alimentación, y pasados los 20 ya dan incrustaciones.

El grado hidrotimétrico de un agua indica el número de decígramos de jabón que neutraliza por litro de agua ensayada, y corresponde á 0,0114 gramos de cloruro de calcio, 0,01 de carbonato de cal, ó 0,01 de jabón de Marsella; esto es, que el agua descompone esta cantidad de jabón antes de producir espuma (1). El agua destilada marca 0 grados hidrotimétricos, y la de lluvias oscila entre 2 y 4 grados.

El Comité consultivo de Higiene de Francia, ha fijado los límites de potabilidad de las aguas, dividiendo éstas en las 4 categorías siguientes: 1.ª, muy puras; 2.ª, potables; 3.ª, sospechosas, y 4.ª, malas. Los caracteres distintivos de cada una de estas categorías se resumen en el cuadro que sigue:

	AGUA			
	Muy pura.	Potable.	Sospechosa.	Mala.
Cloro, por litro	menos de 0g,015	menos de 0g,040 (excepto al borde del mar)	0g,050 á 0g,100	más de 0g,100
Ácido sulfúrico, por litro	0g,002 á 0,005	0,005 á 0,030	más de 0,030	más de 0,050
Oxígeno al permangato, cedido, en solución alcalina	menos de 0,001	menos de 0,002	de 0,003 á 0,004	más de 0,004
Grado hidrotimétrico total	0 á 15°	15 á 30°	encima de 30	encima de 100
Grado hidrotimétrico persistente después de la ebullición	2 á 5°	5 á 12°	12 á 18°	encima de 20°
Materia orgánica (en oxígeno) por litro	menos de 1g	1 á 5g	más de 10g	más de 100g

He aquí un análisis más completo que el anteriormente dado de una agua potable:

(1) El grado hidrotimétrico inglés, denominado grado Clarke, se aplica para valorar la dureza de las aguas y corresponde á 0,0143 gramos de carbonato de cal por litro de agua. El grado alemán *(hartegrad)* indica el número de centígramos de cal contenidos en un litro de agua. Las equivalencias son:

1 grado francés = 0,56 alemán = 0,7 inglés.
1 grado alemán = 1,78 francés = $^5/_4$ inglés.
1 grado inglés = 1,42 francés = $^4/_5$ alemán.

ELEMENTOS DOSIFICADOS	
Grado hidrotimétrico total	25°,5
RESÍDUO DE EVAPORACIÓN POR LITRO	
Anhídrico sulfúrico	0,056
Cloro	0,208
Sílice	0,014
Alúmina y óxido férrico	indicios
Cal	0,135
Magnesia	0,038
Anhídrido azótico	0,001
Anhídrido carbónico	0,066
Productos volátiles y combustibles	0,005
Materias no dosificadas y perdidas (sin deducción del oxígeno correspondiente al azufre)	0,069
Total del residuo de evaporación	0,592
EVALUACIÓN DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS	
El peso de oxígeno cedido á las materias orgánicas por una solución de permanganato de potasa, es por litro	0,0002
La cantidad de ácido oxálico susceptible de absorber para su combustión, el peso de oxígeno encontrado es	0,0022

Bueno será advertir, antes de terminar con los análisis químicos, que aunque no está bien preciado el papel higiénico de las materias orgánicas contenidas en las aguas destinadas á la alimentación, parece prudente y altamente recomendable, estimar como perjudiciales á la salud, las aguas cargadas de materias orgánicas aunque en ellas no se observe la presencia de los microbios característicos de enfermedades definidas, pues la absorción permanente de esas aguas con microbios banales, predispone el organismo humano á infecciones, preparando el terreno, y creando focos de endemia, campo abonado para la propagación de epidemias.

Análisis bacteriológico: Lo mismo que el químico debe ser cualitativo y cuantitativo; la determinación del número de bacterias, así como la variedad de las especies encontradas permite apreciar el grado de infección de un agua, así como el origen de esta infección en la mayor parte de los casos; los procedimientos actuales de bacteriología conducen, bien á la numeración, aislamiento y reconocimiento de los gérmenes en el agua contenidos, bien á poner en evidencia la presencia de tal ó cual germen patógeno. Entre estos alcanzan la mayor importancia el bacilo

tífico, el collibacilo (1) y el espirilo del cólera, por ser los que más fácilmente conducen á la producción de epidemias.

La clasificación de las aguas, por el número total de bacterias contenidas en un centímetro cúbico, no es del todo acertada, pues *más que el número es la clase de bacterias* lo que determina su grado de potabilidad. No obstante, tal clasificación suele dar idea de la bondad, aun cuando por sí sola no baste para precisar en una agua esta bondad. La escala más aceptada es la de Miquel, según la cual el agua es:

Excesivamente pura si contiene	0 á	10	bacterias	por	centímetro	cúbico.
Muy pura si contiene.....	10 á	100	»	por	»	»
Pura si contiene.....	100 á	1.000	»	por	»	»
Mediana si contiene.....	1.000 á	10.000	»	por	»	»
Impura si contiene.....	10.000 á	100.000	»	por	»	»
Muy impura si contiene.....	100.000 en adelante.					

El Dr. Macé considera una agua como mediana, cuando encierra de 200 á 500 bacterias por centímetro cúbico y muy mala cuando contiene de 1.000 á 10.000; debiendo tener presente que en estas interpretaciones no se trata más que de especies banales (saprofritas), nunca patógenas.

En general, todo curso ú origen de agua, tiene una *fauna* y una *flora*, así como una composición *microbiana* prácticamente constante, es decir, que si en un punto determinado de un río, por ejemplo, se toma diariamente una muestra de agua y se somete al análisis, se encuentran en ella de ordinario las mismas plantas microscópicas y los mismos seres vivientes; ó lo que es igual se nota una cierta constancia en el número y en la naturaleza de los microbios, marcándose así por la media de un buen número de análisis en estas condiciones ordinarias, la *composición microbiana* normal que sirve de tipo de comparación. En tiempo de crecidas esa composición varía algo, antes y después del período de su duración, pero fuera de estas circunstancias es indudable que todo aumento brusco del número de gérmenes ó la aparición en dosis elevadas de nuevas especies microbianas, indica existe una infección momentánea ó no permanente, que debe llamar, desde luego, la atención, obligando á estu-

(1) La importancia de la determinación de la presencia del bacillus coli comunis ó collibacilo, estriba en que éste acompaña siempre al bacilus tífico y al colérico; por lo tanto, un agua que no contiene el bacillus coli está desprovista de los referidos bacilus tífico y colérico (opinión de M. Bonjeau en *Le Sol et l'eau*, fascícula II del *Traité d'hygieue de Brouardel y Mosuy)*. Por lo demás, el bacillus coli en sí, es una especie que puede calificarse de banal cuya caracterización, por otra parte, es muy fácil de comprobar por los métodos ordinarios de análisis bacteriológico.

diar las causas que tal alteración sobre la composición normal ha producido. Para poder afirmar la calidad de un origen de aguas es preciso la repetición de los análisis, y por eso hoy en todas las capitales donde la higiene se cultiva, en el *bureau ú oficina* de *higiene*, se lleva el historial completo de las aguas de alimentación de la ciudad, con el resultado de los diarios análisis-químico y bacteriológico, ó mejor, micrográfico, comprendiendo en éste, como ya dijimos, además del bacteriológico propiamente dicho, la investigación de otros cuerpos microscópicos, vivos ó muertos, cuya presencia señala no pocas veces la infección de las aguas y la causa que la motiva. Por ejemplo, las fibras vegetales, granos de almidón, las fibras musculares, indican la mezcla de las aguas de alimentación con las residuales; los restos de plantas ó insectos, como granos de polen, partes de hojas, patas de pequeños animales, etc., marcan falta de aislamiento de las conducciones, etc. (1). Por otra parte, hay micro-organismos que no pueden vivir en aguas impuras, y, por consecuencia, la presencia de tales seres da á las aguas patente de bondad. Es muy aceptada, generalmente, la siguiente clasificación por este concepto:

CLASE DE MOLUSCOS	Calidad de las aguas.
Physa fontinalis	Aguas sanísimas.
Valvata piscinalis	Idem buenas.
Limnea ovata	Idem comunes.
Limnea stagnalis	
Planorbis marginatus	
Cyclas córneas	Idem medianas.
Bytinia impuras	
Planorbis comens	

Insertamos á continuación el índice de los micro-organismos encontrados en el agua, formado por el Dr. Edvard Boujeau, Director del Laboratorio del Consejo superior de Higiene pública, de Francia, suprimiendo de dicho índice que es muy completo, las numerosas especies que todavía no están suficientemente caracterizadas.

(1) De los microbios contenidos en el agua de buena calidad, los anaerobios están en una proporción ínfima (2 á 10 por cm.^{3}); si su número aumenta hay probalidad y hasta certidumbre de una infección, por las substancias en que éstos abundan (deyecciones, estiercol, tierra vegetal, etc.). Según el número de estos anaerobios clasifica el Dr. Vincen las aguas en puras (1 ó 2 por cm.^{3}), medianas (10 á 50), malsana (50 á 500) y gravemente contaminada (500 hasta 15.000 y más), denominando *índice anaeróbico* el cociente de dividir la cifra de anaerobios por la de aerobios, el cociente es de ordinario muy inferior á la unidad.

I.—COCACEOS.

1.° CROMÓGENOS LIQUEFACIENTES

Coceus aurautiacus liquefaciens.
— flavus desiders.
— flavus liquefaciens.
— fuscus.
— luteus liquefacens.
— prodigiosus ▪ (1).
Stafilococus piogenes aurens ▪ ▪
— citreus ▪ ▪
Sarcina aurantiaca.

2.° CROMÓGENOS NO LIQUEFACIENTES

Coeceus cinnabereus.
— fulvus.
— flavus lardigradus.
— luteus, utreus.
— ruber, carneus.
— vermolor.
— violaceus ▪
Sarcina lutea.
— carnea.
— citrina.
— encarnata.
— persiana.
— sulfurea.

3.° BLANCOS Ó INCOLOROS LIQUEFACIENTES

Cocus radiatus.
— albus.
Stiepticcocus albus ▪
Sarcina alba.
— candida.
Coecus agualilis.
— canduans.
— candidus.
— concentricus.
— fervidosus.
— rosettaceus.
— urae.
— viticuloros.
— viscosus.
Staphylococus pyogenes albus ▪ ▪
Sarcina ventriculi ▪
Lemonostoi mesenteroides.

II.—BACTERIACEOS

1.° CROMÓGENOS LIQUEFACIENTES

Bacillus aerophyfus.
— caercileus.
Bacillus flourescens liquef.
— fanthinus.
— miralilis ▪
— ruber de Kielde.
— Lustig de Franch.
— violaceus ▪
— pyocy aneus ▪ ▪
— flaus.
— ochraceus.
— rosaceun metalloides.

2.° CROMÓGENOS NO LIQUEFACIENTES

Bacillus aurantracius.
— aureus.
— Crunneus.
— erytrosporus.
— florescens non liquef.
— florescens putridus ▪
— latericeus.
— luteus.
— syucyaneus.
Spirillun rufun.
— tenue.
Bacillus bores lineusés.
Azul indigo de Lurtig.

3.° BLANCOS Ó INCOLOROS LIQUEFACIENTES

Bacylus butyzicus amy lobaster.
— autracis ▪ ▪
— aguatilis.
— filiformis.
— liodermo.
— megeterium.
— merenterims vulgaris.
— fuscus.
— ruber.
— mycoceles ▪
— subtilus.
— septicus ▪ ▪
— termo.
— tetani ▪ ▪
Spirulun colesa ▪ ▪
Bacylus sulfurens ▪
— albus putritus.
— arbuscello.
— circulaus.
— carcuila.
— deutriticus.
— devoraus.
— gasoformano.
— gracilis.
— graveoleno.
— guttatus.

(1) Los microorganismos que llevan á continuación ▪ son especies sospechosas susceptibles de formar asociaciones patógenas, y las anotadas con ▪ ▪ son especies peligrosas.

4.º BLANCOS Ó INCOLOROS NO LIQUEFACIENTES

Bacylus aceti.
— albus.
— colicomune ▪ ▪
— figurans.
— flourescens leugus.
— muscoides.
— stoloriatus.
— typliosus ▪ ▪
— urae.
— aude lactico.
— constritus.
— de rosario.
— D. Fontén.
— phosforencens gelidus
— cladothrov decho tome.
— aurantiaca.
— carnea nulsa.
— violacea.
Leptothrux kunluana.
Beggiatoa alba.
Jhio trux nivea.
F. tennis.

III.—LEVADURAS

Saccharomyces cerevisae.
— ellipsoidus.
— albus.
— glutinis.
— rosaceus.
— níger.

IV.—MOHOS

Aspergilus glaccius.
— flavus.
— níger.
— ochrareus.
— albus.
Menor mucedo.
— racimosus.
— stolonifer.
Penicilleun glaiccun.

El examen microscópico y el bacteriológico no pueden hacerse sin poseer aparatos y conocimientos muy especiales, y, por lo tanto, fuera de los laboratorios, y suele acudirse á ellos cuando el análisis químico acusa la presencia de substancias orgánicas en límites próximos á los máximos indicados como tolerables.

Reproducimos á continuación, como ejemplo, los análisis químico-bacteriológicos cuantitativos del agua de consumo en Madrid (1):

AGUA DE LOZOYA	PROCEDENTE DEL	
	Depósito.	Canalillo.
Cantidad mínima de resíduo fijo seco á + 180° c., por litro..	0,055	0,055
Idem máxima ídem íd., íd.....	0,056	0 057
Idem mínima de materia arcillosa en suspensión, ídem.....	0,001	0 001
Idem máxima de ídem íd., íd.....	0,005	0,004
Número de días que llegó el agua transparente.....	»	»
Idem íd. clara.....	26	17
Idem íd. ligeramente opalina.....	4	11
Idem íd. marcadamente opalina.....	1	2
Idem íd. turbia.....	»	»
Cantidad mínima de materia orgánica total, representada en ácido oxálico y valorada en líquido ácido, por litro.....	0 0067	0,0071
Idem íd., íd. en líquido alcalino, ídem.....	0,0065	0,0071

(1) Tomados del número del *Boletín del Laboratorio de Higiene de Madrid*, enero 1907.

AGUA DE LOZOYA	PROCEDENTE DEL	
	Depósito.	Canalillo.
Cantidad máxima íd. en líquido ácido, ídem	0,0115	0,0105
Idem íd., íd. en líquido alcalino, ídem	0,0110	0,0100
Idem mínima de oxígeno disuelto, ídem	0,0107	0,0105
Idem máxima de ídem íd., íd	0,0125	0,0115
Nitrógenos amoníacal y nitroso: reacciones directas	»	»
Cantidad mínima de bacterias por c. c	1.600	1.250
Idem máxima ídem íd	6.840	4.400

Como modelo de análisis bacteriológico cualitativo, insertamos el correspondiente á los llamados viajes antiguos, cuya agua aún se utiliza en Madrid, efectuados por el Laboratorio Municipal:

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO (ESPECIFICACIÓN)

Viaje bajo Abroñigal.—Bacterium fluorescens non liquefaciens (Flügge).—Bacterium fluorescens liquefaciens. B. lactes aerogenes (Escherich).

Idem alto Abroñigal.—Bacterium coli commune (Escherich).

Idem de la Alcubilla.—Bacterium coli commnne (Escherich), poco frecuente.

Idem de la Castellana.—Staphylococcus pyogenes albus (Rosenbach).—B. fluorescens non liquefaciens (Flügge).—B. coli commune (Escherich), con frecuencia).

Idem del Retiro.—Muy pocas veces ha producido enturbiamiento en los caldos fenicados —Staphylococcus pyogenes aureus (Rosenbach).

Idem del Retamar.—Bacterium coli commune (Escherich).

Idem de Amaniel.—Proteus vnlgaris (Hauser).

Idem del Patrimonio (Fuente del Berro).—Pocas veces ha enturbiado los caldos fenicados.—Bacterium coli commune (Escherich).

Idem de la Casa de Campo.—Tan sólo una vez enturbió los caldos fenicados.—Bacterium subtilis (Ehrenberg).

Idem del Lozoya.—Proteus vulgaris (Hauser), muy frecuente.

Idem del Canalillo.—Bacterium coli commnne (Escherich).—Proteo vulgaris (Hauser).

Estos análisis bacteriológicos cualitativos de las aguas de alimentación de las ciudades, suelen hacerse cada ocho ó cada quince días, efectuándose diariamente los químicos y en las poblaciones más celosas de la higiene del agua, los bacteriológicos cuantitativos.

Como modelo de la forma de presentación de estos análisis diarios, reproducimos los datos de una quincena correspondientes á las aguas de Madrid, que figuran en el *Boletín Oficial del Canal de Isabel II.*

LABORATORIO MUNICIPAL DE HIGIENE

ANÁLISIS DE LAS AGUAS PROCEDENTES DEL DEPÓSITO DEL CANAL DE ISABEL II

DATOS OBTENIDOS EN LOS DÍAS 29 Á 31 DE JULIO Y 1 Á 14 DE AGOSTO DE 1908

Investigaciones químicas.

DÍAS	ASPECTO DEL AGUA	RESÍDUO FIJO en suspensión. — *Gramos por litro.*	MATERIA ORGÁNICA TOTAL EXPRESADA EN ÁCIDO OXÁLICO		NITRÓGENO NITROSO — *Reacción directa.*	NITRÓGENO AMONIACAL — *Reacción directa.*
			EN LÍQUIDO ÁCIDO — *Gramos por litro.*	EN LÍQUIDO ALCALINO — *Gramos por litro.*		
29	Clara.	0,001	0,0069	0,0062	Inapreciable.	Inapreciable.
30	»	»	0,0063	0,0060	»	»
31	»	»	0,0068	0,0061	»	»
1	»	»	0,0069	0,0067	»	»
2	»	»	»	»	»	»
3	»	»	0,0071	0,0069	»	»
4	»	»	0,0068	0,0070	»	»
5	»	»	0,0062	0,0064	»	»
6	»	»	0,0062	0,0059	»	»
7	»	»	0,0064	0,0059	»	»
8	»	»	0,0064	0,0063	»	»
9	»	»	»	»	»	»
10	»	»	0,0072	0,0063	»	»
11	»	»	0,0081	0,0069	»	»
12	»	»	0,0072	0,0068	»	»
13	»	»	»	»	»	»
14	»	»	0,0073	0,0072	»	Indicios.

AGUA DEL CANALILLO

Investigaciones químicas.

DÍAS	PUNTO DE TOMA DE LA MUESTRA	ASPECTO DEL AGUA	RESÍDUO FIJO en suspensión. — *Gramos por litro.*	MATERIA ORGÁNICA TOTAL EXPRESADA EN ÁCIDO OXÁLICO		NITRÓGENO NITROSO — *Reacción directa.*	NITRÓGENO AMONIACAL — *Reacción directa.*
				EN LÍQUIDO ÁCIDO — *Gramos por litro.*	EN LÍQUIDO ALCALINO — *Gramos por litro.*		
29	Tejar de Juan Martín....	Clara.	0,001	0,0071	0,0066	Inapreciable.	Inapreciable.
30	Fábrica de paraguas.....	»	»	0,0070	0,0064	»	»
31	Calle de Diego de León...	»	»	0,0066	0,0060	»	»
1	Asilo de las Mercedes....	»	»	0,0064	0,0063	»	»
2	»	»	»	»	»	»	»
3	Calle del Ensanche.....	»	»	0,0065	0,0064	»	»
4	Caseta del guarda.....	»	»	0,0068	0,0065	»	»
5	Hipódromo.....	»	»	0,0068	0,0059	»	»
6	Escuela de Minas.....	»	»	0,0060	0,0063	»	»
7	Venta del Chaleco.....	»	»	0,0066	0,0075	»	»
8	Tejar de Juan Martín....	»	»	0,0078	0,0071	»	»
9	»	»	»	»	»	»	»
10	Fábrica de paraguas.....	»	»	0,0073	0,0062	»	»
11	Calle de Diego de León...	»	»	0,0066	0,0062	»	»
12	Calle del Ensanche.....	»	»	0,0073	0,0071	»	»
13	Caseta del guarda.....	»	»	0,0071	0,0069	»	»
14	Hipódromo.....	»	»	0,0078	0,0076	»	»

INVESTIGACIONES BACTERIOLÓGICAS

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA

JULIO Y AGOSTO	FUENTES VECINALES		DEPÓSITO	CANALILLO
DÍAS	Colonias de bacterias por c. c.		Colonias por c. c.	Colonias por c. c.
27	Calle de Embajadores.....	340	1.930	3.060
28	Idem de la cruz.....	580	1.900	4.500
29	Idem de Amaniel.....	480	2.420	2.920
30	Idem de Ferraz.....	840	1.300	5.890
31	Idem de Fuencarral.....	360	2.440	2.100
1	San Antonio de la Florida.	920	2.130	1.720
3	Calle de Ferraz.....	1.470	880	1.890
4	Idem de la Princesa.....	100	500	1.520
5	Idem del Dos de Mayo....	1.200	2.640	1.270
6	Idem de San Bernardino...	220	3.120	4.200
7	Idem de San Vicente.....	1.180	2.190	2.660
8	Idem de Ceres.....	910	2.170	4.250
10	Idem de Santa Teresa.....	160	5.220	1.340
11	Idem de la Ilustración	1.860	2.330	2.000
	Media proporcional.....	758	2.226	2.808

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS, INTERPRETADA SEGÚN LA PRESENCIA DE BACTERIAS DEL TUBO INTESTINAL

JULIO Y AGOSTO	FUENTES VECINALES		DEPÓSITO	CANALILLO
DÍAS	Presencia de Bacillus coli.		Presencia de B. coli.	Presencia de B. coli.
27	Calle de Embajadores.....	+	+	—
28	Idem de la Cruz.....	—	—	—
29	Idem de Amaniel.....	+	+	+
30	Idem de Ferraz.....	+	+	+
31	Idem de Fuencarral.....	+	+	+
1	San Antonio de la Florida.	+	+	+
3	Calle de Ferraz.....	+	+	+
4	Idem de la Princesa.....	—	—	+
5	Idem del Dos de Mayo....	+	—	+
6	Idem de San Bernardino...	—	+	—
7	Idem de San Vicente.....	—	+	—
8	Idem de Ceres.....	+	+	+
10	Idem de Santa Teresa.....	+	+	+
11	Idem de la Ilustración	—	+	+

El signo + indica que las aguas procedentes de dicho día contienen el *Bacillus coli commune* (Escherich) y bacterias de la putrefacción, considerándose como contaminadas. El signo — significa todo lo contrario.

De los datos expresados se deduce que las aguas del Depósito acusaban contaminación los días 27, 29, 30, 31, 1, 3, 6, 7, 8, 10 y 11. Las de las fuentes vecinales los días 27, 29, 30, 31, 1, 3, 5, 8 y 10 y el Canalillo los días 29, 30, 31, 1, 3, 4, 5, 10 y 11.

Especificación de bacterias.—La determinación de las mismas ha dado por resultado la presencia de las siguientes: *Levadura rosea*, *Bacillus fluorescens liquefaciens* (Flügge), *B. putidum* (Flügge), *B. subtilis* (Ehrenberg), *Micrococcus subroseus* (Migula), y *B. coii commune.* El *Bacillus fluorescens putidum* se ha aislado los días que se ha encontrado el *coli.*

NOTA. Hasta 1.º de agosto el agua analizada procedía de la presa del Pontón, y á partir de este día de la del Villar.

Madrid 14 de agosto de 1908.—*Dr. C. Chicote*».

Es, por último, útil algunas veces completar las reseñas dadas por los análisis buscando experimentalmente el origen y camino recorrido por ciertas aguas colgadas, subterráneas ó hasta ríos que van ocultos en una parte de su curso; acúdese entonces al empleo de cuerpos disueltos ó de substancias olorantes ó colorantes, vertiéndose éstas ó mezclando aquéllas con el agua en un orificio ó parte del curso anterior, y comprobando la existencia de aquellos cuerpos agua abajo, con lo que puede deducirse si existe ó no la presumida comunicación entre ambos orígenes.

Entre los cuerpos disueltos escógese de ordinario la sal marina, cuya presencia en dosis de $^1/_{100000}$ es fácil reconocer en el agua por procedimientos químicos; entre los olorantes se elige casi siempre el saprol, pues una disolución á $^1/_{1000000}$ de este cuerpo es aún reconocible; las substancias colorantes son en mayor número (auramina, verde malaquita, fuchsina neutra, corina, fuchsina sulfurada, etc., etc.), pero es corriente el empleo de la fluorescina, que se reconoce en disolución hasta de $^1/_{2000000}$ con ayuda del fluoroscopo.

XX

CANTIDAD DE AGUA NECESARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS CIUDADES

Hemos ya indicado que de cuanto mayor cantidad de agua disponga una ciudad, tanto mejor llena sus necesidades de higiene y alimentación; pero imposiciones económicas, y sobre todo, el no ser siempre posible contar á distancias en que la conducción sea prácticamente realizable, con las cantidades que el higienista desearía, limitan las aspiraciones marcadas.

Los datos que siguen son promedios muy aceptables:

	LITROS POR DÍA
Por persona (alimentación y uso externo)	25
Por cada individuo alojado en cuartel para todos los usos de éstos (cifra reglamentaria en España)	80
Por cada individuo de tropa íd. íd. para su uso	15
Por cada operario en taller	5
Por cada individuo pensionado en una escuela	10
Idem íd. íd. semipensionado	4
Idem íd. íd. en hospital para el conjunto de las necesidades de éste, suponiéndolo perfectamente montado (hospital de Madrid-Carabanchel)	690
Por cada enfermo para su uso	125
Por cada caballo, mulo, vaca ó buey	75
Idem íd. res en un matadero para el total servicio de éste	350
Idem íd. water-closet, uso privado	40
Idem íd. retrete en un cuartel, asilo, etc	50
Por cada urinario público	1.000
Idem íd. carruaje de dos ruedas	40
Idem íd. carro	50
Idem íd. coche de cuatro ruedas	75
Idem íd. baño	300
Por riego de cada metro cuadrado de calle	1
Idem íd. íd. íd. íd. con arbolado y jardines	3
Idem íd. íd. íd. íd. de jardín	2
Idem íd. íd. íd. íd. de mercado	5
Idem íd. íd. de patio en cuarteles, hospitales, etc	2
Idem íd. por boca de incendio (20 litros por segundo)	70.000
Por cada tienda	100
Por caballo de vapor-hora.. Máquina de alta presión	200
Por caballo de vapor-hora.. Idem media presión	400
Por caballo de vapor-hora.. Idem baja presión	800

Cantidad de agua con que debe dotarse para el conjunto de sus necesidades, un cortijo casa de labor ó habitación rural.

	LITROS POR DÍA
Por persona adulta (2 para la bebida, 2 á 4 para la cocción de alimentos, 20 para limpieza corporal, 12 para limpieza de la casa y utensilios, 12 para la limpieza de ropa y vestidos), en total.....	50
Por caballo ó mula.....	50
Por vaca ó buey.....	30
Por cerdo.....	5
Por oveja.....	4

Cantidades de agua medias totales por habitante y día.— Acéptase generalmente en los proyectos de abastecimiento de aguas 150 litros por habitante y día para las pequeñas ciudades, y 250 litros en las grandes poblaciones, de los cuales se asignan 85 litros á usos domésticos, 65 al servicio público, 50 á usos industriales y el resto á las contingencias de pérdidas y aumentos futuros de población (1). Sin embargo, como la cifra total de agua asignada por habitante depende esencialmente de la abundancia de dicho líquido disponible, nótanse tremendas diferencias entre las cifras con que aparecen dotadas las capitales y poblaciones importantes de España y del extranjero. Conviene tener en cuenta al hacer los tanteos, que la multiplicación de fábricas de energía hidroeléctrica para su transporte y utilización como fuerza, en las grandes y pequeñas industrias, permiten ahorrarse la enorme cantidad de agua que en los centros importantes fabriles consumen las máquinas de vapor, que van substituyéndose por motores eléctricos.

Las cifras que siguen de cantidad de agua fijada por día y habitante permiten comprobar las diferencias aludidas, y pueden servir de orientación:

EXTRANJERO	Litros.	ESPAÑA(2)	Litros.
Washington.....	3.000	Llanes (Oviedo).....	654
Roma.....	1.015	Castellón de la Plana.....	547
Buffalo.....	845	Cabra (Córdoba).....	475
Marsella.....	765	Cuenca.....	330

(1) En el IV Congreso Nacional de Arquitectos celebrado en Bilbao (agosto 1907), se aprobó el voto siguiente: «El Congreso estima que no pueden establecerse debidamente todos los servicios que la higiene moderna exige en las poblaciones y edificios si no se dispone de la cantidad de agua necesaria: esta dotación no debe bajar de la cantidad de 156 litros por habitante y día».

(2) La mayor parte de los datos que figuran en esta relación están tomados de la

EXTRANJERO	Litros.	ESPAÑA	Litros.
Chicago	636	Valladolid	286
Filadelfia	600	Jerez de la Frontera	283
Glasgow	560	Bilbao	261
New-York	359	Madrid	260
Boston	350	Tarrasa	259
Saint-Louis	275	Orense	216
París	254	Pamplona	200
Rotterdan	245	Santander	192
Hamburgo	241	Alicante	173
Burdeos	218	Segovia	172
Colonia y Buda-Pesth	200	San Sebastián y Zaragoza	121
Nápoles	200	Vitoria	118
San Petersburgo	182	Alcoy	107
Habana	178	Huelva	100
Londres	173	Sevilla y Logroño	100
Lyon	145	Badajoz	92
Buenos Aires	120	Soria	90
Génova	120	Mieres (Asturias)	82
Méjico	120	Mérida	80
Liverpool	110	Zorroza (Vizcaya)	64,8
Viena y Bruselas	100	Guadalajara	59
Amsterdam	91	Valencia	37
Lisboa	83	Toledo	35
La Haya	75	Barcelona	30
Berlín	73	Cádiz	27
Atenas	35	Avila	14
Metz	25	Hellín	12
Constantinopla	20	Ciudad-Real	5,7
Río Janeiro	9	Jaen	5

Para los estudios se debe comenzar por procurarse los datos del último censo de la población empadronada, y uniendo á esta cifra la población flotante aproximada, se tendrá un promedio del número total de habitantes, que multiplicado por el factor que se asigne como dotación de agua por día y persona, dará después de descontar el 15 por 100 de pérdidas, el volumen de agua necesario diariamente para el abastecimiento de la población, debiendo advertir que el consumo de agua aumenta mucho más rápidamente que el número de habitantes, pues las ciudades, cuanto más grandes, más se ensucian y mucha mayor cantidad de agua necesitan para su limpieza.

extensa Memoria del proyecto de abastecimiento de aguas á Palencia presentado el año 1899 por el arquitecto D. Juan Agapito Revilla, habiendo introducido tan sólo las modificaciones inherentes á algunas capitales, que desde tal fecha han aumentado su caudal de aguas de alimentación, quedando, no obstante, sin rectificar las de algunas otras, como Barcelona, Santander, Vitoria, Avila, etc., que han aumentado ó aumentarán en breve, por estar haciendo las obras necesarias, su dotación. No obstante dicho estado es el más completo que hemos podido encontrar.

Condiciones higiénicas del agua según su procedencia.— En realidad, el sólo origen del agua que el hombre utiliza, es la precipitación del vapor acuoso de la atmósfera, sea bajo forma de lluvia, rocío ó de deshielo de la nieve (1), pero el líquido de esta procedencia puede ser captado en las distintas etapas del ciclo, que recorre antes de volver á la atmósfera. Estas etapas que constituyen otros tantos yacimientos, capaces de proporcionar el agua para el abastecimiento de los lugares habitados dan lugar á los procedimientos ó medios siguientes para surtirse de dicho líquido: 1.°, recogida y almacenamiento del agua al caer (cisternas y aljibes); 2.°, aprovechamiento del líquido que se desplaza por la superficie; formando cursos de agua (ríos, arroyos) ó de los grandes depósitos naturales (lagos y lagunas); 3.°, utilización del agua filtrada, ya brote al exterior (manantiales) ya sea preciso ir á captarla en su curso ó depósito subterráneo (alumbramientos y drenajes) (2).

El agua de lluvia es poco digestiva, mal aireada y por lo general insípida y aunque muy pura al caer se contamina durante el recorrido de tejados y canalones, antes de ser almacenada. Las aguas superficiales se

(1) Está plenamente demostrado, que en la frecuencia de las lluvias influyen la altitud y proximidad al mar, abundando más en las regiones montañosas y marítimas que en las alejadas de la costa y llanas. Sin embargo, la influencia de la altitud se encuentra frecuentemente contrarrestada por otros factores dependientes de la configuración topográfica y de la orientación del lugar, con relación á los vientos pluviosos. Según Johuston, la media anual de lluvia en Europa, es de 0,575 metros para los países de llanuras, y 1,30 para las regiones montañosas.

(2) De la cantidad de agua caída en forma de lluvia, parte se *evapora*, parte corre por la *superficie* del suelo, y el resto se *filtra* en el terreno. La repartición es muy variable con la temperatura, estado atmosférico y potencia de absorción del suelo. La evaporación es mucho más elevada en verano que en invierno, disminuyendo del Ecuador al Polo y creciendo notablemente en la zona templada, donde las lluvias de verano se evaporan en casi su totalidad. En general, la parte evaporada se evalúa entre los $^3/_4$ y los $^3/_5$ de las precipitaciones atmosféricas.

La interesante obra *El Agua: sus aplicaciones á la Agricultura*, por el Ingeniero industrial D. Guillermo J. Guillén (Barcelona, 1905), recopila y extracta buen número de datos y trabajos sobre la cantidad de agua que cae al año en diferentes puntos de España, reproduciendo de la obra *L'irrigation*, de Mr. Breuches, un plano con la repartición general de las precipitaciones en la Península ibérica y algunos gráficos señalando la cantidad de agua caída en varias ciudades españolas en épocas determinadas.

La infiltración se favorece mucho en las regiones montañosas, por medio de plantaciones y cultivos, cuyas raices y hojas retienen el agua, evitando su rápido desplazamiento por las laderas y haciendo dicha infiltración más lenta, y menos abundante al paralizar los efectos de la radiación solar; por eso la repoblación forestal y el cultivo del terreno, son medios seguros de regularizar el régimen de las aguas tanto superficiales como subterráneas.

contaminan muy fácilmente; ejerce en ellas marcada influencia la temperatura exterior, resultando calientes en verano y frías en invierno y con frecuencia turbias en tiempo de crecidas, no debiendo emplearse para la bebida en la inmensa mayoría de los casos sin previa depuración artificial ya que la autodepuración exige un largo recorrido desde el punto de contaminación para verificarse. Por último, las aguas subterráneas son por lo regular claras, frescas y agradables, y de pureza muy superior á las aguas de los otros orígenes.

Dedúcese de lo anterior que higiénicamente tienen marcada preferencia las aguas subterráneas, pero como su extración suele ser muy costosa y hasta difícil su descubrimiento y en cambio las superficiales son muy abundantes y de más económica captación, el problema de alimentarse de agua las ciudades y poblaciones rurales, hay que resolverlo en cada caso especial, en vista de los recursos metálicos disponibles y de los que en punto á yacimientos acuíferos ofrezca la región ó territorio que trata de abastecerse. Por ello, estimamos oportuno examinar los distintos medios para procurarse el agua, sea de lluvia, superficial ó subterránea, indicando las medidas de *protección* que en cada caso deben tomarse con las aguas, para evitar su impurificación y los procedimientos para mejorar sus condiciones, y recomendando que á la elección de un origen cualquiera, preceda siempre un estudio serio comparativo, hecho desde los puntos de vista económico é higiénico, debiendo fundamentar éste en los indispensables análisis físico-químico-bacteriológicos de muestras de las aguas á comparar.

XXI

CAPTACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS

Cisternas y aljibes.—Las aguas cuando se recogen al caer, contienen número escasísimo de gérmenes y están muy poco mineralizadas, debiéndose evitar en lo posible su impurificación al ponerse en contacto con las superficies de recogida y conducción y, sobre todo, durante el período de su almacenamiento, tiempo en el cual á consecuencia del desarrollo y multiplicación de micro-organismos que en las aguas permanentemente quietas viven y mueren, adquieren dichas aguas almacenadas un gusto y un olor muy desagradables. Los depósitos ó aljibes deben construirse siempre de paredes impermeables y de manera que permitan dar ó no entrada en ellos á voluntad el agua, con objeto de poder conducir fuera del aljibe la que cae en los primeros momentos de lluvia, por recoger ésta las impurezas todas de los tejados y superficies que recorre. La figura 153 explica la disposición que puede adoptarse para conseguirlo; el agua que se conduce á la cisterna por el tubo *AA* se vacía en el depósito *BB* por el orificio *o* hasta tanto que llegando en dicho depósito á un cierto nivel *bb*, el flotador *F'* cierra el referido orificio, desde cuyo momento sigue á la cisterna. De ordinario se calcula la altura *Bb* á que debe llegar el agua antes de cerrarse el orificio *o*, en forma tal que el líquido recogido en el depósito *BB* (que puede vaciarse por *o'*) represente medio litro por metro cuadrado de cubierta.

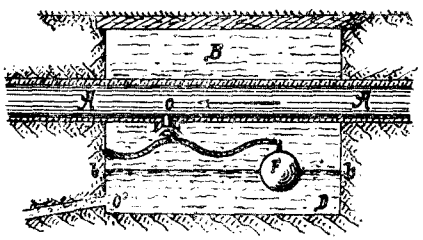


Fig. 153.

Del agua que cae sobre las superficies de recogida hay que contar con el 50 por 100 de pérdidas como promedio, conviniendo para aumentar el volumen del líquido hacer tan grandes cuanto se pueda esas superficies, llegándose en algunos casos hasta á constituir áreas impermeables de hormigón, ó en su defecto de arcilla apisonada, con pendiente hacia el punto donde se quiere las aguas acumular.

Como los depósitos metálicos son caros para capacidades medias, constrúyense, de ordinario, las cisternas de mampostería ú hormigón armado, siendo indispensable resulten interiormente impermeables, lo que se consigue con enlucidos muy ricos en buen cemento. Las canali-

zaciones deben ser de gres, tomadas las juntas con cemento, ó de cemento armado; un tubo de 0,12 metros de diámetro es suficiente con la pendiente mínima de 0,03 metros para conducir las aguas caídas en tiempo de tormenta sobre una superficie de 100 metros cuadrados de cubierta.

La figura 154 representa el tipo de cisterna adoptado para las casas de guarda por la Compañía de Ferrocarriles de Orleans, recomendable con la sola variación de la forma del depósito, que exige moldes especiales. La capacidad es de 9.000 litros, y el material, hormigón de cemento; entre el punto donde vierte el conducto y la canalización que conduce el líquido á la cisterna, está intercalado un filtro de grava.

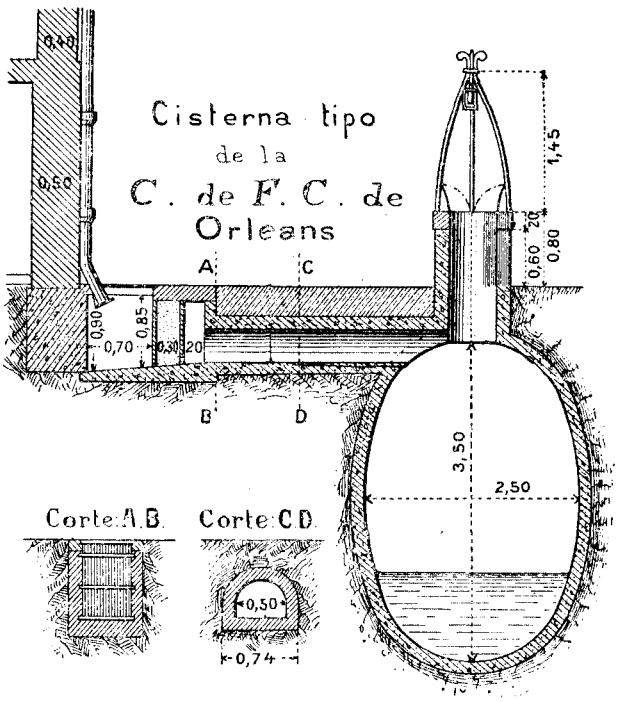


Fig. 154.

Es muy recomendable, que las cisternas sean cubiertas, dotándolas de chimeneas de ventilación para que el agua se airee, y en todo caso alejarlas de los retretes, estercoleros, canalizaciones de aguas residuales, y en general, de las inmediaciones de todo foco de contaminación.

El agua en las cisternas se conserva mal, y aún cumpliendo todas las precauciones de mantener en lo posible limpios los tejados, suelen producirse en ella vegetaciones y fermentaciones variadas; de aquí que no deba usarse para la bebida, sino cuando no se dispone de otro origen y *filtrándola* previamente, cuando menos, ya que lo indicado por la higiene es someterla á la filtración primero y á la esterilización después. La filtración se opera, por lo general, en las cisternas-filtros, de antiguo conocidas. Las tan renombradas cisternas-filtros de Venecia (fig. 155), que hacían pasar el agua recogida en galerías ó en pocillos circulares *H*

por una masa *S* de arena, contenida en una excavación revestida, antes de tomarla en un gran tubo central *FG*, estaban muy bien entendidas, pues esa masa de arena actúa como un buen filtro purificador del líquido.

El tipo de la figura 156 es el adoptado de cisterna-filtro en los ferrocarriles de Sicilia; el agua para pasar de la cisterna al pozo tiene que atravesar el filtro formado por una capa de grava gruesa, otra de grava fina, otra de carbón y otra de arena; la polea para elevar el cubo con el agua puede, ventajosamente, substituirse por una pequeña bomba de mano ó una llave. Tanto esta substitución, como la precaución de preceder la cisterna de una capacidad destinada á detener los cuerpos extraños, como la grava, tierra, etc., están contenidas en los Reglamentos sanitarios tipo para ciudades y aldeas, elaborados por el Comité Consultivo de Higiene pública de Francia.

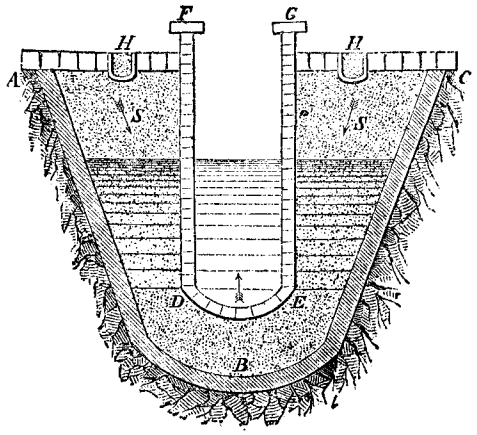


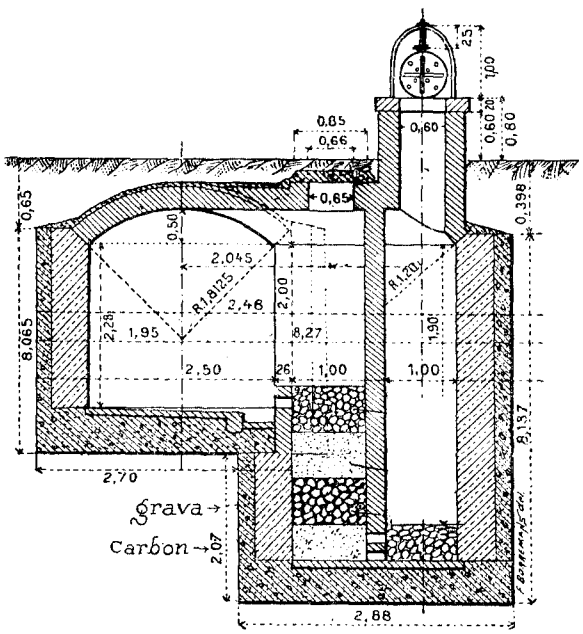
Fig. 155.

Para el tratamiento del agua de cisterna, cuando por el desarrollo ó muerte de ciertas algas llega á adquirir mal olor, empléase el sulfato de cobre, introduciendo en el agua una cantidad de esta sal igual á $^1/_{2000000}$ del volumen de líquido contenido en el depósito, no siendo de temer ningún efecto perjudicial para el hombre ni para el ganado de esta mezcla, á la que se acudirá igualmente para el lavado y limpieza de las cisternas, embadurnando ó pulverizando con una solución de la citada sal las paredes. Sólo con muchos cuidados es posible llegar á evitar la contaminación del agua de las cisternas-depósitos, que repetimos conviene siempre emplazar en puntos alejados de todo foco de fermentación.

Aguas superficiales.—Son tantas las causas de impurificación de las aguas corrientes (ríos, arroyos) ó estancadas (lagos y lagunas) capaces de servir para el abastecimiento de pueblos y ciudades, que raro es el caso en que no están contaminadas, no obstante los beneficiosos efectos de la autodepuración á que ya nos referimos. Los higienistas todos consideran las aguas superficiales en general, cuando menos como *sospechosas* y la propia ley de 15 febrero 1902, sobre la protección de la salud pública en Francia, parece considerar solamente como verdaderas aguas potables las subterráneas. «Si se debe recurrir á tales aguas para la bebida

—dicen Imbeux y Rolants (1) (hablando de las superficiales)—la *filtración* ó la *esterelización se imponen*. En las pobres casas donde no se pueda instalar un aparato *ad hoc*, siempre bastante costoso, la ebullición deberá ser una regla absoluta».

No obstante, las anteriores indicaciones, por la abundancia del caudal de aguas que los ríos proporcionan, las grandes capitales sobre todo, de ellos se surten casi siempre como único origen, capaz de suministrar los enormes volúmenes que de dicho líquido necesitan, siendo de todo punto necesario para prevenir en lo posible las contaminaciones, cumplir rigurosamente ciertas medidas higiénicas, entre las que deben recomendarse las siguientes: 1.°, hacer la toma en el punto donde pueda asegurarse la mayor pureza y constancia de la temperatura; 2.°, proteger esta toma de agua de la mezcla con cuerpos extraños, que los cursos de agua de ordinario arrastran; 3.°, conservar con el mayor cuidado las inmediaciones de la toma de agua (por simple derivación ó por medio de una presa, produciendo embalse artificial), limpiándolas de tepes y plantas acuáticas, cuya descomposición, comunica algunas veces al agua hasta un sabor desagradable, y la conducción hasta los depósitos de distribución. La primera de las citadas medidas conduce á hacer la toma, agua arriba de las poblaciones, alejándose de toda causa de infección, como son las desembocaduras de alcantarillas, de lugares habitados, de fábricas, etc., y en plena corriente donde esas infecciones son menos de temer y la temperatura más invariable; la segunda sólo exige la



Cisterna-filtro tipo de la Compañía de los ferrocarriles de Sicilia.

Fig. 156.

(1) En su tratado de Higiene rural, París, 1908.

colocación de rejillas y aparatos sencillos y robustos que impidan el paso á la conducción de los cuerpos extraños; la tercera lleva consigo el establecimiento de una zona ó espacio, denominada «zona de protección», en la que se prohiba emplear abonos, pastar ganado y en general, cuanto pueda ser origen de contaminación, zona ó perímetro del que no se prescinde en la legislación sanitaria de ningún país progresivo.

En los lagos y lagunas cualquier causa de infección, es más temible que en los ríos, y de aquí que la precaución de hacer la toma á distancia de la orilla y á gran profundidad sea más importante, pues estando es-

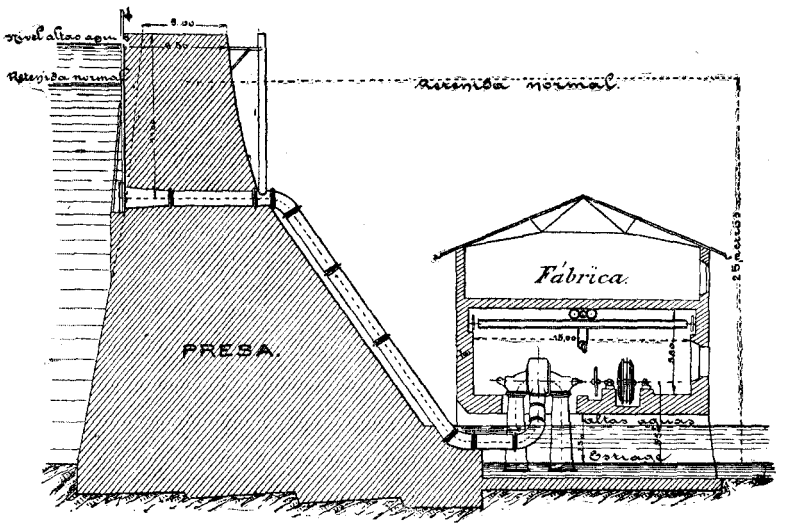


Fig. 157.

tas orillas de ordinario muy pobladas, el efecto perjudicial del invertimiento de las inmundicias líquidas, manifiéstase cerca de las márgenes mucho más intensamente. Chicago, Cleveland, Ginebra, Zurich y otras poblaciones de Europa y América, que se abastecen de agua de sus grandes lagos, á raiz de epidemias de fiebre tifoidea han ejecutado costosas obras para alejar de las orillas las tomas. En Ginebra, por ejemplo, análisis repetidos acusaron la presencia de 150.000 bacterias por centímetro cúbico de agua tomada en la orilla del lago Lecmann, y sólo de 38 bacterias en igual medida cogida en el centro de dicho lago. Por otra parte, no tiene hoy duda, que la temperatura del agua superficial de los lagos, varía mucho de una estación á otra y que hasta los 15 ó 20 metros de profundidad no empieza á encontrarse la constancia apetecida.

Aun en estas condiciones, todas las ciudades algo celosas de su higie-

ne, filtran sus aguas tomadas de río ó de grandes lagos para evitar los peligros de esas contaminaciones.

Inútil parece indicar la *condenación severa* para la alimentación con las aguas procedentes de pantanos y charcas, aguas que al quedar estan-

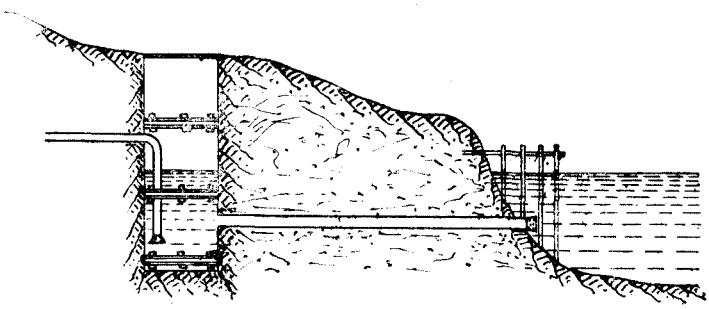


Fig. 158.

cadas entran en putrefacción, constituyendo peligro tremendo hasta su existencia.

La toma de aguas hácese por simple derivación, sin embalse, ó bien reteniendo el agua por medio de una presa cuando se trata de grandes volúmenes y precisa regularizar el régimen del río, almacenando en tiempo de lluvias el agua que falta en el estíaje. En la figura 157 se representa este caso, con la particularidad de aprovecharse el salto de agua que la presa produce para accionar unas turbinas cuya fuerza es empleada en la elevación de las propias aguas (1).

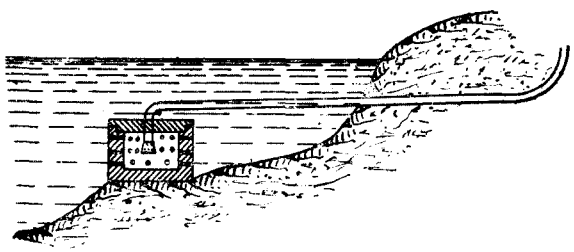


Fig. 159.

Para la toma directa en instalaciones rurales ó de pueblos de no gran importancia, son muy de recomendar los sistemas reproducidos en las figuras 158, 159 y 160; el pozo en el que se reúnen las aguas para evitar

(1) Para resolver los variados problemas que con frecuencia se presentan sobre elevación de aguas, elección del motor, evaluación de los gastos en conducciones especiales, etc., recomendamos á nuestros lectores la consulta del tomo V de *L'Art de batir*, Paris, 1908, valiosísima obra del ilustre director de *La Construction Moderne* Mr. Planat, que trata tan importante asunto con gran sentido práctico.

la penetración de polvo y materias extrañas y las infiltraciones, debe ser cubierto é impermeable, así como la tubería de toma, pudiendo hacerse aquél de mampostería hidráulica bien enlucida (fig. 160), ó de anillos de fundición (fig. 158). Para impedir puedan tener acceso á la tubería de

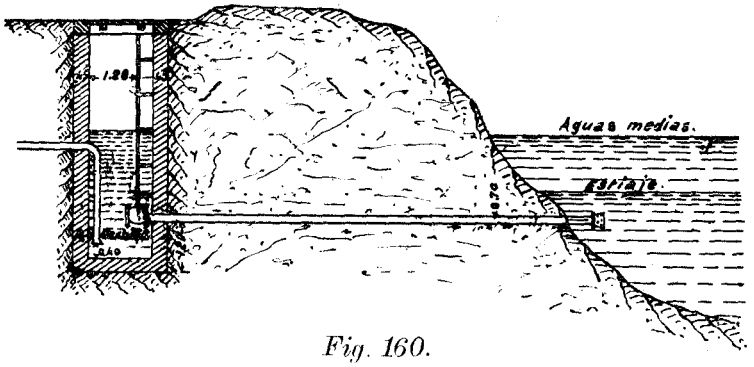


Fig. 160.

toma las impurezas y cuerpos que las aguas arrastran, conviene encerrar la boca de dicha tubería en una caja provista de agujeros, como se indica en la figura 159, y en todos casos proveer, tanto la extremidad indicada,

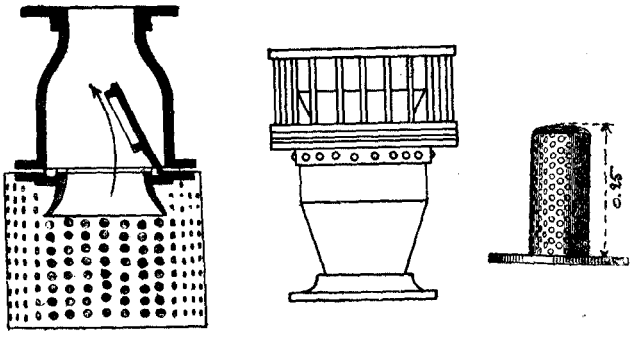


Fig. 161.

como la de la tubería que arranca del pozo, de alcachofas, y sencillas disposiciones (fig. 161) que impidan el paso á los cuerpos que pudieran obstruir los conductos. Tanto para recoger el agua más pura como para evitar los efectos de la temperatura exterior que se manifiestan más intensos en las capas superficiales, conviene, repetimos, hacer la toma á alguna distancia de las orillas y de la superficie.

Aguas subterráneas.—Al correr las aguas de lluvias por la superficie del suelo y al atravesar éstas y las procedentes de la fusión de la nieve las primeras capas del terreno, cárganse de gérmenes y de impurezas en cantidad que depende de la composición geológica de estos terrenos y de su contaminación por los desechos de la vida humana ó animal; pero á medida que estas capas van alejándose de la superficie del suelo, resultan más asépticas, y el agua que á su través filtra va adquiriendo mayor pureza, mejores condiciones de potabilidad.

Las aguas subterráneas emergen algunas veces por sí solas á la superficie bajo forma de *manantiales* (1); otras veces, las más, hay que ir á captarlas en la capa impermeable por la que circulan, ya por medio de trincheras á cielo abierto, cuando la profundidad es muy pequeña, ya con drenes ó *galerías de drenajes* si es algo mayor, ya por medio de *pozos*, con los que puede llegarse hasta profundidades pasando de 1.000 metros (el de San Luis de Misouri mide 1.170 metros) ó de galerías captantes, con frecuencia de muchos kilómetros de longitud.

El agua subterránea hay que elevarla, por lo general, artificialmente; pero cuando circula entre dos capas impermeables y procede de un punto del terreno más alto que el de su captación, asciende por propia presión dando lugar al *pozo artesiano*.

El aprovechamiento del agua de la capa superficial debe hacerse con grandes reservas desde el punto de vista higiénico, sobre todo cuando se extrae en centros habitados, pues los peligros de contaminación de esta capa son entonces grandes á causa de la putrefacción de las inmundicias sólidas y líquidas. Las epidemias de fiebres tifoidea debidas á la utilización para la bebida de agua superficial son numerosas, y de aquí que en el I Congreso de Saneamiento y Salubridad de la Habitación (París 1904) se adoptara el acuerdo «que en toda aglomeración donde una distribución de agua esté establecida, el agua de las cisternas y de los pozos no

(1) Los manantiales abundan mucho en los terrenos permeables (por ser en ellos considerable la infiltración), haciéndose por intermedio de dichos orígenes y de las aguas superficiales la alimentación de los ríos, cuyo régimen goza de cierta estabilidad, pues como la velocidad de las aguas subterráneas es muy inferior á la de las superficiales, las crecidas de los cursos de agua son más lentas, menos violentas y de más duración. En las regiones de terrenos impermeables, los manantiales son muy raros y la alimentación de los cursos de agua es casi exclusivamente con las superficiales.

Lo natural y corriente, es que los manantiales de terrenos permeables emerjan en los puntos bajos ó depresiones del terreno y especialmente en los talwegs y sus proximidades; pero no son tampoco raros los casos en que el manantial brota en la ladera de un monte, pues ello depende de la inclinación relativa de las capas permeables é impermeables y de la profundidad de éstas.

sea afectada al consumo más que después de haber sido reconocidas por los servicios de higiene como suficientemente pura é inofensiva en todo tiempo.»

Salvo en algunos terrenos de roca ó arcillosos, esta primera capa acuífera está muy próxima á la superficie (haciéndose la captación casi siempre por pozos); de modo, que aún siendo la procedencia del líquido irreprochable, el aislamiento del suelo es dificilísimo en las inmediaciones de núcleos densos en los que con la multiplicidad de los microorganismos del suelo crecen desmesuradamente los peligros de penetración en esta capa, *que rara vez deja de estar contaminada bajo los centros habitados,* como desde 1879 había demostrado Rikler por análisis químicos que acusaban dosis elevadas de cloruros, y recientemente han corroborado los análisis bacteriológicos hechos en Munich, Berlin, Budapest, Milán, etc., ante el resultado de los cuales son muchos los higienistas que consideran tal agua en las ciudades como *una dilución de orina* absolutamente inutilizable para la bebida.

Sólo en los campos, el agua de la primera capa puede ser buena con tal que se haya alejado toda causa de contaminación, cosa no fácil dado lo poquísimo que de la higiene se preocupa el aldeano en general.

A medida que las aguas subterráneas son más profundas, los peligros de contaminación decrecen y sus condiciones higiénicas mejoran, reduciéndose su población microbiana; de aquí que los manantiales de agua profunda se consideren como el mejor origen del líquido para el abastecimiento de poblaciones, pues se reúne á la mayor pureza una constante temperatura; en revancha, la explotación suele ser cara, y las aguas resultan con frecuencia muy mineralizadas. El aprovechamiento de manantiales que brotan al exterior ó á muy poca profundidad, es más económico, y de agua de esta procedencia es de la que se surten la mayor parte de las poblaciones. El gasto de los manantiales suele ser muy variable, coincidiendo el máximo caudal con las épocas de lluvias frecuentes y disminuyendo hasta anularse algunas veces en los meses de sequía; son raros los manantiales que constantemente proporcionan la misma cantidad de agua.

Lo anterior no quiere indicar que deba tenerse en todo caso confianza absoluta en la pureza de las aguas de manantial, entre otras razones por la importante de la dificultad ó imposibilidad de protegerlas de contaminaciones accidentales en su curso subterráneo. Los análisis escrupulosos del Observatorio de Montsouris en estos últimos ocho años, demuestran, en efecto, que en las aguas de diversos manantiales alimentando Paris, se ha encontrado en el 95,8 por 100 de las muestras la presencia del *bacillus colli*, indicador de la contaminación por las materias fecales,

que pueden contener el terrible bacilo tífico (contaminación mucho más de temer en los manantiales de terrenos calcáreos), cuyas observaciones motivaron una especial vigilancia de las regiones donde se infiltran las aguas que surten los manantiales, bien lejos, por cierto, de la gran ciudad. Esa comunicación entre los depósitos de agua subterráneos y la superficie del suelo, puede hoy comprobarse con relativa facilidad por los progresos realizados en el empleo de las substancias revelatrices ó testigos como la fluorina, levadura de cerveza, etc.

Todas las obras que se efectúan para la captación y toma de las aguas subterráneas superficiales ó profundas, deben tender: 1.°, á procurar que no se mezcle la capa de agua que trata de aprovecharse con otras superiores que hubiera que atravesar al elevar aquéllas ó con las aguas colgadas del terreno, en las que la contaminación es casi segura; 2.°, á evitar filtraciones y pérdidas. La primera condición conduce á impedir pierda el líquido en sus condiciones higiénicas, desde el punto en donde se le capta hasta el arranque de la tubería de conducción; la segunda, á no reducir el volumen aprovechable; muy someramente indicaremos los medios más apropiados para lograr ambas finalidades.

Trincheras.—Cuando las exhudaciones del terreno siguen una cierta dirección ó en una zona determinada indican claramente la existencia del agua á profundidad pequeñísima, y este hecho se haya comprobado por sondeos, puede acudirse para la captación de ésta á excavar una trinchera de un par de metros de anchura normal á la dirección de la corriente, haciéndola penetrar en la capa impermeable por la que se desplaza la acuífera. Esta zanja deberá tener inclinación hacia uno de sus extremos para acumular en él las aguas recogiéndolas en un pozo. En el fondo de la trinchera conviene colocar un *drenaje* destinado á conducir hasta el pozo los filetes de agua.

Para preservar el agua tan superficialmente así recogida, de las numerosas causas de contaminación, debe impedirse el acceso hasta las zanjas, de hombres y animales, y si ha de aplicarse á la bebida, acudir á los medios de mejorar su calidad de que oportunamente nos ocuparemos.

Drenajes.—Si la capa impermeable por donde corren las aguas está á poca profundidad (hasta 8 ó 10 metros), pueden captarse éstas por medio de drenes ó sencillas galerías de drenaje, que conviene hacer descender debajo de la capa impermeable para que las aguas puedan filtrar á ellas.

Los drenes pueden ser de barro cocido, de gres ó de cemento; los primeros por su escasa resistencia y poca permeabilidad, no son recomendables; en cambio, los de gres, por sus buenas condiciones higiénicas, que en otra ocasión ya señalamos y su relativa economía, resultan

apropiadísimos; tanto unos como otros llevan en la parte opuesta á la destinada á apoyarse sobre la zanja unas ranuras que dan paso al agua, pudiéndose también emplear como drenes tubos ordinarios, sencillamente enchufados, sin tomar las uniones ó juntas. Los de cemento son muy aceptables, pudiendo hacerse sin taladros, pues basta constituir la parte porosa con mortero de cemento muy pobre en portland (100 á 150 kilogramos por metro cúbico de arena); la sección de los drenes puede ser circular ú ovoide, prefiriéndose la primera para las pequeñas secciones y teniendo la segunda la ventaja de proporcionar mejor asiento en el terreno; la figura 162 representa un dren de cemento, tipo circular, y la 163 otro, tipo ovoide.

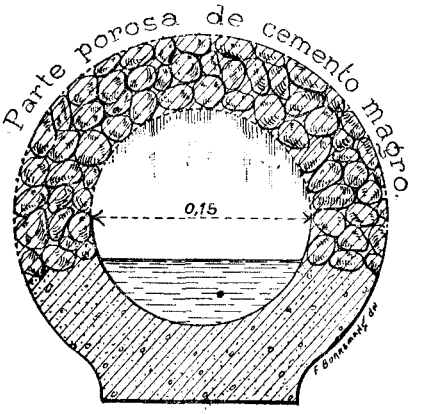


Fig. 162.

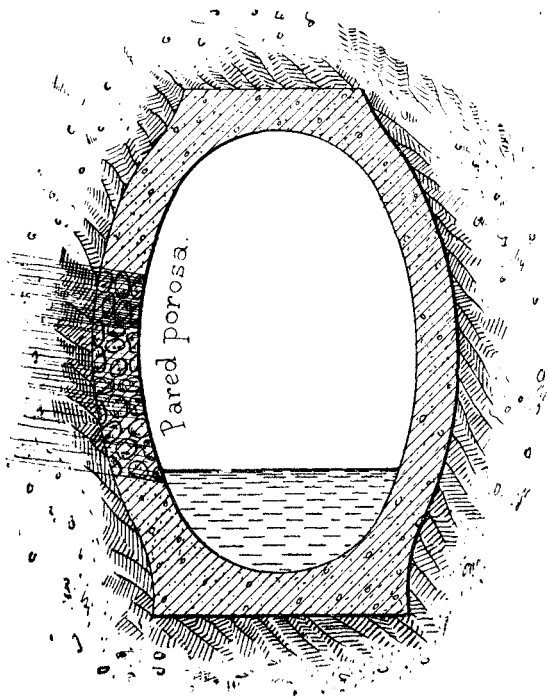


Fig. 163.

Las galerías de drenaje constrúyense de piedra en seco, mampostería ú hormigón, debiendo dejarse en estos dos últimos casos conductos ó barbacanas que den paso al agua al interior de la galería. Representamos en la figura 164 una modesta galería hecha con piedra en seco, y en la 165 una más terminada, cuya cubierta *9* es de hormigón protegido por una losa *10* de cemento; la zanja se ha rellenado con la misma tierra *8* extraída al hacerla. En el fondo de la

galería se establece un pequeño colector, que en corte transversal y longitudinal indica la figura 166. Como modelo de galería visitable de drenaje reproducimos de la obra de Imbeux el de la figura 167, el cual está provisto por una de sus caras de aberturas ó barbacanas para la entrada del agua, que antes de llegar á la galería tiene que atravesar el filtro de ladrillo cascado, grava y arena á ellas adosado.

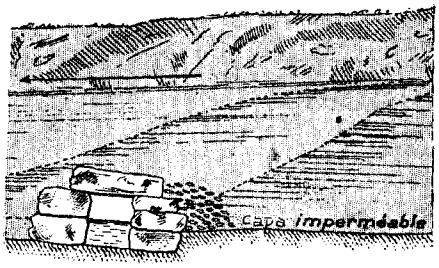


Fig. 164.

Para impedir á las aguas que corren por la superficie del terreno pasar al dren, se ha colocado sobre la arena y grava de relleno de la trinchera una correa ó capa arcillosa que aisle de la vegetal permeable. Por último, cuando la galería de drenaje tenga que colocarse en terrenos arenosos, como podrían obstruirse fácilmente los drenes por la acumulación de arena por el agua arrastrada, conviene emplear drenes especiales como el de cemento armado de la figura 168.

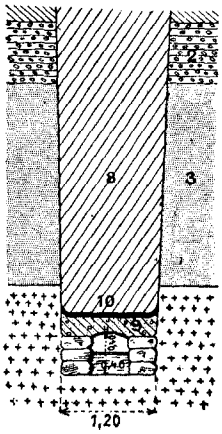


Fig. 165.

Por la proximidad á la superficie del terreno de las aguas captadas por el procedimiento de drenes ó galerías de drenaje, son éstas siempre sospechosas, habiendo necesidad de defenderlas desde el punto de vista higiénico, lo que se consigue *protegiendo el suelo* en un cierto perímetro alrededor del depósito donde se captan y de la conducción á lo largo de las galerías. Esta protección consistirá en cerrar tal perímetro impidiendo sea atravesado por personas ni animales, para evitar depositen allí sus deyecciones, y empleando, si la extensión que aquél comprende está cultivada, abonos de origen mineral y nunca animal.

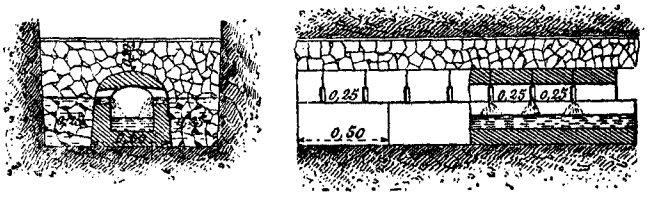


Fig. 166.

La determinación precisa de ese perímetro ó zona que abarca es difícil, exigiendo, si tratase de hacerse con exactitud, estudios geoló-

gicos y previas experiencias con la fluorescina para determinar el curso de los filetes líquidos; pero, por lo general, no habrá necesidad de tanta precisión, máxime estando tales obras indicadas para el abastecimiento de pequeñas aglomeraciones urbanas ó rurales, no existiendo tantos peligros de contaminación como en las ciudades.

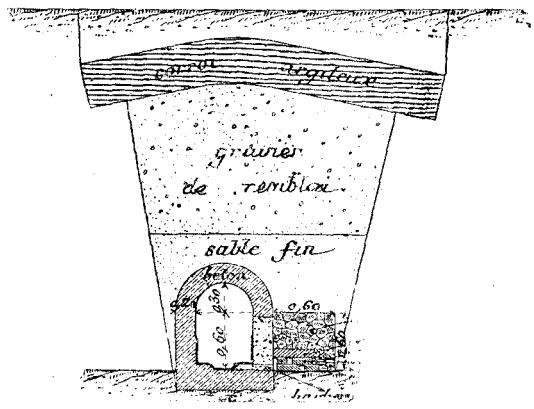
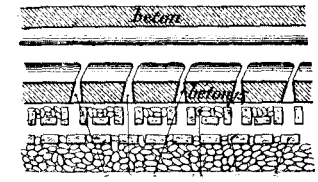


Fig. 167.

Manantiales. — Cuando brotan en las laderas de una montaña, su captación se reduce á construir un depósito donde las aguas se reúnan, dándole capacidad proporcionada al volumen de éstas. Si la captación se hace al aire libre, las aguas se cargan de polvos y detritus arrastrados por los vientos y es más fácil su contaminación por restos vegetales y animales. Para evitar esto y conservar al agua su frescura y pureza conviene que las cámaras de captación sean cubiertas, y á ser posible, recoger el agua antes de que haya visto la luz, conduciéndola en tal forma hasta el depósito de distribución; las figuras 169 y 169 bis son buenos modelos.



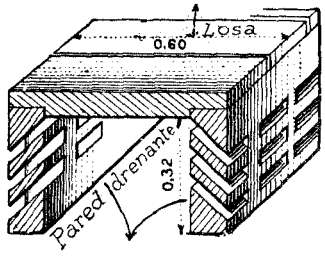


Fig. 168.

Si el manantial emerge en las proximidades de un talweg ó en un terreno rocoso grieteado, puede el agua recogerse por medio de un pozo como se indica en la figura 170. En uno y otro caso, el depósito de captación debe estar provisto de desagües que permitan su limpieza y de medios de acceso.

En instalaciones de importancia, la cámara de captación se establece en la proximidad de los manantiales, haciendo converger á ella las aguas que de los situados en zona próxima se recogen. En la figura 171 se reproduce este sistema, aceptado en la ciudad de Dieppe, que se alimenta con los manantiales de Saint-Aubin Sur Scie, á 6 kilómetros de la ciu-

dad. Varios de éstos, recogidos por drenajes, se reúnen en el estanque de Vivier, desde donde dos tubos de 0,30 metros, provistos de compuertas, conducen el agua á una cámara de captación inmediata, á la que también van á parar las de otros manantiales distintos de los que acometen á Vivier. Las mismas precauciones que con los dre-

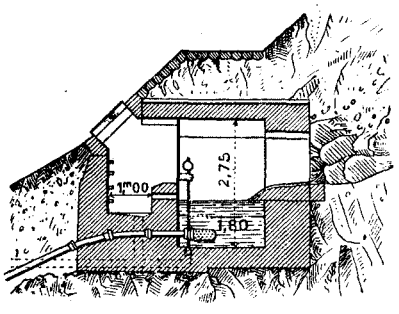


Fig. 169.

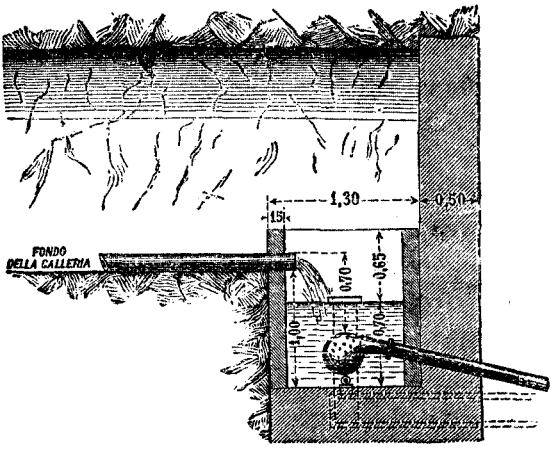


Fig. 169 bis.

najes deben tomarse con los manantiales dentro de la zona de protección.

Pozos.—El medio más cómodo y generalizado para procurarse el agua cuando no hay red de alimentación, es la apertura de pozos, sistema que, en unión de las cisternas, queda como único, empleado en la inmensa mayoría de las aglomeraciones rurales y caseríos aislados.

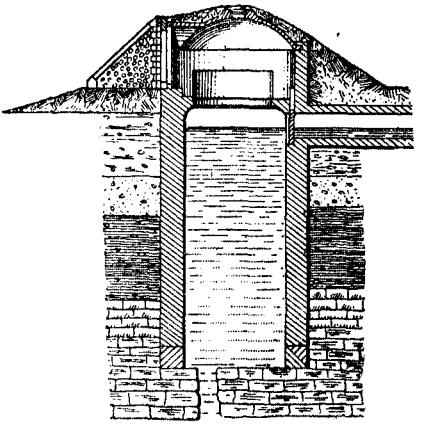


Fig. 170.

De ordinario, el pozo se detiene al llegar á la capa acuífera superficial, casi siempre contaminada, y lejos de tender á mejorar las condiciones del agua que suministra, ni siquiera se guardan las debidas precauciones para su protección.

Los pozos ordinarios son en todas las regiones abundantísimos, y con frecuencia sensible, en los pueblos, construyénlos en el mismo corral donde corrientemente se amontonan excrementos de animales domésticos y todas clases de inmundicias; las contaminaciones son, en consecuencia, muy de temer, y para evitarlas,

en lo posible, debe tenerse cuidado especialísimo en incomunicar con el terreno el agua captada, haciendo impermeables las paredes del pozo, que deben empotrarse precisamente en la capa impermeable en la disposición propuesta por Gartner, que se indica en la figura 172; las paredes están provistas de barbacanas *a* para la entrada del agua, protegiéndose la parte superior del pozo con una correa *b* de arcilla y teniendo la abertura *c* para la limpieza. Como detalle higiénico de mucha importancia debe recomendarse el empleo de las bombas para extraer el agua ó el uso de disposiciones como la de Jonet, que señala la figura 173, consistente en un doble receptáculo que se vacía automáticamente al llegar al término de su carrera, y que no saliendo jamás fuera del pozo no está expuesto á las contaminaciones frecuentes en los cubos usados de ordinario para elevar el agua con auxilio de la polea.

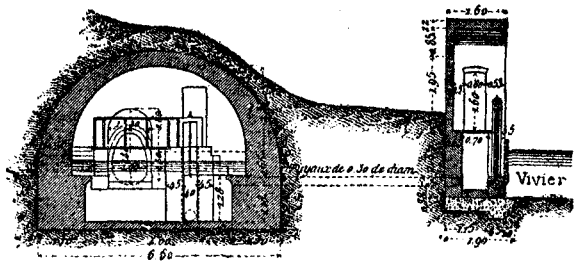


Fig. 171.

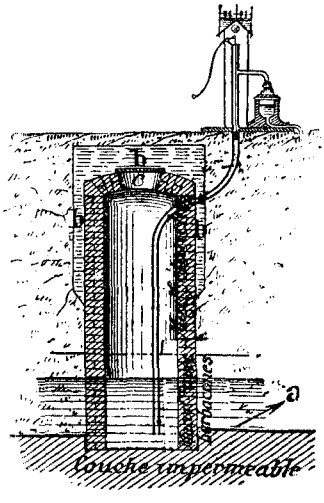


Fig. 172.

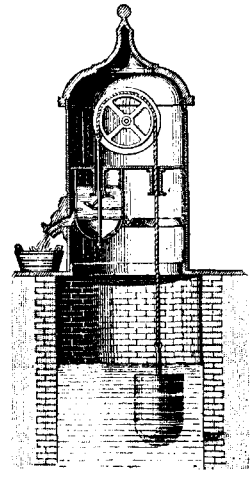


Fig. 173.

En el campo, el agua de los pozos, si de éstos se ha alejado todo origen de fermentación, casi puede ser aceptable para la bebida; pero en las poblaciones, tal uso es inadmisible sin tomar las debidas precauciones (1) higiénicas. La Ville de París, por disposición de la Prefactura del Sena de 1904, «prohibe absolutamente emplear el agua de los pozos para to-

(1) El Sr. Madrid Moreno ha encontrado en el agua de pozo de Madrid hasta 101.100 colonias por centímetro cúbico.

dos los usos que tengan una relación, aunque sea indirecta, con la alimentación».

El I Congreso Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación (París, 1900), emitió sobre el particular el voto siguiente, algo benévolo: «LXVIII. En toda aglomeración en la que exista distribución de agua pública, el agua de las cisternas y pozos no será afectada al consumo más que después de haber sido reconocida por los servicios de higiene como suficientemente pura é inofensiva en todo tiempo». El sólo método que permitirá obtener en la práctica buenos resultados para evitar, sobre todo en las aglomeraciones rurales, la contaminación del agua de los pozos, es el *de la enseñanza* y *de la persuasión*, indicado por el Secretario de la Sociedad francesa de higiene, ingeniero Mr. F. Marie-Davy al X Congreso Internacional de Higiene y Demografía, 1900. Predicando un día y otro á los campesinos y á los propietarios de fincas aisladas que el pozo debe alejarse de la vivienda, protegiéndolo en un radio de 50 metros como promedio contra todo depósito de inmundicias, estiercol, excrementos humanos ó animales; separando de él los abrevaderos y lavaderos; construyendo á su alrededor una área impermeable con hormigón ó arcilla, con pendientes hacia el exterior para que aleje del pozo las aguas que á su pie pudieran caer, y teniéndolo cerrado para evitar que sean arrojadas á él por personas extrañas animales muertos ú objetos que tratan de hacerse desaparecer, y de que á sus aguas vayan á parar el polvo y suciedades, podrá lograrse el evitar frecuentes contaminaciones y con ellas epidemias y enfermedades que en los pueblos se ceban y que reconocen como origen y causa de su desarrollo las malas condiciones del agua de pozo.

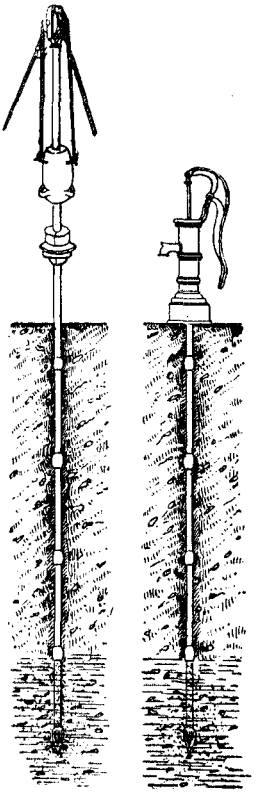
Por estar sólo taladrados en su parte inferior y proporcionar, por lo tanto, una incomunicación completa con las capas superficiales del terreno, resultan muy recomendables higiénicamente los *pozos instantáneos* ó *tubulares*.

Para obtener rápida y económicamente el agua, si ésta se encuentra á poca profundidad (hasta 10 ó 12 metros) es muy recomendable el empleo de tubos de hierro de pequeños diámetros, que se hacen penetrar en el terreno golpeándolos sobre una corona que provisionalmente se une á su cabeza, con la maza que se vé en la figura 174, la cual se maniobra por medio de dos cables que pasan por las poleas, dispuestas en la parte superior de una varilla, que se atornilla al tubo.

Dos hombres bastan para mover el pequeño martinete que resbala á lo largo de la varilla al tirar de los cables, actuando por su masa sobre el tubo pilote superior, al que se van empalmando otros á medida que se profundiza el terreno. El tubo inferior termina en punta acerada, enci-

ma de la cual existen en el contorno del tubo y en una altura de un metro próximamente, agujeros pequeños para el paso del líquido. Cuando se ha llegado á la capa acuífera se substituye el martinete por una bomba de mano que se une al tubo superior.

Esta clase de pozos (figs. 174 y 175), que se denominan también abisinios, son de ejecución muy recomendable por lo económico del material y rapidez de la perforación.



Figs. 174 y 175.

La captación del agua *á grandes profundidades*, para intentarse con probabilidades aceptables de éxito, requiere un estudio preliminar concienzudo de las condiciones hidro-geológicas de la región y de las topográficas de la zona inmediata á la en que se desea obtener el agua; puede hacerse por medio de pozos ó de galerías captantes solas ó combinadas con éstos.

Los adelantos grandísimos en los útiles y trabajos de sondeos, permiten hoy explorar con relativa economía á profundidades hasta superiores á 1000 metros, y gracias á ellos se han llegado á terminar pozos como los de París, San Luis de Missouri y Southampton, midiendo respectivamente 582 metros, 1.170 y 1.360 metros de profundidad. En España abundan bastante los pozos profundos (artesianos y ordinarios) perforados en busca generalmente de agua para el riego, no siendo raro que las distintas capas acuíferas atravesadas en la perforación den agua de condiciones muy distintas; por ejemplo, en algunos, abiertos en la comarca del Prat del Llobregat (Barcelona) se han llegado á encontrar hasta seis capas acuíferas superpuestas, siendo las tres primeras de agua dulce muy mala, la cuarta y quinta de agua salada, y la sexta de agua potable artesiana, de muy buena calidad, que sale por el tubo del pozo.

El feliz resultado de los alumbramientos artesianos en la cuenca del Llobregat ha conducido á intentar la busca de agua artesiana en la zona de la desembocadura del Besos, en la que la naturaleza y disposición de los terrenos es idéntica á la del Llobregat, siendo idéntica también su época geológica. Las exploraciones han tenido un éxito tan grande, que en pocos años se han construído 300 pozos artesianos en números redondos, existiendo hoy más de 600 en la provincia de Barcelona, cuyas aguas

se aprovechan no sólo en riegos, sino en usos industriales y abastecimientos de pueblos (1).

Se comprende perfectamente existan notables diferencias en la calidad de las aguas subterráneas al captarlas en sus distintas capas, pues al quedar en contacto prolongado con capas mineralógicas de composición muy variada, se cargan más ó menos de sales y cuerpos que modifican su constitución primitiva.

Por lo general, el agua subterránea reúne condiciones higiénicas superiores á la superficial (ríos y primera capa acuífera) por no existir las facilidades que en ésta para su contaminación; condiciones que se manifiestan más que por la composición química, por la disminución de las colonias bacterianas y, sobre todo, de los gérmenes patógenos; pero á medida que la profundidad es mayor, el agua sale más caliente (1 grado de aumento por cada 30 á 35 de profundidad, según la ley geotérmica), y frecuentemente más mineralizada, y por lo tanto, menos potable, no siendo fácil quitarla, á poco coste, las sales en exceso sobre todo el cloruro de sodio.

La *desinfección* de los pozos se impone cuando ha podido comprobarse su contaminación. Procédese entonces á la extracción del agua, elevación del fango del fondo (si puede agotarse todo el líquido en uno ó varios días) y lavado de fondo y paredes con el desinfectante, que puede ser la lechada de cal concentrada al 60 ú 80 por 100, que debe dejarse en el pozo durante varios días agitando cada diez ó doce horas la masa líquida y bombeándola al fin, ó la solución La Place, mezcla á partes

(1) La misma Barcelona se abastece en parte con agua artesiana captada por la sociedad de propietarios de la Barceloneta «El Fénix«. Tenia antes dicha sociedad tres pozos ordinarios, cuya agua no reunía buenas condiciones, siendo el caudal de 500 litros, que proporcionaba insuficiente para el desarrollo que esa industria iba adquiriendo. Tales dificultades se salvaron practicando en el fondo de uno de los pozos ordinarios, que tiene 28 metros de profundidad, dos pozos artesianos, uno de 20 metros y otro de 30 de profundidad, que elevaron 10 metros el nivel del agua, la cual quedó á 14 metros por debajo del suelo, siendo su calidad excelente para la bebida, su temperatura 18 grados y su graduación hidrotimétrica 29. Como era necesario surtir á los pisos más altos de las casas, se elevó el líquido por medio de una bomba centrífuga hasta un depósito colocado en la parte superior de una torre de 30 metros de altura, dando un caudal de 1.000 litros por minuto.

De este modo pudo la sociedad «El Fénix» mejorar notablemente la calidad de su agua y duplicar la cantidad disponible, disminuyendo considerablemente los gastos de la producción, puesto que ahora la altura hasta donde tiene que elevar el agua es 10 metros menos que antes.

El ilustrado ingeniero de Caminos D. José Mesa y Ramos viene publicando una serie de trabajos teórico prácticos é informativos muy valiosos en ***El Imparcial*** (años 1907 y 1908) sobre las aguas subterráneas en España, á cuyo alumbramiento se dedica con especialidad.

iguales de ácidos sulfúrico y fénico en una solución de agua del 3 al 5 por 100 que resulta más enérgica que aquéllas. Puede también desinfectarse con ayuda del vapor que se inyecta en el agua hasta llevar á ésta á temperaturas próximas á 100 grados mantenidas durante varias horas.

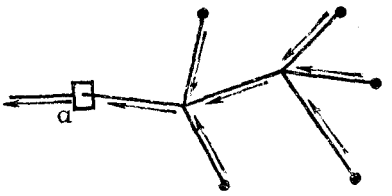
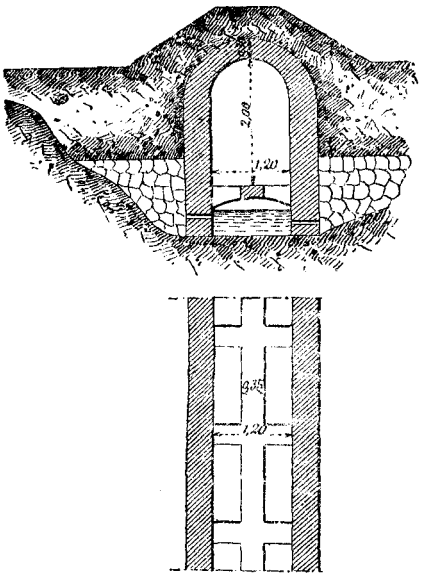


Fig. 176.

El empleo de los pozos para la obtención de aguas profundas, cuando se desconoce la situación de la capa acuífera, conduce á una multiplicación grande en los tanteos, pues de no abrirse precisamente sobre aquélla no puede dar resultados.

Galerías captantes.—Estas permiten, en cambio, ir á buscar el agua en sus depósitos naturales; pero dado su coste subido, antes de decidirse por su ejecución, precisa un conocimiento profundo de la topografía subterránea, completado con cierto número de sondeos hechos en los puntos de terreno donde convenga aclarar el estudio geológico y topográfico, al que sirven de preciosas referencias los datos obtenidos en las galerías de minas de explotaciones próximas.



Figs. 177 y 178.

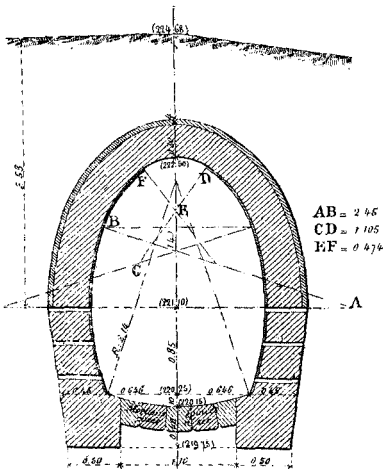


Fig. 179.

Estas galerías, de las que con frecuencia se destacan ramales, llegan á alcanzar cientos y hasta miles de metros y son conocidas desde muy antiguo, pudiendo ser ó no de drenaje, según que atraviesen una capa

permeable, cuyas aguas tratan con ellas de recogerse ó tengan por misión conducir el agua recogida en una bolsa ó depósito al que conducen.

En su forma más elemental, está representado en la figura 176 el sistema de captación por galerías, con sus correspondientes ramales á derecha é izquierda, por los cuales transpórtase el agua de una capa permeable extensa al depósito *a*. Las figuras 177 y 178 que tomamos del excelente *Aide-memoire de Claudel* (1), representan en planta y corte las galerías de captación de Saint-Philibert en Avallon (Francia), la 179 es el tipo usual de galería captante de drenaje y la 180 un corte del tipo de galería construída por el eminente ingeniero Imbeux (con los marcos de madera para el avance de la misma), para la captación de aguas del bosque de La Haya, en la ciudad de Nancy, en el cual la solera está constituída por piezas moldeadas de hormigón (hechas fuera de obra), provistas de un orificio longitudinal para aligerarlas y ahorrar material. En los trozos en que dicha galería es de drenaje, los orificios longitudinales de las piezas III se reemplazan por otros transversales (2).

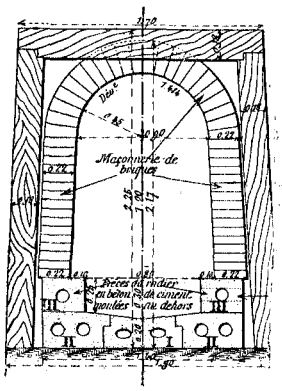


Fig. 180.

Las tres galerías que acaba de construir la ciudad de Berlín para recoger el agua subterránea en su grandioso establecimiento de Küggel (que en unión del de Tejel proporcionan ya diariamente 240.000 metros cúbicos), miden: una, 2.740 metros de longitud, teniendo 103 pozos; otra, 4.570, con 169 pozos, y la tercera, 2.240 metros, con 78 pozos, conduciendo entre las tres galerías 173.000 metros cúbicos de agua diarios.

(1) *Formules, tables et senseignements usuels.*—2 volúmenes, 11.ª edición.—París, 1907.

(2) Un extracto de este proyecto, así como de los que sirvieron de base para la construcción de las galerías captantes de Bruselas, Aux la Chapelle, Lieja y algunas otras poblaciones europeas, figuran en la obra varias veces citada del referido ingeniero Mr. Imbeux.

XXII

TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE MEDIOS DE MEJORAR SU CALIDAD

Hemos repetido no debe utilizarse un agua para la alimentación, sin someterla previa y periódicamente á delicados análisis químicos y micrográficos; análisis de los que sería error profundo prescindir al efectuar los necesarios estudios anteriores á todo proyecto de abastecimiento. Estos análisis indicarán las condiciones de potabilidad del agua patentizando si es indispensable ó sólo conveniente *mejorarla*, es decir, modificar beneficiosamente sus cualidades de potabilidad, ó lo que viene á ser lo mismo, sus condiciones higiénicas, y hemos dicho también que como regla general debe mejorarse siempre el agua de río, lago ó pozo poco profundo, y no pocas veces la de manantial.

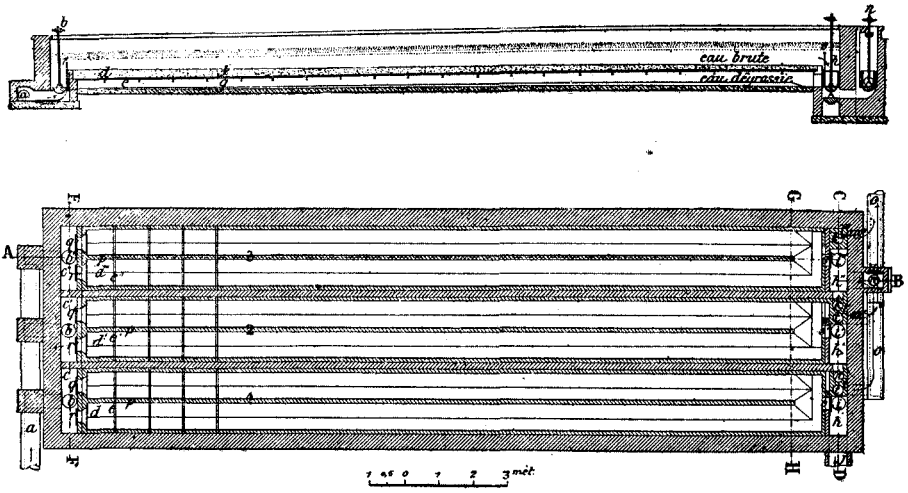
Los distintos tratamientos que pueden aplicarse á un agua para mejorarla, pueden dividirse en mecánicos, químicos, físicos y bacteriológicos, y son: 1.°, la *clarificación*, operación *mecánica* por medio de la cual se separan partículas en suspensión del líquido, aumentando con ello su limpieza; 2.°, la *corrección*, operación que persigue la modificación mineralógica del agua, mediante las acciones *químicas* producidas con el empleo de ciertos cuerpos ó reactivos; 3.°, la *filtración*, medio *físico* de conseguir la separación del líquido de los cuerpos en suspensión, y extraños que contiene, reduciendo el número de micro-organismos; 4.°, La *esterilización*, procedimiento que ejerce una preponderante acción *bacteriológica*, destruyendo los gérmenes en el agua contenidos, pudiendo llegar á hacerla aséptica.

Aparte de estos tratamientos, mecánico, físico, químico y bacteriológico, sométese algunas veces el agua potable á la *aireación*, que conduce al aumento en la dosis de oxígeno del agua, cuando está falta de este gas, y á la *corrección de temperatura*, aumentándola ó disminuyéndola según convenga, si bien esta última operación practícase por lo costosa únicamente tratándose de volúmenes muy pequeños de agua, pues para las grandes masas que supone el abastecimiento de poblaciones, sólo es recomendable, buscar que en los depósitos de almacenamiento, el agua alcance la temperatura adecuada, protegiendo aquéllos de los agentes exteriores (cubriéndolos, enterrándolos, etc., etc.) y que en las conducciones se conserve sin ser influenciada por dichos agentes exteriores.

El efectuar algunas veces varios de los indicados tratamientos reunidos, como, por ejemplo, la clarificación con la filtración, ó el emplear como

sinónimas las palabras filtración y esterilización, puede producir, y de hecho produce, alguna confusión de ideas que creemos conveniente precisar, por tener cada una de estas operaciones valor higiénico diferente, advirtiendo que dichas acciones no son independientes ó exclusivas, pues con la filtración, lo mismo que con el tratamiento químico, consíguense efectos esterilizantes; con la esterilización se ataca igualmente que con la filtración á la materia orgánica y con la clarificación obtiénense, aunque débiles, análogas acciones que con la filtración.

Clarificación.—Desembaraza el agua de las materias extrañas é impurezas más groseras, preparando ó facilitando la acción de los filtros,



Filtro clarificador sistema Armand-Puch.

Figs. 181 y 182.

que alcanzan por su mayor finura un grado más elevado en esta separación de impurezas. Las aguas de los lagos se clarifican natural ó espontáneamente por *sedimentación*, y lo propio ocurre con las almacenadas ó retenidas por las presas, pues tales embalses constituyen en realidad lagos artificiales, en los que la decantación se opera, reuniéndose en el fondo los limos ó fangos y manteniéndose clara el agua en la superficie. Cuando la toma de aguas no se verique con presa, hay que practicar la *decantación artificial*, valiéndose de grandes depósitos que el agua recorre lentamente, abandonando al pasar por las capas de grava de distintos tamaños las impurezas de que antes hablamos. Son muchas las poblaciones (entre ellas París) que hoy someten sus aguas potables á la clarificación artificial, como operación previa de la filtración verdadera.

Damos en las figuras 181, 182 y 183 la planta y cortes del clarifica-

dor Armand-Puch, establecido en varias poblaciones francesas y por la compañía de aguas de los alrededores de París, que sirve 160.000 habitantes. Los tres depósitos yustapuestos **1**, **2** y **3** miden 22 metros de longitud por 2 de anchura, teniendo el muro divisorio 1,80 metros. El piso que separa los depósitos de los canales gg, $g'g'$ y $g''g''$ está constituído por planchas de palastro perforadas, sobre las que descansa la capa de grava, que tiene 0,35 metros de espesor en el primer depósito ó com-

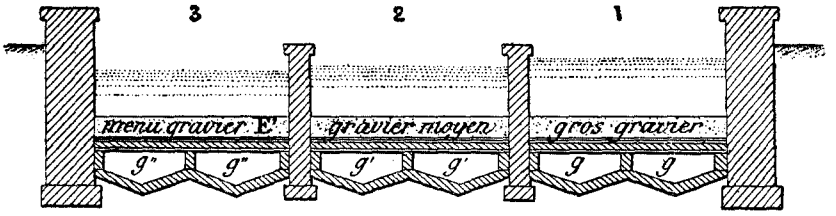


Fig. 183.

partimento; 0,20 en el segundo y 0,15 en el tercero. El diámetro de los taladros es también variable; 10 milímetros en el primer compartimento, cuya grava es de 12 á 15 milímetros de diámetro; 8 en el segundo, con grava de 10 milímetros y 4 en el tercero, cuya grava mide 6 á 8 milímetros; los compartimentos tienen en su superficie y fondo las necesarias pendientes para el lento movimiento de la masa líquida, cuyo paso de unos á otros se efectúa por medio de una serie de compuertas que permiten distintas combinaciones. Se comprende que el agua que entra por el compartimento **1**, de grava más gruesa, y va recorriendo los **2** y **3**, abandone necesariamente, al atravesar esas capas y salir por los taladros de los palastros del fondo, unos y otros cada vez más reducidos en sus dimensiones, los fangos, limos y materias extrañas, como detritus, hojas de árboles, etc., para salir clarificada por el compartimento **3**. Según algunos autores, los resultados de estos clarificadores son sorprendentes; como promedio, á cada metro cuadrado de filtro se le exige un rendimiento de 70 metros cúbicos de agua en veinticuatro horas, variando mucho el tiempo de decantación con las condiciones del agua (París 4 horas, Hamburgo 48); la limpieza superficial debe hacerse todas las semanas, y la completa muy de tarde en tarde (cada año cuando más).

Para las necesidades de fincas rurales, caseríos, etc., puede bastar con un clarificador doméstico del tipo Panafien, que representamos en la figura 184. Cada uno de los depósitos está dividido en dos compartimentos desiguales por un tabique vertical sin llegar hasta el fondo, con lo que el agua para ir pasando de uno á otro depósito por invertimiento,

tiene forzosamente que ir sufriendo una serie de decantaciones sucesivas en las que deposita los cuerpos extraños.

Los procedimientos de clarificación por la acción centrífuga no son tan sencillos como los indicados, y de aquí su poco uso, limitado casi exclusivamente á establecimientos industriales.

Bien se ve que con la clarificación las aguas no hacen más que abandonar cuerpos en suspensión, sufriendo una limpieza siempre conveniente desde el punto de vista higiénico, pero de eficacia muy limitada por no modificarse con dicha operación (que no es en realidad más que una filtración grosera) ni la naturaleza mineralógica ni bacteriológica de las aguas, limpieza que facilita notablemente la verdadera filtración, regularizándola.

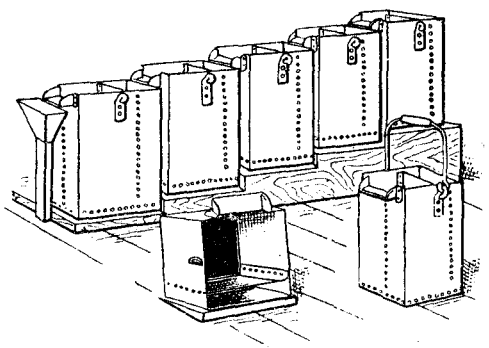


Fig. 184.

Purificación química ó corrección.— Búscase con la depuración ó purificación, que el agua (que se supone desprovista de las substancias en suspensión como consecuencia de haber sufrido ya la clarificación) abandone el exceso perjudicial de las sales que encierre en disolución, como los carbonatos y sulfatos de cal y magnesia, la sílice, sales de alúmina, de hierro, el cloruro cálcico, etc., etc.

La purificación puede efectuarse por procedimientos químicos ó por procedimientos mecánicos, y en uno y otro caso, al propio tiempo que dicha acción depuradora se realiza, consíguese también imperfectamente, ó aunque en parte pequeña, la esterilización y, desde luego, la clarificación si se hubiera prescindido de dicha operación previa.

La purificación química se funda en la adición al agua de ciertos compuestos ó reactivos que producen la oxidación de las materias orgánicas y gérmenes, ejercen acción esterilizadora y neutralizan la perjudicial de algunas substancias minerales que en las aguas existen con exceso. Entre estos reactivos figuran el percloruro de hierro, el permanganato de potasa mezclado con alumbre, el carbonato de sodio y cal, las soluciones alcohólicas de yodo é hiposulfito de sodio, los ácidos cítrico y tártrico, el carbonato de sodio, el agua de cal saturada, el sulfato de alúmina, etcétera, etc.; el empleo de uno ú otro reactivo depende de la naturaleza de las aguas, que deben previamente ser analizadas para determinar con exactitud su composición.

El tratamiento químico exige, por lo tanto, el empleo constante de reactivos en proporción variable en cada momento con la composición del agua y la eliminación ó separación de los precipitados obtenidos, que se efectúa bien con limpiezas periódicas, bien con el uso de aparatos denominados depuradores. Es, en consecuencia, caro y por sí sólo método imperfecto para mejora del agua, razón por la cual combínase ordinariamente con el tratamiento mecánico (filtración), limitándose su empleo á los casos en que es forzoso *corregir* el agua, por contener en exceso una sal ó cuerpo determinado, sales que son frecuentemente sulfatos y carbonatos. En la grandiosa instalación de Calumbus (Ohio), donde se depuran diariamente 135 millones de litros, se les despoja de los abundantes sulfatos y carbonatos que en disolución llevan, mezclándolas primeramente con una lechada de cal para que se precipiten el carbonato de cal y el hidrato de magnesia gelatinosa, haciendo después circular lentamente la mezcla por ciertos depósitos para que se completen las reacciones y se produzca la coagulación por el hidrato de magnesia. Se la trata seguidamente por el carbonato sódico para eliminar los sulfatos, pasándola después á los filtros agregándola previamente, si estuviese muy turbia, sulfato de hierro, que actúa de coagulante.

El agua del río de la Plata, de que se alimenta la hermosa ciudad de Buenos Aires, contiene también un exceso de sales de sosa en disolución (130 partes en millón) y en vista de las dificultades que venía la práctica demostrando para su *clarificación* en los grandes filtros de que la instalación dispone y de la necesidad de aumentar el volumen del líquido de 100.000 á 200.000 metros cúbicos diarios, efectuáronse en el año 1900 detenidos ensayos (1) con varios coagulantes (cal, sulfato férrico, alumbre potásico, cloruro férrico), habiendo sido los de mejor resultado el coagulante alúmino-férrico y el sulfato de alúmina en dosis de 5 y medio centígramos por litro de agua, usándose estos coagulantes para la clarificación antes de la filtración.

En general, los procedimientos químicos se aplican preferentemente para el tratamiento de pequeños volúmenes de agua, sobre todo en tiempo de epidemias, debiendo tener siempre especial cuidado en emplear tan sólo los reactivos que sean incapaces de producir efectos perjudiciales en el organismo humano. A las aguas sulfatadas se las trata por el carbonato sódico; á las carbonatadas por la cal para reducir su grado hidrotimétrico.

Con frecuencia acúdese para mejorar químicamente las aguas al alumbre en la proporción de 15 á 25 centígramos por litro, debiéndose

(1) Descriptos, así como la instalación, en la revista *Ingeniería*, de Buenos Aires.—Año 1904.

agitar bien la mezcla; al percloruro de hierro en dosis de 6 gotas por litro de agua, adicionando 3 centímetros cúbicos de una solución saturada de bicarbonato sódico; al cloruro de plata 2 á 2,5 milígramos por litro de agua; á la fórmula de Lapeyrère (permanganato de potasa 3 gramos, alumbre de sodio seco y pulverizado 10, carbonato de sodio 9 y cal 3), vertiendo 25 centígramos de ese polvo en el agua y agitando la mezcla un par de minutos; al ácido cítrico en proporción del 1 por 100 (contra el cólera); á la solución alcohólica de yodo, al ácido tártrico, al cloruro de plata ($^1/_{500000}$ de su peso) etc., etc.

Las aguas de pozo y hasta las profundas es frecuente contengan un exceso de sales ferrosas, cuya precipitación bajo forma de sales férricas, se consigue fácil y económicamente por medio de una oxidación forzada, que conviene complementar con la inmediata filtración. Así purifica Berlin 86.400 metros cúbicos diarios del agua profunda de los valles del Spree y del Hasel, que es dulce y fresca, conteniendo un exceso de hierro en disolución, que se reduce dentro de los mismos pozos (de 40 á 70 metros de profundidad), desde 1,5 milígramos por litro á 0,3 milígramos.

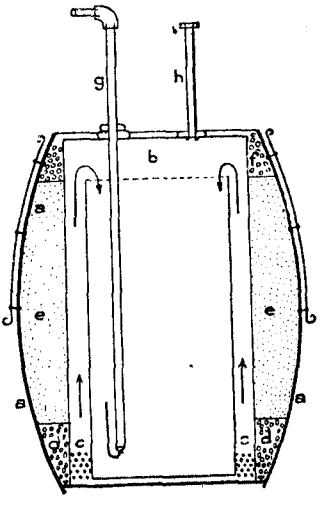


Fig. 184 bis.

Esa aireación y desferrización del agua cuando se trata de pozos dando cortos volúmenes, puede alcanzarse con el tonel Dunbar, representado en la figura 184 bis, que se hace descender hasta el fondo del pozo. El doble cilindro metálico *d d*, *c c* deja un espacio libre *e* que se llena de arena fina, á excepción del fondo *d*, donde se coloca grava; un tubo *g* de aspiración llega hasta cerca del fondo, y otro *h* de aireación arranca de la parte superior. El agua que del pozo pasa al tonel no puede llegar al cilindro interior más que vertiendo por el espacio anular como indican las flechas de modo que el aire viene siempre al propio tiempo que el agua nueva, á llenar el vacío hecho por la aspiración, mezclándose á esta agua en el aparato y produciendo su oxidación y con ella la precipitación de las sales férricas.

Como es raro que los elementos perjudiciales ó en exceso contenidos en el agua que se trata de depurar sean de una constancia absoluta, es forzoso que las variaciones en la proporción de aquéllos sean seguidas constantemente por las de la dosis de antisépticos ó reactivos, lo que es difícil y costoso.

De todas maneras, la acción esterilizadora de la mayoría de estas sustancias químicas es muy reducida, y su papel higiénico, por lo tanto, muy incompleto, fuera de los efectos de *corrección* de las aguas de los que no cabe dudar, ni es posible alcanzar en la inmensa mayoría de los casos, por otra clase de procedimientos.

Filtración.—Mientras sólo se tenían en cuenta los resultados del análisis químico para calificar la potabilidad de las aguas, los buenos filtros se han considerado como aparatos perfectos, aceptándose como irreprochable el agua filtrada, siempre, naturalmente, que no exigiera corrección por la vía química. Resulta, en efecto, indudable que la filtración mejora la calidad de las aguas, separando de ellas las materias en suspensión, que se depositan las más gruesas en la superficie y las más ténues y finas en los conductos capilares de la masa y que la *libra de no pocas bacterias en ella contenidas*, reduciendo también la proporción de gases en el agua disueltos, parte de los cuales son absorbidos por la materia misma del filtro, quedando libres los restantes. Por tan ventajosas condiciones que el filtro siempre llena (si está bien cuidado), en grado mayor ó menor, según el sistema y material adoptado, el empleo del filtro es altamente *beneficioso*, puesto que reduce muy notablemente las impurezas del agua y el número de gérmenes; pero los progresos de la microbiología han patentizado hoy que el filtro *no puede ya considerarse como garantía suficiente de depuración de un agua potable*, pues si bien *reducen* el número de bacilos contenidos en un agua bruta no lo *anulan*, dejando pasar muestras de todas las especies bacterianas, tanto más fácilmente cuanto más sútiles son éstas. Y como quiera que en cuestión de microbios *no es el número lo que interesa sino la calidad*, no se puede estar seguro con un filtro aunque su coeficiente de depuración llegue, como en algunos, hasta el 99,7 por 100 de que entre las especies que lo han franqueado no existan algunas patógenas, máxime cuando éstas suelen ser las más sútiles.

Con tal conclusión están conformes todos los bacteriologistas: Duclaus, en su *Traité de microbiologie*, dice: «Hay que aceptar la conclusión de Piefke y Fraenkel de que el filtro no es, en modo alguno, un aparato impermeable á los microbios, y no detiene, seguramente, ni las bacterias vulgares ni los bacilos tíficos ó coléricos. El número que pasa con el agua filtrada depende de su número en el agua que se filtra»; el doctor Miquel considera el filtro «como solución aproximada, pues si bien reduce algunas veces muy notablemente el número de bacterias, es incapaz de eliminarlas todas», y la Comisión científica de perfeccionamiento del Observatorio de Montsouris en un informe sobre las aguas filtradas en Saint-Maur y en Ivry que abastecen París, hizo constar recientemente

que dichos filtros, si bien llegan á reducir en algunos casos hasta en el 95 por 100 el número de las bacterias, *dejan pasar el bacillus colli* (indicador de contaminación por aguas fecales), y á *veces bacterias presentando todos los caracteres del bacillus d'Ebert* (el de la fiebre tifoidea), y por si tales citas no fuesen suficientes, agregaremos que desde 1905, por consejo del Comité Consultivo de Higiene pública de Francia, en París está dispuesto que «el agua filtrada en Ivry y Sain-Maur *no podrá ser puesta* en servicio más que cuando no se de el bacilo de *colón ó colli* desde cinco días consecutivos en 40 centímetros cúbicos».

En los filtros más modernos, y por lo tanto, más perfeccionados, como el de Nancy, que purifica las aguas del manantial de l'Asnée, de 120 análisis bacteriológicos el bacillus colli se ha encontrado 108 veces, ó sea el 90 por 100, en el agua filtrada, la que contiene como promedio el 8 por 100 de las colonias bacterianas del agua bruta, y en los de Mans inaugurados el 1906, ese mismo bacillus colli ha atravesado los filtros 27 veces de 215 ensayadas, bacilo que independientemente del importante papel que juega en la etiología de la fiebre tifoidea, ha sido reconocido—dice el Dr. Miquel—como el agente de un gran número de enfermedades del tubo digestivo y sus anexos, de los pulmones, del sistema nervioso, articulaciones, órganos genitales, etc., etc.

Este bacillus colli, compañero inseparable del bacilo tífico y del colérico, aún puede, según opinión del Dr. Bougean en su obra *Le sol et l'eau*, quedar retenido en un filtro, mientras que aquéllos bacilos lo atraviesan, y por consecuencia, un agua filtrada encerrando un cierto número de gérmenes provinentes de un agua contaminada, puede vehicular especies patógenas, no obstante la retención en el filtro del bacillu colli. Y téngase, además, en cuenta que los resultados de la filtración son extremadamente variables, como demuestran, refiriéndose, por ejemplo, á Berlín, los datos aportados por el químico Samuel Bruère, según los cuales el agua filtrada del lago Tegel ha acusado, dentro del mismo año, 50 bacterias por centímetro cúbico en septiembre y noviembre, 450 en agosto y 1.500 en diciembre, y la del río Spree 80 en febrero y 2.300 en marzo. Estas desigualdades dependen, no tan sólo del estado de limpieza del filtro, sino, como ya hemos indicado, del número de bacterias que el agua á filtrar lleva, número extremadamente variable en las distintas estaciones del año, como patentiza el cuadro siguiente:

Los microbios de las aguas de París.

Medias generales según el Dr. Miquel, de l'Observatoire de Montsouris.

ESTACIONES	BACTERIAS POR CENTÍMETRO CÚBICO DE AGUA				
	Río Seine en Ivry.	Río Marne en St.-Maur.	Manantial Ourcq.	Manantial Vanne.	Manantial Dhuis.
Invierno	43.500	63.940	84.955	1.200	3.180
Primavera	26.570	14.490	19.780	720	2.125
Verano	13.710	10.140	8.105	770	635
Otoño	46.340	56.640	100.485	505	1.605

Resulta, en resumen, que el filtro, siempre beneficioso, es un aparato por su esencia misma muy infiel, inseguro, y por lo tanto, no debe concedérsele la *confianza plena* que en él se tuvo hasta hace una veintena de años para asegurar la inmunidad del agua, siendo indispensable, para alcanzar esa garantía, completar la filtración con la *esterilización*, como acaba de demostrarse en el II Concurso para purificación de aguas del Marne en París, resuelto el corriente año á favor del procedimiento esterilizador Otto (por el ozono), después de haberse emitido en el de 1894, al que concurrieron 148 proyectos, la conclusión de que «en aquella fecha (1894) era imposible obtener por ningún filtro, grande ó pequeño y de una manera permanente, un agua de río depurada, comparable á la de manantial convenientemente escogida, bien captada y suficientemente protegida».

En este mismo sentido presentó el antes citado Mr. Bougean una nota al Congreso de Higiene y Demografía de Berlin en 1907 afirmando que «convenía esterilizar por el ozono el agua después de toda filtración» pero, á pesar de todo lo expuesto, debemos hacer constar que en el año actual iníciase entre los bacteriologistas franceses una enérgica campaña á favor de un nuevo sistema de filtros denominados «*de arena no sumergida*», que tienen sobre los ordinarios ó de arena sumergida una superioridad al parecer marcadísima, y el propio Mr. Bougean rectificaba muy recientemente ante la Sociedad de Medicina pública é Ingeniería sanitaria de París su anterior criterio, afirmando «*que por una filtración mejor comprendida se podía obtener agua privada de gérmenes*»; y agregando: «Es necesario acabar la obra de la depuración insuficiente del *suelo* ó *de los filtros por la esterilización*, lo que es prácticamente posible realizar desde

algunos años por medio del ozono, y desde hace poco tiempo por medio de los filtros no sumergidos».

La infinidad de modelos de filtros existentes pueden para nuestro objeto clasificarse en tres grupos:

1.° Sistemas aplicables á filtraciones en grande escala (aguas para el abastecimiento de poblaciones).

2.° Procedimientos apropiados para filtración de volúmenes de aguas comprendidos entre 1.500 á 3.000 litros diarios (abastecimiento de hospitales, cuarteles, asilos ó pueblos de pequeña importancia).

3.° Aparatos para filtrar pequeños volúmenes hasta 500 litros (aguas para los usos privados, necesidades de una vivienda, edificio público, etcétera).

Conviene indicar que, según la conclusión 3.ª de la ponencia encargada de fallar el concurso abierto el 1894 por la Ville de París para purificar sus aguas de río, «el sólo procedimiento que parecía en aquella fecha aplicable á la filtración en grande de toda ó parte del agua de alimentación, consiste en la *depuración por la arena*, con ó sin adición de procedimientos de oxidación de materias orgánicas con ayuda de reactivos inofensivos, provista ó no de depósitos de decantación», conclusión que aún hoy sigue aceptándose sin reparo.

XXIII

PROCEDIMIENTOS DE FILTRACIÓN

La filtración puede ser: 1.ª, natural; 2.ª, artificial; 3.ª, bacteriológico-artificial; de cuyos sistemas nos ocuparemos separadamente.

Filtración natural.— Tuvo su origen este procedimiento en la instalación de Toulouse hecha el año 1825 para tomar aguas del Garona, exenta de las impurezas y turbias frecuentes del río, siendo después imitado por buen número de capitales, especialmente francesas.

Se basa en el aprovechamiento de las aguas del río tomándolas de él, no por derivación directa de la corriente superficial, sino después de haber pasado á la capa subterránea, sufriendo, por consecuencia, una filtración que las purifica más ó menos, según la composición mineralógica del terreno que constituye el talweg y las orillas del curso de agua. La captación de las aguas así filtradas hácese por medio de galerías ó de pozos, recibiendo unas y otras, dada su misión, el nombre de *filtrantes*.

La conveniencia de aplicar el procedimiento depende, naturalmente, del estado de pureza de las aguas del río y de la naturaleza del terreno que éstas han de recorrer, abandonando en él las partículas terrosas y microbios en suspensión; son preferibles los lechos de arena y grava, pues precisamente por sus buenas condiciones son estos materiales los que se utilizan en la filtración artificial. Los estudios bacteriológicos sobre el valor higiénico-microbiano de este sistema no son concluyentes, pero aparece evidente la considerable reducción en el número de gérmenes (generalmente de 10 á 1). De todos modos la depuración conseguida por la filtración natural aun practicada en buenas condiciones del terreno, es bastante imperfecta, y, por otra parte, las obras que exige el sistema son costosas de efectuar y más de entretener, sobre todo las *galerías filtrantes*, que se substituyen ya casi siempre por una serie de *pozos filtrantes*, más fáciles y económicos de multiplicar á medida que las necesidades del consumo crecen y el gasto de éstos decrece, que aquellas galerías de alargar.

En la figura 185 reproducimos la disposición adoptada para la batería de pozos filtrantes de Toulouse; estos pozos, representados en corte á la derecha de la figura, están situados á poca distancia (unos 25 metros) de la orilla izquierda del Garona, comunican todos independientemente uno de otro, con la casa de máquinas que recoge el agua que á aquéllos filtra, impulsándola por el conducto que de dicha casa arranca á la conducción general.

La distancia de los pozos filtrantes al río no debe bajar de 20 metros para que la filtración horizontal pueda hacerse convenientemente.

La galería filtrante de Messein (cuyo corte transversal es el de la figura 179) mide 610 metros de longitud, estando provista en su mitad inferior de barbacanas que dan acceso al agua filtrada.

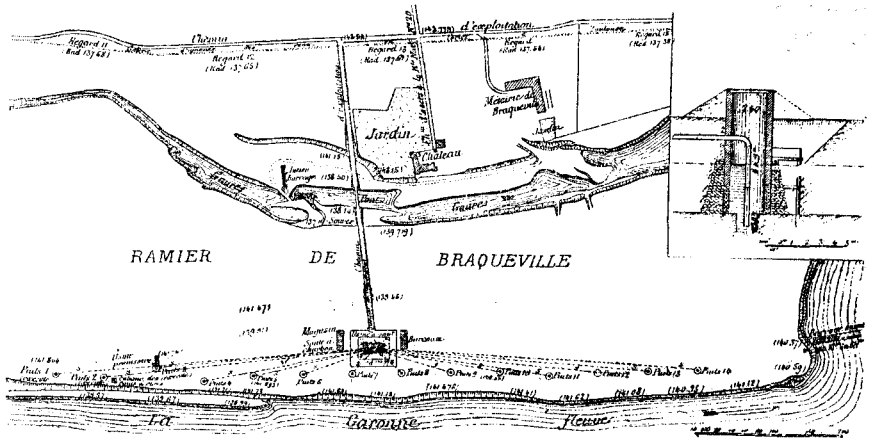


Fig. 185.

Para aumentar el gasto de estas galerías y pozos filtrantes acúdese á

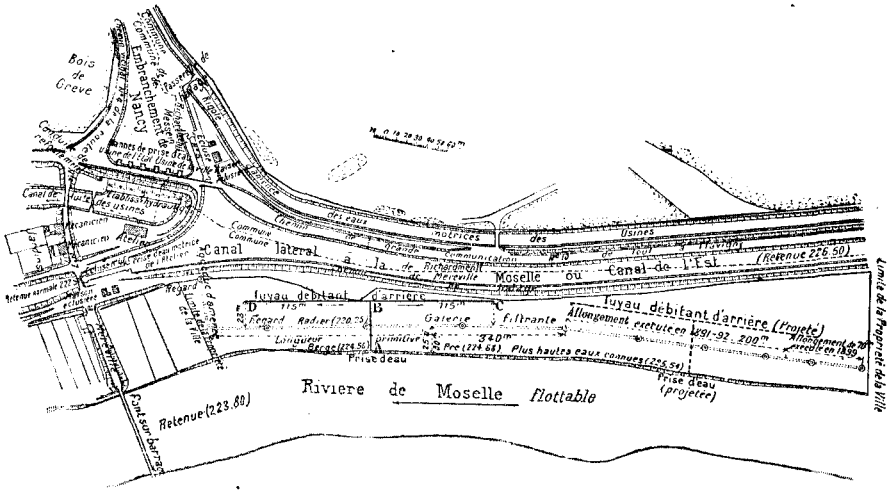


Fig. 186.

diversos sistemas, que son, en verdad, muy circunstanciales. El ideado en Messein para no prolongar más las galerías, ya varias veces alargadas, consiste esencialmente en hacer en el punto *A* (fig. 186) una toma de agua con presa, llevar esta agua por un conducto *A B*, de 55 metros, re-

presentado en la figura 186 bis en corte longitudinal, conducto que es normal á la dirección de la orilla (haciéndola pasar en su entrada al mismo por una cámara ó filtro de grava) á las dos galerías *B C* y *B D*, con pendientes opuestas, provistas de barbacanas por donde encuentra salida, para filtrar en el terreno y entrar por los taladros del costado derecho de la galería filtrante situada entre estas galerías y el río.

En algunas capitales los pozos que reciben el agua filtrante se han construído en el mismo río; en Budapest, los pozos abiertos en el fondo

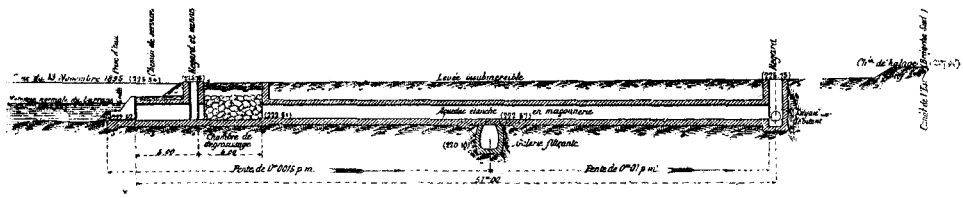


Fig. 186 bis.

del Danubio son de mampostería, con paredes impermeables; de modo que sólo reciben el agua por su fondo después de atravesar aquélla una capa de 4 á 6 metros de grava; el sistema es muy higiénico, pero de rara aplicación por lo costoso.

Berlín acude también á la filtración natural de sus aguas de alimentación. Hasta el año de 1900 se abasteció de aguas potables de los ríos Spree y Havel en su unión con los lagos Tegel y Küggel, agua que después de pasar por grandes filtros de arena resultaba de buena calidad; pero el aumento de población de la gran ciudad motivó se formaran nuevas aglomeraciones que evacuaron sus aguas residuales en dichos lagos contaminándolos, haciéndose necesario cambiar de sistema é ir á buscar el agua potable en la capa subterránea (1). Sondeos repetidos demostraron que los valles del Spree y del Havel encerraban una capa profunda de agua que después de sufrida tal filtración natural era dulce, fresca y agradable, una vez desembarazada del exceso de hierro. En el valle del Spree se han abierto en Tegel 72 pozos de 50 metros como promedio de profundidad, dando 86.400 metros cúbicos por día, y en el del Havel (establecimiento de Küggel) tres galerías de 2.740, 4.570 y 2.240 metros, respectivamente, con un total de 350 pozos entubados de profundidades variables entre 40 y 70 metros, dando hasta 173.000 metros cúbicos de buena agua potable por día. Los higienistas alemanes, convencidos de que la *verdedera depuración* del agua *de bebida* consiste en aprovisionarse

(1) *El agua potable de Berlin;* Rapport de Mr. Kalich, consejero municipal al I Congreso internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación; Paris 1904.

de agua de manantial, suelen despreciar por contaminada el agua de los ríos, para ir á buscarla pura en las capas profundas y elevarla sin perder esa pureza á costa de gastos no pequeños.

En las instalaciones modestas que tienen que surtirse de cursos de agua de poco caudal sujetos á las turbias de las crecidas frecuentes, convendrá siempre que la naturaleza del fondo lo permita acudir á la filtración natural, haciendo la toma unos metros por debajo del lecho, valiéndose de una cámara filtrante ó de la sencilla disposición de la figura 187,

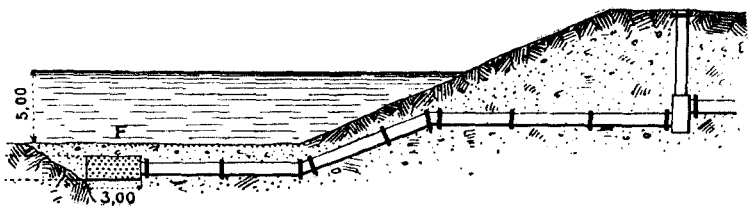


Fig. 187.

debiendo preferirse recurrir á la capa subterránea del valle por medio de pozos, á tomar el agua en el mismo río ó arroyo.

Por último, y como ejemplo de refuerzo artificial de la capa de agua subterránea, mencionaremos el sistema con muy buen resultado seguido en Chemintz. Ha consistido en derivar del río, por medio de la correspondiente toma y canal, una cierta cantidad de agua que se distribuye (fig. 188) en varios depósitos, extendiéndola después á modo de irrigación, con lo que se ha conseguido que aumente el gasto de los pozos filtrantes y mejore notablemente la calidad del agua con la práctica de esa irrigación ó *epandage*.

En resumen, la filtración natural hace ganar al agua en valor higiénico, pero, en general, resulta muy costosa y *requiere condiciones especiales* para ser aplicada; de aquí que esté muchísimo más extendida la filtración artificial que, cuidadosamente vigilada, permite á menos coste alcanzar resultados iguales y hasta muy superiores á la natural.

Filtración artificial.—Está extendidísima lo mismo en Europa que en América, realizándose bien en depósitos ó estanques, bien en aparatos especiales fijos ó móviles.

Según que se trate de grandes medios ó pequeños volúmenes de agua á filtrar, tienen aplicación más adecuada unos ú otros procedimientos.

Filtración de grandes volúmenes de agua (abastecimiento de poblaciones).—Filtros de arena.—Hace cerca de cien años comenzaron á usarse en Inglaterra. En Londres hízose una instalación de

filtros de arena el 1829, y á partir del cólera de 1892 (que motivó una investigación concienzudísima sobre la eficacia de dichos aparatos, por parte de los higienistas alemanes), en que sus ventajas pudieron puntua-

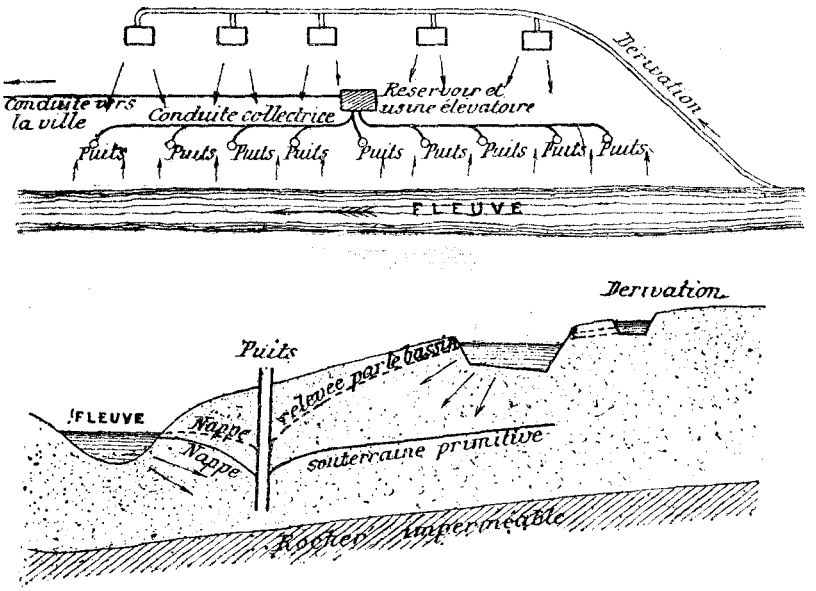


Fig. 188.

lizarse, se desarrollan extraordinariamente. Pueden reunirse en dos grupos: filtros europeos ó lentos y filtros rápidos ó americanos.

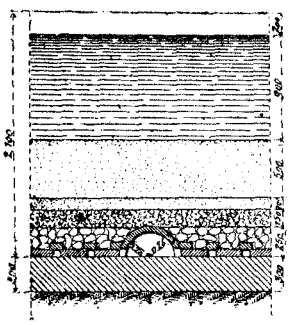


Fig. 189.

Filtros europeos ó lentos. — Los depósitos-filtros se construyen de mampostería ó mejor de cemento armado, y están generalmente divididos en varios compartimentos descubiertos, en los que de abajo arriba se colocan sucesivamente capas de grava disminuyendo de tamaño y de arena gruesa y fina; la capa superior, que es de arena fina, juega en el filtro el principal papel, hasta el extremo de considerarse las restantes como soporte de ella. El agua recorre estas capas filtrantes recogiéndose en un drenaje.

Damos en la figura 189 el corte transversal del filtro de Ivry en París, en el cual, el agua á filtrar con una altura de 0,90 metros descansa sobre una capa de arena tamizada de 0,50, siguiendo á ésta de arriba hacia abajo

una capa de 0,10 de grava lavada, otra de 0,15 de guijarros lavados y otra de 0,25 de gruesos guijarros, descansando sobre dos hiladas de ladrillos superpuestos formando drenaje sobre un zampeado de hormigón de 0,90 metros.

El espesor de la capa de arena fina ejerce influencia notable en las condiciones del filtro, pues si es grande retiene la mayor parte de los

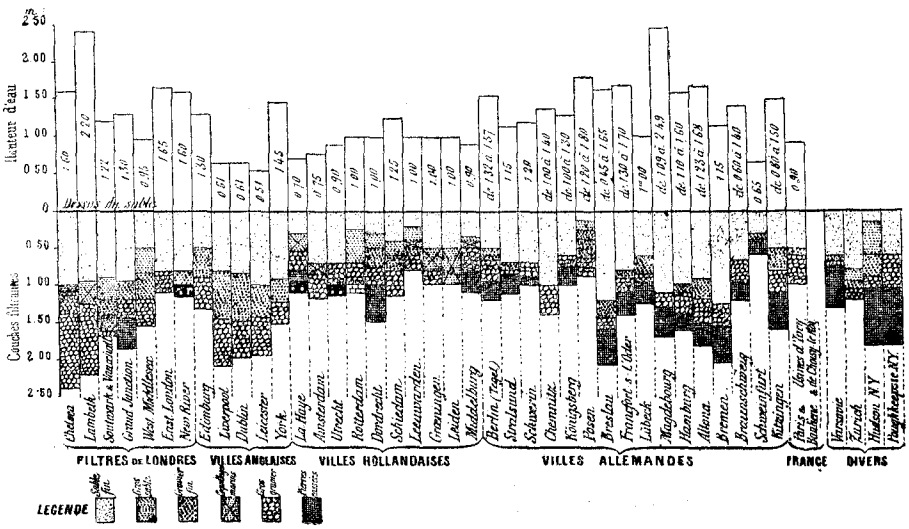


Fig. 190.

cuerpos en suspensión y compuestos minerales disueltos, quedando los primeros á muy poca distancia de la superficie (1 á 2 centímetros), pero si dicho espesor es pequeño, la capa superficial no es capaz de retener las substancias arrastradas por el agua corriente. El espesor más aceptado es de 1 á 1,50 metros, conviniendo este último, por lo que se satisface la mencionada conveniencia y se facilita la limpieza del filtro, retirando la capa superficial de arena en un espesor de unos cuantos centímetros (3 á 6) sin substituir éstos hasta que el total resultante baje del metro. De ordinario la capa de arena fina tiene un espesor mitad del total del filtro y la de guijarros más gruesos es $^1/_4$ del mismo total.

En el buen funcionamiento de los filtros también influye mucho la altura de la capa de agua sobre la superficial de arena, altura que varía en las distintas instalaciones entre los límites de 0,50 y 2,50 metros; generalmente se toma 1 metro, promedio que resulta del gráfico de la figura 190 que reproducimos de la obra de Imbeux, en la que se representa la constitución de los filtros en gran número de ciudades inglesas, alemanas

holandesas, francesas, etc., y la altura del agua sobre la superficie de la arena.

La *alta eficacia* de los filtros de arena es indiscutible hoy, pues no sólo reducen la dosis de materia orgánica y amoniaco libre y albuminoide (en proporción, respectivamente, del 19 por 100, 64 por 100 y 36 por 100, según recientes experiencias de Zurich), sino también y en proporción crecida el número de bacterias. Se considera generalmente como bueno un filtro de arena fina, cuando sólo deja pasar del 1 al 2 por 100 de bacterias; en el reglamento para la filtración de las aguas de superficie en las ciudades alemanas editado el 1894 por el Kaiserliches Gesundheitsamt, se establece en la regla *(a)* que el producto de un filtro no deberá contener más de 100 gérmenes por centímetro cúbico, desarrollados al calor de cuarenta y ocho horas en la gelatina peptonizada al extracto de carne á 10 grados y conservada á la temperatura de 20 grados; la Compañía General de las Aguas de París hace el recuento á los quince días aceptando 400 colonias en centímetro cúbico.

Establécese también en el mencionado reglamento alemán un servicio de inspección permanente é inmediato sobre la marcha de los filtros, servicio cuya verdadera misión estriba en evitar cualquier desperfecto en la capa filtrante. Estos accidentes son improbables si la arena alcanza una finura y un espesor suficientes, si la capa tiene la homogeneidad deseada, si la velocidad de filtración es regular y convenientemente reducida (1), si se evita toda laguna en la membrana filtrante depositada en la superficie de los filtros por la misma agua, y *toda variación brusca del estado*

(1) El movimiento del líquido á través de los terrenos permeables como los filtros de arena y grava, ó lo que viene á ser consecuencia, el rendimiento del filtro se calcula de ordinario por la fórmula de Darcy,

$$q = \frac{h}{c} \times K,$$

en la que representan q el gasto ó cantidad de agua filtrada por metro cuadrado de filtro, h la altura de carga de agua, c el espesor de arena ó grava y K un coeficiente que depende de la naturaleza de estos materiales, y cuyos valores son los siguientes:

MATERIALES	Valores de K.
Grava menuda (diámetro = 0,022 metros)	0,003
Arena gruesa	0,0003
Arena fina (diámetro = 0,0002 metros)	0,0005
Arena terrosa	180,00002

De ordinario varía el rendimiento entre 1,50 y 3 metros cúbicos por metro cua-

del agua á filtrar, sobre todo la presencia de la arcilla, después de las crecidas y de las tempestades.

El tamaño de los granos de arena varía de 0,3 á 0,5 milímetros generalmente.

Estas variaciones se evitan operando en el agua una clarificación ó filtración grosera antes de la verdadera filtración en filtros de arena, con objeto de hacerla abandonar las impurezas toscas y cuerpos extraños, ó sea de *desbastarla*, denominándose *filtros desbastadores* (degroisiseurs de los franceses) los aparatos en que se efectúa.

Esa *previa filtración*, de la que ya nos ocupamos al tratar de la clarificación (por decantación ó combinando este método con el auxilio de coagulantes), si es metódicamente conducida, juega en las instalaciones de abastecimiento de aguas potables una misión bien definida, facilitando el mayor éxito de la filtración propiamente dicha; fué preconizada hace quince años por M. Armand Puech, y hoy es aceptada como convenientísima sin la menor reserva, desde el punto de vista higiénico.

Está demostrado, por práctica experiencia que aleja toda duda, que en la elevada potencia microbiana de los filtros de arena interviene un fenómeno recientemente descubierto: es éste, la formación en la superficie de la arena de una membrana fieltrada, constituída por la aglomeración de partículas fangosas y corpúsculos vivientes (algas y bacterias), que complementan el efecto filtrante de la arena fina.

Por eso se observa que recien renovada ésta el número de bacterias del agua filtrada es mucho mayor, naciendo de aquí la recomendación

---

drado y día, para las cargas de agua corrientes y la velocidad entre 0,10 y 0,30 metros por hora, según la calidad del agua y elementos filtrantes (en los filtros de París, la velocidad normal es de 2,40 metros por metro cuadrado y día), dentro de la cual se armonizan las exigencias higiénicas que recomiendan prolongar cuanto sea dable el contacto del agua con la materia filtrante y las condiciones económicas que obligan á no aumentar exageradamente la capacidad de los filtros y con ello los gastos de instalación.

En la memoria del proyecto de abastecimiento de aguas á Zaragoza, aceptado en concurso por su Ayuntamiento, hace constar su autor, el ingeniero militar D. Mariano Ripollés, que la anterior fórmula, de general aplicación, no es aceptable más que entre ciertos límites, pues pasados éstos, el gasto q no aumenta con la altura de carga h, porque el agua apelmaza la arena superficial y dificulta la filtración.

Recomienda en su vista dicho ingeniero se tengan muy en cuenta los datos prácticos sobre gastos que proporcionen otros filtros similares, y da preferencia sobre la fórmula de Darcy para el cálculo de los filtros, á hacer éste, partiendo de una velocidad dada y multiplicándola (una vez reducida á metros por segundo) por la sección de los huecos de la arena. Teniendo en cuenta que las arenas generalmen-

importantísima de no utilizar para el consumo el agua de un filtro nuevo ó renovado, hasta que los análisis bacteriológicos hayan demostrado por la bondad del líquido filtrado, que la pelusa ó membrana de que acabamos de hablar está ya formada, momento en el cual puede abrirse la comunicación con el drenaje.

Los fenómenos biológicos que se operan en los filtros de arena son muy complejos y aún imperfectamente estudiados, estándose ya en camino de poder explicar á satisfación multitud de particularidades referentes al color, olor y sabor del agua filtrada, influencia en estos caracteres de la temperatura, periodicidad en las variaciones de la flora de las algas, etc. No cabe, sin embargo duda, en que el sol y el aire ejercen benéfica influencia sobre el agua mientras pasa por los filtros, y tanto para aprovechar esta ventaja, como la muy digna de tenerse en cuenta de la economía que supone la supresión de la cubierta, hácense para las

---

te empleadas en los filtros presentan del 30 al 38 por 100 de vacío entre granos al colocarlas sin apisonar en una superficie, la fórmula será

q (gasto) = 0,34 (promedio de 30 y 38 por 100) $\times$ u (velocidad en metros por 1″),

que da el gasto q en metros cúbicos por segundo y metro cuadrado de filtro.

Con este dato se calcula la presión que debe tener el filtro, ó sea la pérdida de carga que produce la filtración por la fórmula

$$j = \frac{h \text{ (altura de carga)}}{c \text{ (espesor de la capa de arena)}} = K \text{ (coeficiente)} \times u \text{ (velocidad en m. por 1″)}.$$

Dicho coeficiente K es:

5760	para un volumen de huecos		38 por 100
3513	»	»	34 por 100
1266	»	»	30 por 100

Supongamos los datos del proyecto de Zaragoza, que son:

Espesor del filtro de arena ..... $e = 1^m,25$.
Velocidad asignada ..... $v = 0^m,0004$ por 1″.
Volumen de huecos de la arena.... 34 por 100.

El gasto será

$q = 0,34 \times 0^m,0004 = 0,000136$ m.^{3} $\times$ 1″ y m.^{2} de filtro y por día 11,7504 m.^{3}.

La pérdida de carga producida por la filtración, ó sea el valor de h para obtener tal velocidad, la determina substituyendo valores en la fórmula $j = k \times v$,

$$j = 3513 \times v = 3513 \times 0^m,0004 = 1,4052,$$

y como

$$j = \frac{h}{c} = \frac{h}{1^m,25},$$

resulta

$$1,4052 = \frac{h}{1,25} \quad \text{y} \quad h = 1,25 \times 1,40 = 1^m,25.$$

Recíprocamente, si se conoce la altura de carga h y el espesor c del filtro de

grandes instalaciones los *filtros descubiertos* en todas las regiones en que las temperaturas muy bajas no sean frecuentes, pues la acción de las heladas sobre las capas superiores de los filtros de arena produce una disminución grande en su potencia bacteriológica y en el gasto del filtro (1), debiéndose cubrir *siempre el depósito regulador* al que el agua pasa desde los filtros cuando éstos sean descubiertos para conservar en aquélla una temperatura regular, independiente en lo posible de la exterior. Cuando los filtros son de dimensiones reducidas, el factor económico no alcanza tanta importancia y resulta preferible lo que siempre es más higiénico: *cubrir los filtros* (dando por ventanas acceso al aire), con lo que se evita el nacimiento y crecimiento de algas y vegetaciones criptográmicas y se conserva una temperatura prácticamente constante.

La instalación de la Compañía de aguas de los alrededores de París, á que antes nos referimos, es un ejemplo notable de cómo se combinan para complementar sus beneficiosos efectos, no sólo los filtros *desbastadores* (degroisisseurs) con los de *arena* (á los que comienza á designarse con el nombre de *bacteriológicos)*, sino también con los *clarificadores* ó *prefiltros* (2).

La instalación (figs. 191 y 192) se ha montado en Namterre, á 2 kiló-

---

arena, puede determinarse por las mismas fórmulas el valor del gasto q. Sean, por ejemplo,

$$h = 0^{m},35 \qquad \text{y} \qquad e = 0^{m},65$$

(límites más desfavorables de los filtros de Zaragoza), y tendremos:

$$j = \frac{h}{e} = \frac{0,35}{0,65} = 0,54:$$

$$j = 3513 \times v = 0,54;$$

$$v = \frac{0,54}{3513}\, u = 0,000154 \text{ y el gasto } q = 0,34 \times v = 0,34 \times 0,000154 = 0,00005236 \text{ m.}^3 \times 1''$$

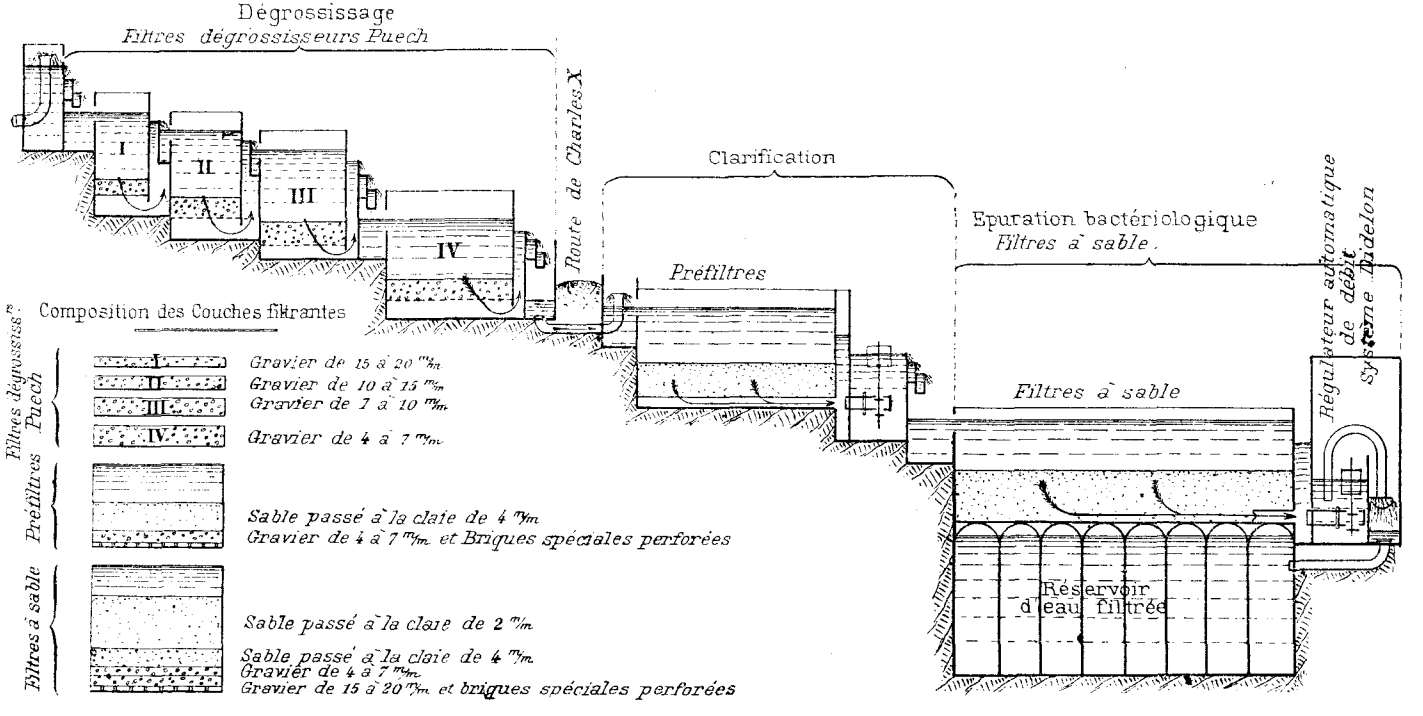
ó 4,52 m.^{3} por día y m.^{2} de filtro.

Es, por otra parte, fácil si el filtro no da en la práctica el gasto teórico previsto, disminuir ó aumentar el espesor de la capa filtrante convenientemente, ó el de la presión del agua, con lo que puede solucionarse con la aproximación necesaria el problema del gasto práctico del filtro, que depende, en realidad, de múltiples factores.

(1) Por esta causa ha habido que cubrirlos en Berlín y en las capitales de Rusia.

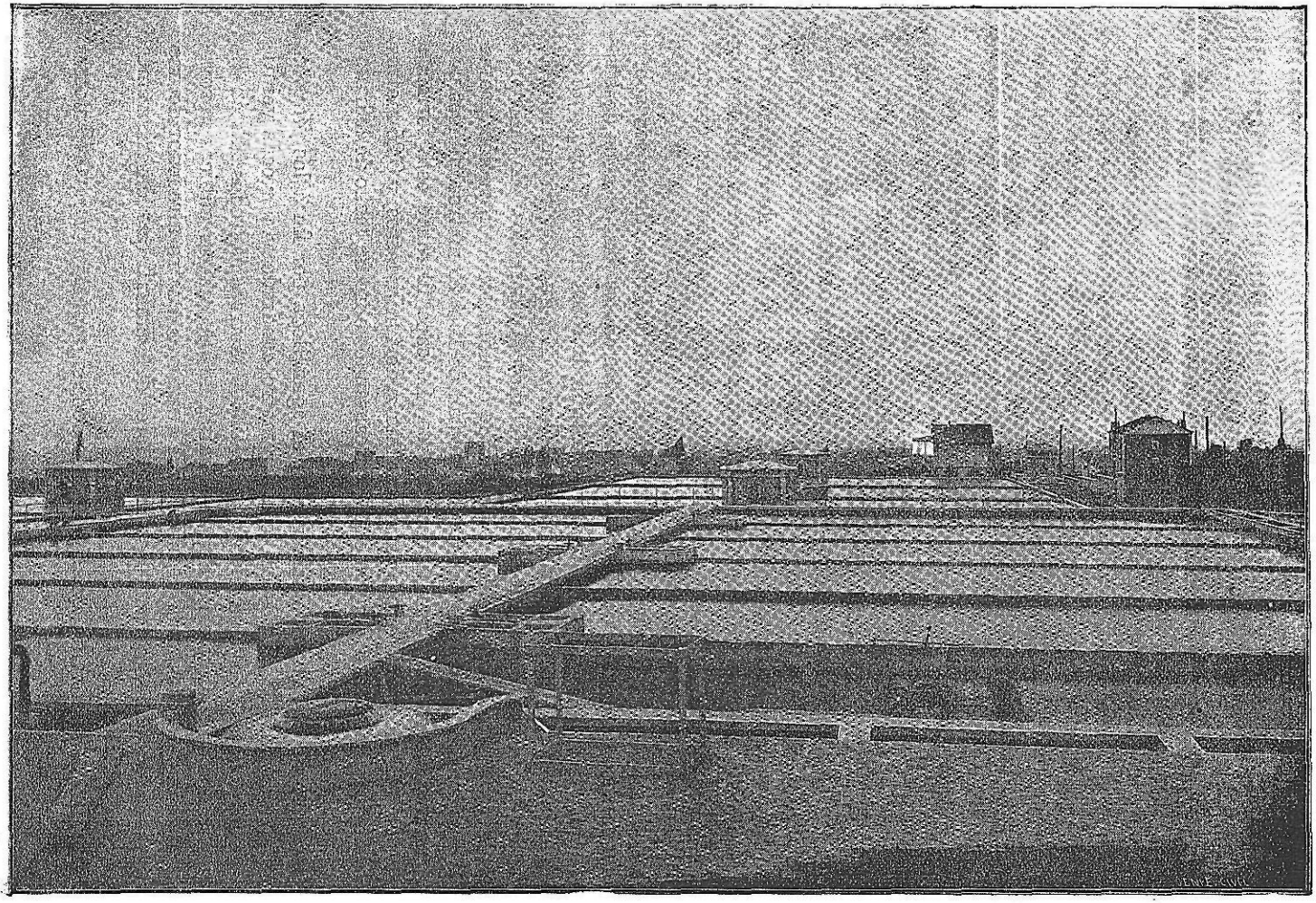
(2) Los datos á ella referentes, que á continuación siguen, los tomamos de la revista *El hormigón armado*, de Sestao (Bilbao); primer trimestre, año de 1908, en la cual aparece también (segundo trimestre 1908) la descripción de la instalación que con arreglo al propio sistema está construyendo en Pau (Francia) la *Societé generale des ciments Portland*, de Sestao.

INSTALACIÓN DE LA COMPAÑIA DE AGUAS DE LOS ALREDEDORES DE PARÍS



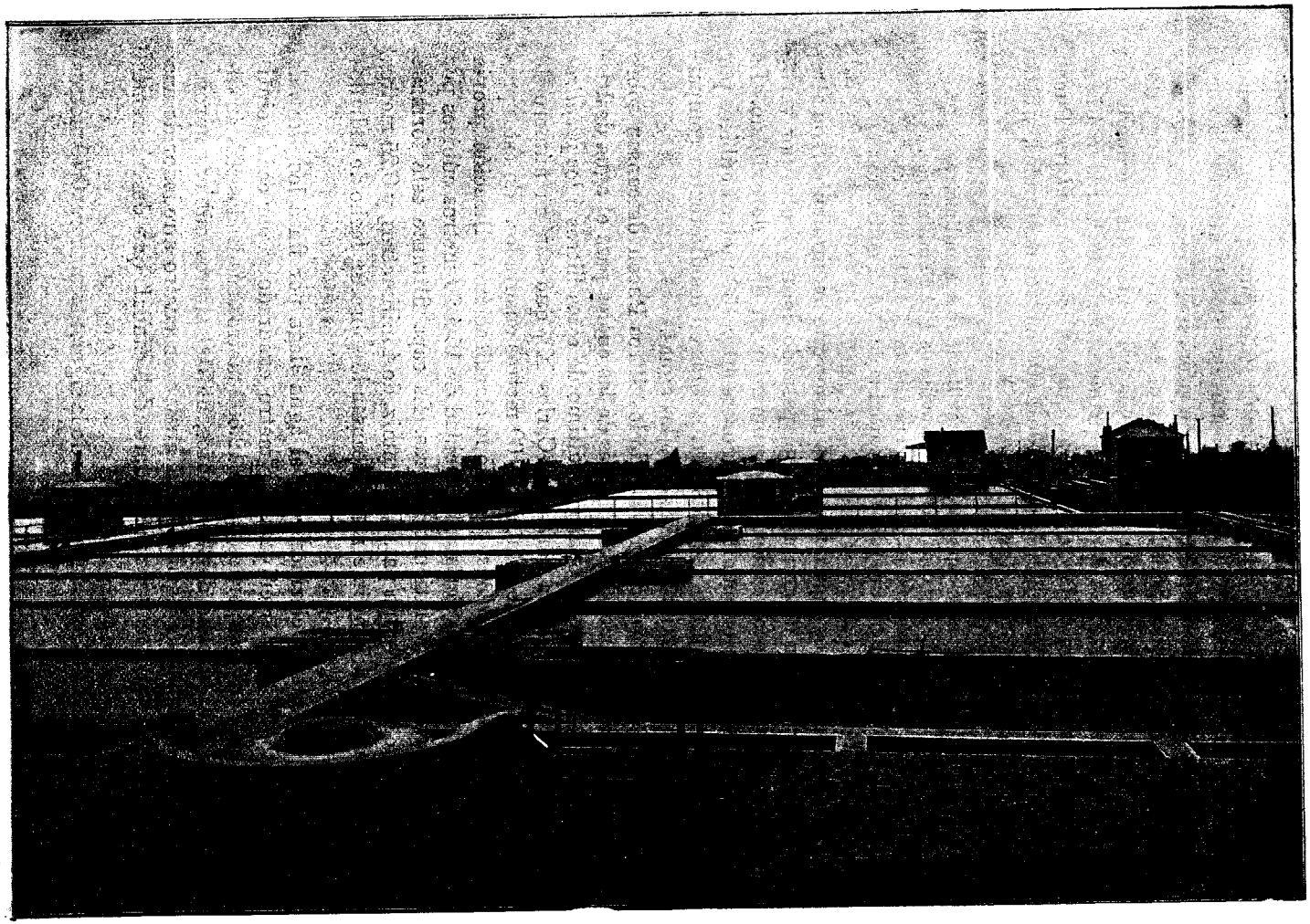
Filtración artificial de las aguas potables.

Fig. 191.



Filtración artificial de las aguas potables.

Fig. 192.



Filtración artificial de las aguas potables.

metros de la fábrica de Suresnes, que eleva 30.000 metros cúbicos como promedio diario de agua del Sena, á los 80 metros que sobre el nivel de ésta se encuentra dicha instalación (dirigida por el ingeniero Mr. H. Chabal), que ocupa unas 2 hectáreas, estando atravesada por la carretera Carlos X, que el agua pasa en sifón.

El agua bruta del Sena, procedente de la fábrica de Suresnes, llega al estanque de distribución situado en la parte más alta, de donde por medio de compuertas se dirige á la primera serie de filtros (ó á la segunda si conviniera aislar la primera), que son los *desbastadores* Puech, los cuales tienen una superficie útil de 1.600 metros cuadrados, y están constituídos de la forma siguiente:

1.er departamento: capa de 0m,30, gravilla de 15 á 20 milímetros.
2.º departamento: capa de 0m,35, gravilla de 10 á 15 milímetros.
3.er departamento: capa de 0m,40, gravilla de 7 á 10 milímetros.
4.º departamento: capa de 0m,40, gravilla de 4 á 7 milímetros.

Cada uno de estos cuatro filtros, lo mismo que los siguientes, son atravesados por el agua de arriba á abajo, pasando de uno á otro por vertedero y cascadas de aireación para aumentar su dosis de oxígeno. La velocidad de filtración en ellos varía entre 40 y 150 metros cúbicos por metro cuadrado de filtro y veinticuatro horas en los diferentes compartimentos, según lo exija la calidad de las aguas.

Las capas inferiores de gravilla de los filtros Puech descansan sobre chapas de hierro perforadas, á través de las cuales pasa el agua desbastada, que sigue desde el cuarto y último de estos filtros á los *prefiltros* (después de atravesar la carretera Carlos X), que son en número de doce, con una superficie total de 2.160 metros cuadrados. En estos prefiltros ó *filtros clarificadores*, opérase la clarificación ó filtración previa recorriéndolos el agua con una velocidad de 15 á 20 metros cúbicos por metro cuadrado y veinticuatro horas. La capa filtrante está formada por 0,60 metros de arena pasada al tamiz, de 4 milímetros, y 0,25 metros de gravilla, de 4 á 7 milímetros, descansando sobre un lecho de ladrillos perforados.

Desde los filtros clarificadores el agua llega por fin á los *filtros de arena* lentos (3 metros cúbicos por metro cuadrado y por cada veinticuatro horas), cuya superficie es de 12.600 metros cuadrados. Están divididos en diez y ocho departamentos, de 700 metros cúbicos aproximadamente cada uno, agrupados de cuatro en cuatro alrededor de una caseta, donde se colocan los reguladores del caudal, que describiremos más adelante.

La capa filtrante está constituída de la siguiente manera: 0,70 metros

de arena pasada por el tamiz de 2 milímetros; 0,20 de arena pasada por el tamiz de 4 milímetros; 0,10 de gravilla de 4 á 7 milímetros; 0,15 de gravilla de 15 á 20 milímetros; toda ella reposa sobre un lecho de ladrillos perforados, formando drenes, y de un tipo adoptado exclusivamente por Mr. Chabal en sus diversas instalaciones. Se han empleado para los filtros de Ivry, en lugar de los ladrillos, losas filtrantes de hormigón armado.

En toda la extensión de las paredes de los filtros, un enlucido rugoso mantiene la impermeabilidad de la junta entre la arena y el tabique, la que no tendría lugar con un enlucido liso, que permitiría el paso fácil del agua, escapándose así de la acción del filtro.

Una parte de los filtros está situada debajo de los prefiltros; otra sobre los depósitos del agua filtrada, de 19.000 metros cúbicos, utilizando así el espacio proporcionado por la pendiente natural del terreno, que con ello se encuentran protegidos por los mismos filtros. Estos depósitos tienen 3 metros de altura entre el zampeado y el piso de los filtros, pudiéndolos llenar por completo. Las pilastras que sostienen el piso de los filtros están separadas 1,95 metros solamente, y llevan sus bases reforzadas de manera que se repartan las presiones sobre toda la superficie en contacto, entre el zampeado y el terreno.

El colector principal de agua filtrada sigue una galería que separa las dos divisiones de los filtros, y sobre la cual está el canal de distribución del agua clarificada. Para dar más elasticidad á esta parte de la construcción, que sufre las presiones convergentes de los filtros de derecha á izquierda, su techo está constituído por una bóveda ojival de *hormigón armado* (material de ventajosisimo empleo en esta clase de trabajos), del que se han construído todos los filtros, tanto desbastadores como clarificadores y de arena.

Compuertas y llaves de fondo permiten el aislamiento de cada depósito y el lavado superior ó inferior de los mismos.

Para que el gasto del filtro sea uniforme, independientemente de las pequeñas obstrucciones que entre los granos ó elementos de la masa filtrante se producen con el uso, es necesario regular la presión sobre la superficie de la arena, de la capa de agua, lo que se consigue por medio de los *aparatos reguladores de gasto* ó de *depósitos reguladores* maniobrados por compuertas. Entre los varios sistemas de estos reguladores existentes, disfruta algún favor el modelo «Didélon», usado en la instalación que nos ocupa, el cual está representado en corte vertical y vista de frente en la figura 193. Desde los filtros de la figura 191 pasa el agua filtrada, siguiendo el camino que en dicha figura marcan las flechas al mencionado aparato por intermedio de la válvula automática *S* (figu-

ra 193), accionada por el flotador F, que sigue las variaciones del nivel N del líquido en el regulador. Con este flotador F es solidario un estribo de hierro T, que en su parte horizontal lleva una tuerca por la que pasa el tornillo C, que soporta el sifón A, que se ve de frente en la mitad derecha de la figura y de perfil en la izquierda; el contrapeso P equilibra en parte flotador y sifón. Conocida por el cálculo la pérdida de carga H (diferencia de niveles del líquido en el filtro y en el aparato) necesaria para la marcha normal del filtro, se mueve el tornillo C que arrastra el sifón A, variando con ello el volumen de agua vertida al colector ó depósito, que es proporcional á $\sqrt{2gh}$, siendo h la altura de agua con que el sifón trabaja. Si el gasto del filtro disminuye, bajan el flotador y el sifón, decreciendo el volumen de agua descargada por éste, con lo que tiende á restablecerse el nivel y á limitarse con las variaciones del flotador la abertura de la válvula S.

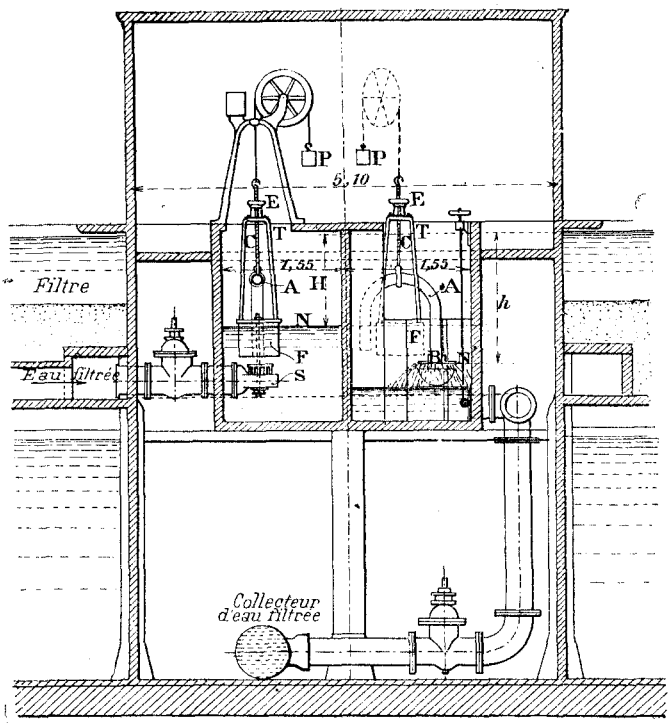


Fig. 193.

Los resultados de los análisis hechos durante tres años con agua del Sena, tomada en Suresnes y tratada por el procedimiento de filtración Chabal-Puech, han sido los siguientes en promedio:

	Agua sin filtrar. — *Miligramos.*	Agua filtrada. — *Miligramos.*
Aspecto	Cenagosa.	Clara.
Materias orgánicas disueltas en 1 litro.	3,1	2,2
Oxígeno disuelto	5,6	11
Colonias bacteriológicas por cm.^{2}	56,139	37

Numeración hecha al cabo de quince días de incubación.

Estos resultados acusan:

Un aumento de 96 por 100 para el oxígeno disuelto.
Una disminución de 29 por 100 para la materia orgánica.
Una disminución de 99,94 por 100 del número de colonias bacteriológicas.

El sistema está siendo actualmente objeto de múltiples aplicaciones, entre las cuales se cuentan la Villa de París, la de Maddebourg (Alemania), Amberes (Bélgica), villa de Londres (Metropolitan Water East London District), las de Maus, Nantes, Arles, Nancy, Toul, Rosnorantin, Annonay y Pau en Francia; las de Bergamo (Italia), Tifflis (Rusia), Honoi (Turquía), estando también aceptado en Valencia.

Limpieza de los filtros.—El peligro de los filtros estriba en no mantenerlos constantemente en las debidas condiciones de limpieza operación que bajo ningún pretexto debe descuidarse y cuya necesidad denuncian los propios filtros por la aparición en el agua que sobre la arena está, de burbujas esponjosas que flotan en ella, indicio seguro de la existencia de fermentaciones con desprendimientos gaseosos.

El procedimiento de limpiar los filtros de arena por medio de una corriente de agua pura que los recorra en sentido inverso del agua á filtrar, es costoso en los filtros lentos, porque obliga á emplear una gran cantidad de agua previamente filtrada, y no dá resultados del todo satisfactorios, siendo preferible elevar la capa superficial nueva en un espesor generalmente de 0,04 á 0,05 metros, á menos que se disponga de agua buena en gran abundancia (1).

Para colocar un filtro en servicio cuando se emplea por primera vez ó ha sido desecado para su limpieza total, se introduce por la parte inferior agua en el mejor estado de limpieza, y cuando afluye por su parte superior se hace llegar á la superficie agua para filtrar dejándola en reposo uno ó dos días, según lo turbia que se encuentre. Los análisis bacteriológicos indicarán el momento de ponerlo en servicio.

Los filtros de arena son muy económicos (como promedio cuestan de 50 á 100 pesetas por metro cuadrado útil), pero tienen el inconveniente de exigir una cuidadosa limpieza, lo que eleva los gastos de explotación (como promedio, un céntimo por metro cúbico de agua filtrada) y exige disponer de filtros de reserva con capacidad de $^1/_4$ á $^1/_6$ de la total. Claro es que depende esencialmente de la calidad del agua la frecuencia de las limpiezas del filtro, pero puede aceptarse como promedio 50 metros cúbicos por metro cuadrado de filtro; es decir, que después de pasar esta cantidad de agua por metro cuadrado, el filtro debe ser sometido á la limpieza, levantando la capa superficial de arena para substituirla ó vol-

(1) En Zurich, Viena y alguna otra capital, los materiales filtrantes se limpian por la acción combinada del agua y del aire comprimido.

verla á emplear previamente lavada y esterilizada, si este material escasea. En gran número de instalaciones el plazo medio de limpieza es de un mes, pudiendo aumentar notablemente si además de los filtros de arena existen filtros desbastadores y clarificadores. Londres los limpia cada dos meses, y en la instalación descripta de los alrededores de París aconséjase hacer la limpieza de los desbastadores cada ocho á treinta días (1), cada cinco á veinte los prefiltros y cada seis meses los filtros de arena, siendo oportuno advertir que si las limpiezas escasean, el filtro pierde su eficacia, disminuyendo rápidamente su valor higiénico.

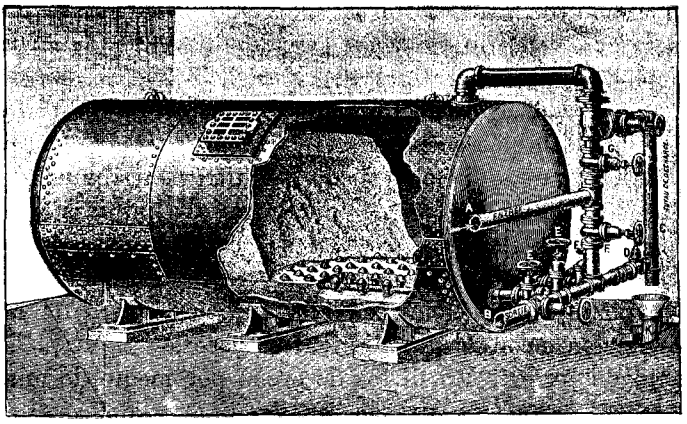


Fig. 194.

Filtros rápidos ó americanos.—Persiguen y consiguen estos filtros el aumento de la cantidad de agua filtrada por metro útil, ó lo que es lo mismo, la reducción de la superficie que el filtro europeo ó lento exige. En conjunto, están constituídos (fig. 194) por una cuba de madera ó metálica, con un falso fondo perforado, sobre el que descansan las capas filtrantes casi siempre de arena (cuya limpieza se realiza por medio de un agitador de brazos movidos mecánicamente, como indica la figura 194 bis) y las correspondientes tuberías para la entrada y salida del agua bruta y ya filtrada, bien con la presión debida á la gravedad, bien á

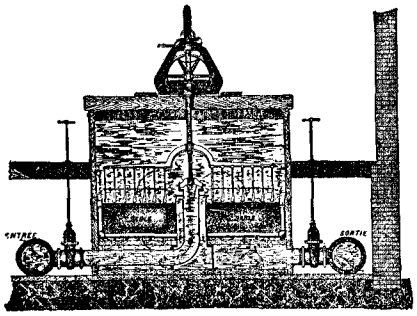


Fig. 194 bis.

(1) Para reducir la frecuencia en las limpiezas de estos filtros y quitar á las aguas el matiz oscuro amarillento que toman en tiempo de crecidas ó turbias, conviene verter en estos depósitos ó filtros desbastadores sulfato de alúmina, á razón de 40 á 50 gramos por metro cúbico.

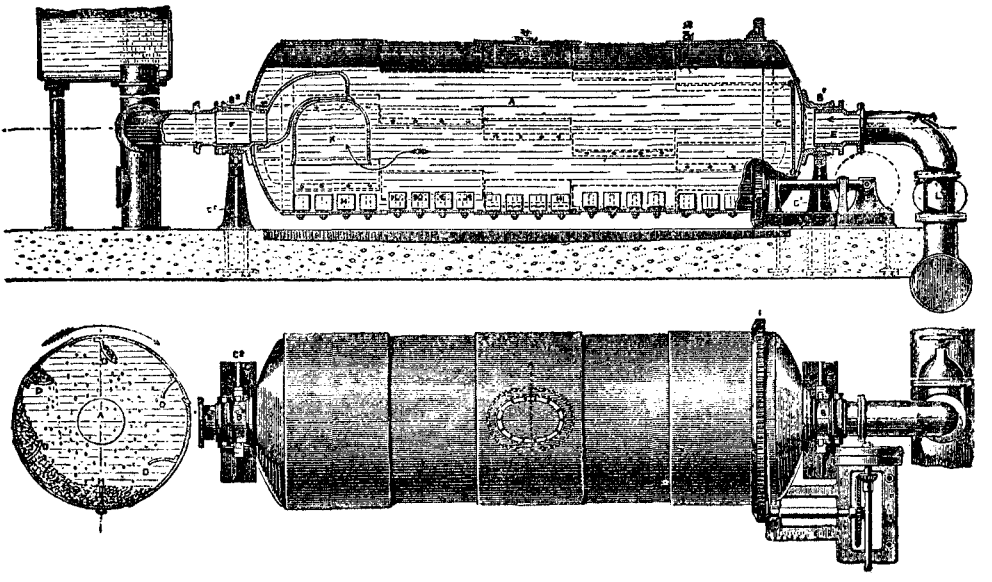
presión forzada, en cuyo caso la cuba está cerrada por sus dos bocas. Casi siempre el agua pasa al filtro desde un recipiente, donde se le agrega una solución de alumbre en ácido sulfúrico (17 parte de alumbre por 38 de ácido sulfúrico), ú otro coagulante químico. El espesor de la capa de arena del filtro varía entre 0,60 y 1,50 metros, y el grueso de los granos entre 0,30 y 0,50 milímetros; las cubas se construyen de varios tamaños y se agrupan formando baterías en las instalaciones para el abastecimiento de ciudades.

La velocidad de filtración conseguida con estos filtros ha llegado á ser cincuenta veces mayor que la alcanzada con los europeos, y como es consiguiente, las limpiezas tienen que ser en mucho mayor número; esas limpiezas son diarias cuando menos, empleándose en ellos un 5 por 100 del agua filtrada, con la que se lava la arena en el aparato mismo durante quince á veinte minutos. El empleo del coagulante químico es indispensable en los Estados Unidos, donde los cursos de agua, por sus enormes crecidas, van frecuentemente cargados de un limo muy fino que ni los filtros ingleses podrían retener ni las industrias americanas toleran. Con el alumbre se obtiene la sedimentación rápida de las materias en suspensión en las aguas, materias que la capa de arena del filtro retiene luego. Al aplicar estos filtros en Rusia (cuyo clima exige cubrirlos de arena) se quiso prescindir del coagulante (alumbre), pero se comprobó que la reducción de gérmenes descendía del 97 y 98 por 100 á una proporción variable entre el 10 y el 50 por 100, á todas luces insuficiente. Las experiencias de Providence (1893-94), Sorent (1897), Sonisville (1895-96), Cincinatti (1898), Pittsburgh (1898), Washington (1900) y Moscou (1900) confirman los anteriores extremos y permiten sacar la consecuencia de que los filtros rápidos, siempre precedidos del tratamiento por el coagulante químico, están indicados con preferencia á los filtros europeos para los casos de aguas muy turbias, cuyas materias en suspensión interesa separar en su totalidad principalmente para la aplicación en determinadas industrias; en América funcionan estos filtros en más de 150 capitales para su abastecimiento de aguas.

Con parecido objeto al de los filtros americanos, con el de reducir el espacio ocupado por las instalaciones, se ha ensayado también en Viena el sistema Fischer, fundamentado en el empleo de capas filtrantes de arena aglutinada por medio del silicato de sosa, cocida á alta temperatura y reunidas por grupos de cuatro placas de 1 metro cuadrado de superficie y 0,10 de espesor, dejando un espacio interior de 0,02 que el agua ocupa; y, por último, persiguiendo el asegurar la aireación de las capas filtrantes y el contacto del agua y del aire, en los pozos de la arena se ha ensayado también en Laurence la *filtración intermitente*, con resultados

medianos, pues el número de gérmenes se reducía muy poco. Ambos procedimientos no son todavía prácticos, aunque señalan orientaciones que conviene seguir estudiando.

Filtros industriales. — Pueden incluirse en este grupo los que exigen el empleo de determinados aparatos ó materiales, como son: el sistema Burg, el Anderson y los de las casas Hans Reissert, de Colonia, y de



Figs. 195 y 196.

Purificador giratorio Anderson.

EXPLICACIÓN

A. Cilindro hueco cerrado por dos casquetes esféricos; cuerpo del aparato.
B^1 B^2. Muñones huecos.
C^1 C^2. Cojinetes, dentro de los cuales giran los muñones *H^1 B^2*.
D. Paletas curvas formando cinco series escalonadas para producir una caída contínua del hierro á través del agua.
E. Tubo de alimentación.
F. Tubo de desagüe.
G. Disco para irradiar el agua á su entrada en el cuerpo del aparato.
H. Paletas rectas cuadradas destinadas á contrarrestar el movimiento de avance del hierro, producido por la corriente del agua.
I. Llanta dentada para accionar el aparato.
J. Registro para introducir el hierro, distribuyéndole por igual en toda la longitud del cilindro.
K. Campana.
L. Llave de paso del agua á la entrada.
M. Ventosa.

la Sociedad anónima L'epuration des Eaux, de Paris, que es quizás la que más instalaciones ha llevado á cabo en Europa y desde luego en España.

El sistema *Burg*, aplicado en la ciudad de Marsella, está fundado en

el empleo de tubos porosos fabricados con una pasta de creta en polvo, á la que se une polvos de aserrín de madera, algodón, etc., etc., que resultan á precio muy bajo, pudiendo, en consecuencia, construirse con ellos filtros de grandes dimensiones, en los que puede variarse á voluntad la dimensión de los poros de los tubos.

Los filtros de la casa Hans Reissert, de Colonia, son de corriente de aire y están contenidos en un tambor, que puede ser metálico ó de cemento, disponiéndose acoplados en varias filas y unidos todos á un tubo común. Para su limpieza hay necesidad de lanzar en sentido contrario á la marcha del agua en el filtro, una corriente de aire comprimido en máquinas especiales.

La patente Anderson, explotada por la Sociedad inglesa Revolving, Purifier C.° Limited, tiene por fundamento el empleo de un aparato llamado *purificador giratorio* (figs. 195 y 196), en el que las partículas de hierro esponjoso (substancia purificadora) se mantienen separadas por medio de la agitación, para impedir que el metal llegue á constituir una masa compacta y permitir que el óxido de hierro precipitado que se forma por la acción química sea arrastrado por el medio purificador. Los cilindros en que se opera la agitación tienen capacidad variable entre 68 y 14.000 litros, y su rendimiento, en veinticuatro horas, puede llegar hasta 8.000 metros cúbicos, exigiendo para un rendimiento de 5.000 metros cúbicos diarios una fuerza motriz aproximada de 68 kilogramos, á pesar de lo cual el sistema resulta mucho más costoso que la filtración con arena.

Los informes de corporaciones tan competentes como la Real Academia de Medicina y la Sociedad Española de Higiene confirman la relativa bondad del procedimiento Anderson, toda vez que en ellos se consigna (1), que por medio del mismo «se destruye», la materia orgánica que el agua contenga en suspensión ó disolución, y que para aguas cargadas de materias orgánicas y de microorganismos, sean ó no habitualmente transparentes, el purificador Anderson es sin duda alguna medio muy adecuado para obtener la purificación química de las aguas hasta donde sea posible, dentro del resultado que los agentes de esa naturaleza han dado hasta la fecha en ese sentido (2).

(1) En el folleto *Abastecimiento de aguas en las poblaciones.* Procedimiento Anderson para la purificación de las aguas. Madrid, 1895, se reproducen textualmente estos informes, así como un extenso artículo de *Nature*, de Londres, en la que se estudia la influencia del agua potable en el desarrollo en España del cólera de 1865.

(2) En el *Boletín Oficial* de la Ville de París (número del 8 abril de 1908), comentando los resultados de análisis de aguas sometidas á la filtración Puech-Chabal por nosotros descripta, se hace constar ser los resultados por este procedimiento conseguidas *veintiseis* veces mejores que los obtenidos por el procedimiento Anderson.

La Sociedad anónima L'epuration des Eaux, de París (1), emplea, para el abastecimiento de poblaciones, los filtros patentados H. Desrumaux, tipo «gran gasto» ó bien las columnas filtrantes. Los filtros usan como material el sílex, y se emplean, ya solos ó ya combinados, con un

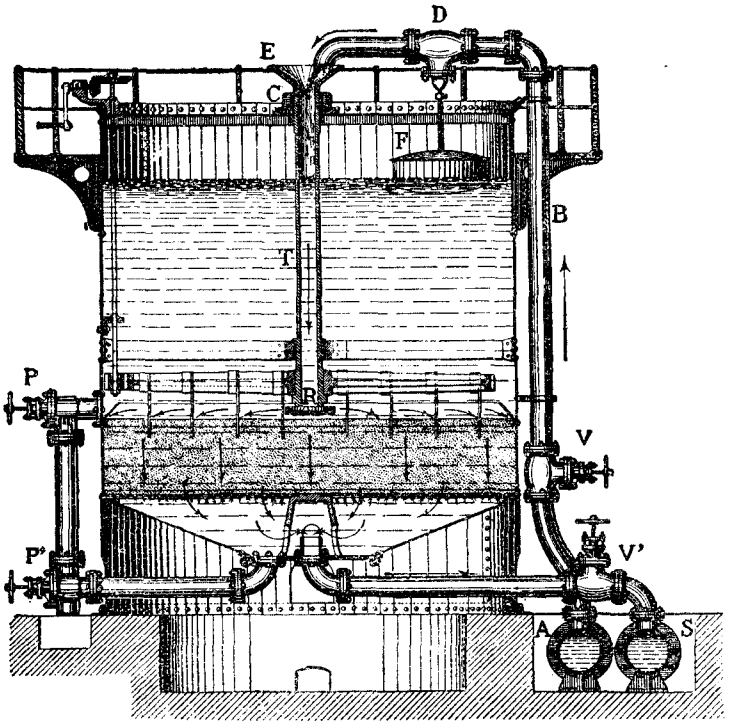


Fig. 197.

Filtro industrial tipo Desrumaux.

sistema que preliminarmente oxide las materias orgánicas por medio de soluciones de sales de hierro ó de alúmina dispuestas en depósitos de reactivos ó decantadores. El filtro es una gran cuba de fundición (figura 197), á la que llega el agua por un tubo central *T* que la conduce al platillo divisor *R*, el cual la distribuye horizontalmente sobre una capa de sílex, que descansa en un armazón metálico, sostenido á su vez por un soporte tronco-cónico de fundición, por el cual tiene salida después de haber dejado en el sílex las substancias en suspensión.

Para limpiar el filtro se vacía y se produce un invertimiento de co-

(1) Rue du Louvre, 17, representada en España por la «Oficina técnico-comercial», Pelayo, 17, 1.º, Barcelona.

rriente dejando abierta la llave de purga *P*, evacuándose por él todos los fangos que ha retenido la materia filtrante.

Las columnas filtrantes comprenden tres pisos de filtración (fig. 198); funcionan indiferentemente al aire libre ó presión y pueden acoplarse formando baterías, cuyo gasto sea el que exigen las necesidades del abastecimiento. Las columnas filtrantes instaladas para la purificación del agua potable de la villa de Pnom-Penh, en la Cambodge (fig. 199), dan un gasto de 20.000 metros cúbicos diarios de agua potable (1), abundando las instalaciones de este sistema para gastos de 1.000 á 4.000 metros cúbicos por día (2).

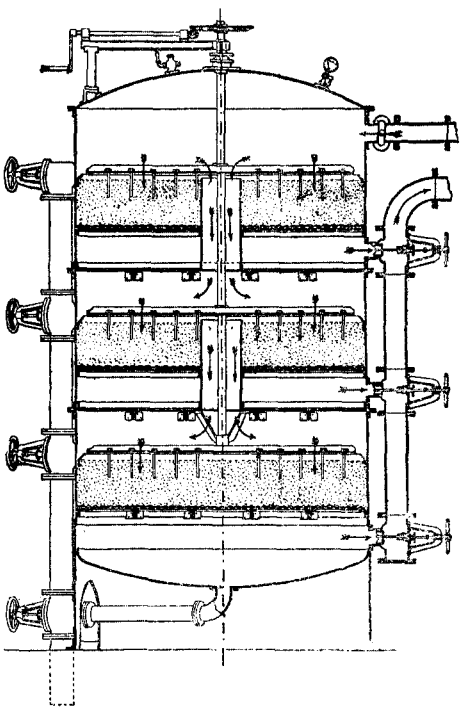


Fig. 198.

Todos estos filtros industriales son más bien aparatos clarificadores, en la mayor parte de los cuales la arena y la grava juegan todavía papel principal. Á pesar de las buenas condiciones de algunos de ellos, y especialmente de los Desrumaux (hoy muy empleados para purificación de aguas de alimentación de las calderas), ninguno ha demostrado en la práctica superioridad desde el punto de vista higiénico sobre los de arena y grava, que tienen sobre ellos marcada preferencia para el abastecimiento de poblaciones.

(1) Tal agua está cargada en ciertas épocas del año hasta con 4 y 5 kilogramos de materias en suspensión por metro cúbico y se purifica con los aparatos Desrumaux, empleando el sulfato de alúmina en la dosis máxima de 30 á 40 gramos por metro cúbico.

(2) En la revista *L'Hygiene legale*, número 25 de julio de 1903, se inserta un amplio artículo descriptivo de los procedimientos H. Desrumaux de esterilización y filtración de aguas de alimentación, del que forma parte una colección de planos de un proyecto de instalación para 30.000 metros cúbicos de agua potable por día. Aun siendo muy interesantes tales documentos gráficos, prescindimos de su reproducción dado el objeto de esta Memoria, que pretende precisar en lo posible el valor higiénico de los procedimientos en general sin detenerse en la descripción de aparatos y detalle de sistemas.

Filtración de volúmenes medios de agua para la alimentación.—Cuando se desea filtrar el agua necesaria para el abastecimiento de hospitales, cuarteles, asilos, pueblos de pequeña importancia (hasta dos

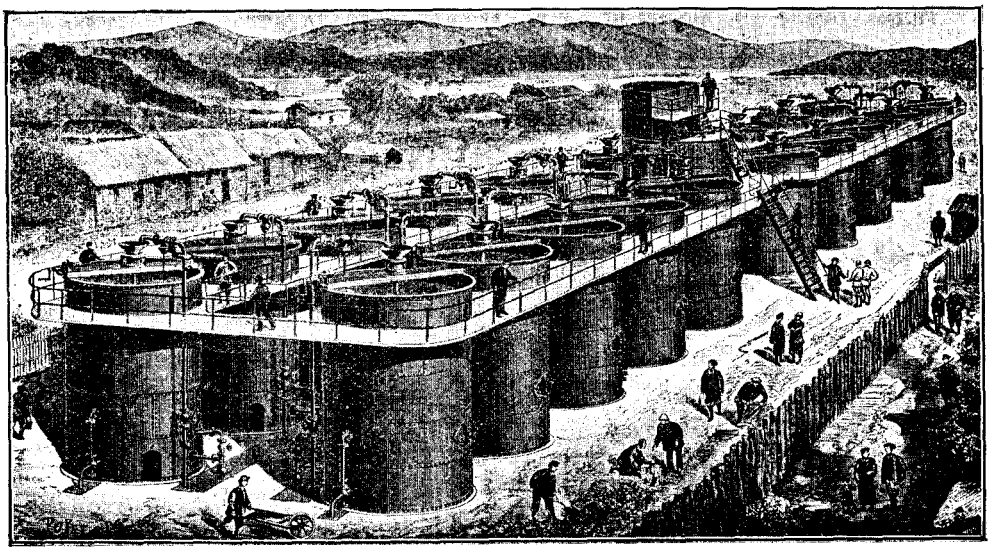


Fig. 199.

Columna filtrante Desrumaux para la purificación del agua potable.

ó tres mil habitantes, etc., etc.), ó la que penetra en los aljibes ó cisternas, etc., etc., puede acudirse al empleo de tanques ó depósitos de mampostería, cemento armado ó metálicos, ó bien al uso de aparatos especiales. Los depósitos se dividen en compartimentos por medio de tabiques, que permiten la comunicación de aquéllos; el agua decantada en el primer depósito penetra en el segundo atravesando en sentido ascendente varias capas de grava, gravilla, carbón, arena gruesa y arena fina, materiales que en unión del amianto entran generalmente en la composición de estos filtros, cuyo gasto máximo suele oscilar entre 1.000 y 3.000 litros diarios. Como ejemplo de su organización puede

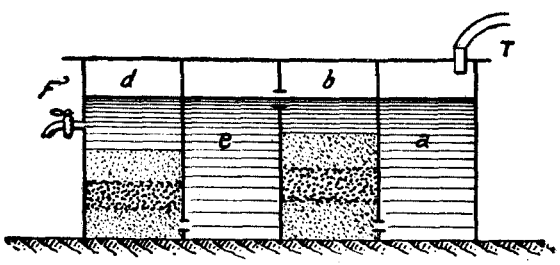


Fig. 200.

servir el que en corte vertical representa la figura 200. El agua entra por el tubo *T* en el compartimento *a*, desde el que pasa al *b*, recorriendo en sentido ascendente dos capas de arena (de 0,30 metros de espesor como promedio), que comprenden otra de carbón, volviendo á decantarse en el compartimento *c* y saliendo por el grifo *F'* después de recorrer de abajo hacia arriba el filtro del compartimento *d;* las paredes y tabiques divisorios son de mampostería, y mejor de cemento armado.

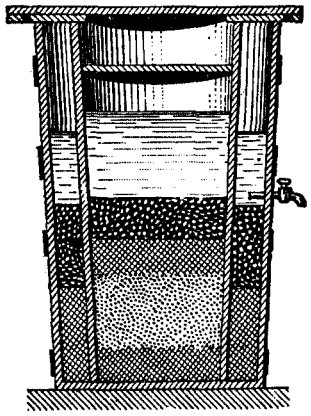


Fig. 201.

Para caseríos y fincas aisladas pueden emplearse con provecho los toneles filtrantes, de los que es un buen modelo el *Zeni* (fig. 201), dentro del cual sufre el agua una primera filtración en el cuerpo central que recorre de arriba abajo, y una segunda en el espacio anular exterior que pasa de abajo arriba.

Para mejorar el agua de las cisternas y pozos acúdese igualmente á la filtración sobre arena, grava, gravilla y carbón, disponiendo el filtro dentro ó fuera de dichos depósitos. La figura 202 es un modelo de cisterna filtro muy sencillo; el agua llega por *A*, viéndose obligada por el tabique *C* á recorrer toda la masa filtrante formada por capas de arena, grava y carbón antes de encontrar su salida por *B;* y la figura 203 reproduce el tipo Joly, de gran cisterna ó *cisternon*, con filtro interior *EF* y tabique *D* divisorio del agua por filtrar de la filtrada. Aquélla llega por *A*, atraviesa los compartimentos filtrantes formados por tabiques de ladrillos colocados en seco y cubiertos por la losa muy porosa *E*, y por *F* sale al depósito *K*, donde está la alcachofa *G* de toma; el primer compartimento filtrante se llena generalmente de gravilla, el segundo de carbón y el tercero de arena fina; la cisterna puede vaciarse por el taladro *H*, cerrado con un tapón que se acciona con la varilla *c*.

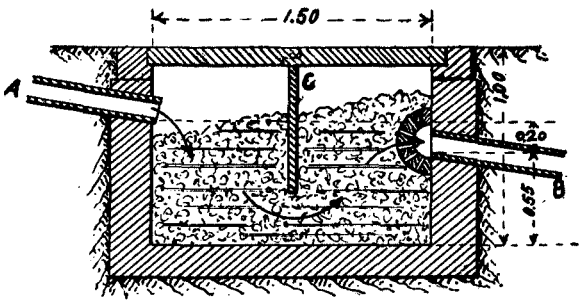


Fig. 202.

Como modelo de disposición con el filtro fuera de la cisterna, presentamos la de la figura 204, que tiene un primer depósito *a* de decantación, además del filtro *b* que el agua recorre de abajo arriba. Por último, entre

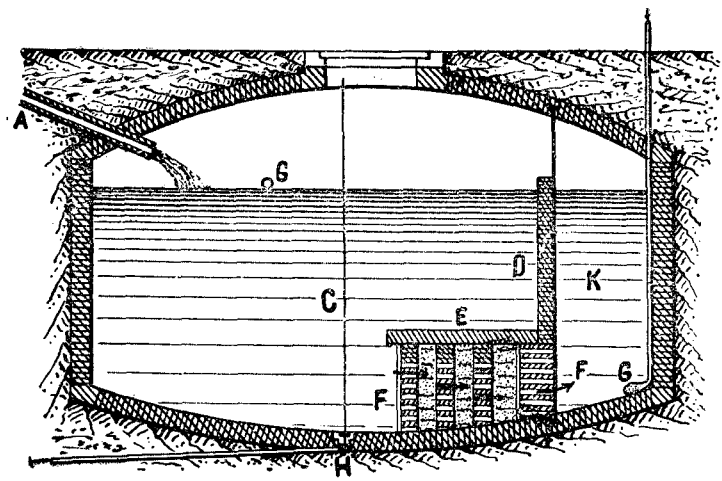


Fig. 203.

los pozos provistos de filtros que el agua debe atravesar antes de llegar á ellos, figura el pozo Raddi (fig. 205). La galería circular *a a* está rodeada de piedras cascadas formando filtro que detienen las arenas que el agua arrastra, depositándose las pocas que á la galería llegan en el fondo de ésta, de donde pueden extraerse por los pozos ó chimeneas de bajada *g;* las barbacanas *i i* permiten el paso del agua desde la galería al pozo, cuyo fondo *e* es de hormigón. Para impedir la penetración de las aguas superficiales, se recubre la bóveda de la galería con una capa *B* de arcilla apisonada.

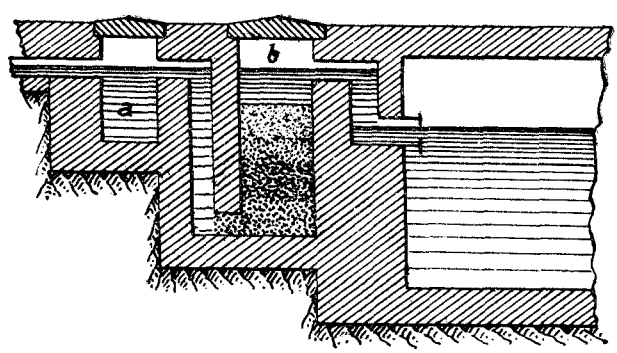


Fig. 204.

En general, con tales procedimientos, sólo se consigue *clarificar* las aguas.

Estos filtros de arena resultan más económicos que los aparatos especiales, pero la comparación entre unos y otros debe hacerse principalmente desde el punto de vista higiénico, sin olvidar tampoco la facilidad y manejo del filtro y el coste de su limpieza y entretenimiento; aspectos ambos desde los cuales se reconoce la superioridad de los modelos industriales de filtros más recomendables. Hasta época muy reciente ha venido siendo objeto de marcada preferencia entre la multitud de modelos de filtros existentes para gastos medios, el *Chamberland-Pasteur*, que está formado por tubos de porcelana sin barnizar, de longitud variable, 0,025 de diámetro interior y 0,002 de grueso, cerrados por unos de sus extremos y terminados por el opuesto en un anillo esmaltado que se prolonga por una boquilla para dar salida al agua filtrada, pero la adjudicación en concurso celebrado por la Academia de Ciencias de París del premio Montyon, ambicionadísimo por todos los inventores, al filtro de *porcelana de amianto* hizo resaltar sus mejores cualidades. Dado el pequeñísimo diámetro de las fibras de amianto (0,00015 á 0,00020), es posible conglomerarlas después de reducidas á polvo, sin la adición de ningún cuerpo sólido extraño y obtener mediante la cocción, á temperaturas determinadas, una porcelana de poros muy pequeños, regulares y uniformemente repartidas por unidad superficial y en número muy superior al de la porcelana usual ó bizcocho sin barnizar, conque se construyen los filtros Chamberland por otra parte, más caros que los de porcelana de

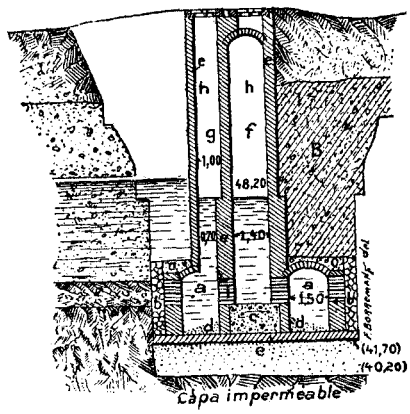


Fig. 205.

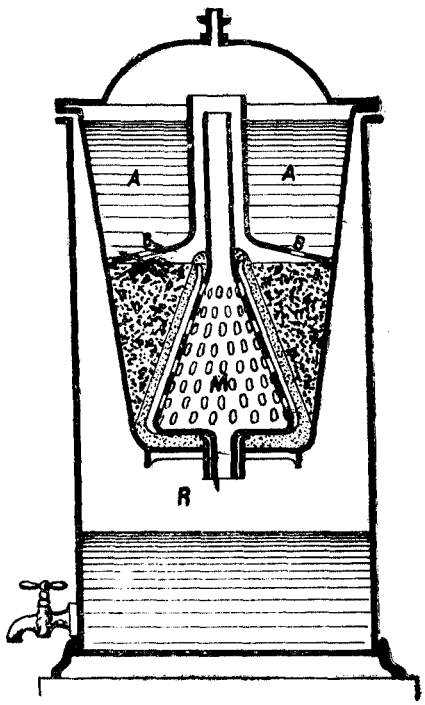


Fig. 206.

amianto, que suponen instalados un precio medio de 1.100 á 1.500 pesetas por metro cúbico de agua filtrada.

La aplicación de estos filtros de porcelana de amianto no es rara en España (1), y salvo el defecto de las frecuentísimas limpiezas que exigen, sus resultados son satisfactorios (2).

Filtración de pequeños volúmenes de agua.—Existe una multitud de tipos de filtros que el comercio expende como producto de consumo corriente, y que se utilizan para la purificación de los pequeños volúmenes de agua que para la bebida y usos domésticos consúmense en los edificios públicos y privados, montándose también en algunas poblaciones en las fuentes públicas ó en los puntos de arranque de los ramales de distribución, como sucede en Orense y Santander.

En la imposibilidad de detenernos describiendo ni aún los tipos de filtros más usados, por ser éstos en número crecido, nos limitaremos á reseñar el filtro *Maignen*, que considera Planat en su obra *L'art de batir*, tomo V, París 1908, *como el más perfeccionado de todos*, el *Edén filtro-prensa*, modelo que por lo práctico ha sido el elegido por la Sociedad que en París se dedica á la explotación por alquiler ó venta de las instalaciones doméstica de esterilización de las aguas potables por el ozono y las fuentes públicas filtrantes *sistema H. Desrumaux*, único que obtuvo Gran Premio en el Concurso internacional abierto en 1902 por el Ayuntamiento de Madrid (3).

El filtro *Maignen* (fig. 206) está constituído por un cono *M* de tierra

(1) En el Real Palacio de Madrid funciona una instalación de este género desde hace bastantes años.

(2) La comparación de los filtros de arena con los Chamberland-Pasteur; la superioridad sobre éstos de los de porcelana de amianto, con los detalles de los informes técnicos y experiencias demostrativas; el cálculo de cada uno de los elementos que constituyen el detalle de la instalación de estos filtros á presión, obtenida, bien por medio de depósitos en los pisos altos de los edificios donde se establecen, ó bien por medio de acumuladores; el resultado de las concienzudas y complejas experiencias á que fueron sometidos diecisiete filtros de 1.500 litros diarios de rendimiento los más de ellos; los procedimientos más recomendables para la esterilización y regeneración de dichos filtros, y, por último, las instrucciones prácticas que conviene seguir para la conservación y entretenimiento de estos aparatos, pueden estudiarse en la interesantísima y completa memoria relativa á la *Instalación de filtros de porcelana de amianto en algunos edificios de Zaragoza*, escrita por el coronel D. Eusebio Lizaso, ingeniero comandante de dicha plaza, y publicada por el MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO el año 1904, á la cual remitimos á nuestros lectores.

(3) La excelente obra de ingeniería sanitaria *La casa higiénica*, Madrid 1904, del ingeniero militar D. Juan Avilés, describe minuciosamente un crecido número de modelos de filtros domésticos, haciendo atinadas observaciones sobre el valor higiénico de cada uno de ellos.

cocida provisto de agujeros para dar paso al agua filtrada, que se prolonga por dos cilindros de débil diámetro y eje vertical. Sobre dicho cono se fija un tejido especial de amianto, en cuya superficie se deposita uniformemente una capa de polvo de carbón extremadamente fino obtenida con ayuda de una preparación denominada *carbo-glacis*. Por encima de

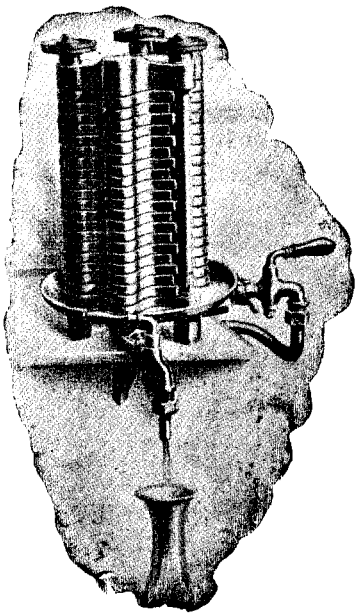


Fig. 207.

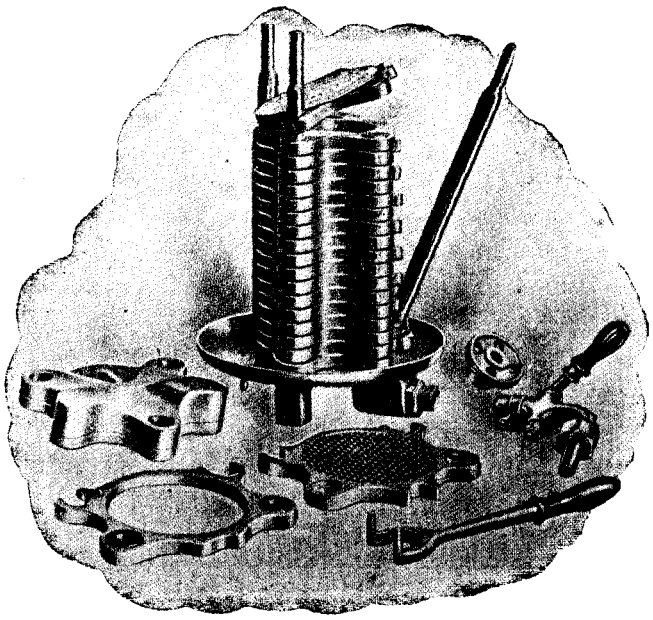


Fig. 208.

este polvo impalpable se coloca carbo-glacis en granos, rellenando el fondo de un gran recipiente de grés, en cuya base se vierte el agua á filtrar sobre el sombrerete *A A*, también de grés, provisto de los taladros *B B*. El agua á filtrar atraviesa la capa de carbón en granos, el carbo-glacis en polvo y el amianto, pasando al interior de la cámara *M*, en la que el aire circula libremente y desde la que cae por *R* al fondo del filtro, que puede desmontarse y limpiarse con gran facilidad, quitando todos los cuerpos que se depositan sobre el carbo-glacis en polvo. Los resultados que con este filtro se obtienen parece son muy señalados.

El *Edén filtro-prensa* se compone (figs. 207 á 210):

1.° Del platillo cubeta colocado en la parte inferior, por el que entra el líquido sin filtrar y sale el filtrado.

2.° De elementos superpuestos, entre los cuales se colocan las pastillas filtrantes, que son de celulosa.

3.° De un sombrerete que fija estos elementos sujetando, por medio de tuercas, las varillas-guías que los sostienen.

Los elementos están formados por un círculo metálico provisto de dos orejetas salientes, agujereadas en su centro. En el espesor del metal está alojado un conducto que pone en comunicación el interior del círculo con una de las dos orejetas mencionadas. Los elementos se superpo-

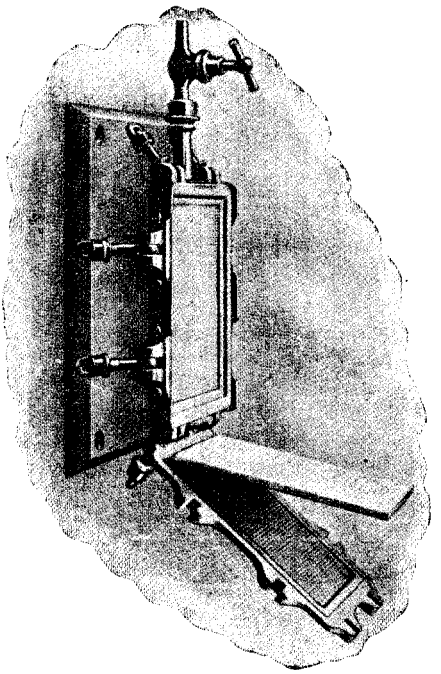


Fig. 209.

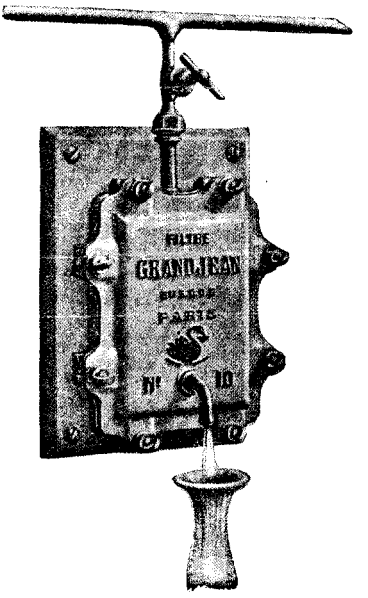


Fig. 210.

nen, colocándose entre cada dos de ellos una pastilla filtrante de celulosa, y sujetándose el conjunto por medio de las tres varillas-guías fijas al platillo, una de las cuales tiene un movimiento hacia adelante para facilitar la reposición de las pastillas.

Como los centros de los elementos se corresponden, cuando éstos están superpuestos, quedan formados dos conductos verticales: uno, correspondiente á las orejetas de la derecha, el cual comunica con el de llegada del líquido al platillo cubeta, y el otro á las de la izquierda, en relación con el de salida del líquido en el citado platillo.

Los elementos son de dos clases: huecos ó llenos. Los primeros están destinados á recibir el líquido que llega por el conducto de una de las orejetas, repartiéndose por el interior del círculo metálico, y los segun-

dos corresponden á las orejetas de la izquierda y llevan un disco de carbón filtrante que recoge el líquido después de haber filtrado á través de las pastillas; los huecos de los llenos deben, pues, alternarse, distribuyendo los huecos el líquido en dos pastillas y recibiendo cada elemento lleno el líquido ya filtrado también en dos pastillas. Una envuelta recubre el aparato protegiéndolo é impidiendo las proyecciones del líquido.

El funcionamiento es sencillo; el líquido á filtrar llega al platillo cubeta inferior, sube por el conducto vertical de la derecha, repartiéndose por los elementos huecos; pasa desde éstos á las pastillas filtrantes, y por el conducto vertical de la izquierda, busca la salida por el orificio correspondiente del platillo inferior.

Los orificios de las orejetas se calculan para que el gasto obtenido con las pastillas sea de 10 litros de agua por minuto, bajo una presión de 3,5 kilos (35 metros), gasto que naturalmente se reduce con el uso de las citadas pastillas.

El Edén filtro es de volumen muy reducido, presentándose bajo la forma de un cilindro de 0,32 metros de altura por 0,18 metros de diámetro, pudiéndose colocar sobre una pequeña consola.

Todas las piezas son intercambiables, permitiendo ser lavadas y esterilizadas con independencia, y el filtro tiene la buena cualidad de no poder funcionar más que cuando todos los elementos están provistos de pastilla filtrante, siendo imposible toda comunicación entre el líquido depurador y el por depurar.

El modelo descripto que fabrica la casa Ch. Prevet C.° (rue des Petites E'curies, 48, París), cuesta completo 310 francos, vendiéndose sueltas todas las piezas de recambio y accesorios, incluso las pastillas, que deben renovarse cada quince días como promedio en filtros sometidos á trabajo constante (9,50 francos 12 pastillas).

El modelo de las figuras 209 y 210 concedido bajo la denominación *Edén filtre Grandjean* núm. 10, es para un gasto más reducido, variando poco de 3 litros por minuto, gasto que disminuye lentamente con la cantidad de materias en suspensión que van depositándose sobre la pastilla. Cuesta 65 francos.

Se compone de dos platillos rectangulares (que de ordinario ocupan la posición vertical), entre los que se coloca una pastilla de celulosa comprimida, que queda con ambos en fuerte contacto, apretando unas tuercas fijas al platillo superior, el cual se encuentra en comunicación con la tubería de llegada del líquido. Este atraviesa la pastilla (rodeada por una cinta de caucho para evitar la salida del líquido por los bordes) y sale por el caño adosado al platillo anterior.

Las fuentes públicas filtrantes, sistemas Desrumaux (fig. 211), están unidas directamente á las canalizaciones de distribución de agua, construyéndose de ordinario para un gasto medio de 1.000 litros por hora. Se componen en esencia de dos compartimentos conteniendo silex granulada, combinados de tal forma, que la maniobra de una llave permite instantáneamente utilizar para la limpieza de la masa filtrante de un compartimento el agua filtrada en el otro.

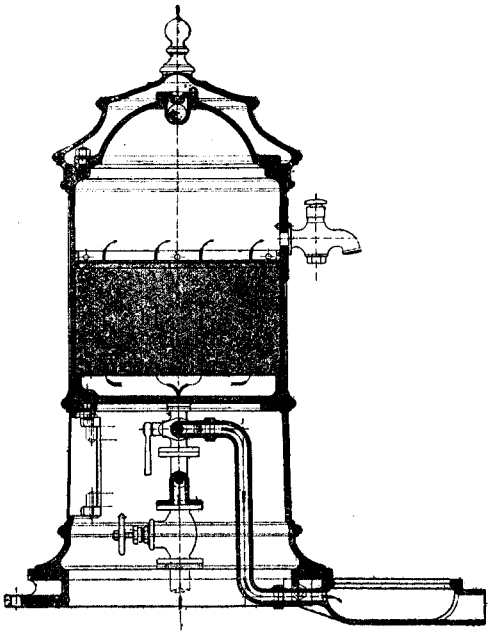


Fig. 211.

En marcha normal, el agua á filtrar, que llega por el tubo inferior, se distribuye por igual entre las dos llaves de tres comunicaciones; atraviesa de bajo en alto los dos compartimentos filtrantes y llena la capacidad libre superior sobre la que está fijo el grifo de salida de agua filtrada. La limpieza se opera dejando cerrada la salida de agua filtrada y dando un cuarto de vuelta hacia el exterior á las dos llaves de tres comunicaciones, con cuya maniobra se intercepta la llegada de agua bruta en el compartimento correspondiente, al propio tiempo que su fondo se pone en comunicación con un tubo de purga. En estas condiciones, el agua que sigue filtrándose á través del compartimento que queda en marcha, no encontrando salida por la llave de toma de agua filtrada, atraviesa de arriba á abajo el compartimento en limpieza y se escapa, finalmente, por el tubo de purga, arrastrando consigo las suciedades retenidas por la capa de silex. Al cabo de un par de minutos, el compartimento queda limpio, se vuelve la llave á la posición normal y se procede de idéntico modo á la limpieza del otro compartimento.

La mayor parte de los filtros domésticos son, en realidad, simples aparatos clarificadores, que ejercen acción esterilizadora muy reducida; pero aún así su utilidad es indiscutible, no sólo cuando no se practica una verdadera depuración en grande en las aguas potables que abastecen las poblaciones ó cuando se trata de fincas aisladas ó aglomeraciones ru-

rales donde no exista distribución pública de aguas, tomándose el líquido directamente del origen (pozo, manantial, arroyo, etc.), sino aún en el caso de establecerse en cabeza de la distribución los filtros en grande, pues es raro el caso de que la red de distribución ofrezca un aislamiento completo.

En todos casos es muy de recomendar que el filtro se mantenga constantemente con la debida limpieza, pues de lo contrario, su valor higiénico (nunca tan grande como fuera de desear) se reduce notablemente, y hasta puede su existencia ser momentáneamente perjudicial.

Los filtros domésticos realizan en todas circunstancias la clarificación en el término de las redes, y sólo en casos rarísimos de inmejorables canalizaciones no habrá inconveniente en prescindir de ellos.

Filtración bacteriológico-artificial. —Incluimos en este grupo aquellos procedimientos modernos de filtración artificial con los que se consigue una acción esterilizante más pronunciada que con los filtros corrientes de arena y grava. Los aparatos ó cámaras en que esa filtración bacteriológica se opera, no son sino filtros perfeccionados, en los que la referida operación mecánica se complementa y ayuda con disposiciones especiales y se conocen generalmente con el nombre de *filtros bacteriológicos* ó *filtros esterilizantes* para diferenciarlos de los ordinarios.

Entre estos procedimientos pueden incluirse el *sistema Candy*, aplicado en Inglaterra desde hace dieciseis años, y el de filtración en *arena no sumergida*, que empieza á emplearse en Francia después de comprobados prácticamente sus bonísimos resultados durante año y medio (1905 al 1907) en Chateaudum.

Filtración bacteriológica sistema Candy.—Fué imaginado por el ingeniero Frank Candy, el 1891, y aplicado por vez primera para la purificación de las aguas del río Kennet, en Reading, estando sometido desde su origen á la inspección oficial permanente de las autoridades sanitarias encargadas por el *Local Government Board*, de la vigilancia de los diversos servicios de agua, que en todas ocasiones han informado muy favorablemente sobre sus resultados. Hoy funcionan en gran número de ciudades inglesas (Eghan, Coombe, Brook, Bedfort, Leigton Buzzard, Gloucescer, etc.), y en algunos países extranjeros (México, Capetown y Port Elisabeth en el Sur del Africa, Pescang, en la India, etc., etc.).

La aplicación del sistema Candy puede hacerse en dos tipos de instalaciones diferentes; en el primero el agua pasa bajo presión á través de un carbonato natural férrico calcinado que se denomina *carboferrita*, contenido en filtros cerrados; en el segundo el agua llega á los filtros de carboferrita por aspiración ó por gravitación. Los filtros del primer sis-

tema se denominan de *presión* y los del segundo *sin presión*, aplicándose unos ú otros según las condiciones del agua á purificar, aunque, en general, se usa el segundo para las de río, y se reserva el primero para las de pozo y manantial. Describiremos en su parte esencial una instalación de cada uno de estos tipos, tomando los datos de la comunicación pasada al Congreso de Saneamiento de la Habitación (Ginebra 1906) por el ingeniero jefe de los ferrocariles del Cairo Mr. Pauligni (1).

Los filtros oxidantes de presión, de carboferrita conocidos en Inglaterra con el nombre de «Automatic compresed Air and oxydissing Water Filters», se aplican por primera vez en la ciudad de Hästing el 1899.

La instalación que es capaz para 100.000 habitantes, consta de 6 filtros á presión, de forma cilíndrica, teniendo cada uno 2,44 metros de diámetro y 2,75 de altura total, con una superficie filtrante de 4,67 metros cuadrados, depurando á razón de 820 litros de agua de manantial por hora y metro cuadrado. Estos filtros están divididos interiormente por medio de placas perforadas en dos, tres ó más compartimentos filtrantes, que se llenan de carboferrita en 1,50 metros de altura, cubriéndola con una ligera capa de arena fina y quedando en la parte alta un espacio libre que sirve de cámara de aire comprimido. El agua bruta llega á cada filtro por un tubo que atraviesa su tapa ó cubierta, y se distribuye por medio de finos conductos bajo forma de lluvia sobre su superficie, produciendo al caer una compresión en el aire que ocupa la cámara cerrada de la parte superior en cada compartimento.

Como resultado de esta compresión, el agua se oxigena por absorción gradual del aire, efecto de la mayor importancia desde el punto de vista de la depuración.

Los tres cuartos del volumen interior de los filtros, están llenos de carboferrita comprimida en cada compartimento entre telas metálicas perforadas, que tienen por efecto impedir el arrastre de la materia filtrante bajo la presión del aire y permitir la rápida limpieza de los filtros que se obtiene por invertimiento de la corriente de agua que los atraviesa. Cada filtro está provisto de una válvula de admisión del agua é indicadores de nivel de este líquido y de presión del aire. El agua tratada en esta instalación es muy ferruginosa (14 milígramos de óxido de hierro por litro), no obstante lo cual viene funcionando desde hace ocho años con completa regularidad, calificando el Laboratorio de Higiene pública las aguas así purificadas como «en primera fila entre las más puras».

(1) «La purification de l'ean potable et l'epuration des eaux d'egout et des eaux residuaires par voie biologique» rapport de M. A. de Paulígni. Compte rendu des travaux du II Congrès international d'assainisement et salubritè de l'habitation, 1906.

En la instalación de Bedfort que es del propio sistema, al salir de los filtros las aguas atraviesan un lecho de arena por intermedio de un aparato percolador ó Sprinkler rotativo idéntico á los descriptos al tratar de la depuración forzada de aguas residuales. Elimínase en los filtros Candy la totalidad del óxido férrico en suspensión y del hierro disuelto, transformando el agua bruta impotable, en otra clara, limpia é intachable.

La purificación de las aguas de río que rara vez no están contaminadas, hácese en filtros sin presión ó sea por el paso á la presión ordinaria de las aguas á tratar á través de capas de arena y de carboferrita dispuestas por lechos en las cámaras de depuración en las que el líquido desciende por su peso.

La instalación de purificación de las aguas del Támesis en Egham á 25 kilómetros de Londres, se considera como un tipo perfecto de este sistema de depuración de aguas superficiales. A ella el agua bruta llega turbia, fangosa, de color amarillento pronunciado, y sale clara, limpia y depurada bacteriológicamente. Los lechos son seis, verificándose en el primero la separación de los cuerpos extraños é impurezas sólidas (grava, hojas, restos de madera, etc. Desde éste pasa á un depósito desde el que se dirige á los tres primeros lechos, que son descubiertos y están llenos de grava y arena, sufriendo en ellos una depuración parcial, que se continúa en los lechos restantes de carboferrita de 0,75 á 0,80 metros de espesor dispuesta sobre una capa de grava y recubiertos de otra de arena cuya finura de grano se determina por experiencias previas. La filtración se opera á razón de 130 metros cúbicos de agua por 24 horas y metro cuadrado de superficie de lechos de carboferrita, en una masa total de 6.810 metros cúbicos diarios.

La bondad del sistema Candy estriba como se vé, principalmente, en las cualidades de la carboferrita, que es un material insoluble, duro, absorbente, muy resistente y que no produce herrumbre ú orín, condiciones que según el eminente químico de Manchester Sir Henry Roscœ, hacen de ella una excelente materia filtrante, opinión confirmada por Mr. Walker, director, durante doce años, de la fábrica purificadora de aguas de Reading.

Del grado de purificación que se alcanza con el sistema Candy dan justa idea los análisis que siguen practicados por el Dr. Threst, director del Laboratorio químico bacteriológico del «London Hospital» con aguas del río Kennet filtradas en la fábrica de Reading.

Análisis químico.

100.000 partes encierran: ($^1/_{100000}$ corresponde á 10 mgs. por litro de agua).

	Antes de la filtración.	Después de la filtración.
Resíduo seco total á 180° C.	28,9	32,8
Cloro	1,3	1,3
Equivalente en cloruros	2,1	2,1
Ázoe nítrico	0,23	0,4
Ázoe equivalente en nitratos	1,37	2,4
Nitritos	nada	nada
Plomo, cobre, zinc, hierro	nada	nada
Ázoe orgánico	0,214	0,0043
Oxígeno absorbido en 3 horas á 15° C.	0,391	0,124
Dureza	13	

Análisis bacteriológico (medias de 11 análisis).

Número medio de bacterias antes de la filtración.	Dosis medias de bacterias eliminadas por las cámaras.
3.800	98,0
3.600	97,0
2.529	95,0
16.800	98,5
2.900	99,8
2.300	99
1.278	98,4
8.400	99,5
1.500	97,5
14.800	95,4
7.933	98,2

El agua al salir de las cámaras de carboferrita, hácese constar en el certificado de análisis, que de turbia é impropia que era para los usos domésticos, conteniendo una gran cantidad de materias orgánicas, está transformada en limpia, y no encierra más que una cantidad ínfima de materia orgánica, debiendo ser clasificada entre las de una gran pureza. El paso á través de la carboferrita ha producido—se agrega—una mejora extraordinaria; la casi totalidad de la materia orgánica ha sido oxidada y transformada en nitratos; «la dureza ha aumentado, sin embargo, pero una cantidad insignificante; esta agua es excelente».

En una memoria sobre *Purificación de aguas potables en Inglate-*

rra (1), M. L. Grandeau, después de extenderse en demostrar «la superioridad sobre todos los demás procedimientos, del sistema bacteriológico de Frank Candy», termina diciendo: «La aplicación de los procedimientos de este distinguido ingeniero, ha producido *una verdadera revolución*, en el tratamiento de las aguas de alimentación, cuyo alcance he podido apreciar en reciente excursión del otro lado del canal de la Mancha».

Agregaremos que esos procedimientos aplícanse en su esencia igualmente á la depuración de aguas residuales, que se someten á la percolación, de la que ya nos ocupamos.

Filtros de arena no sumergida.—La primera idea de efectuar la filtración sobre arena, sin anegar, ésta en el agua á filtrar, parece fué expuesta por Mr. Thiem en 1888 y aplicada poco después en Suecia por Mr. Nichert en Gothembourg y Uddarella. Poco más tarde, el ingeniero de minas Mr. León Janet, fundándose en la observación de que los manantiales procedentes de terrenos arenosos dan siempre agua muy pura, aunque son irregulares en su gasto, propuso á los ingenieros de la Ville de París efectuar un ensayo de filtración de aguas potables sobre una extensión de terreno arenoso descansando sobre capa impermeable, en la cual debería practicarse con esa agua una especie de epandage, ó riego, con lo que se recogería poseyendo las cualidades ordinarias de los manantiales brotando en terrenos arenosos.

La proposición de Janet fué rechazada; pero el Dr. Miquel la creyó tan digna de estudio, que comenzó una serie de experiencias en el Laboratorio de Bacteriología de la Ville de París (que dirige) secundado por el Dr. Monchet, jefe del mismo, y del propio Janet, las cuales le dieron inmediatamente resultados tan superiores á los de los filtros ordinarios de arena, que el sistema fué objeto de una comunicación de Mr. Monchet á la Academia de Ciencias, y de ensayos más en grande, á los que se prestó de buen grado el alcalde de la Ville de Chateaudum, deseoso de mejorar la calidad de sus aguas. Estas experiencias, practicadas sobre la base de las indicaciones del Dr. Miquel con un filtro de 16 metros cuadrados y 1,20 metros de espesor de arena, duraron desde el mes de septiembre de 1905 hasta el de mayo de 1907, y fueron de tal modo concluyentes, que la Municipalidad aprobó la aceptación del sistema, construyéndose una instalación para purificar 800 metros cúbicos en veinticuatro horas; los *filtros de arena no sumergida* comienzan desde entonces á ensayarse por otras capitales francesas (Ruen ha instalado uno de 20 metros cuadrados, la Ville de París otro de 100 metros cuadrados), en-

(1) Inserta en el número de Enero de 1905 del *Bulletin de la Societé d'encouragement pour l'industrie nationale.*

sayos en los que toma parte muy interesante el Cuerpo de Ingenieros militares, que ha montado pequeñas instalaciones en Laghouat y Oudjda (Algería) y en el cuartel de Latour-Maubourg en París (1).

Nada refleja mejor el altísimo valor higiénico de los filtros que nos ocupan, que los resultados de los análisis practicados por el Laboratorio del Consejo Superior de Higiene de Francia con el agua filtrada en la instalación experimental de Chateaudum á que antes nos referimos (filtros de 16 metros cuadrados de arena fina de Fontainebleau: gasto 2,5 metros cúbicos por veinticuatro horas y metro cuadrado):

Análisis bacteriológicos
practicados desde el 21 de noviembre de 1905 al 15 de mayo de 1906.

Dr. Pouchet, Director.—Agua contaminada de manantial.

Fechas del análisis.	AGUA BRUTA		AGUA FILTRADA	
	Número de gérmenes por cm.³	INVESTIGACIÓN sobre 110 cm.³ de especies sospechosas.	Número de gérmenes por cm.³	Investigación sobre 110 cm.³ de especies sospechosas.
21-11-1905	1.498	Bacterias pútridas: Bacillus colli..	4	Nada.
27-11-1905	1.918	Idem.....	6	»
14- 1-1906	300	Idem.....	3	»
5- 1-1906	1.130	Idem.....	2	»
12- 1-1906	970	Idem.....	3	»
19- 1-1906	1.029	Idem.....	4	»
29- 1-1906	1.481	Idem.....	3	»
5- 3-1906	1.368	Idem.....	5	»
12- 3-1906	931	Idem.....	4	»
19- 3-1906	1.847	Idem.....	5	»
26- 3-1906	295	Idem.....	2	»
2- 4-1906	293	Nada.....	4	»
9- 4-1006	413	Idem.....	4	»
18- 4-1906	2.404	Idem.....	5	»
24- 4-1906	238	Colli bacillo.....	1	»
1- 5-1906	273	Idem.....	2	»
8- 5-1906	356	Idem.....	3	»
15- 5-1906	577	Bacterias pútridas: Colli bacilo....	2	»

(1) La bibliografía de tan reciente sistema de filtración estaba reducida á artículos insertos en los *Anales del Observatorio de Montsouris* (1906), números del 12 y 19 de enero de 1807 de la *Revue Scientifique, Compte rendu des travaux de Laboratoire du Conseil Superieur d'Hygiéne* (1906) y *La Technique Sanitaire*, de Bruselas (mayo 1908), en los que se daba cuenta más ó menos detallada de las experiencias de Mr. Miquel; pero en agosto de 1908, la casa H. Dunod, de París, ha editado un precioso trabajo de Mr. *Louis Baudet* (Deputé et Marie de la Ville de Chateaudum, Miembro de la Comisión Superior de Vigilancia de las aguas de alimentación en el Ministerio de la Guerra) titulado *Filtres á sable nou submergé*, en el que magistralmente se describe dicha instalación y detallan los resultados de laboratorio y prácticas en ella obtenidos, y del que con la mayor complacencia extraemos cuantos datos figuran á continuación.

Los análisis bacteriológicos del Laboratorio de Bacteriología de la Ville de París, permiten confirmar el favorabilísimo juicio que informan los anteriores análisis:

Análisis bacteriológicos
practicados desde el 7 de enero al 9 de abril de 1907.

Filtro de 16 m.², arena del Loire pasada al tamiz de malla. 1,5 mm. gasto creciente de 2,5 á 5 m.³ por 24 horas y m.²

Fechas del análisis.	AGUA BRUTA		AGUA FILTRADA		Gasto del filtro por 24 h. y m.²
	Número de gérmenes por cm.³	INVESTIGACIÓN sobre 50 cm.³ del colli bacilo	Número de gérmenes por cm.³	Investigación sobse 50 cm.³ del colli bacilo.	
7- 1-1907	1.065	Colli bacilo	37	Nada.	3,50 m.³
15- 1-1907	5.520	Idem	40	»	Idem.
22- 1-1907	2.355	Idem	15	»	Idem.
29- 1-1907	1.545	Idem	8	»	3 m.³
5- 2-1907	545	Idem	3	»	3,5 m.³
11- 2 1907	1.064	Idem	24	»	Idem.
18- 2-1907	118	Idem	6	»	4 m.³
5- 3-1907	415	Idem	»	»	Idem.
12- 3-1907	2.770	Idem	5	»	Idem.
19- 3-1907	565	Idem	3	»	4,5 m.³
26- 3-1907	1.875	Idem	2	»	Idem.
3- 4-1907	1.455	Idem	1	»	5 m.³
9- 4-1907	575	Idem	13	»	Idem.

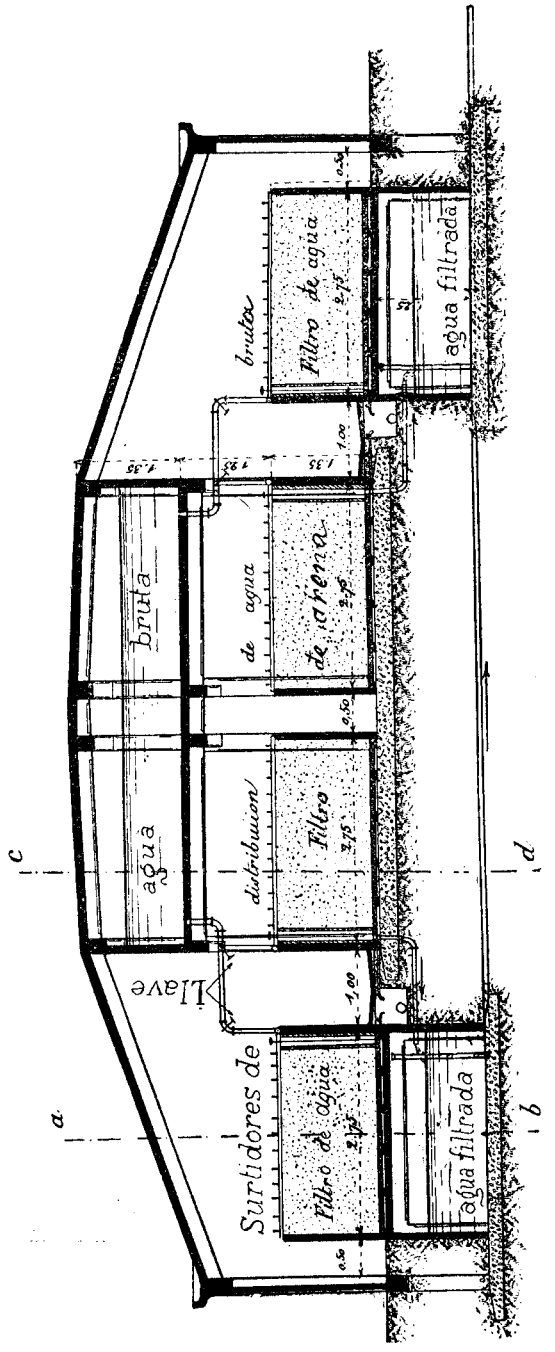
Por si tan admirables resultados no fueran aún bastante halagadores, MM. Miquel et Monchet repartieron sobre la superficie de estos filtros cultivos puros de Bacillus colli, de vibrión del cólera y bacilo de la putrefacción, sin que jamás los encontraran en el agua filtrada.

Aparte de tan sujestivos resultados bacteriológicos, los filtros de arena no sumergida tienen sobre los ordinarios las ventajas importantes de permitir un gasto doble con toda eficacia (hasta cinco metros cúbicos por veinticuatro horas y metro cuadrado de filtro), y producir una economía respetable en el coste de instalación, en razón de la menor presión del agua sobre las paredes del filtro, cuyas paredes resultan prácticamente impermeables á mucho menor precio, toda vez que en esta clase de filtros el agua lejos de producir con su masa empuje sobre las paredes, motiva una aspiración al recorrer en filetes finísimos los conductos capilares de la arena.

La instalación construída para filtrar el agua destinada á la alimentación de Chateaudum, responde á las exigencias y conveniencias siguientes:

Necesidad de asegurar una visita fácil de los aparatos de repartición del agua sobre la arena, y de mantener un gasto prácticamente uniforme, conveniencia de cubrir los filtros para evitar el nacimiento y crecimiento de algas y otras vegetaciones y de una agrupación especial de los aparatos para aprovechar el terreno disponible. Las aguas proceden de manantial estando siempre limpias, no necesitándose por ello la previa clarificación, pudiéndose, en consecuencia, prescindir de los filtros clarificadores. Esta misma limpieza aleja todo temor de que la superficie de los filtros de arena no sumergida pueda colmatarse con los barros y materias en suspensión que frecuentemente arrastran las aguas, pero por la dosis que contienen de cal (grado hidroti-

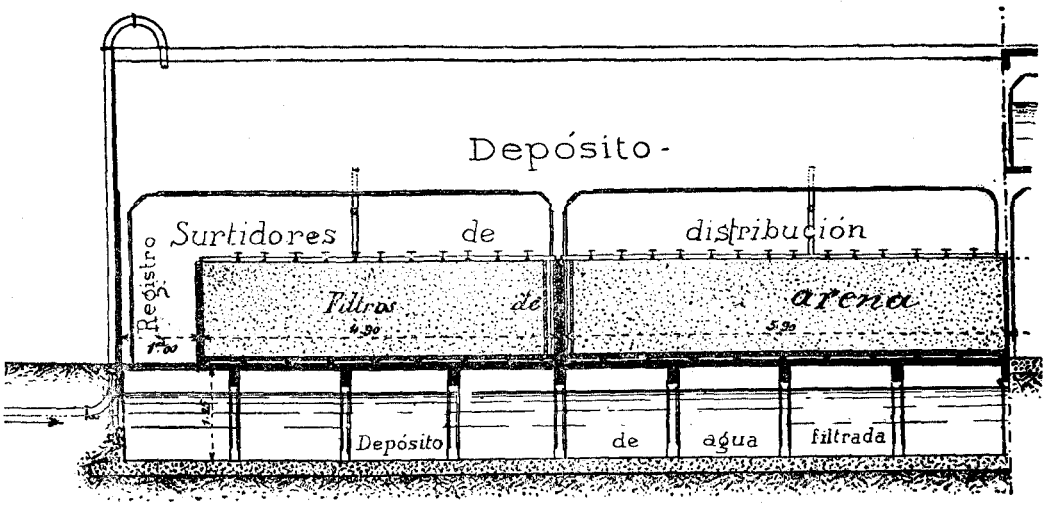
INSTALACIÓN DE FILTROS DE ARENA NO SUMERGIDA, EN CHATEAUDUM (FRANCIA)



Corte transversal.

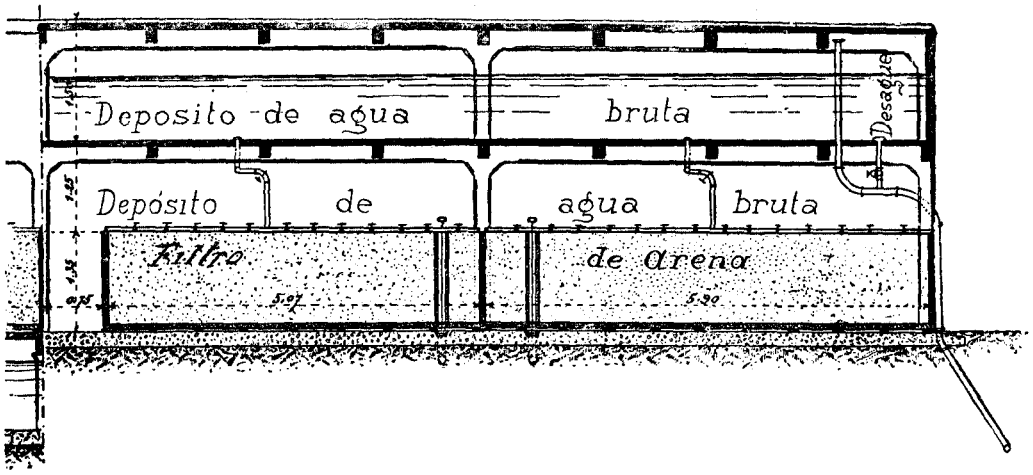
Fig. 212.

INSTALACIÓN DE FILTROS DE ARENA NO SUMERGIDA, EN CHATEAUDUM (FRANCIA)



Corte vista por *a-b*.

Fig. 213.



Corte longitudinal por *e-d*.

Fig. 214.

métrico 25°) se produce al cabo de algunos meses de funcionamiento un ligero endurecimiento de la superficie irrigada, formándose una costra de algunos milímetros (15 á 30), que conviene elevar cada año. Los cálculos

de la instalación se han hecho para un gasto de 500 metros cúbicos por veinticuatro horas en invierno y 800 en verano, permitiendo en invierno alternar los períodos de ocho horas de trabajo con los de descanso de igual duración, y en verano descansos de cinco horas en cada período de trece de trabajo.

Conforme manifiestan las figuras 212 á 214 los depósitos de agua bruta se han colocado sobre algunas cubas, de las que forman los filtros de arena (las centrales) y los de agua filtrada bajo los fil-

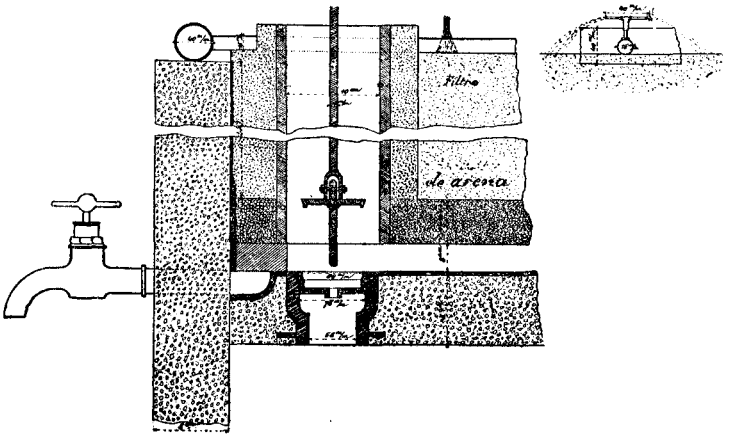


Fig. 215.

tros laterales, habiéndose aceptado tal disposición para repartir convenientemente las presiones sobre el terreno, bastante falto de homogeneidad.

Los filtros de arena en número de 16, ocupan una superficie de unos 250 metros cuadrados, estando dispuestos en cuatro filas paralelas separadas por pasillos de 1 metro de anchura y por tabiques transversales dentro de cada fila. Quedan así en cada una de éstas, cuatro cubas de 6 metros de longitud por 2,75 de anchura constante, en las que la masa filtrante alcanza una altura de 1,25 metros. El fondo de estas cubas está formado por una losa filtrante de hormigón magro de 0,05 metros de espesor, 0,55 de longitud y 0,50 de anchura (fig. 215), descansando por sus ángulos en ladrillos colocados de plano sobre el zampeado, que tiene una pendiente regular hacia uno de los ángulos, donde se encuentra el orificio de vaciado del agua filtrada que desde aquél se conduce por tubería á los depósitos. Este orificio de salida está provisto de válvula maniobrada por una varilla desde lo alto del filtro, y una llave permite

extraer el agua filtrada para los análisis, cerrando previamente dicha válvula, con lo cual las 16 cubas son independientes una de otra, pudiendo el agua que proporcionan ser recogida ó evacuada según convenga. Digamos de una vez para siempre, que tanto estas cubas-filtros como los depósitos de agua lenta y filtrada, y las losas de drenaje y cimentaciones de toda la instalación y cubierta, son de cemento armado, material de ventajosísimo empleo en esta aplicación. La masa filtrante está constituída por una capa de arena del Loire, lavada y pasada por el tamiz de 1,5 milímetros de lado de malla, habiéndose necesitado 600 metros cúbicos de arena bruta para obtener los 320 de arena que llevan en total los filtros, los cuales ocupan 250 metros cuadrados.

El depósito de agua bruta mide 24 metros de longitud por 6 de anchura por 1,35 de altura, lo que da una capacidad de 200 metros cúbicos y descansa, por intermedio de 20 pilares, sobre el techo de las dos filas centrales de cubas; tiene una pendiente doble de 0,02 por metro, sirve de cubierta á parte de la instalación, y lleva, agujeros de hombre para las limpiezas, indicadores de nivel, etc.

Los depósitos de agua filtrada, de 24 metros por 2,75 por 1,25, están colocados bajo los filtros laterales, descansando directamente sobre las losas de cimentación.

La distribución de agua sobre la superficie de los filtros (disposición que constituye la principal característica del sistema) está formada por una serie de tuberías (la mayor de 0,60 metros de diámetro) que conducen el agua bruta desde el depósito superior (al que se eleva desde la canalización por medio de bombas) hasta la superficie de los filtros, encima de cada uno de los cuales hay 14 de estos tubos paralelos de 0,015 metros de diámetro interior, llevando cada uno alternativamente 11 y 12 bocas dobles desmontables; hay, pues, 322 surtidores de agua igualmente repartidos sobre los 16 metros cuadrados de cada filtro, correspondiendo 20 surtidores por metro cuadrado, y sumando, en total, 4.968 sobre toda la superficie del filtro (1).

Nada más fácil que seguir la marcha del agua en estos filtros: desde el depósito de agua bruta pasa por la serie de tuberías de distribución, vertiendo en filetes finísimos sobre la superficie de los filtros por los surtidores uniformemente repartidos, recorriendo la masa filtrante y saliendo por el drenaje del fondo á las tuberías que

(1) No insistimos sobre los múltiples detalles de esta instalación, que pueden estudiarse en la ya mencionada obra de Louis Baudet, donde figuran con toda claridad.

la conducen á los depósitos inferiores donde, una vez filtrada, se almacena.

Si la práctica confirma los *sorprendentes* resultados hasta ahora obtenidos en esta instalación y en los Laboratorios con los filtros «de arena no sumergida» (filtros bacteriológicos), no hay duda se habrá dado un gran paso en la higiene del agua de alimentación.

XXIV

ESTERILIZACIÓN

La verdadera inocuidad de un agua sólo se asegura con la esterilización, que destruye la totalidad de los gérmenes; la filtración reduce el número de microbios, constituyendo, en consecuencia, una esterilización imperfecta (siempre con las reservas debidas sobre el porvenir y resultados de los filtros esterilizadores de arena sumergida).

Teóricamente llégase á la esterilización de un agua:

1.° Por procedimientos químicos (empleo de ciertos productos).

2.° Por procedimientos físicos (acción del calor).

3.° Por procedimientos eléctricos (ozonoficación).

1.° Esterilización química.—De todos los compuestos químicos, el que parece ofrecer sobre el agua una acción oxidante, destructora de las bacterias y reductora de la materia orgánica, más enérgica, es el peróxido de cloro, gas obtenido por la acción del ácido sulfúrico sobre el clorato de potasa; ó también por electrolisis del agua del mar. En 1898 Mr. Bergé practicó serias experiencias demostrativas de dicha acción del peróxido de cloro, y previos informes técnicos respetables, el 1899 empleábase el procedimiento para la esterilización de las aguas potables de Lectoure y Ostende.

Los resultados bacteriológicos obtenidos en dichas capitales son muy satisfactorios, pues con 0,369 gramos de peróxido (correspondientes á 1 gramo de clorato) por metro cúbico de agua á tratar, el número de bacterias en centímetro cúbico contenidas, que era de 20 á 30.000 antes de la filtración y de 3 á 4.000 después de la filtración, se reducía á *6*, por la acción del peróxido de cloro, siendo éstas de naturaleza inofensiva (bacillus subtilis), disminuyendo al propio tiempo en la proporción del 50 al 60 por 100 la materia orgánica.

La circunstancia de ser explosivo el gas peróxido de cloro, y el reparo que se ha puesto al sistema de dar lugar á la formación en el agua de hipocloritos y cloratos muy ofensivos para las conducciones metálicas y especialmente para las tuberías de plomo, han sido la causa de que el empleo de dicho producto para la esterilización en grande no se extienda.

2.° Esterilización por el calor.—El inmortal Pasteur patentizó el hecho que el agua á los 100 grados perdía una gran parte de los gérmenes que contenía, y que ningún microorganismo vivo resistía temperaturas que llegasen á 120 grados. Desgraciadamente, la utilización del calor para esterilizar el agua, no sólo es medio únicamente aplicable á pequeños

volúmenes por el coste del combustible, sino que disminuye las condiciones de potabilidad, pues la priva de parte del aire disuelto, ácido carbónico y carbonatos útiles, haciéndola indigesta y nada agradable al paladar. Hirviendo el agua (lo que supone un gasto medio de una peseta por metro cúbico) durante diez á veinte minutos, sólo subsisten un promedio del 5 por 1.000 de gérmenes, generalmente saprofitos ó no perjudiciales, que mueren entre los 110 y 120 grados; pero la materia orgánica no se destruye, y el agua guarda un medio de cultivo favorable á una nueva repoblación microbiana; es preciso, por lo tanto, filtrarla previamente, ó cuando menos, clarificarla. Para reducir en parte aquéllos defectos, y en especial la pérdida de gases disueltos, se construyen aparatos esterilizadores del agua bajo presión á altas temperaturas, que dan agua bacteriológicamente pura, conservándola prácticamente sus propiedades de sabor, dosis de gases y sales disueltas, limpieza y frescura.

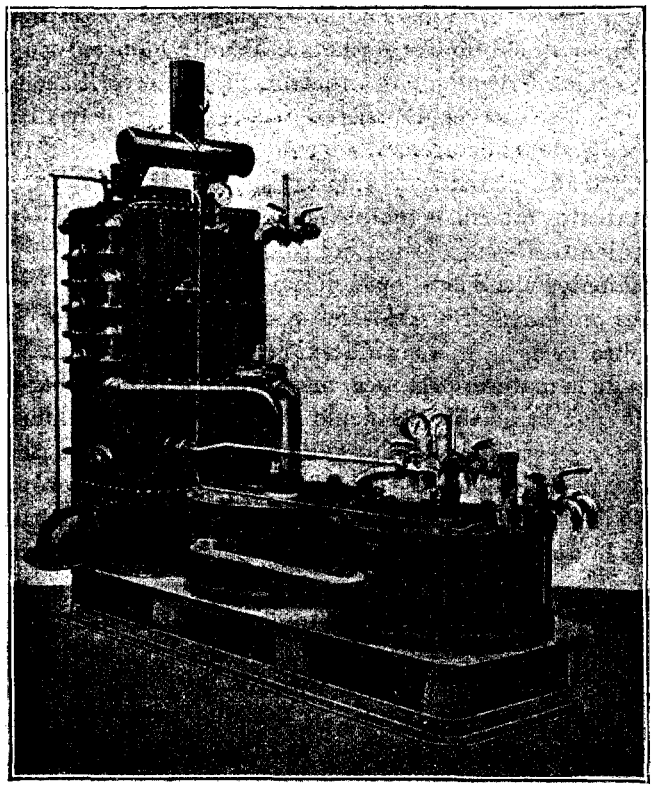


Fig. 216.

Estos aparatos denominados esterilizadores, son muy útiles en Sanatorios y Hospitales, únicos sitios donde en realidad se aplican por el elevado coste que su empleo supone. Un modelo muy en uso es el «Salvator» (figs. 216 y 217), que en esencia consta de una caldera de vapor á baja presión y de uno ó varios recuperadores de temperatura. En el interior de la caldera hay un serpentín por el que circula el agua, el cual, al

estar rodeado de vapor, eleva la temperatura del líquido hasta 110 grados. Los recuperadores están constituídos por dos hojas metálicas arrolladas concéntricamente y dejando entre sí dos conductos idénticos, por uno de los cuales circula el agua fría que sigue su camino hacia la caldera, y por el otro el líquido ya caliente que del serpentín de la caldera regresa, estableciéndose así el contínuo movimiento circulatorio del agua en sentido inverso, durante el que se opera, á través de la hoja metálica, el cambio de temperatura. Las dos canalizaciones están abiertas, la una por

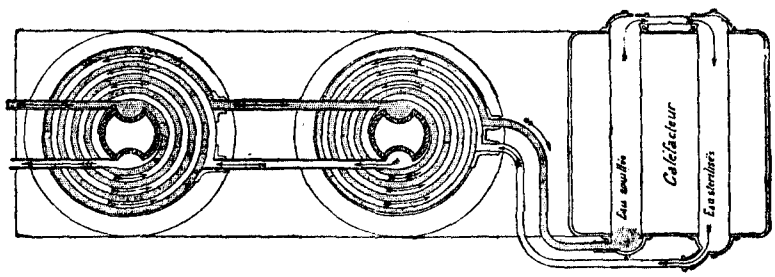


Fig. 217.

la parte superior y por la inferior la otra para facilitar la limpieza, cerrándose durante el funcionamiento del aparato por medio de juntas de caucho y platillos de fundición.

La economía de combustible que con ese movimiento circulatorio se consigue es tan grande, que el gasto para un aparato de 1.000 litros se reduce á 0,11 pesetas metro cúbico como promedio, y además se consigue que el agua ya esterilizada, al ceder su calor á la fría de entrada, salga á temperaturas entre 20 y 25 grados. La temperatura alta (110 grados) que hay que obtener sin provocar la ebullición, exige en el agua una presión mínima de 10 metros en el conductor que alimenta el esterilizador.

Las bonísimas condiciones higiénicas del agua esterilizada en los aparatos á presión y previamente filtrada, hacen el uso de los esterilizadores para pequeños volúmenes de agua, y muy especialmente en tiempo de epidemias en extremo recomendable.

El Ejército inglés tiene adoptado un modelo de esterilizador de aluminio, que por su poco peso permite el fácil transporte en campamentos y maniobras. Consta (fig. 218) de la caldera *C*, cilindro *B* y serpentines *A*, que encierran en su interior un tubo de menor diámetro. El agua bruta entra en el aparato por el tubo *D*, recorre de abajo á arriba el serpentín inferior pasando de éste al otro serpentín (de mayor diámetro), por el que desciende para entrar en el cilindro *B* por *E*, y salir por *F* desde

donde tiene acceso á la caldera. Elevada en ésta la temperatura del agua, asciende el líquido por *G* y vuelve á entrar por *H* en el cilindro donde recorre 37 tubos verticales en él dispuestos, saliendo por *K* al serpentín más interior y ya esterilizada por el grifo *M*. De este modo, el agua fría que penetra en el aparato, se caldea en el serpentín bajo la acción de la que sale del cilindro enfriando á ésta.

Repetimos que es altamente beneficioso, no sólo el uso de estos aparatos esterilizadores, sino hasta la sencilla práctica muy recomendable de hervir el agua en los hogares domésticos, pues á los 100 grados que alcanza en la ebullición mueren ya gran número de bacterias, consiguiéndose la esterilización, aunque incompleta.

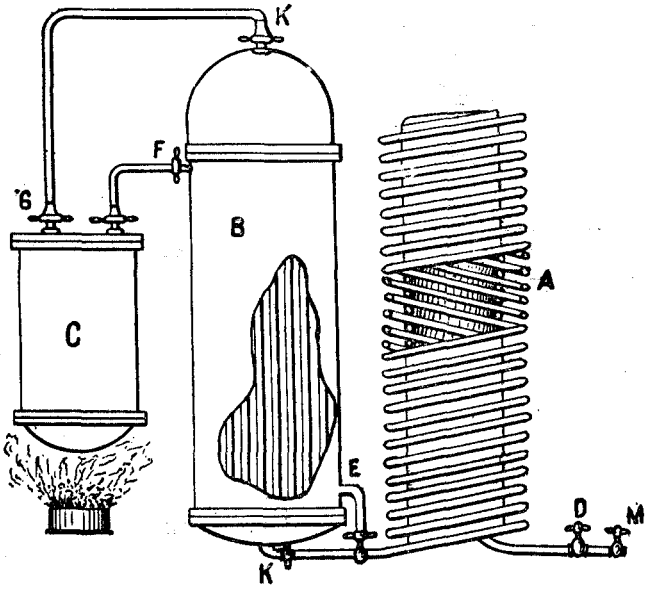


Fig. 218.

3.° Esterilización por el ozono (ozonificación ú ozonación). — Los procedimientos eléctricos de esterilización del agua nacen el 1888 con la patente del doctor Leed, fundada en someter ésta á la acción de los gases desprendidos al efectuar su descomposición electrolítica. Más modernamente, Mr. Wolf ensaya con las aguas potables de Nueva York un procedimtento basado en utilizar la acción de los gases (hipoclorito de sodio y peróxido de sodio) originados al producir la electrolisis en una solución del 2 al 3 por 100 de sales marinas. Este líquido esterilizado que se denomina «electrozono», es el que se mezcla con el agua á esterilizar en una proporción de 1 á 5.833. Ningún procedimiento de esterilización por la electricidad dió resultados prácticos hasta que se hizo intervenir el ozono, dando lugar á los sistemas de ozonificación ú ozonación, aplicables ya con bellos resultados á la esterilización lo mismo en grande que en pequeño de las aguas potables. La solución es novísima y de

porvenir tan brillante, que no dudamos en ocuparnos de ella con relativa extensión, puntualizando sus ventajas y condiciones higiénicas.

El ozono es un estado molecular especial del oxígeno; es el oxígeno, que al electrizarse aumenta notablemente sus propiedades comburentes y bactericidas. Este gas, tuvo la feliz idea, en 1891, el Dr. Fröhlich, Director de la Sociedad Electro-química de Berlín, de aprovechar para la esterilización del agua. Los ensayos en dicha fecha iniciados con auxilio de la conocida casa Siemens-Halske por los Dres. Fröhlich y Ohlmüller. demostraron que la mezcla del agua con el aire ozonizado á un grado de concentración conveniente, hacía el agua aséptica y destruía una gran parte de la materia orgánica.

A partir de tales pruebas, las experiencias se han multiplicado; análisis químicos y bacteriológicos han sido efectuados por los Laboratorios más afamados, y la ozonificación del agua se ha convertido en problema industrial, ventajosamente rasuelto, gracias al desarrollo de las instalaciones eléctricas y á que la materia prima, el aire de donde el ozono se extrae, nada cuesta.

La preparación industrial del ozono se efectúa por medio de efluvios eléctricos, obtenidos haciendo pasar una corriente de alta tensión entre dos polos yustapuestos á cierta distancia uno de otro; el aire que circula por entre esos polos, transforma, por la acción del efluvio, parte de su oxígeno en ozono. La tensión conviene elevarla todo lo posible; hasta 9.000 voltios, el ozono se produce en cantidades insignificantes, de 9 á 13.000 voltios la producción se eleva irregularmente, y de 13 á 40.000 parece crecer proporcionalmente al cuadrado de la diferencia de potencial entre las dos armaduras, hasta el extremo de que á 41.000 voltios la producción de ozono ha sido 9,9 veces mayor que á 13.000. La temperatura del aire influye poderosamente en la formación del ozono por descomponerse este cuerpo por el calor; la producción es nula á 6 grados; sube desde 6 hasta 24 grados, y vuelve á descender á partir de este límite si la temperatura aumenta. Interesa también notablemente, desde el punto de vista económico, activar la circulación del aire; es decir, que conviene mucho más enriquecer débilmente el oxígeno que tratar de forzar este factor, pues para transformar en ozono, por ejemplo, 7 gramos de oxígeno por metro cúbico de aire, se gasta como 70 veces más fluído que para obtener del mismo volumen 5 gramos.

El agua ozonada, ó sea, mezclada con el ozono, tiene un olor especial que á los pocos momentos desaparece, y lejos de ser pesada, indigesta y poco agradable al paladar como la esterilizada por ebullición, adquiere cierta ligereza muy satisfactoria al gusto y absolutamente en nada reduce ninguna de las condiciones de potabilidad.

No se necesita, pues, para esterilizar las aguas por el ozono, ó sea

para obtener la ozonación de las aguas, más que una corriente de alta tensión, ya que el aire nos proporciona gratuitamente con toda la abundancia que queramos el oxígeno, que bajo la acción de aquélla ha de cambiar su estado molecular, transformándose en ese gas ozono, cuyo olor se percibe claramente en los días de fuertes tormentas, á los pocos instantes de observarse en la atmósfera descargas eléctricas.

El gasto del fluído que la operación exige es pequeño; la instalación según hemos podido comprobar en nuestra visita á las dos fábricas de experimentación en París montadas, es muy sencilla, el coste de la esterilización es, por consiguiente, muy bajo, quedando al alcance de empresas y particulares.

El fenómeno que se opera en la ozonización no puede ser más singular, pues mientras experiencias del Office Sanitario imperial alemán demostraron en 1891 de modo concluyente que en el estado seco el ozono no produce efecto sobre los microbios, hoy está fuera de discusión que este mismo ozono los destruye cuando están contenidos en el agua, á condición de que si este líquido se halla muy cargado de materia orgánica ó de substancias oxidables inertes, se opere la oxidación y reducción preliminar en estas materias. Los informes presentados y opiniones emitidas sobre la acción benéfica del ozono, por el servicio micrográfico del Observatorio de Montsouris, por las Facultades de Medicina de París y Lyón, por el Comité consultivo de Higiene pública de Francia, por los Institutos Pasteur de París y Koch de Berlín, y otros varios centros técnicos, comprueban las anteriores indicaciones, permitiendo resumir la acción del azono sobre el agua en los párrafos siguientes, que tomamos de los *Anales del Instituto Pasteur*:

«Primero. Todos los microbios patógenos ó saprofitos contenidos en el agua, son perfectamente destruídos por el ozono.

Segundo. La ozonización no lleva en sí ningún elemento extraño perjudicial á la salud de las personas llamadas á hacer uso de las aguas ozonadas. Por el contrario, las aguas sometidas á dicho tratamiento están menos expuestas á las contaminaciones ulteriores.

Tercero. El empleo del ozono presenta la ventaja de airear enérgicamente el agua, haciéndola más sana y agradable para el consumo, sin arrebatarla ninguno de sus elementos minerales útiles.»

Pueden servir de complemento á estas conclusiones las siguientes, votadas en la Asamblea de higienistas alemanes, reunida en Dresde en Octubre de 1903, á propuesta del Dr. Ohlmüller:

«Los cambios producidos en la calidad de las aguas por el tratamiento por medio del ozono son en realidad mejoras, de las cuales es la más importante la destrucción de las bacterias. Siguen á ésta la reducción

de la cantidad de materias disueltas y transformación de los compuestos nitrosos en nítricos, lo que conduce á una mejora en el gusto y la transformación del ozono disuelto en el agua en oxígeno (que se realiza al cabo de quince á veinte segundos), con lo que se aumenta la dosis de este gas.»

A partir de las experiencias del Dr. Fröhlich el 1891, los progresos de la ozonización son evidentes; dos años más tarde el baron de Tindall aplicaba el ozono para la esterilización de las aguas contaminadas del Rhin, y en 1895 presentaba en la exposición de Higiene de París una pequeña instalación capaz de esterilizar 2 metros cúbicos por hora. Mres. Marnier y Abraham y Mr. Otto continuaron en Francia estas investigaciones y por otra parte imitó su ejemplo la referida casa Siemens en Alemania.

El sistema Marnier y Abraham, alcanzó valor práctico el 1897, construyéndose con arreglo á él en 1898, la fábrica de Lille capaz de tratar 3.000 metros cúbicos diarios de agua, y desde esta fecha la ozonación entra en el terreno industrial, dedicándose hoy á la explotación en Europa de este nuevo adelanto que la higiene acoge con aplauso incondicional, *La Compagnie de l'Ozone* (sociedad anónima fundada en París por el Dr. Otto, la cual adquirió las patentes Marnier Abraham), la Sociedad «Sanudor», que utiliza la patente del conde de Frise, de París (sistema derivado del procedimiento Tindall), y la conocidísima casa de Siemens-Halske de Berlín, que ha perseverado en los ensayos iniciados el 1891 por los Dres. Fröhlich y Ohmüller.

La Compagnie de l'Ozone explota las patentes Otto, y tiene ya en funciones la importante fábrica de Niza, esterilizando 240 metros cúbicos de agua por hora, y en montaje, entre otras, las de Cosne, Chartres, Dinard, Niágara-falls, Avrance y Paderborn, habiéndose resuelto á su favor el concurso promovido por la Ville de París para la esterilización de las aguas del Sena y del Marne destinadas al consumo (1). La Sociedad francesa, sistema Frise, ha probado durante los seis años que de existencia lleva su fábrica de demostración en los terrenos de la Ville de París en Saint-Maur, la bondad de los resultados que con el mismo se alcanzan; la casa Siemens-Halske montó, con arreglo á su sistema, las grandes instalaciones de Wiesbaden Schirstein y Paderborn, dirigidas por el doctor Erewein, que funcionan normalmente desde hace cinco años, y otras varias de menor importancia en cervecerías y hospitales de Alemania.

(1) Las condiciones que han servido de base para este concurso, los resultados de los detalladísimos análisis durante su duración efectuados, las conclusiones técnicas del mismo deducidas y las experiencias de esterilización de las aguas potables, seguidas por la Ville de París en su fábrica de Saint-Maur pueden estudiarse en un interesantísimo trabajo inserto en los números de agosto y septiembre de 1908, de *L'edilité technique*.

Las tres Compañías mencionadas, acompañan á sus proyectos, numerosos opúsculos y folletos, estudiando en conjunto todos los cuales, se comprueban por modo que no deja lugar á dudas las excelencias de la esterilización eléctrica de las aguas potables por el ozono, poniendo de relieve el análisis detenido de dichos elementos de juicio, las diferencias de detalle que entre los citados sistemas existe (1).

Omitimos la descripción del sistema Marnier Abraham algo anticuado (2) y teniendo en cuenta que las diferencias entre las instalaciones de las Compañías de l'Ozono, Frise y Siemens no son esenciales, nos limitamos por no alargar demasiado este trabajo á describir las del sistema Otto de la Compañía de l'Ozono, por creerlas sinceramente más sencillas y prácticas que las de Frise, en el examen comparativo que de las instalaciones por ambas Sociedades montadas en Saint-Maur (París) pudimos hacer el 1907 sobre el propio terreno (3). Bueno será repetir nuevamente que la beneficiosa acción del ozono sobre las aguas se debe, no á las propiedades químicas de dicho cuerpo oxidante por excelencia, sino á la importantísima cualidad fisiológica de que *ninguna bacteria patógena pueda vivir en una atmósfera de ozono.* Deducese de aquí, y experiencias numerosas lo han confirmado, que no ejerciendo acción el ozono sobre los cuerpos en suspensión en las aguas ni sobre su composición mineralógica y ejerciéndola muy limitada sobre la materia orgánica disuelta cuya dosis reduce, pero no anula, precisa *combinar la esterilización con la filtración* (operando ésta antes que aquélla), siempre que las aguas á purificar contengan impurezas en suspensión ó disueltas, ó substancias orgánicas en dosis elevada. Conviene citar, para puntualizar tan interesante extremo, las siguientes conclusiones:

1.° El grado de impureza de las aguas y su riqueza en materias orgánicas disueltas juega un gran papel, desde el punto de vista de la ozonización.

2.° El ozono tiene una acción destructora potente sobre las bacterias suspendidas en el agua, siempre que esta agua no esté contaminada por substancias orgánicas en demasiado grande cantidad. El resultado es el mismo cuando la masa de materias orgánicas inertes es preliminarmente oxidada hasta cierto límite por el ozono.

(1) Muy recientemente acaba de establecerse en París (13, rue Theophile Gautier) otra nueva Sociedad, *La Sanitas ozone*, para explotar los aparatos ozonizadores sistema O. Patin.

(2) Inserta en el número de 25 de mayo de 1907 de la *Energía Eléctrica.*

(3) La sociedad que explota el sistema «breveté» De Frise tiene su bureau en París (rue de Louvre 38), y la Compañía Anónima Española de Electricidad, Siemens Schucker (sección Siemens-Halske A. G. de Berlín) su domicilio social en esta corte (Huertas 11 y 12). Ambas facilitan toda clase de datos para redactar estudios y proyectos de esterilización del agua por el ozono. La representación en España de la Compagnie de l'Ozone está á cargo de los Srs. Berthier y Ruiz (Victoria 5 Madrid).

Para poder apreciar hasta qué punto ejerce influencia la dosis de materia orgánica, indicaremos que el Dr. Ohlmüller, operando primero con aguas fuertemente diluídas dando 67,8 milígramos de permanganato por litro, al cabo de diez minutos de estar sometida á la acción del aire electrizado conteniendo 95,8 milígramos de ozono, observó se había desembarazado del 70,8 por 100 de los bácilos tíficos que en ella se habían introducido; segundo, en la misma agua, no dando más que 21,7 milígramos, perdió el 99,9 por 100 de los microbios coléricos que la infectaban después de haber sufrido durante diez minutos la acción de 85,4 milígramos de ozono; tercero, con un agua de río, dando al permanganato 4,6 milígramos á la cual se habían adicionado bácilos tíficos en la proporción de nueve millones por centímetro cúbico, obtuvo la completa esterilización en cinco minutos por medio de 40,6 milígramos de ozono.

Siempre, pues, que no se trate de aguas de manantial que por atravesar capas subterráneas de arena ó de arcilla que constituyan verdaderos filtros no hagan necesaria la clarificación, habrá que recurrir para obtener ésta, á retener las materias sólidas suspendidas en el agua y reducir la dosis de materia orgánica si aquéllas están contaminadas (por aguas de alcantarilla por ejemplo) á la filtración.

Resulta, en resumen, que el caso general es filtrar las aguas destinadas al consumo y esterilizarlas por el ozono después, y por ello en las pequeñas instalaciones de ozonización propias de hospitales, sanatorios, escuelas, etc., y hasta en las más modestas de casinos, hoteles y casas particulares, lo mismo que en las instalaciones móviles, se asegura la filtración del agua antes de mandarla á los aparatos esterilizadores.

Los aparatos que integran una instalación para ozonizar el agua, pueden clasificarse en tres grupos: 1.°, los destinados á producir el efluvio eléctrico y el ozono haciendo atravesar aquél por el aire atmosférico (aparatos ozonadores); 2.°, los que tienden á obtener la mezcla íntima del aire ozonado con el agua, esterilizando así ésta (aparatos esterilizadores); 3.°, los auxiliares, que aseguran el buen funcionamiento del sistema, tales como los de protección, medida, bombas de aspiración, etc.

El efluvio es sabido se produce por medio de corrientes de alta tensión. Para obtener éstas precisará la mayor parte de las veces efectuar una serie de transformaciones y cambios de tensión que permitan utilizar la corriente eléctrica de canalizaciones ya existentes, lo que puede hacerse siempre ya sea la corriente disponible, contínua ó alterna. Si precisa instalación de fuerza propia, puede usarse un motor de vapor ó de gas, accionando una dinamo que suministre fluído necesario para mover las bombas, y producir previamente transformado, el efluvio.

El aire amosférico es aspirado mecánicamente, y obligado á atrave-

sar el efluvio para cargarse de ozono, y ser aspirado de nuevo y enviado á otros aparatos esterilizadores donde el agua desciende finamente dividida para que la mezcla sea más íntima.

Las distintas patentes explotadas por las diferentes Compañías se refieren á las disposiciones de esos aparatos donde el ozono se produce (ozonadores), y donde se obtiene la mezcla del aire ozonado con el agua (esterilizadores).

Los aparatos del tercer grupo ó auxiliares, permiten vigilar constantemente las condiciones en que las corrientes eléctricas se producen y el funcionamiento de las distintas partes de la instalación, especialmente de las corrientes de aire y agua, evitando al propio tiempo los accidentes á que podría dar lugar el manejo de las corrientes de alta tensión siempre peligrosas.

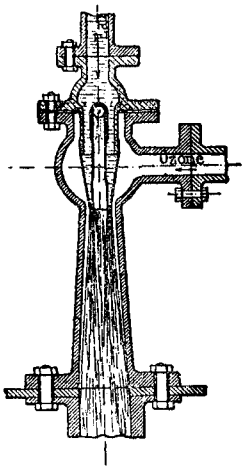


Fig. 219.

Entre las características del sistema *Otto* figuran el tipo especial de emulsor y de columna esterilizadora, tipos que se aplican lo mismo en las instalaciones fijas que en las transportables.

El emulsor es el aparato donde se produce la mezcla del agua á esterilizar con el aire ozonado, mezcla que se hace más íntima, ó lo que viene á ser lo mismo, acaba de operarse en la columna esterilizadora. Este emulsor *Otto* está representado en la figura 219. Lo constituyen dos tubos cónicos, cuyos ejes están en prolongación y cuyas bases distan un milímetro próximamente. El agua llega por la parte superior, encontrándose con sección cada vez más reducida hasta que pasa al tubo inferior, en el que se le ofrece un rápido y progresivo ensanchamiento. El ozono tiene acceso por un tubo lateral mezclándose con el agua en el momento que alcanza en su caída gran velocidad por efecto del cambio de sección; la mezcla es enérgica y la destrucción de los gérmenes que con ella se opera es acompañada de fenómenos de fosforescencia muy marcados. En casos especiales, Mr. Otto aumenta la potencia, de suyo considerable, del emulsor, agregando disposiciones particulares que permiten someter á presión considerable los gases por este emulsor arrastrados, facilitando con ello la disolución del ozono y su acción esterilizante.

La columna esterilizadora consiste en un cilindro (ó un paralelepípedo de base rectangular) de fundición, ó mejor de cemento armado, lleno de materias inertes, que suelen ser generalmente grava menuda ó gravilla, en las $^4/_5$ de su altura. El agua procedente del emulsor, finamente dividida cae sobre la superficie de la grava y desciende por su propio

peso, recorriendo el sinuoso camino por entre los fragmentos de dicho material, hasta ganar el fondo perforado de la columna que descansa sobre un depósito, en el que se recoge el agua acabada de esterilizar durante su trayecto, que en el propio ó inverso sentido recorre el ozono. En las figuras 220 y 221 están combinados el emulsor con la columna esterilizadora; el agua bruta llega en la figura 220 al emulsor por *A* y el ozono por *B*, produciéndose la mezcla dentro de dicho emulsor, y continuando operándose, mientras el líquido recorre la columna y llega al depósito, del que vierte por *D*; el ozono sobrante encuentra por el tubo *C* la salida.

En la figura 221 el agua llega por *A*, mientras que el ozono entra por la parte inferior de la columna (por *B*), recorriendo ésta en sentido ascendente para escapar por el tubo *C*.

Como antes hemos indicado, la «Compagnie de l'Ozone» ha estudiado distintos tipos de instalaciones, las que separadamente y en líneas generales reseñamos á continuación:

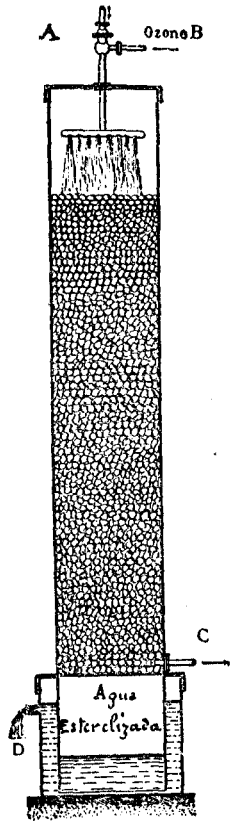


Fig. 220.

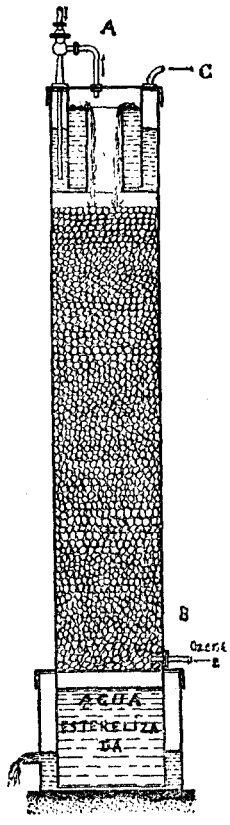


Fig. 221.

Aplicación del sistema Otto á los abastecimientos de poblaciones.—Las instalaciones hechas hasta la fecha por la Compañía del Ozono, son las siguientes: París (fábrica de Saint-Maur), Niza (fábrica de Bon Voyage), Dinard, Chartres, Indret, Cosne, Lille, Paderborn (América), Sulina (aguas del Danubio), Badembaden (Alemania).

Las poblaciones que adoptaron el sistema, y cuyos trabajos están ejecutándose ó preparándose, son: Villefranche, Beaulieu, Saint-Servan, Chantenay, Les Sables d'Olonne, Le Muy.

Instalación de Niza. —Entre todas es realmente interesante la de Niza, y conviene referir algún dato de ella. La fábrica está situada en Mont-Gros, cerca de las canteras de Bon Voyage. La corriente eléctrica trifásica á 10.000 voltios y 25 períodos, de la Compañía *L'Energie*

Electrique du Litoral, sirve para mover la instalación de purificación.

Esta instalación se compone de un transformador, para bajar la tensión á 220 voltios, un motor y un alternador, también á 200 voltios y 500 períodos, un transformador elevador de 220 á 20.000 voltios, canalización del agua, emulsores y generadores de ozono.

El órgano esencial es el generador de ozono, constituído por un dieléctrico cuyos electrodos son cristales de Saint-Gobain, rectangulares, de 7 milímetros de espesor y 70 centímetros de lado. Sobre las caras externas de los cristales se aplican hojas de estaño rectangulares, también de ángulos redondeados y de 50 centímetros de lado. Disposiciones especiales mantienen en circulación una corriente de agua durante la generación del ozono, evitando toda elevación de temperatura, pues teniendo 500 períodos de frecuencia la corriente, entre cada par del generador se producen mil descargas por segundo.

Los transformadores de las bacterías generadoras de ozono tienen bobinas de self-inducción que permiten una regulación perfecta de la producción de efluvios.

El consumo de energía, según diversos ensayos, es de dos kilovatios-hora para 100 metros cúbicos de agua ozonizada, dentro de las condiciones bacteriológicas exigidas en el art. 6.° del contrato, es decir: *que el agua no debía contener, después de ozonizada, ningún germen patógeno, y el máximo de gérmenes indiferentes no podía exceder de diez, á excepción de los inofensivos, y cuyo número sólo podía llegar á ser veinte por centímetro cúbico.*

Para dar idea de la seguridad que la Compañía del Ozono tiene en sus patentes, es indispensable decir que la instalación de ensayo en Niza costó 248.800 francos y en el contrato se estableció la siguiente cláusula: *En el caso de que la mayoría de los informes técnicos estableciera que los resultados obtenidos no correspondían á las garantías prometidas, la Compañía francesa del Ozono se compromete á retirar su material, sin tener derecho á indemnización, y por el contrario, reembolsaría á la Corporación Municipal de Niza todas las sumas que hubiere recibido.* (Art. 13 del contrato).

Representamos en la figura 222 el esquema de la disposición adoptada.

El agua de la canalización llega al acueducto, descendiendo por el conducto inclinado hasta el horizontal, del que la bomba *P* eleva dicho líquido al emulsor *E*, de donde, mezclándose con el aire ozonizado, cae en las galerías esterilizadoras *G*, en forma de chorros que recorren lentamente el camino sinuoso que deja la grava que llena los $^2/_3$ de dicho receptáculo ó columna esterilizadora, y descansa en el fondo perforado de aquélla.

Desde la columna, el agua esterilizada ya, pasa por los vertederos que se ven en la figura al depósito enterrado.

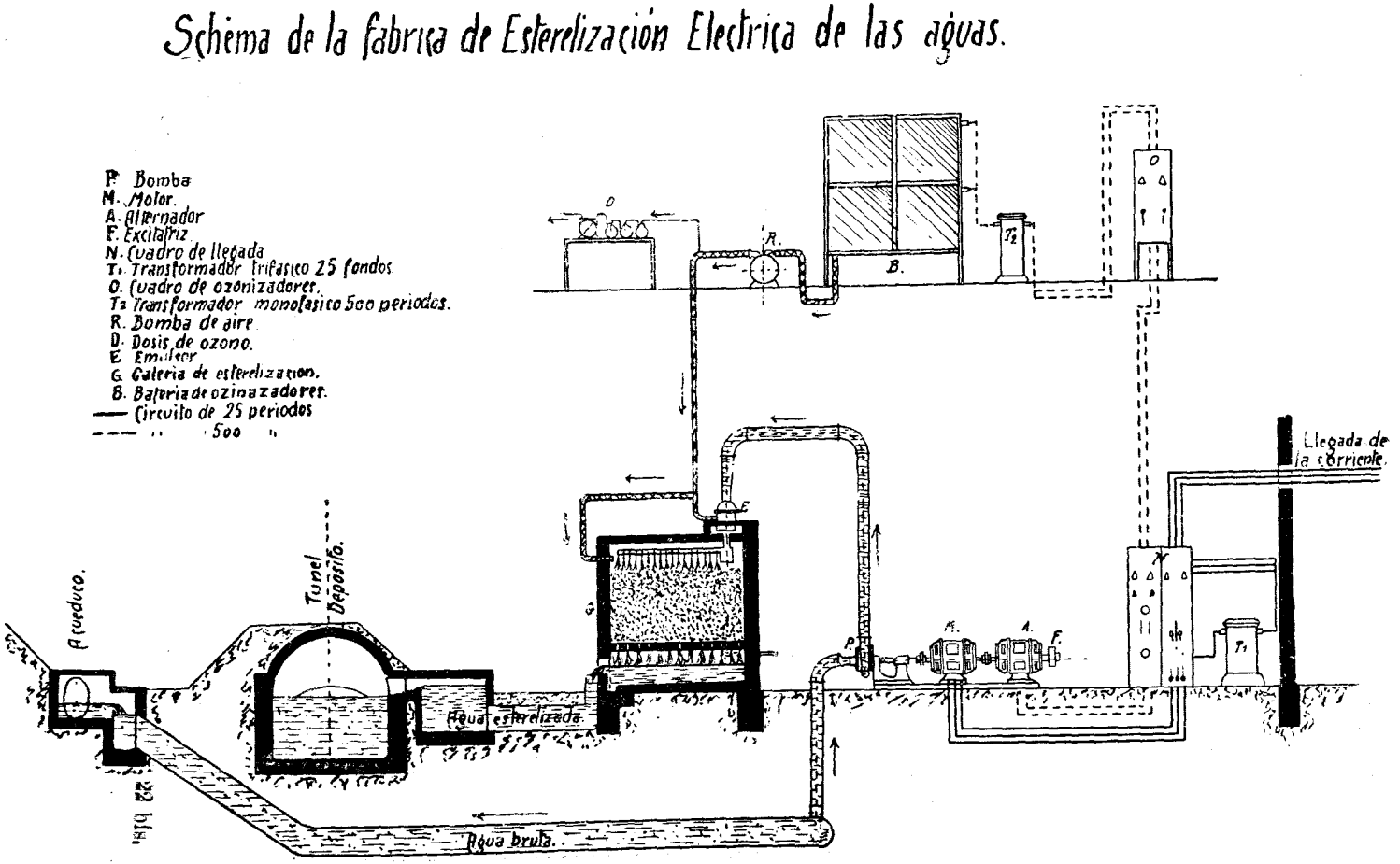

Schema de la fabrica de Esterelización Electrica de las aguas.
P. Bomba
M. Motor.
A. Alternador
F. Excitatriz
N. Cuadro de llegada
T1. Transformador trifasico 25 fondos
O. Cuadro de ozonizadores.
T2 Transformador monofasico 500 periodos.
R. Bomba de aire
D. Dosis de ozono.
E. Emulsor
G. Galeria de esterelizacion.
B. Bateria de ozinazadores.
—— Circuito de 25 periodos
---- " 500 "
Llegada de la corriente.
Acueducto.
Tunel Depósito.
Agua esterelizada.
Agua bruta.

Fig. 222.

La ozonización del aire atmosférico tiene lugar en los cuadros ó baterías ozonizadoras *B*, en las que se produce el efluvio eléctrico, atravesado constantemente por una corriente de aire exterior que aspira la bom-

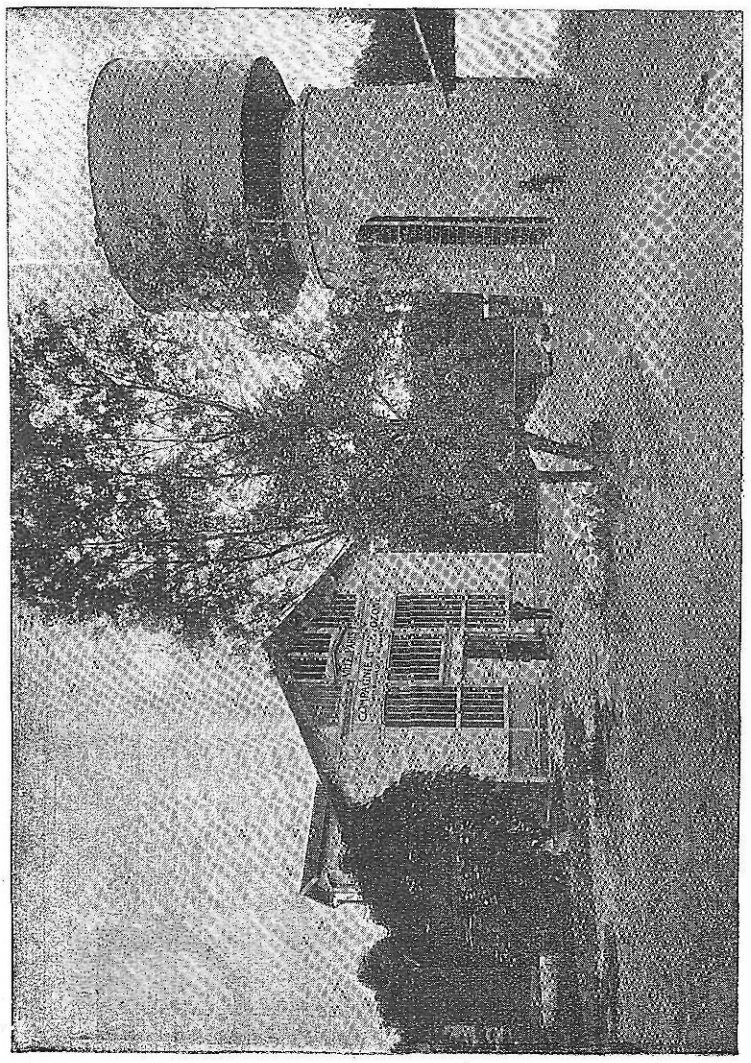
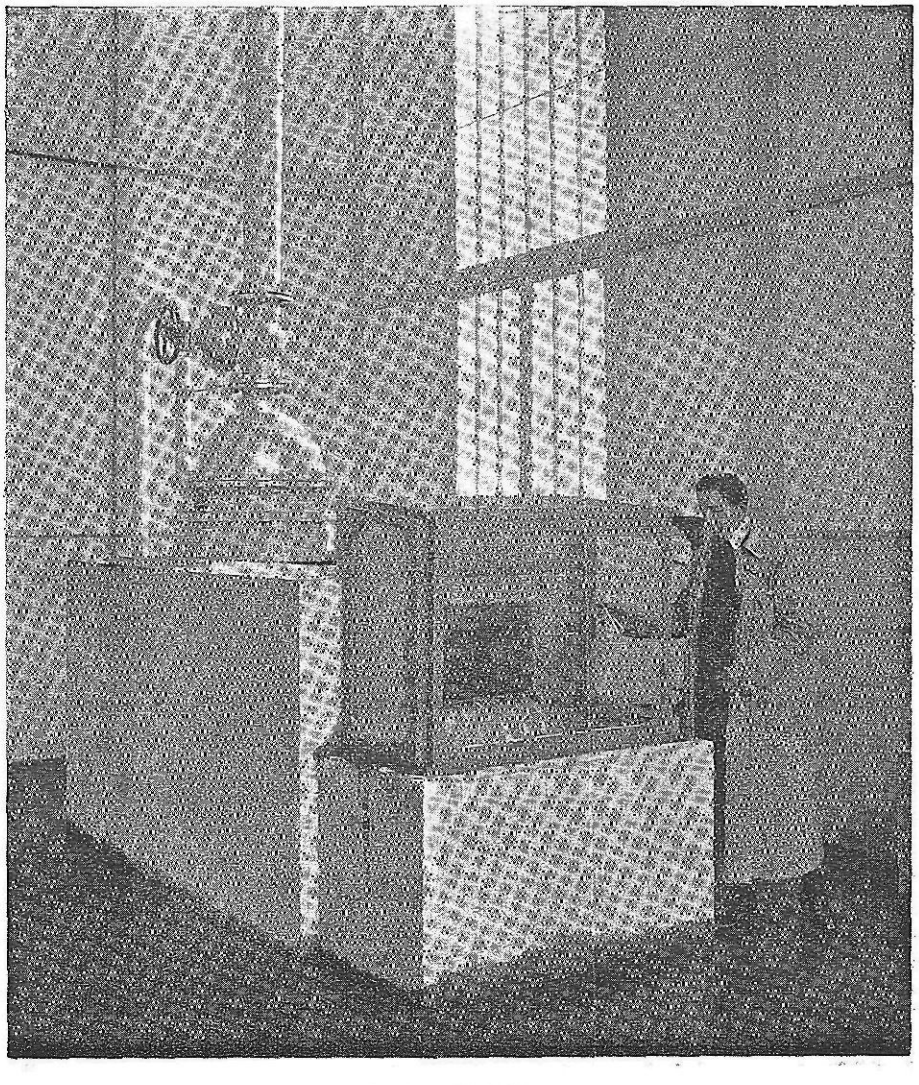


Fig. 223.

Vista general de la fábrica de esterilización de Saint Maur (Paris).

ba de aire *R*. Ya ozonizado el aire, sigue desde *R* el camino de las flechas en virtud de la aspiración que en el emulsor *E* produce el agua al pasar de un tubo superior cónico á otro inferior de la misma forma, pero colocado de modo que las dos bases menores estén enfrente y distanciadas un milímetro. En dicho aparato *E* penetra lateralmente el aire ozo-

nado, verificándose una mezcla enérgica con el agua, mezcla que se completa en la columna esterilizadora, donde entra por la parte superior.

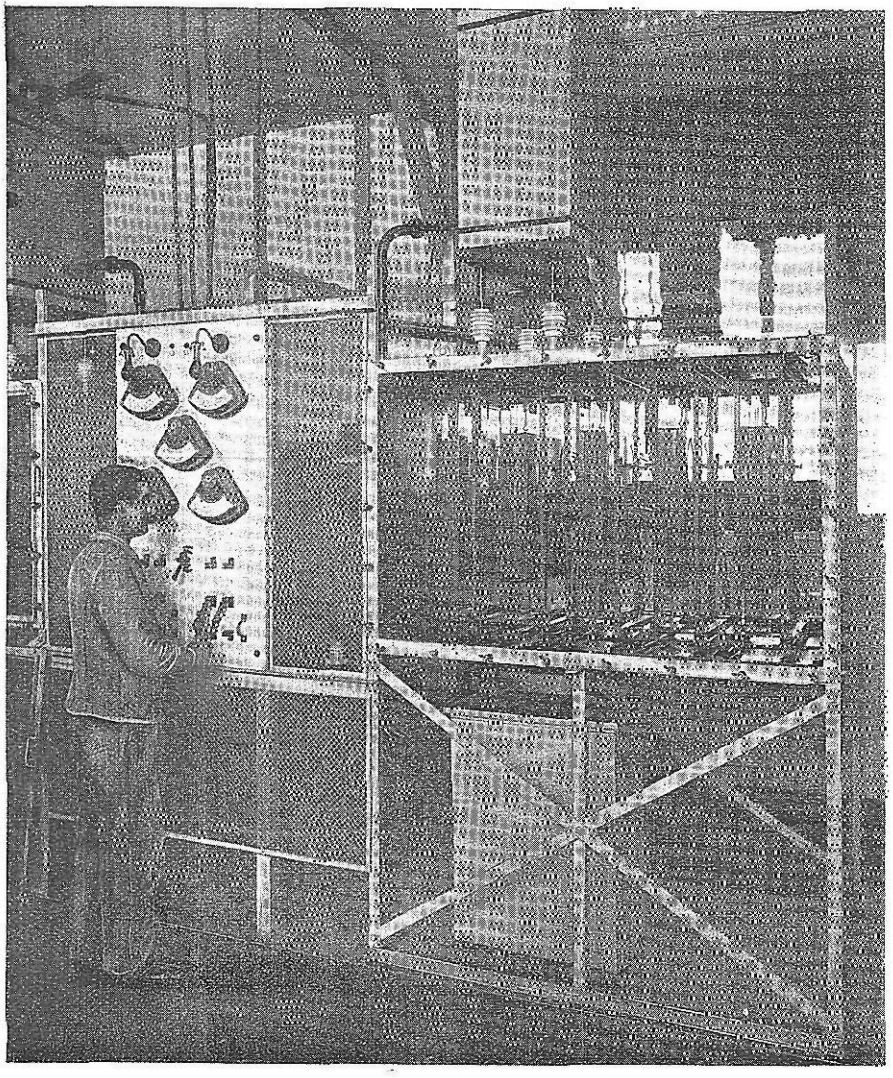


Emulsor Saint-Maur.

Fig. 224.

La corriente eléctrica de la fábrica llega por la parte derecha de la figura al transformador *T*, donde se reduce la tensión á 220 voltios; del transformador pasa al cuadro de baja, del que va al motor *M*, que actúa

sobre la bomba P y alternador A. La corriente del alternador, á 500 períodos, pasa al cuadro de la parte superior y de éste al transformador



Generador de Ozono (Patentado). Fotografía de una batería funcionando.

Fig. 225.

T_2, donde se eleva á 20.000 voltios, tensión á la cual se utiliza en las baterías ozonizadoras para producir el efluvio.

Instalación de París.—La fábrica de esterilización para las aguas

del Marne, de las que se surte París en parte, aunque pequeña, ha sido hecha en Saint-Maur sobre terrenos de la Ville, á la inmediación de la gran fábrica que el Ayuntamiento tiene para la extracción del agua del río y su elevación para ser distribuída. Como allí existen filtros adecuados, sólo ha habido que construir la fábrica de esterilización para efectuar los ensayos que se exigían en el concurso abierto por la Ville de París.

Las figuras 223, 224 y 225, representan el edificio-fábrica, el emulsor y la batería ozonizadora. Tan notable instalación (de la que forma parte un gabinete de análisis químico y bacteriológico) tuvimos oportunidad de visitarla el año pasado, produciéndonos viva satisfacción el observar la sencillez en el conjunto y magníficos resultados que patentizaban los gráficos de los diarios ensayos, y los registradores automáticos de consumo de fluido. No insistimos en su descripción por responder á las ideas de la construída en Niza más en grande, por la propia Compañía.

Ciudad de Avranches.—Otra instalación notable es la que está aprobada, y en vías de establecerse, por el Ayuntamiento de la ciudad de Avranches, en la que la *Compagnie de l'Ozone* tendrá que clarificar el agua con filtros de decantación capaces para poder abastecer diariamente 1.200 metros cúbicos.

Como la Central de ozonización será semejante á la de Niza, no nos ocupamos en esta breve descripción sino de la manera de combinarla con los filtros, cuyos detalles van en las figuras 226 á 230.

Los filtros funcionarán durante las veinticuatro horas del día, pudiendo clarificar 50 metros cúbicos por hora. Esta operación comprende tres partes distintas:

a) Decantación, que se hará en dos series de depósitos en forma rectangular, que tendrán un colector de fango en su parte inferior. Cada serie de depósitos debe tener una superficie de 36 metros cuadrados, lo que corresponde á una velocidad de $50/36 = 1{,}4$ metros cúbicos por metro cuadrado y por hora.

b) *Degrossissage* ó limpieza preliminar, que se efectúa haciendo pasar el agua por dos limpiadores especiales, componiendo una unidad ó serie, los que pueden aislarse para la descarga.

c) Clarificación, propiamente dicha: operación que se lleva á cabo en filtros de arena, compuestos de una capa de 0,50 metros y dos capas de grava de diferentes tamaños.

La superficie de estos filtros será, en Avranches, de 120 metros cuadrados, y la velocidad de filtración de $25/120 = 208$ litros por metro cuadrado y hora.

Cualquiera de los tres depósitos filtros, puede ser aislado totalmente, quedando los otros dos en actividad. Se ha dispuesto el conjunto de la

PLANO

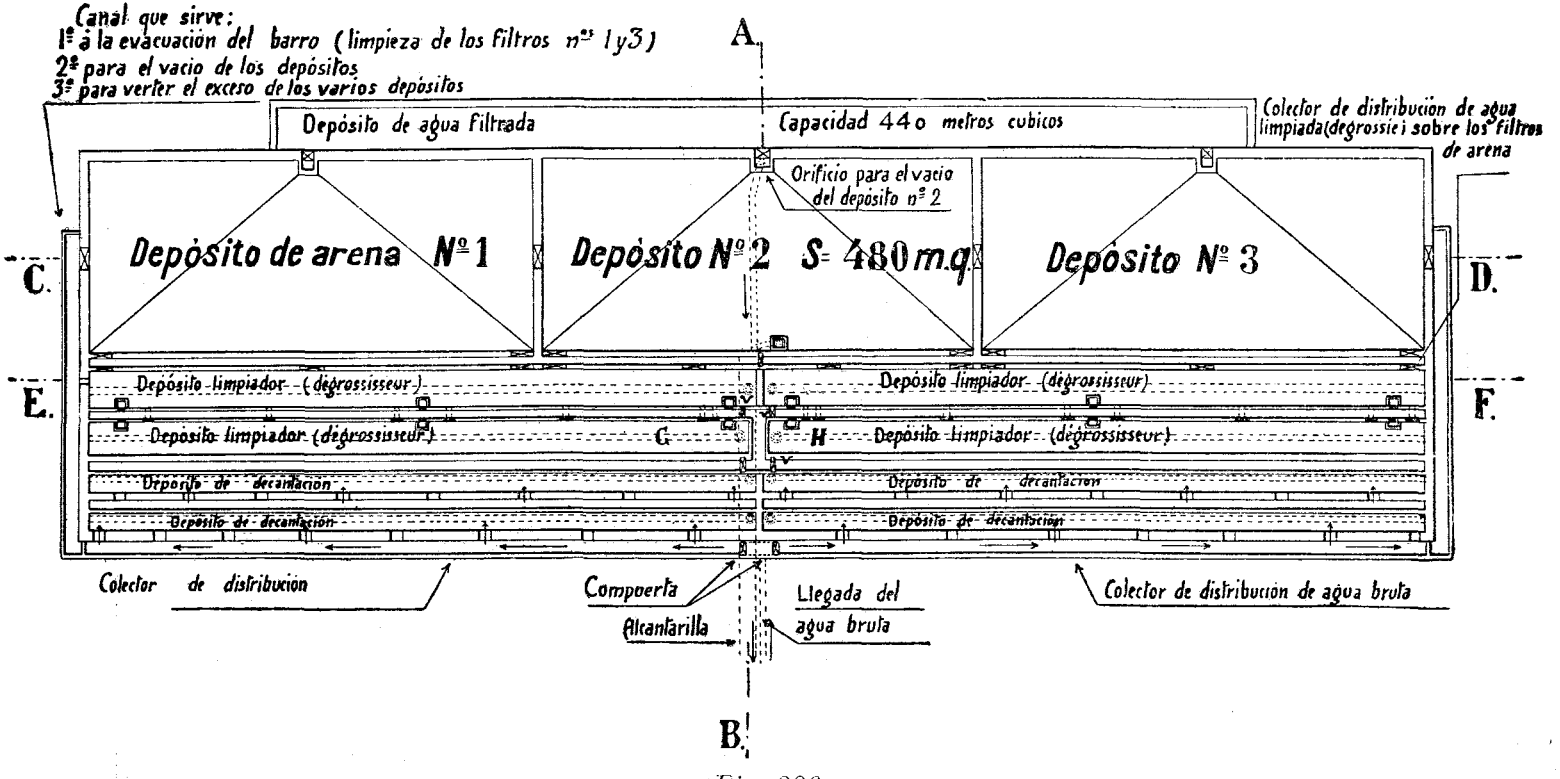


Fig. 226.

CORTE por A B.

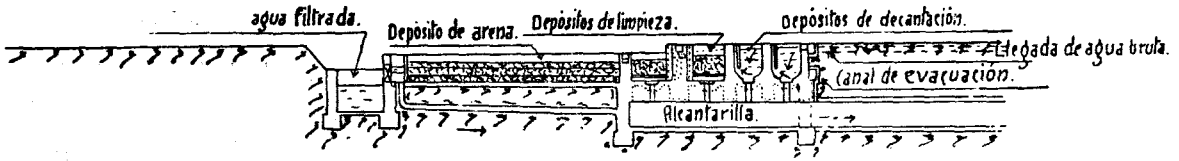


Fig. 227.

CORTE por C D

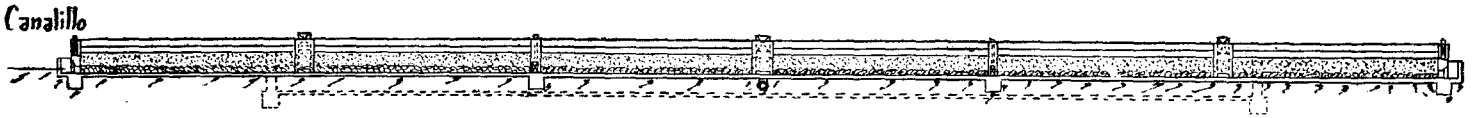


Fig. 228.

CORTE por E F

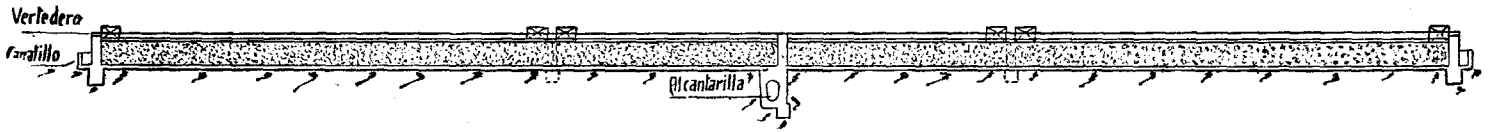
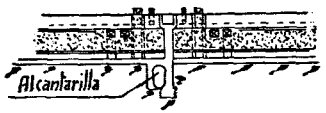


Fig. 229.

CORTE por G H



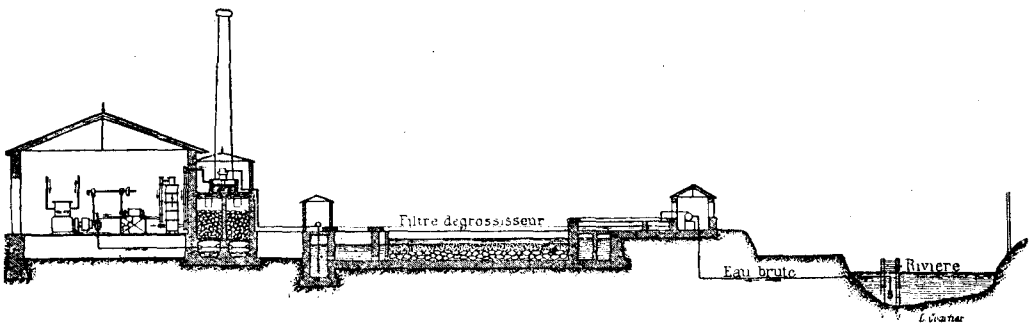
Características

Depósito de arena	Depósito de limpieza	Depósito de decantacion
Velocidad: 5 m.c por m.q. y por 24 horas. 3 depósitos de 480 m.q. de los cuales 1 de reserva.	Velocidad: 2 o m.c por m.q y por 24 horas 4 depósitos de 60 m.q. de los cuales 2 de reserva.	Velocidad: 2 o m.c. por m.q. y por 24 horas. 4 depósitos de ..... de 60 m.q. de los cuales 2 de reserva

Superficie general de todos los depósitos juntos 3,328 m.[qs] c.

Fig. 230.

instalación de manera que se pueda hacer la limpieza con rapidez é independencia sin dejar de clarificar el agua precisa diariamente. La fuerza motriz necesaria para la explotación de la central de purificación no pasará de 20 caballos (art. 6.° del contrato, párrafo 1.°), garantizando, además de la cláusula del contrato de Niza respecto al máximum de gérmenes en el análisis bacteriológico después de tratadas las aguas, *que en lo concerniente á la potabilidad y cualidades químicas, la ozonización no mo-*



Conjunto de una instalación para filtrar y ozonizar el agua potable.

Fig. 231.

dificará la composición del agua, que por el contrario, debe mejorarse, ni introducirá ninguna substancia extraña, y, por último, *que el ozono no subsistirá en el agua á la subida de los recipientes de distribución de la ciudad.* (Art. 8.° del contrato.)

Sobre el plano puede seguirse bien la marcha del agua en los filtros y depósitos de decantación. Llega el agua bruta, y por medio de una compuerta se la da paso al canal de distribución, paralelo y de igual longitud que los depósitos. Desde el canal pasa al primero de los depósitos de decantación y de éste al segundo; ambos depósitos tienen su fondo inclinado en comunicación con la alcantarilla, según se observa en el corte A B. Libre el agua de las materias pesadas, se la conduce á los depósitos limpiadores, verdaderos filtros de grava, que pudiéramos llamar groseros, desde los que pasa á los filtros, con capa superior de arena, que ya retiene los cuerpos en suspensión, por finos que sean, y gran número de bacterias. Purificado el líquido, se le almacena en un gran depósito de agua filtrada, paralelo á los depósitos, cuya limpieza se facilita por medio de los desagües y compuertas necesarias. Una vez el agua en condiciones, se la somete á la esterilización por el ozono, en una fábrica respondiendo á la misma organización que la de Niza. El conjunto de una instalación de filtros, y ozonación se representa en la figura 231.

Pequeñas instalaciones.—Lo mismo que las grandes, las pequeñas instalaciones están constituídas por un conjunto de aparatos, productores unos del efluvio eléctrico y destinados otros á mezclar íntimamente el agua que se trata de esterilizar con el aire atmosférico después de electrizado á su paso á través del efluvio. Este segundo grupo de aparatos, denominados esterilizadores, pueden combinarse de modo tal que permitan un contacto más ó menos prolongado del agua y del aire ozonizado y, en su consecuencia, aseguren una mezcla más ó menos íntima de ambos cuerpos, dividiéndose por este concepto los electro-esterilizadores (base de las pequeñas instalaciones de que nos ocupamos) en *Electro-esterilizadores de simple, de doble y de triple efecto.*—En los de simple efecto no hay más aparato mezclador de aire ozonado y agua que el *emulsor*; en los de doble se combinan éste y la columna de esterilización; en los de triple, esta columna de esterilización es de las llamadas de doble acción.

No estará demás repetir aquí que el emulsor en esencia consiste en un par de conos verticales opuestos por el vértice; el agua llega con presión al cono superior y es obligado á salir por el orificio extremo de este cono, adquiriendo una gran velocidad, con la que entra por el vértice del cono inferior, produciendo un vacío relativo, utilizado para la aspiración del aire ozonizado que se mezcla íntimamente con el agua en este cono inferior, produciéndose una viva emulsión de aire y agua que da nombre al aparato. La referida columna esterilizadora consiste en un cilindro vertical lleno de guijarros ú otro cuerpo inerte. Así, pues, el agua, finamente dividida, entra en este cilindro por la parte alta y recorre el sinuoso camino entre guijarros hasta caer al fondo, donde se encuentra el depósito que la almacena, y el aire ozonado penetra por la parte inferior del cilindro, siguiendo el propio camino en sentido inverso, para envolver el líquido en una atmósfera ozonada.

En las columnas esterilizadoras de doble efecto, el ozono penetra en el cilindro por su parte inferior é independientemente por la parte media, con lo cual el agua sufre en dicha columna la acción del ozono, primeramente al pasar por la parte media de ésta y después mientras atraviesa el espacio entre ésta y la parte inferior.

Electro-esterilizadores de doble efecto.—En la figura 232 está representada una instalación de doble efecto y de gran potencia, montada en los establecimientos de Indret, pertenecientes á la marina francesa. Es capaz de esterilizar 3.000 litros de agua por hora. Como esta agua no llega con presión suficiente, es preciso elevarla, con ayuda de una bomba eléctrica, accionada lo mismo que otra bomba que rechaza el agua ya esterilizada á un depósito de cemento armado donde se almacena para su distribu-

ción, por un dinamo conmutatriz. La corriente del sector de la población, que es contínua á 230 voltios, mueve la dinamo conmutatriz que arrastra las dos bombas rotativas y da al propio tiempo la corriente alterna indispensable para la marcha del transformador y ozonador. El cuadro

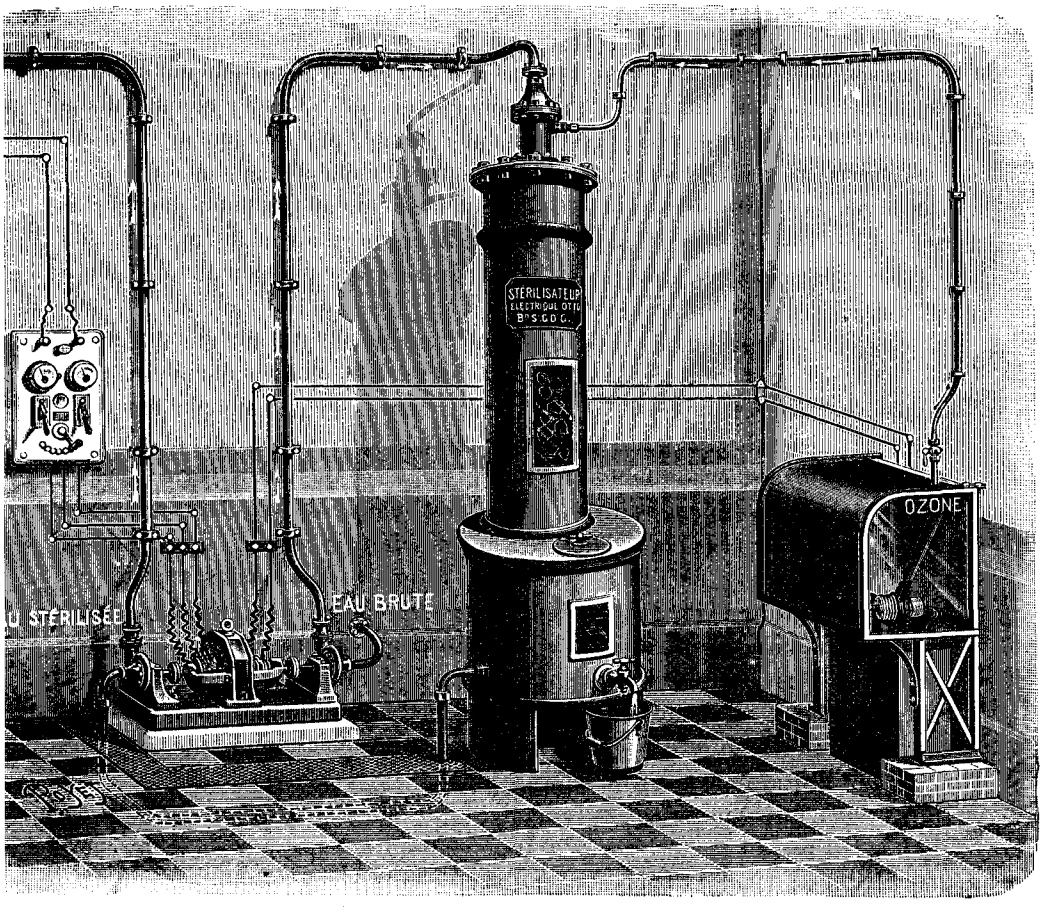


Fig. 232.

de distribución lleva los correspondientes reostatos é interruptores para el arranque de la dinamo. La corriente de alta engendrada en el secundario del transformador, produce el efluvio, á cuyo paso se ozoniza el aire. Este aire ozonado va desde el ozonador al emulsor (que lo aspira) y á la parte inferior de la columna esterilizadora. Este electro-esterilizador da diariamente 24.000 litros de agua irreprochable trabajando

ocho horas; su producción de ozono es por hora, 300 litros á una concentración de 7 á 8 milígramos por litro.

Cuando en las inmediaciones del emplazamiento de la estación esterilizadora no se dispone de energía eléctrica, hay que instalar un grupo

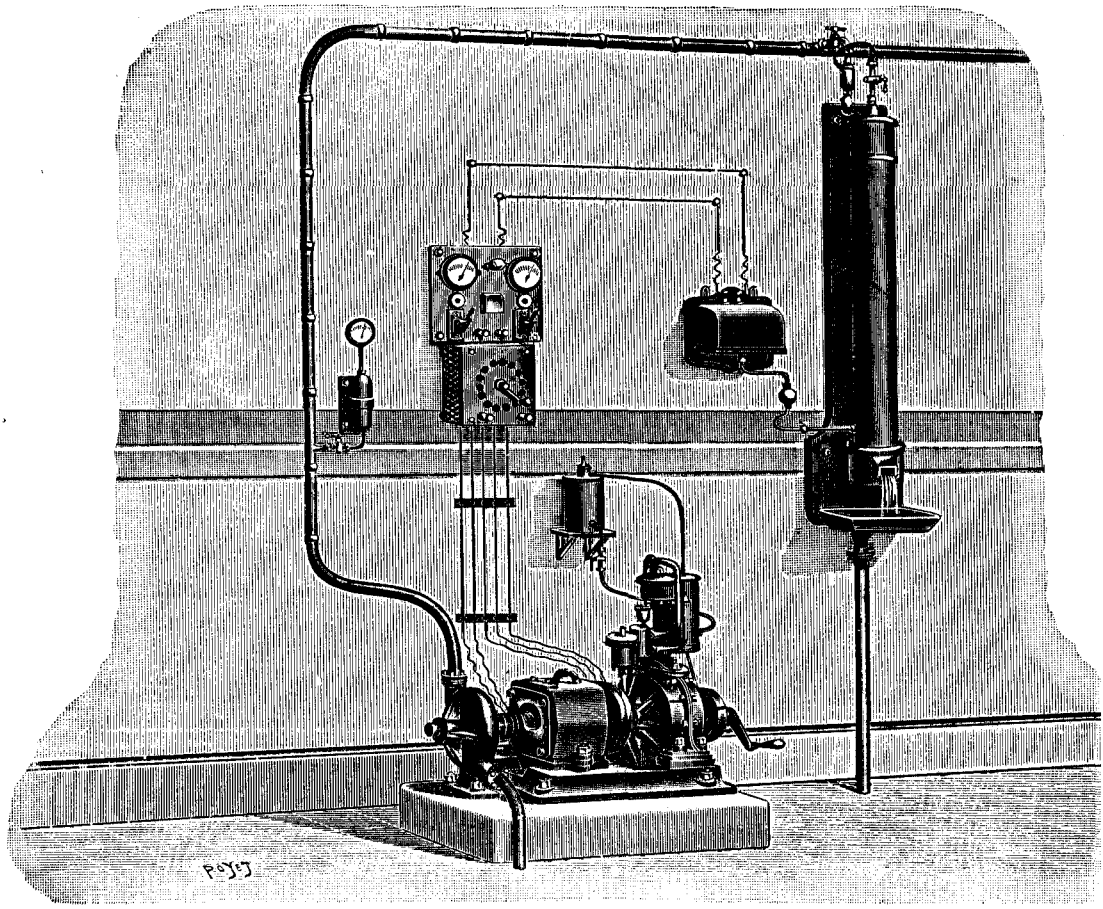


Fig. 233.

electrógeno con motor de gas ó de petróleo. La figura 233 represeta una instalación de esta clase accionada por un pequeño motor de petróleo con bombas para elevar el agua á esterilizar de un pozo.

El motor acciona directamente la bomba rotativa y un alternador auto-excitador, provisto de dos colectores, en uno de los cuales se recoge la corriente contínua necesaria para la excitación y en la otra la alterna

que necesitan para su marcha el transformador y el ozonador. La bomba eleva el agua del pozo, á un nivel 5 metros superior al del emulsor, situado como siempre sobre la columna esterilizadora. El ozonador puede enfriarse por una corriente de agua, precaución necesaria cuando su marcha sea interrumpida.

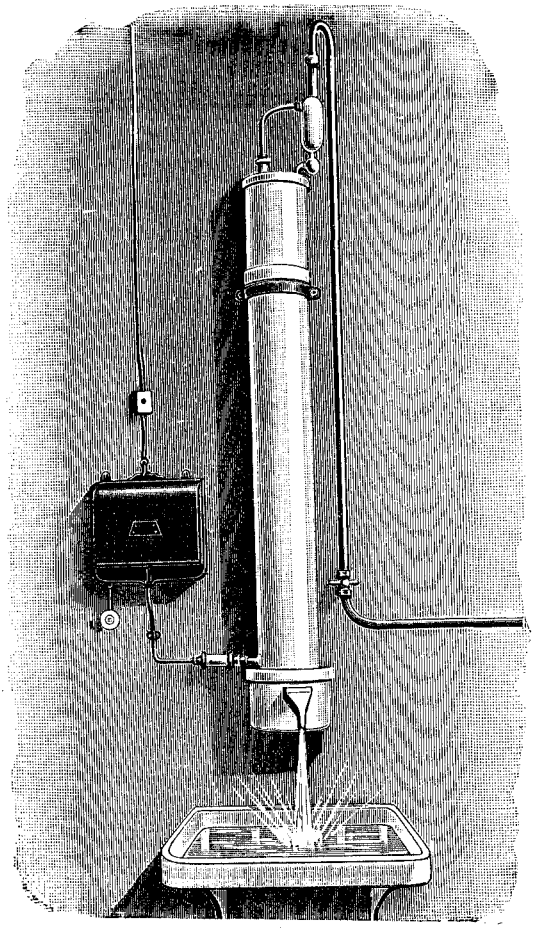


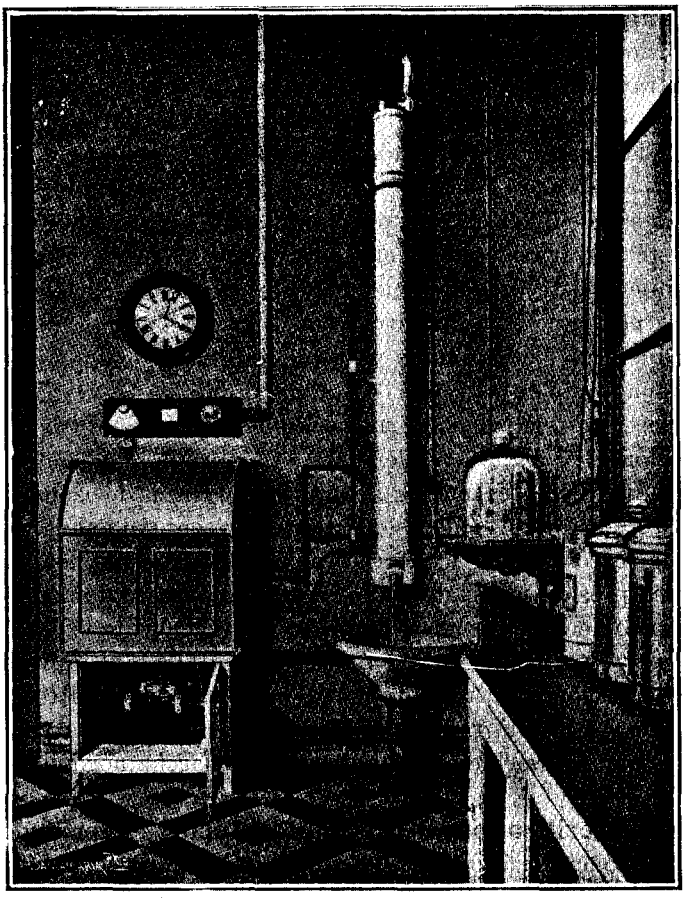
Fig. 234.

El gasto del aparato varía entre 250 y 5.000 litros por hora, según la potencia del motor. Producción del ozono 1 litro (á la concentración de 7 á 8 milígramos por litro), por cada 10 de agua.

La figura 234 es modelo de instalación más modesta, dentro del mismo tipo. La representa un electro-esterilizador con columna de 1 metro, de palastro esmaltado, unida directamente á una cañería de agua á presión. El generador de ozono, que está encerrado en una cajita, como la que aparece á la izquierda en el grabado, se acciona por la corriente alterna del sector. Si la corriente de éste es contínua, se necesita un inversor; con este último aparato, el precio de esta pequeña instalación, con capacidad de 250 litros por hora, es en París de 310 francos, y de 225 sin inversor. La potencia absorbida por el electro-esterilizador es de 70 vatios, y la producción de ozono 25 litros por hora á una concentración de 7 á 8 milígramos por litro.

Electro-esterilizadores de triple efecto.—La figura 235 es la reproducción al fotograbado de una instalación de este tipo, montada por la «Compagnie de l'Ozone», en el Hospital Broca de París, partiendo de la base del aprovechamiento directo de las corrientes de baja frecuencia (42 períodos) dadas por el sector correspondiente al mencionado edificio.

Esta corriente de la fábrica del sector, pasa á su entrada en la instalación por un amperímetro y un interruptor automático, montados en la tabla que va sobre el mueble, que aparece á la izquierda, en el grabado,



Instalación con esterilizador de triple efecto, montado en el Hospital Broca (París).

Fig. 235.

mueble que encierra el transformador y el ozonador ó aparato productor del efluvio. El agua á esterilizar pasa directamente desde la tubería al emulsor, que está colocado sobre la columna esterilizadora, que es de palastro esmaltado. El ozono, ó, mejor dicho, el aire ozonado, pasa desde el ozonador al emulsor y á las partes media é inferior de la columna, atravesando las tuberías que se ven en el dibujo. Una bobina de autoin-

ducción, montada á continuación del interruptor, permite graduar convenientemente el gasto del ozonador.

El funcionamiento es sencillo: la corriente de fábrica, después de pasar por el amperímetro, interruptor automático y bobina de autoinducción, llega al transformador, en cuyo secundario se engendra la corriente de alta tensión productora del efluvio. El aire exterior, después de ozonizarse, al atravesar éste, es una parte aspirado por el emulsor, y el restante marcha por las tuberías que le dan salida en la parte media y en la exterior de la columna esterilizadora, ascendiendo en ésta y pudiéndose recoger á la salida para conducirlo nuevamente al ozonador.

El agua á esterilizar llega á presión al emulsor directamente, y ya sufre en este aparato la acción del aire ozonado, á la que de nuevo se ve sometida mientras recorre por entre materias inertes la parte media de la columna, y por tercera vez al atravesar la zona comprendida entre las partes media é inferior, saliendo ya esterilizada por el fondo de la referida columna á una cubeta provista de desagüe.

Este electro-esterilizador permite obtener, graduando la bobina de autoinducción: 1.° Agua simplemente esterilizada, no conteniendo al cabo de algunos instantes (menos de un minuto) trazas de ozono. 2.° Agua esterilizada y en cierto modo esterilizante, presentando al cabo de algunas horas la reacción azul característica con el yoduro de potasio.

Para una presión media de 3 kilogramos, el aparato descripto proporciona un gasto de 500 litros por hora. La producción de ozono puro garantizado por este gasto de 500 litros, es de 700 á 800 milígramos por hora, que corresponden á una producción de ozono de 2 litros á la concentración de 7 á 8 milígramos por litro, para 10 litros de agua á esterilizar. La potencia absorbida por el aparato en marcha normal es de 0,2 á 0,3 kilovatios.

Electro-esterilizadores de simple efecto.—Representan el máximum de la sencillez á que hasta hoy ha podido llegarse, habiéndose suprimido en ellos la columna esterilizadora, efectuándose, por lo tanto, la mezcla del aire ozonado y del agua á esterilizar tan sólo en el emulsor. Reducidos á forma tan sencilla los electro-esterilizodores, constituyen verdaderos aparatos domésticos al alcance de todas las fortunas ya exista ó no canalización eléctrica próxima (1).

(1) La Sociedad «Sanitas Ozone», de París, explotadora de los ozonadores-esterilizadores O. Patin, vende aparatos completos con las pilas y material eléctrico necesario para esterilizar de 20 á 30 litros por hora donde no existan redes de fluído, así como aparatos de pequeño gasto (10 litros por hora) acondicionados para poderse transportar en viajes y utilizar en excursiones en coche ó automóvil.

Los esterilizadores domésticos sistema Otto (figs. 236, 237 y 238) que construye la «Compagnie pour la fabrication de compteurs», de París, llevan una pequeña caja metálica, en comuni-

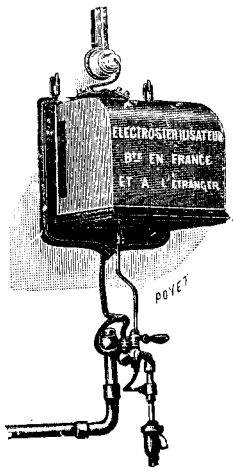


Fig. 236.

cación con tierra, un transformador y un ozonador, elevando el primero de dichos aparatos la tensión de la corriente dada por el sector eléctrico, sobre el cual se monta el esterilizador como una lámpara. Si esta corriente de la red de distribución para alumbrado no fuera alterna, sino contínua, habría que intercalar una pe-

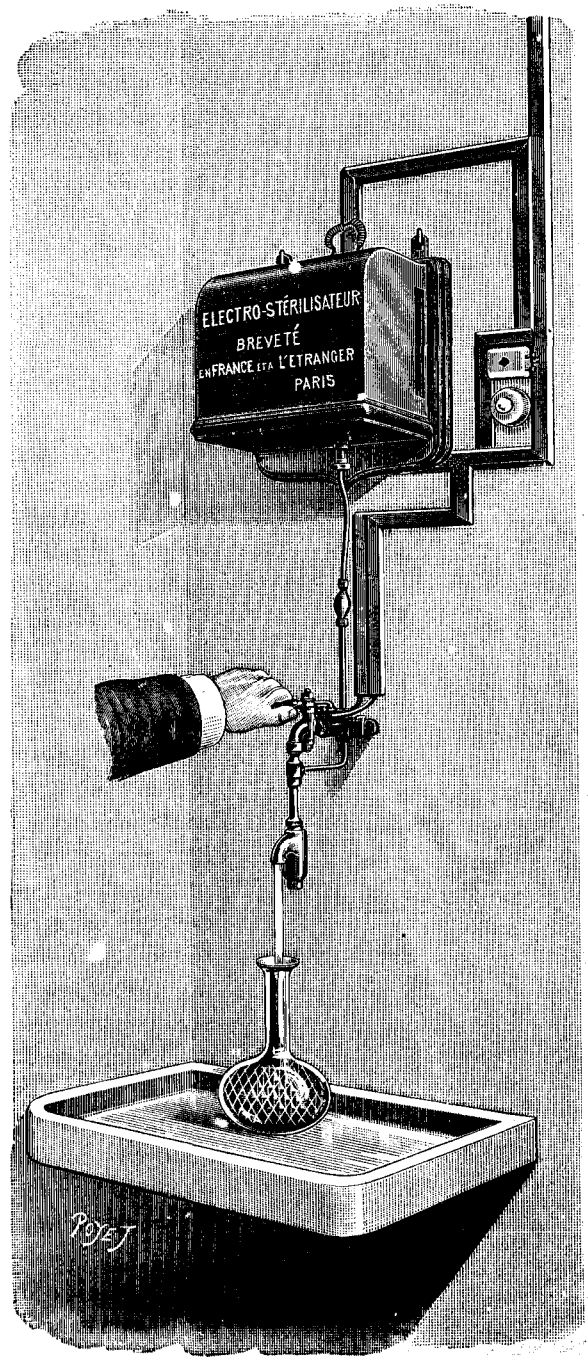


Fig 237.

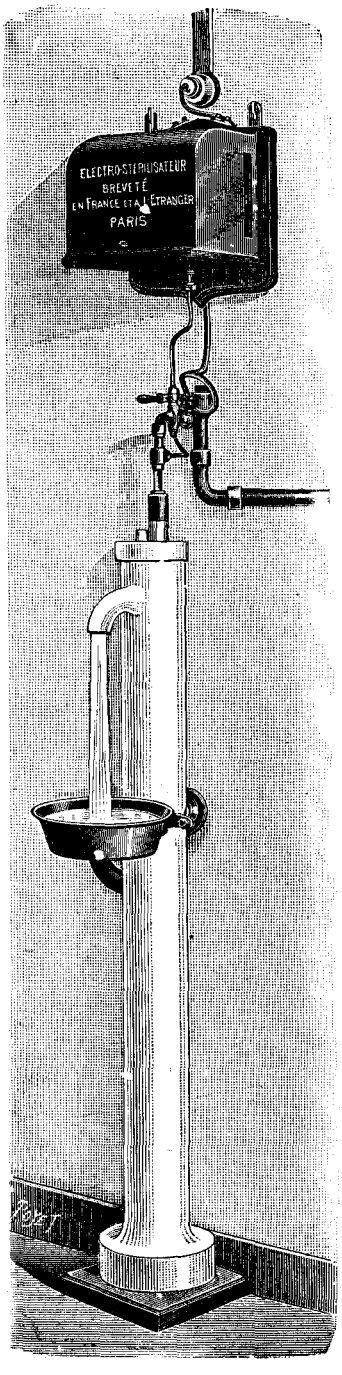


Fig. 238.

queña conmutatriz. La corriente de alta del secundario del transformador produce entre las láminas de vidrio metalizadas del ozonador el efluvio eléctrico que transforma en ozono el oxígeno del aire sometido á su acción; por un tubo de estaño va el aire ozonado al emulsor, en virtud de la aspiración en éste producida por la corriente de agua á esterilizar, que desde la tubería general llega á este aparato, reducida á gotas muy finas al pasar por una llave que tiene un pulverizador. Cada gota es así puesta en contacto en el emulsor con el gas esterilizante.

La apertura ó el cierre del circuito eléctrico prodúcense con la misma llave que da paso al esterilizador del agua de la cañería, con lo cual se consigue que sólo se gaste fluído en el momento en que el líquido sufre la ozonación. El agua ya esterilizada sale á caño lleno, arrastrando el ozono con algún exceso, que produce en los primeros instantes un olor particular no desagradable, percibido muchas veces durante las tormentas atmosféricas. Al cabo de unos minutos, el olor desaparece, y lo propio ocurre con el sabor, pues el ozono, después de matar todos los gérmenes patógenos, vuelve á transformarse en oxígeno, que aumenta la dosis de este gas disuelto en el agua.

Los generadores de ozono, representados en los adjuntos grabados, dan un mínimum de 25 litros por hora de aire ozonado á la dosis de 10 milígramos de ozono puro por litro, permitiendo prácticamente la esterilización de 250 litros de agua por hora. Los ensayos bacteriológicos á que se ha sometido el agua esterilizada en estos aparatos han sido tan favorables, que el Comité Consultivo de Higiene pú-

blica de Francia ha dado su aprobación oficial al procedimiento con fecha 5 de diciembre de 1904.

Las figuras 239 y 240 representan en corte y vista de frente el mismo tipo de electro-esterilizadores aplicado á fuentes públicas de abastecimiento en las calles, recomendables para los casos en que no sea posible el establecimiento de una fábrica de la capacidad exigida por el consumo de la población.

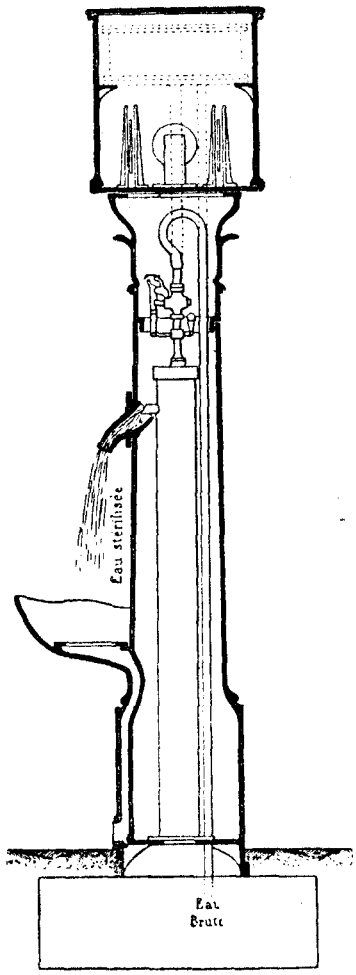


Fig. 239.

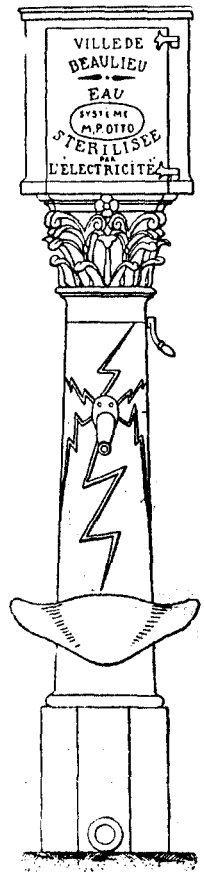


Fig. 240.

La «Compagnie de l'Ozone» afirma que el consumo de energía de un esterilizador de este tipo no excede del que hace una lámpara de 15 bujías. La instalación y el entretenimiento son fáciles y económicos; basta, en comprobación, citar el hecho de que la casa Paz Silva, concesionaria de las patentes Otto para París, que hace contratos de alquiler y entretenimiento de esterilizadores de 250 á 5.000 litros por hora, al precio normal de 10 francos para instalación sobre corriente alterna, y de 12 sobre contínua, se compromete á hacer las instalaciones al precio alzado de 30 francos.

El precio en París de los esterilizadores de la figura 236, es de 220 francos para un gasto de 250 litros por hora (bajo presión media de 10 metros de agua) y de 320 cuando al aparato hay que acompañar una conmutatriz para hacerlo funcionar sobre canalizaciones de corriente contínua.

El electro-esterilizador de la figura 237 da 250 litros por hora á la presión de 10 metros de agua. Cuesta en París 420 francos sin inversor y 510 con inversor de la corriente de contínua en alterna. Las figuras 241 y 242 representan dos modelos de llave para esterilizador doméstico, de palanca la una y abriéndose ó cerrándose la otra, mediante un cuarto de vuelta.

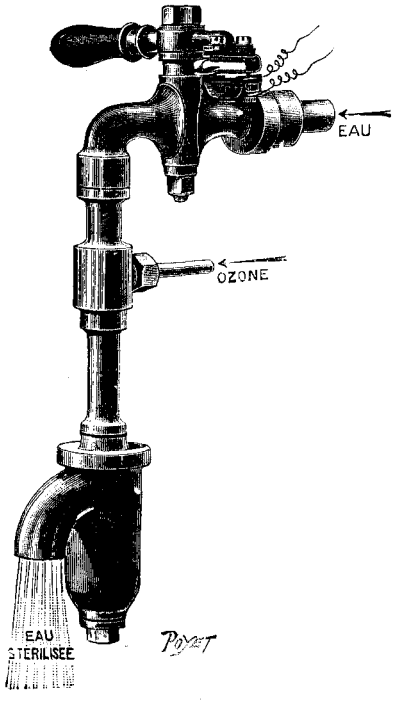


Fig. 241.

En España el fluído eléctrico, vendido como fuerza, es barato (0,20 pesetas el kilovatio-hora como promedio), y, por consecuencia, las instalaciones de tan utilísimos y recomendables electro-esterilizadores Otto, resultan económicas, no sólo en su montaje, sino en su entretenimiento; pero conviene recordar que, si bien en París puede casi siempre prescindirse de la filtración, por ser el agua utilizada para el consumo de manantial en su mayor parte y venir ya filtrada la pequeña parte procedente del Sena y del Marne, que en circunstancias especiales se utiliza para la bebida, en cambio, en Madrid (donde por cierto hay ya instalados varios esterilizadores Otto) y casi todas las poblaciones de España, esa filtración previa es indispensable, y, por consecuencia, á los esterilizadores deben acompañar los filtros.

Estaciones móviles.—En ellas no se ha hecho más que adaptar al carruaje los elementos mismos que integran aquéllas, y agregar el motor capaz de accionar las máquinas eléctricas que han de producir el efluvio.

Aplicaciones principales.—Las estaciones móviles de esterilización tienen como aplicaciones principales procurar á las tropas en campaña ó maniobras agua sana, purificando la extraída de ríos, arroyos, manantiales, pozos ú otro orígen, ó prestar el mismo servicio en tiempo de epidemias, en aglomeraciones urbanas, sean ciudades, pueblos, caseríos, campamentos provisionales de trabajadores, etc. Cuando se pretende aplicar estas estaciones móviles al servicio de las tropas, es claro que deben formar parte del material de guerra é ir afectas al servicio sanitario; si se trata de emplearlas para uso circunstancial en las aglomeraciones urbanas, deben constituir parte integrante del material sanitario provin-

cial, siendo apto, lo mismo que las estaciones móviles de desinfección, para ser rápidamente transportadas á los pueblos de la provincia donde sea preciso utilizarlas. Dada la mala calidad de las aguas con que se abastecen la inmensa mayoría de los pueblos de España, no hay que insistir en los extraordinarios servicios que las estaciones móviles de esterilización pueden prestar.

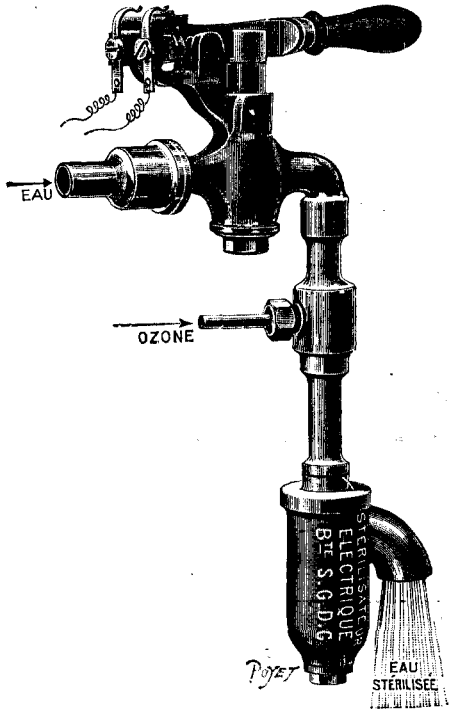


Fig. 242.

Descripción.—Están constituídas las tantas veces citadas estaciones (figuras 243 y 244) por los elementos siguientes, debidamente acondicionados todos en un coche de cuatro ruedas:

1.° Aparatos de clarificación.

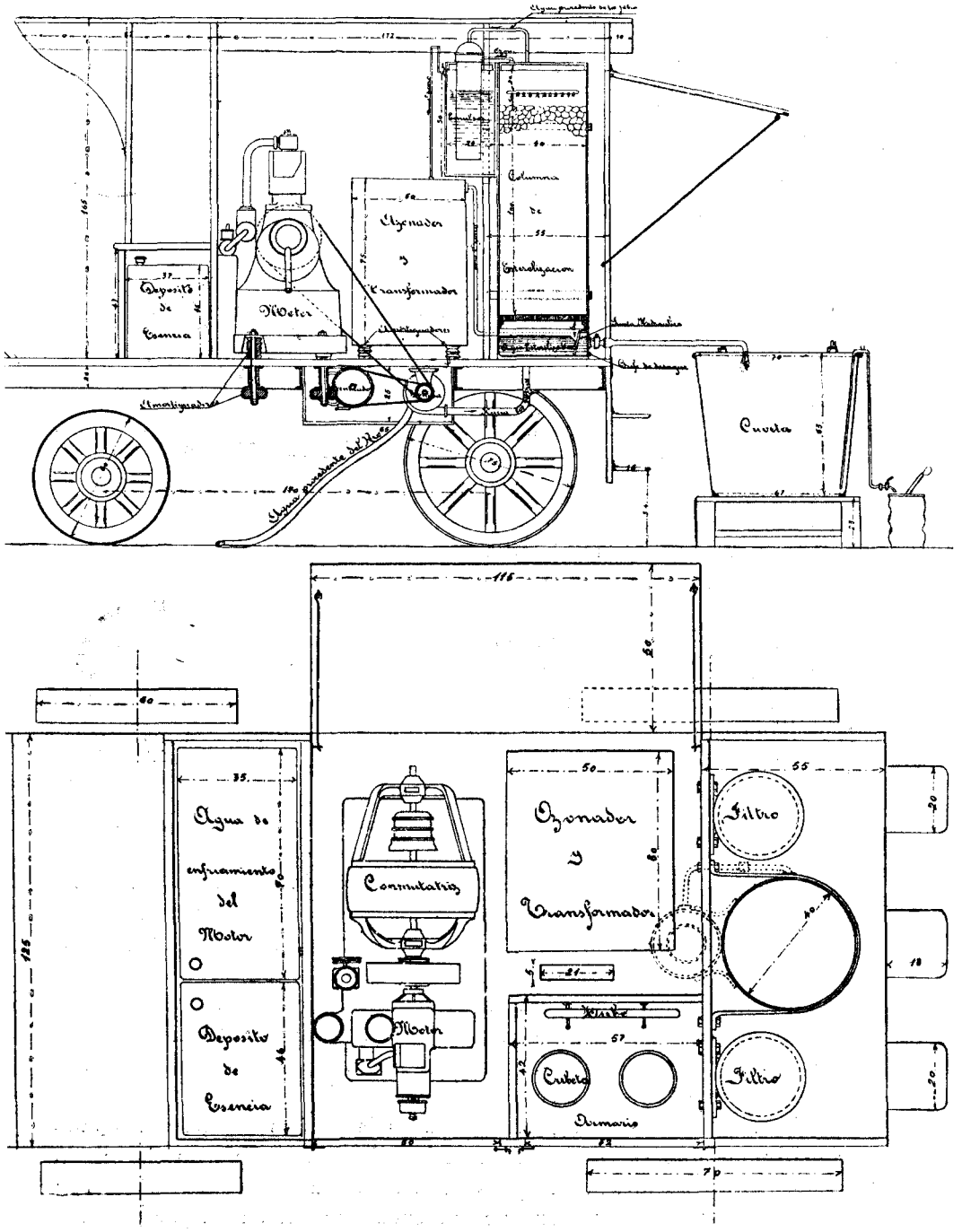
2.° Idem de esterilización.

3.° Generador de aire ozonizado.

4.° Aparatos para producir y asegurar la circulación y mezcla del aire ozonizado y el agua á esterilizar.

Clarificación.—La esterilización hemos dicho ya ataca á la materia orgánica del agua y muy especialmente á los gérmenes peligrosos en ella contenidos, pero no ejerce acción sensible sobre la materia mineral, ni mucho menos sobre los cuerpos extraños que al agua acompañan en mayor ó menor cantidad; es decir, que la esterilización realiza la depuración bacteriológica perfecta, que no alcanza á llenar la clarificación, la cual precisa efectuar preliminarmente para desproveer el agua de los cuerpos extraños y en suspensión que arrastra. En la estación que nos ocupa, la esterilización se consigue por medio de filtros bajo presión, en los cuales la circulación del agua se asegura por la acción de una bomba centrífuga, cuya velocidad puede regularse para obtener el grado conveniente de presión.

Esterilización.—Consíguese mediante la mezcla íntima del agente esterilizador, que es el aire ozonizado con el agua después de clarificada en los filtros. Esa mezcla se opera en la columna esterilizadora y en el aparato denominado emulsor, que en esencia consiste en un par de conos



Estación móvil de esterilización por el sistema Otto de las aguas potables.

Figs. 243 y 244.

verticales opuestos por el vértice; el agua llega con presión al cono superior y es obligada á salir por el orificio extremo de este cono, adquiriendo una gran velocidad, con la que entra por el vértice del cono inferior, produciendo un vacío relativo, utilizado para la aspiración del aire ozonizado que se mezcla íntimamente con el agua en este cono inferior, produciéndose una viva emulsión de aire y agua que da nombre al aparato. La referida columna esterilizadora consiste en un cilindro vertical lleno de guijarros. El agua, finamente dividida, entra en este cilindro por la parte alta y recorre el sinuoso camino entre guijarros hasta caer al fondo, donde se encuentra el depósito que la almacena, y el aire ozonado penetra por la parte inferior del cilindro, siguiendo el propio camino en sentido inverso, para envolver el líquido en una atmósfera ozonada.

Generador del aire ozonizado.—El efluvio se produce en el sistema quo nos ocupa entre láminas de vidrio de 7 milímetros de espesor, yustapuestas por sus caras, en cuyas superficies externas van pegadas unas hojas de papel de estaño, por las corrientes de alta tensión (15.000 voltios), procedentes de un transformador, cuyo primario está alimentado por la corriente á baja tensión de un alternador. Esta máquina es accionada por un motor de esencia acoplado rígidamente á aquélla, cuyo motor mueve; además, un ventilador y la bomba centrífuga antes mencionada.

Circulación del agua.—El agua á esterilizar llega á la bomba centrífuga por un tubo de caucho armado, uno de cuyos extremos, provisto de una alcachofa para retener los cuerpos extraños, se introduce en el río, pozo ú origen del líquido, mientras el otro se fija al conducto de aspiración de la bomba, desde la que pasa á cada uno de los dos filtros colocados verticalmente á ambos lados de la columna de esterilización. El agua ya clarificada se lleva por dos tubos desde los filtros á la parte superior del emulsor, desde donde después de operarse la mezcla con el aire ozonizado en las circunstancias antes bosquejadas, un tubo la conduce á una corona situada sobre la columna de esterilización y provista de numerosos agujeros que la reparten en forma de lluvia sobre la capa superior de guijarros de esta columna, desplazándose, por entre los cuales llega al depósito del fondo, de donde se traslada á un depósito exterior por otro tubo con junta hidráulica para evitar las pérdidas del aire ozonizado.

Circulación del aire.—El aire atmosférico atraviesa primeramente una caja metálica llena de cal viva, en la que se deseca, penetrando seguidamente en los elementos ozonizadores, donde sufre la acción del efluvio eléctrico, transformándose una parte de su oxígeno en ozono. El aire, ya ozonado, es aspirado por el ventilador, que lo rechaza en la cámara inferior de la columna de esterilización, bajo el tabique provisto de agujeros

que soporta los guijarros, subiendo por entre éstos (al propio tiempo que desciende el agua procedente del emulsor), hasta llegar á la parte superior de dicha columna, donde es aspirado por el efecto del paso del agua filtrada en los tubos del emulsor y arrastrado en la masa de agua que cae en la cubeta de este aparato, en donde se separa del agua y vuelve al ozonador para seguir otro ciclo idéntico.

Circuito eléctrico.—La corriente alterna de baja tensión, producida por el alternador, es enviada directamente al primario de un transformador colocado cerca del ozonador, que eleva la tensión á 15.000 voltios. El secundario de este transformador se une á los electrodos de cada uno de los elementos que compone el ozonador, entre los cuales se produce el efluvio eléctrico, atravesado por el aire proveniente del desecador. Sobre la pared de la caja que encierra estos aparatos están instalados los aparatos de comprobación y medidas de las corrientes de alta y baja.

Funcionamiento.—Puesto en marcha el motor de esencia de petróleo, funcionan el alternador, el transformador y el ventilador, produciéndose el efluvio entre los electrodos del ozonador, al propio tiempo que se establece la circulación del aire que, una vez atravesado el efluvio donde se ozoniza, va á la parte inferior de la columna ozonizadora. Abriendo la llave de los filtros, el agua que aspirada por la bomba ha llegado hasta ellos desde el origen (manantial, río ó pozo) pasa al emulsor donde se encuentra inmediatamente en contacto con el agente esterilizador proveniente de la columna, en donde acaba de esterilizarse, cayendo desprovista ya de todo germen peligroso al depósito del fondo, del cual se conduce cuando convenga al depósito exterior de palastro, desde donde se distribuye para el consumo.

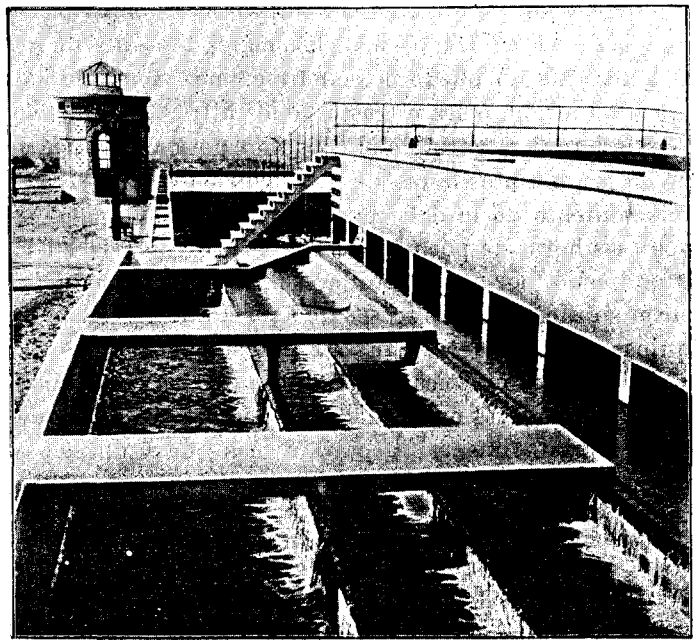
Carruaje.—Aparece acotado en todas sus partes en los grabados que se acompañan. Es del tipo de los usados para multitud de servicios en los ejércitos europeos y está dispuesto para ser arrastrado por dos caballos; háse estudiado muy concienzudamente la disposición en él de todos los elementos que componen la instalación, para que además de tener la necesaria robustez satisficiese en grado aceptable las condiciones de estabilidad y pudiera seguir á las columnas en sus movimientos rápidos por buenos y medianos caminos, sin perjuicio para los aparatos y maquinaria que conduce (1).

Aireación.—Las aguas faltas de aire en disolución son indigestas y

(1) Previos informes reglamentarios, todos favorables, una de estas estaciones móviles tipo Otto se ha dispuesto sean ensayada en nuestro Ejército en las primeras maniobras de conjunto. La casa Siemens construye también estaciones móviles de esterilización de aguas, que son transportadas en un carruaje de dos ruedas arrastrado por un sólo caballo.

de mal sabor; para mejorar sus condiciones higiénicas, precisa *airearlas*. De los diferentes sistemas con este fin ideados, sólo es práctico establecer pequeños saltos ó cascadas (fig. 245), ú obligar al agua á pasar á través

INSTALACIÓN FILTRANTE DE LA «COMPAGNIE DES EAUX DE LA BANLIEUE», DE PARÍS



Cascadas para airear el agua.

Fig. 245.

de montones de grava, durante cuyo recorrido roban al aire el oxígeno que les falta. Esta necesidad de la aireación obliga á establecer siempre en los depósitos cubiertos una activa ventilación, no obstante procurarse de ordinario el aumento de la dosis de aire, cuando las aguas pasan de uno á otro filtro.

XXV

ALMACENAMIENTO, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS

No basta captar un agua pura, ni aún tenerla irreprochable á la salida de los filtros, ó sea en cabeza de la red de distribución, sino que precisa que sus condiciones de potabilidad no empeoren, mientras las aguas recorren la red de distribución ó permanecen en los depósitos de regulación, y reserva de los que no puede prescindirse, pues siendo prácticamente constante la producción, ó sea el gasto de los filtros (ó de la conducción, si éstos no existieran), y variable el consumo, no sólo durante el día ó la noche, sino en las distintas horas de estos períodos, es forzoso regularizar el funcionamiento de la distribución, almacenando el agua gastada de menos en esas horas de poco consumo, para devolverla en las que es mayor, no pudiendo, por otra parte, prescindirse de la medida previsora de asegurar el suministro en los casos de avería ó limpieza de la conducción, máquinas elevatorias, etc. Esta circunstancia recomienda, por sí sola, disponer, como es práctica frecuente, en las grandes poblaciones, de depósitos alimentadores en los distintos sectores, con lo que las averías, si llegan á producirse, no afectarían más que á un sólo sector en vez de hacerlo á la población entera (1).

(1) En las grandes poblaciones, como los diversos sectores en que se dividen tienen por lo general altitud diferente, para que el agua pueda llegar á los pisos altos de las casas con la posible reducción en los gastos, impónese la instalación de estos depósitos reguladores en los distintos sectores y á alturas adecuadas á la del que sirvan. Así, por ejemplo, París, que se alimenta de las aguas de los manantiales la Vanne (Loing y Lunain), l'Avre y l'Dhuis, y los ríos Sena y Marne, concentra en los depósitos de Montrouge, vecinos del parque de Montsouri y emplazados á la cota 79,50 metros, el agua necesaria para los sectores más bajos de la capital, que son los que se extienden á ambas orillas del Sena y valle de Brieve, que sirve sin necesidad de máquinas elevatorias, las cuales serían indispensables para alimentar los pisos altos de las casas del propio *arroudissement* en que los depósitos se encuentran. Estas, lo mismo que todas las de los 5.°, 13.° y 14.° *arroudissements*, reciben el agua de los depósitos de Montretout, emplazados á la altitud 107 metros, bastando la simple carga natural de los conductos, mientras que toda la parte elevada del Norte de París y los 19 y 20 *arroudissements*, exigen la elevación mecánica del agua á los depósitos de Menilmontaut (altitud 100,20 metros), Belliville y Charonne (134,40 metros).

El conjunto de la instalación de aguas de París, que ha costado 300 millones de francos (siendo hoy insuficiente), comprende 26 fábricas elevatorias (con una fuerza de 6.000 caballos), 21 depósitos (con capacidad de 1.000.000 de metros cúbicos) y 2 redes independientes de conducción de agua (servicios privado y público), con desarrollo de 3.000 kilómetros y 100.000 acometidas.

Las variaciones de consumo son distintas en cada población, á causa de la variedad de climas, que exigen riegos más ó menos frecuentes en las estaciones calurosas, de los aprovechamientos industriales, etc. De ordinario, en los meses de diciembre, enero y febrero, el consumo es 0,7 del normal, separándose poco de esta cifra el correspondiente á días festivos en que los talleres, etc., no trabajan. Las variaciones diurnas, sobre todo en poblaciones pequeñas de escaso movimiento mercantil, llegan á oscilar entre el triple y el doble.

Depósitos.— La *capacidad* de los *depósitos reguladores* no suele exceder del triple del consumo medio diario, y son en gran número las poblaciones que se contentan con límites aún mucho menores, llegando los de Colonia á una capacidad de 0,14 del consumo diario, á 0,17 los de Strasburgo, á 0,23 los de Leipzig. Los del nuevo abastecimiento de Bilbao son de capacidad igual al consumo de un día. Tales límites hay que reconocer suponen instalaciones muy cuidadosas, en las que las averías no sean de temer, así como la existencia de embalses, ó de *depósitos de almacenamiento* que sirven de decantación (previa de la filtración), que alejen el peligro de dichas averías; la prudencia recomienda fijar la capacidad mínima de los depósitos de almacenamiento en el volumen de agua necesaria por lo menos para el consumo de tres ó cuatro días, siendo evidente que cuanto más se aumente aquélla, mayores serán las garantías de su buen servicio, y existiendo éstos limitar al volumen de un día la capacidad de cada depósito regulador.

Los nuevos depósitos proyectados en Keusico, en el centro de las tomas de agua de Croton, para el abastecimiento de Nueva York, tendrán una capacidad de 110 millones de metros cúbicos, siendo suficientes para la alimentación, durante *cincuenta días*, de la ciudad á razón de 2.200.000 metros cúbicos de consumo diario, é independientemente de éstos se construirá, á 25 kilómetros agua abajo, otro depósito de distribución de 9.000.000 de metros cúbicos, de donde partirán las aguas á la capital.

El agua, mientras permanece en los depósitos, necesita *airearse* y estar *protegida* contra los agentes exteriores, y en especial contra la temperatura. Esta última conveniencia conduce á la *cubrición* de los depósitos y á la protección de la cubierta, y por lo tanto, del agua, por medio de una capa de tierra de 0,20 á 0,30 metros de espesor mínimo, cubrición que siempre conviene higiénicamente, porque además protege al agua de las suciedades arrastradas por las nubes de polvo sin impedir la aireación, que siempre puede conseguirse por las ventanas provistas de telas metálicas tupidas.

Obedeciendo á esa conveniencia higiénica, siguen haciéndose cubier-

tos los depósitos de todas las capitales, lo mismo de España (Gijón, Oviedo, Zaragoza, Vigo, etc.) que del extranjero (Waltan, Sturgis, etc., en Estados Unidos; México, etc., etc.), aún siendo éstos de grandes dimensiones, dándose el caso significativo de que los americanos han acordado muy recientemente la cubrición del inmenso depósito de Central Park para la alimentación de Nueva York (1), conviniendo indicar que, apoyándose en razones económicas, venía sosteniéndose actualmente la tendencia á dejar descubiertos sobre todo los grandes depósitos, en los que indudablemente se atenúan los inconvenientes antes señalados, y el de facilitarse el desarrollo de vegetaciones criptográmicas. Hácese intervenir en este problema la acción benéfica de los rayos solares, que ejerciéndose en los cursos de agua, no parece exista motivo para dejar de operarse en los depósitos, pero lo cierto es que hoy por hoy la superioridad higiénica de los depósitos cubiertos no puede dudarse. Son interesantes las consecuencias de los ensayos sobre alteración del agua en los grandes depósitos verificados durante doce meses (año 1906 al 1907) por una Comisión técnica de la Junta de Sanidad de Londres, entre las cuales figuran las importantes de que «las bacterias patógenas, al cabo de un cierto tiempo (cuya duración no ha podido precisarse), perecen en el agua almacenada», y de que «el largo almacenamiento de las aguas no perjudica su calidad, siempre que el entrar y salir de éstas en los depósitos sea continuo», en vista de las cuales recomienda dicha Junta á Municipios y Compañías procuren el almacenamiento de las aguas por el más largo plazo posible.

Atendiendo á la preservación del agua, y especialmente de su capa superficial, del polvo arrastrado por los vientos, alcanza una importancia grande la cubrición cuando los depósitos no están debidamente emplazados ó no se respeta su perímetro de protección, del que nunca debe prescindirse. La razón que en favor de los grandes depósitos descubiertos se alega, de que el efecto de la temperatura exterior sólo se manifiesta en las capas de agua superficiales, es, en realidad, de escaso valor, pues se ha reconocido que hace falta descender hasta 15 metros para encontrar una temperatura de 13 á 14 grados, siendo de 19 en la superficie, y son rarísimos los depósitos de tal profundidad, pues razones económicas limitan dicha dimensión á 6 ú 8 metros, aún tratándose de grandes capacidades.

El gigantesco depósito de Jerome Park terminado el 1906, para abastecer á Nueva York, teniendo de longitud 1.768 metros y 800 de anchura, sólo mide 8 metros de profundidad; 7 tienen los 4 depósitos de

(1) *Revista de Obras Públicas*. Tomo I, año 1906.

50.000 metros cúbicos cada uno, aún no terminados, en la ciudad de México, y 6,50 los depósitos de Madrid de 180.000 metros cúbicos de capacidad.

Por excepción se encuentran depósitos como el nuevo de Waltan, en Massachusset, que tiene 11,26 metros de altura (y 30,48 de diámetro), ó el rarísimo de East Providence, en Rhode Island (Estados Unidos), que es cilíndrico, de 3.500 metros cúbicos de capacidad con 21 de altura.

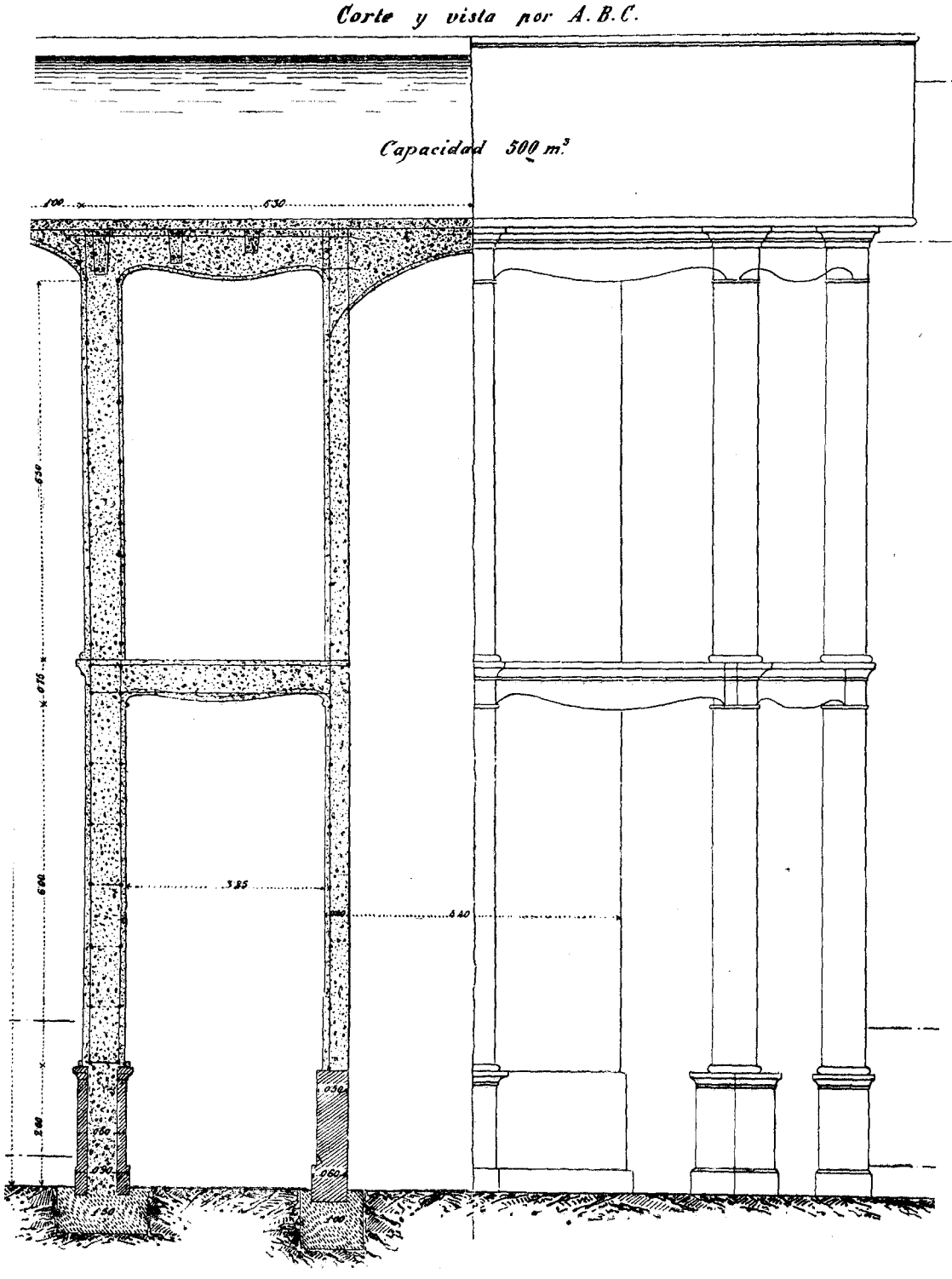
En las pequeñas poblaciones constrúyese un sólo depósito, dividido en dos compartimentos, para facilitar limpias y reparaciones; en las grandes hemos dicho se impone construir varios depósitos en puntos adecuados para contar con la presión necesaria al servicio de los distintos barrios ó núcleos de población.

Interesa, en resumen, higiénicamente: 1.°, emplazar los depósitos en puntos que, además de reunir las condiciones especiales de altitud conveniente para disponer del máximum posible de presión, estén alejados de los focos probables de infección, como cementerios, mataderos, grandes estercoleros, etc., etc.; 2.°, alcanzar prácticamente la impermeabilidad de las superficies interiores de fondo y paramentos para evitar toda penetración posible de aguas subterráneas; 3.°, preservar el agua durante su almacenamiento de los rigores de la temperatura, lo mismo en verano que en invierno, procurando conservar ésta constante, sensiblemente; 4.°, asegurar una aireación activa y, en cuanto sea dable, el movimiento circulatorio del agua en los grandes depósitos; 5.°, facilitar la vigilancia y limpieza.

El cumplimiento del precepto segundo puede conseguirse, tanto con los depósitos de cemento armado, como con los de mampostería con buenos enlucidos de cemento; pero resulta muy preferible aquel material (especialmente para tabiques y cubiertas) que asegura la impermeabilidad después del colmatado, evita reparaciones en los paramentos, y sobre todo, es más económico.

Estos depósitos pueden ser *enterrados, semi-enterrados, sobre el nivel del suelo* ó *elevados*, siendo estos últimos impuestos por la necesidad de ganar altura, y con ella presión disponible. En general, los semi-enterrados son los más económicos; el aceptarlos, y con mucha más razón los enterrados, implica la pérdida de carga representada por la profundidad á que se entierra; tanto en unos como en otros de estos últimos, el agua se conserva más fresca que en los elevados ó á nivel del suelo (1).

(1) En mi obra *Estudios y tanteos*, Madrid 1906, se examinan las condiciones técnico-económicas de las distintas clases de depósitos, sistemas de construcción, etcétera.



Depósito de agua para el abastecimiento de Calahorra (Logroño).

Fig. 246.

Como ejemplos notables de depósitos de cemento armado presentamos en las figuras 246 y 247 las plantas y corte del construído el 1904 en

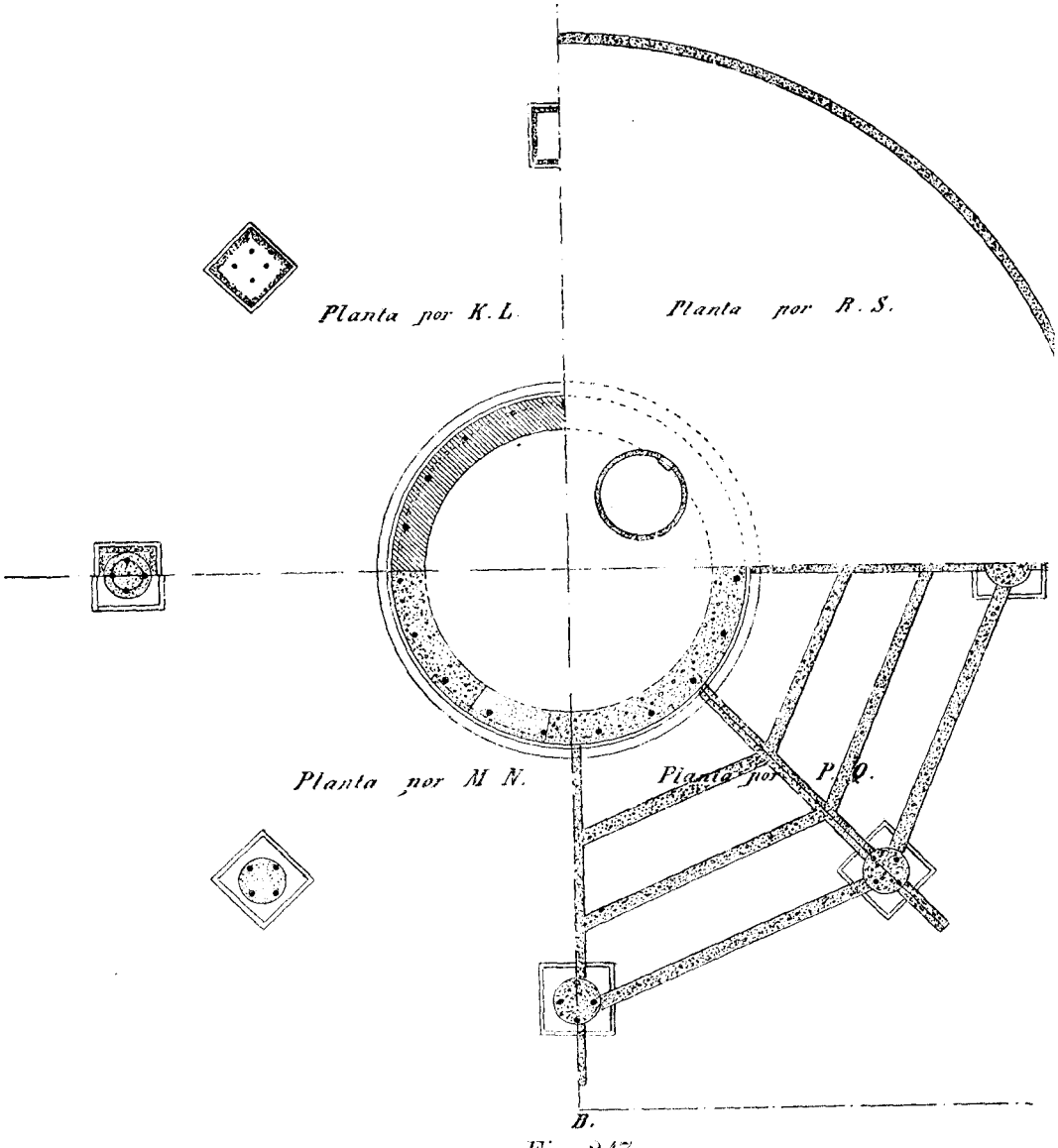
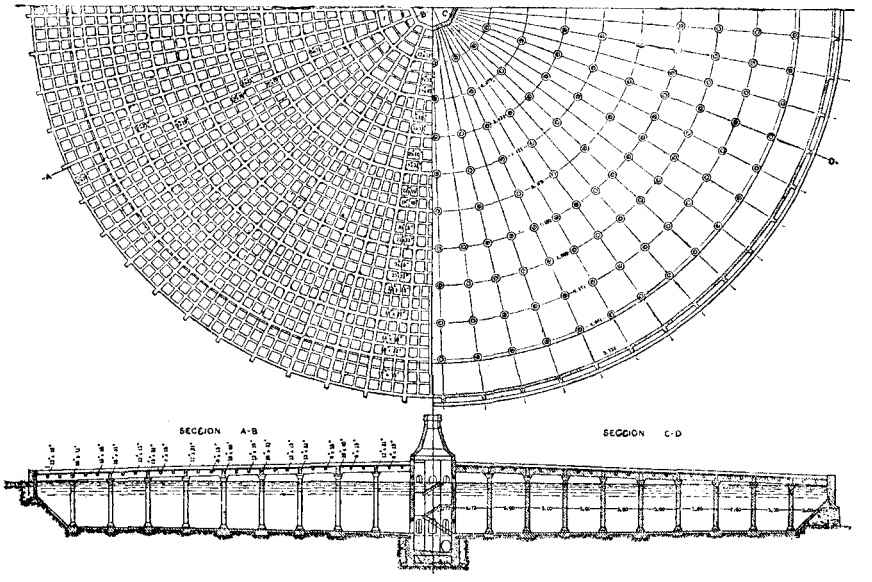


Fig. 247.

Calahorra (Logroño) por el ingeniero militar D. Angel Arbex, y en la 248 las del tipo de depósitos que están construyéndose para la ciudad de México. El primero tiene una capacidad de 500 metros cúbicos y un

diámetro de 14,16 metros, altura de 3 y su solera se halla elevada sobre el suelo 16 metros.

El tipo adoptado para los cuatro depósitos de México, cuya construcción terminará el año corriente, es el de planta circular de 105 metros de



Depósito de agua en la ciudad de México.

Fig. 248.

diámetro en la coronación y 96 en el fondo, con 7 metros de altura, estando el techo constituído por losas descansando sobre vigas radiales y concéntricas.

De hormigón armado es también el depósito de Vigo, de 20.000 metros cúbicos, construído el 1905 por la Compañía del Hormigón armado de Sestao, siendo recomendable y frecuente combinar la mampostería con el cemento armado, como ha hecho la Sociedad de Construcciones hidráulicas y civiles que dirige el Sr. Ribera (D. Eugenio) en los depósitos de Oviedo y Gijón, de 8.000 y 20.000 metros cúbicos, respectivamente, de capacidad.

Para finalizar estas breves indicaciones sobre los depósitos conviene advertir que en los casos en que sea forzoso emplazar el depósito en terrenos abundantes en aguas subterráneas, resulta higiénicamente recomendable, además del mayor cuidado en la impermeabilización interior, proteger al depósito por un drenaje que lo rodee, el cual recoja y aleje esas aguas subterráneas.

Conducción.—El agua puede conducirse desde el punto de toma al depósito de almacenamiento por *conducción forzada*, *acueducto cubierto ó tubería* y *canal descubierto.* El primero de estos medios viene impuesto en los trozos en que hay que elevar las aguas ó conducirlas á presión, y tanto él como el acueducto cubierto, tiene sobre el descubierto la ventaja de conservar casi constante la temperatura y calidad del agua. Durante el recorido de los 130 kilómetros de longitud del acueducto de la Dhuis, en París, la temperatura del agua no varía más que un grado. Los canales descubiertos nunca convienen higiénicamente para conducir aguas potables, reservándose para llevar aguas medianas destinadas al riego, lavado y usos industriales en las poblaciones donde existe doble canalización. Cuando esta doble conducción no existe, es forzoso acudir al acueducto cubierto, combinado ó no con las tuberías; la conducción del Lozoya (que abastece Madrid), admirable por sus proporciones é importancia de las obras (presas, acueductos, sifones, etc.), es cubierto en sus 70,04 kilometros de desarrollo.

Por la contaminación que siempre existe en el suelo y sub-suelo de las poblaciones, es de todo punto necesario que exista una absoluta incomunicación entre el interior de las tuberías de distribución y el exterior la cual igualmente debe perseguirse en la conducción toda.

Lo mismo que para las alcantarillas, parece preferirse hoy para los grandes acueductos las secciones circulares y ovoides, ó sus variantes trapecio y segmento de círculo combinados, pues el cubo de mampostería es proporcional al perímetro, y de todas las figuras del mismo perímetro el círculo es el de superficie máxima; además, éstas anulan los empujes horizontales en los arranques, lo que favorecen la estabilidad de las obras. El perfil ovoide se elige cuando los acueductos se quieren hacer visitables.

En los Estados Unidos se ha desarrollado extraordinariamente el empleo del hormigón armado para los acueductos, por considerar este material como más barato, más rápido de construcción, más higiénico por permitir la limpieza y desinfección fáciles, de más duración, toda vez que con el tiempo mejora en condiciones, y por último, más insensible á las dilataciones por tener prácticamente el mismo coeficiente de dilatación el hormigón y el metal (1).

Reproducimos en las figuras 249, 250, 251 y 252, los cortes respecti-

(1) La *Revista de Obras Públicas* (número del 25 de julio de 1907) inserta la Memoria presentada al Instituto de Ingenieros civiles de Inglaterra por Mr. Ernerst Basney, abogando á favor del empleo del hormigón armado en acueductos y alcantarillas, y reproduciendo varios tipos de unos y otras, entre ellos el de Jersey, de 6.400 metros de longitud, 2,50 de latitud y 2,50 de altura.

vamente de los acueductos de Dhuis (París), de Grenoble, de Avallon y de Rochefort.

En los conductos forzados, ya hemos dicho se impone la forma tubular, siendo ventajoso casi siempre sobre el palastro de acero ó la fundición, el cemento armado para conducciones de alguna longitud y diámetro superior á 0,30 ó 0,40 metros.

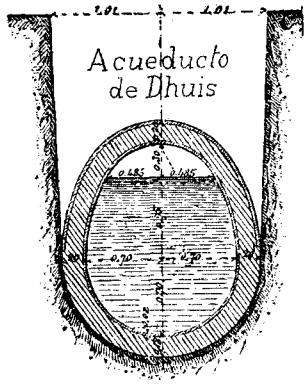


Fig. 249.

La presión del agua en las conducciones de abastecimiento varía, generalmente, entre 3 y 6 atmósferas, con un máximo de 10; la presión de prueba de las tuberías suele ser de 15 atmósferas. Las tuberías pueden ser de barro, grés, acero asfaltado, fundición, cemento, granito, madera y hormigón armado. Las de fundición y acero asfaltado han venido siendo empleadísimas, comenzando á conquistarlas el mercado desde hace unos años, las de grés (que se construyen desde 0,04 hasta 0,50 metros) y las de hormigón armado. Las tuberías de barro, por su escasa resistencia y su permeabilidad, no son nada recomendables, limitándose su empleo á instalaciones de muy pequeña importancia y para presiones pequeñísimas (á lo sumo de 1 atmósfera).

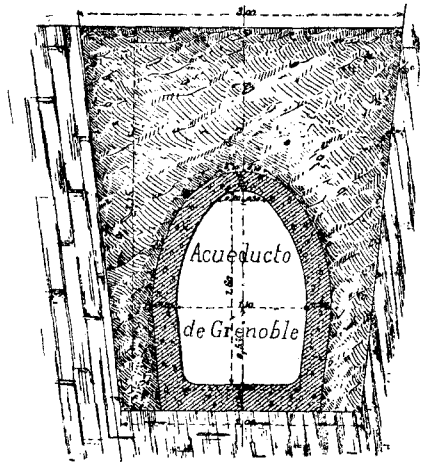


Fig. 250.

El grés es un producto cerámico que resulta duro, compacto, aglomerado, impermeable al esmaltarlo ó barnizarlo interiormente, y reúne, por consecuencia, muy buenas condiciones higiénicas, siendo bastante aceptables las mecánicas, pues resiste presiones hasta de 25 y 30 atmósferas (1 atmósfera = 10,033 metros de altura de carga).

Por fabricarse en España el tubo de grés, se obtiene á precio bajo, es de fácil colocación en obra, y aunque su longitud es pequeña (1 metro), permite, gracias al empleo de piezas especiales que se construyen *ad hoc*, las acometidas, empalmes, cambio de dirección, unión de registros, sifones, etc., y al uso del mastic

especiales, una perfección grande en las juntas que resultan perfectamente impermeables. Pueden recomendarse sin inconveniente las tuberías de grés, para diámetros hasta de 0,50 metros y presiones pequeñas ó lo más medias (hasta 4 ó 6 atmósferas), fijando la atención en los empalmes, para evitar la posibilidad de pérdidas ó fugas de agua, aunque este peligro cada día va aminorándose felizmente.

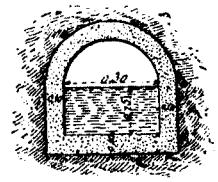


Fig. 251.

Tuberías de madera.— Empléanse bastante en América y muy poco ó nada en Europa, y especialmente en España, por la escasez de maderas á propósito para construirlas. En California, existen tuberías para la conducción de aguas á la ciudad, que miden hasta 2,75 metros de diámetro interior de la especie vegetal *Sognia sempervivens*, que reúne las ventajas de gran ligereza, facilidad de transporte, impermeabilidad y gran resistencia, debida á la casi absoluta ausencia de nudos y otros defectos, estando, por consiguiente, indicadísimo su empleo, cuando se instalan las canalizaciones en regiones montañosas, donde dichas especies de madera abundan y donde en cambio los transportes son difíciles y costosos.

Para la fabricación de estos tubos se corta la madera en forma de duelas, cuya longitud puede llegar hasta 7 metros y que se curvan á mano ó por medio de criks, clavando después sus extremos solapados ó haciéndolos coincidir con las duelas generatrices, y reforzando el conjunto con anillos exteriores de acero de 10 á 12 milímetros, que se espacían á intervalos crecientes con la presión. Estos tubos pueden resistir presiones permanentes de 10 á 15 kilogramos por centímetro cuadrado, y á igualdad de diámetro la disminución del gasto debida al rozamiento del líquido con sus paredes, es algo menor que con los tubos de acero.

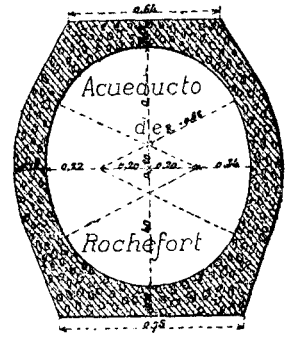


Fig. 252.

Tuberías de acero asfaltado.— Han substituído á las de chapa de hierro asfaltado, que empezaron á usarse en España hacia el año 1852 y se componen de chapas de acero laminado, remachadas en sus bordes y galvanizadas en su totalidad, revestidas en su interior de un esmalte á base de brea estando cubiertas en el exterior por una capa de asfalto mineral, mezclada con arena silícea, que las preserva de todos los agentes de destrucción.

La parte metálica se cubre con una capa de estaño y plomo.

Se unen á enchufe de precisión; la parte macho, de forma cilíndrica,

penetra como un émbolo dentro de la parte hembra, produciendo un cierre hermético.

Para facilitar y asegurar el ajuste, se interpone una hilaza de estopada de cáñamo, preparada con cera, plombagina y sebo neutro.

Ambas partes de la unión están compuestas de una aleación de estaño, plomo y antimonio, absolutamente inatacable por las aguas.

Resisten una presión superior á 25 atmósferas, tienen larga duración y resulta de una considerable economía su uso adecuado.

Tienen ordinariamente cuatro metros, aunque varían las dimensiones según la naturaleza de la obra en que se empleen.

Fabrícanse también en España, y por sus ventajas tienen grandes aplicaciones para diámetros pequeños (hasta 0,20 metros), pues de lo contrario, resultan caras.

Tuberías de fundición.—Son las que tienen más partidarios por sus buenas condiciones de resistencia, duración, facilidad de moldeo é impermeabilidad que puede conseguirse en las mismas por diversos sistemas de juntas. A igualdad de diámetro y resistencia á la presión interior, son bastante más baratas que las de acero, empleándose por esta causa para grandes diámetros, aunque su aplicación principal es aún hoy en los pequeños y medios y lo mismo en conducciones á poca presión que forzadas. El empleo de tubos de fundición de 0,20 á 1 metro de diámetro es corriente; para evitar oxidaciones, se las protege exteriomente revistiéndolas con una capa de asfalto, alquitrán ó barniz hidrófugo (1).

Tuberías de hormigón y de granito.—Ofrecen las ventajas de su duración indefinida y el prestarse á ser construídas al pie de obra, con lo cual pueden obtenerse á bajo precio en muchas ocasiones. Se hacen desde los más reducidos hasta los mayores diámetros, y se usan para presiones pequeñas, pues por falta de aptitud del cemento para soportar esfuerzos de extensión, hay que evitar que los tubos trabajen á flexión ó sufran presiones interiores que pasen de una á dos atmósferas.

Tuberías de hormigón armado.—Tienen, además de las ventajas relativas á la duración, facilidad de disminuir cuanto se quiere el número de uniones, posibilidad de moldearlas en la forma que se desee, la importantísima de poder ser construídas para presiones y diámetros tan grandes como sea necesario, creciendo notablemente la economía á medida que dichos elementos aumentan de valor. Para diámetros que pasen de 0,20 me-

(1) En la página 518 y siguientes, tomo XI de la edición del *Aide-memoire des ingenieurs, architectes, etc.*, de Claudel, se inserta el pliego de condiciones para la recepción de los tubos y piezas de fundición en el servicio de aguas de la Ville de Paris.

tros conviene en general económicamente la substitución de las tuberías de fundición por las de cemento ú hormigón armado, que cada día se desarrollan más, no siendo de temer la falta de impermeabilidad achacable para presiones superiores á dos ó tres atmósferas, por producirse á los ocho ó quince días el colmatado ó cerramiento de los poros. Puede también emplearse como armadura un tubo de acero contínuo soldado que al quedar encerrado en el hormigón, queda preservado de oxidaciones y corrosiones (1). La fundición, por su fragilidad, no resiste bien los golpes de ariete, ni las flexiones que resultan de asientos del terreno, y el palastro de acero, como antes indicamos, es caro, fácilmente oxidable y permeable, tratándose de presiones medias, habiendo, para evitar este defecto, que acudir á la substitución de los tubos de palastro de acero ribeteado por tubos embutidos sin soldadura, pero el procedimienco sólo es aplicable á pequeños diámetros.

Como ejemplo de conducciones de esta clase realizadas en España, merecen citarse la de Albacete (cuya tubería es de 10.000 metros con 0,40 de diámetro); la del salto del Chorro en Málaga, de 0,80 metros de diámetro y 30 de altura de carga; la de la Papelera de Araxes, del mismo diámetro, y sobre todo la del sifón del Sosa (Monzón) en el canal de Aragón y Cataluña, con diámetro interior de 3,80 metros y grueso de 0,15 para un gasto de 35.000 litros por segundo, con una presión de 25 metros.

Respecto al empleo en las distribuciones de las casas, de las tuberías de plomo, bueno será indicar, que no obstante haber sido proscripto su empleo para la conducción de aguas potables por el Congreso de higiene de Viena (1887), la práctica los sigue aceptando sin inconveniente (2). Parece demostrado que una ligera película que se adhiere á las tuberías de plomo protege al metal de ser atacado y disuelto; y que este depósito ó película se forma inmediatamente y es más eficaz en las aguas calcáreas. El efecto temido, acentúase más en las conducciones de aguas muy poco mineralizadas (las de lluvia por ejemplo), ó las muy cargadas de

(1) La práctica ha demostrado no ser necesarias esas camisas interiores de palastro (empleadas, por ejemplo, en el sifón del Sosa) para obtener la impermeabilidad. Las tuberías forzadas de las centrales eléctricas de Enguera (Valencia) y Sott de Ferrer (Castellón), construídas por el ingeniero militar D. Emilio Albiol, miden, respectivamente, 1,20 y 1,40 metros de diámetro interior con presiones de agua de 42 metros, y en ellas se ha alcanzado la impermeabilidad sin tales camisas, de palastro, una vez producido el colmatado de los poros.

(2) Por R. O. 3 de febrero de 1865, se declaró de acuerdo con el Real Consejo de Sanidad y previo informe de la Real Academia de Medicina, que podían emplearse los tubos de plomo para la distribución de aguas potables sin perjuicio para la salud.

materias orgánicas y sales amoniacales. El hecho concreto es que el plomo por sus condiciones especiales, no ha encontrado sustituto para los ramales pequeños de las distribuciones, y ninguno de los ensayos hechos para preservarlo cubriéndolo con una capa de estaño, ó con ciertos barnices (trisulfuro de potasio) han prosperado. De aquí que los tubos de plomo sigan empleándose universalmente en los ramales de las casas, siendo de notar que el tiempo de contacto del agua con las paredes del conducto es demasiado corto para que el plomo sea atacado.

El único voto emitido sobre este particular por el I Congreso Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación (París 1904), fué el que sigue:

L. XXVI.—Que los trabajos de plomería, tanto para la aducción de aguas de alimentación, como de aguas residuales en el interior de las habitaciones sean objeto de cuidados particulares; que las instalaciones sean tales que la distribución del agua, así, como los aparatos hidráulicos y las bajadas de aguas sucias, estén completamente al abrigo de la helada.

De todas maneras, hay que tener en cuenta esa acción posible del agua potable sobre el plomo de las tuberías, y, cuando exista posibilidad, substituir aquéllas por las de grés ya empleadas en diámetros bastante pequeños.

***

Como final reproducimos á continuación los acuerdos, tomados sobre alimentación de las ciudades de agua potable, en el Congreso nacional de higiene de Marsella en 1906, fueron éstos:

1.° El abastecimiento de las ciudades con aguas de los manantiales debe ser objeto de una atención particular, por las imperfecciones que pueden presentar ciertos manantiales.

2.° Con anterioridad á todo proyecto de aducción, se impone una investigación minuciosa desde los puntos de vista hidrogeológico, químico-biológico y médico.

3.° Las aguas captadas deben tomarse en lo posible en su yacimiento geológico.

4.° Debe presidir una comprobación eficaz en la rapidez de los medios de información, eficacia de las medidas tomadas y aceptar la responsabilidad de las aguas, distribuidas en calidad y en cantidad.

5.° Una vez establecida la distribución, debe practicarse una vigilancia contínua, tanto en lo que respecta á las aguas captadas como á su depósito de decantación; el perímetro de protección debe extenderse á la fuente, á su depósito de alimentación y á las obras de aducción.

6.° Cuando una ciudad no pueda encontrar una cantidad de agua subterránea de pureza asegurada, suficiente para la bebida y las necesidades domésticas, está en la obligación de purificar bacteriológicamente toda el agua distribuída, ó por lo menos la parte que se destine para beber (primera categoría en la doble distribución).

7.° En cuanto á los procedimientos que hay que adoptar para esta purificación, no se posee en la actualidad la panecea aplicable indistintamente á todos los casos: es necesario elegir entre los diversos procedimientos de filtración ó de esterilización, inspirándose, sobre todo, en la composición del agua de que se trate en las condiciones económicas y locales.

III

HUMEDAD DEL SUELO Y SUBSUELO

HUMEDAD DEL SUELO Y SUBSUELO

XXVI

PELIGROS QUE PARA LA SALUD ENCIERRA ESTA HUMEDAD

Son muchas las enfermedades que reconocen como origen principal la humedad del suelo (fiebres intermitentes, reumatismo, malaria, etc., etc.) y no menor número las que por la misma causa encuentran favorable desarrollo, pudiendo citarse entre éstas, algunas tan temibles como el tifus y la tuberculosis. No cabe duda, dicen los Doctores Abel y Olshauzen (1) que la humedad ejerce sobre el organismo humano, una influencia general, imprecisa sin duda, pero que crea una predisposición á la enfermedad ó agrava ciertos estados patológicos.

Por efecto de la porosidad y de la permeabilidad de los terrenos, el aire atmosférico y el agua meteórica penetran y circulan por el interior de su masa, con dificultad mayor ó menor según el grado en que aquellas propiedades los terrenos posean, dando lugar á combustiones lentas y procesos biológicos complejos, como resultado de los cuales, tiene lugar una gran absorción de oxígeno, con desprendimiento de ácido carbónico y el desarrollo de multitud de microbios, viciando aquélla el aire y contaminando éste el agua, con grave peligro para la salubridad de las viviendas y urbes que sobre esos terrenos asientan, pues tanto el aire subterráneo como el agua del suelo y del subsuelo, pasan siempre á la atmósfera en cantidad que, repetimos, depende la permeabilidad de los terrenos, la que es función á su vez de la naturaleza mineralógica de los mismos.

Cuando la contaminación del aire y de las aguas subterráneas ó superficiales, depende exclusivamente de la composición química del terreno, los peligros para la salubridad de las urbes son relativamente pequeños, pero en la práctica sucede que á esa impurificación, que pudiéramos llamar natural y que es la mínima, se suma siempre la procedente

(1) *Revue d'higiene*, 1904.

de la descomposición de materias orgánicas y mezcla con gases contenidos en las inmundicias sólidas y líquidas, que por desgracia no se conducen y alejan con las debidas garantías de incomunicación con el exterior.

Con ser muy importante la reducción que se observa en la dosis de oxígeno contenido en el aire subterráneo (del 6 al 10 por 100) sobre la que existe en el atmosférico (el 21 por 100), y tan grande el aumento que se produce en la proporción de ácido carbónico (del 10 al 15 por 100), cuya acción perniciosa en el organismo humano ya hicimos notar, cuando tratamos de la pureza del aire, no hay duda que su influencia en la salubridad es muchísimo menor que la ejercida por el agua del subsuelo y ello es debido á que está hoy reconocido que *el aire no sirve de vehículo directo para la transmisión de las enfermedades*, mientras que el agua es un excelente medio de vida y desarrollo para los microorganismos capaces de provocar enfermedades epidémicas.

La acción perjudicial de las aguas subterráneas, es variable con la profundidad á que éstas se encuentren y con la naturaleza del terreno, que según su porosidad permite la elevación mayor ó menor por capilaridad, á través de sus capas. Un terreno de arena ó de grava mezclada con arena, apenas permite la ascensión del agua unos centímetros (20 á 30) mientras que en un terreno calcáreo el agua asciende 1 metro á 1,50. Lo mismo que por la superficie corren ríos y arroyos, así también existen verdaderos cursos de agua con sus variaciones en el régimen, en las capas subterráneas, y en ellas fórmanse igualmente lagunas extensas donde el agua se almacena y embalsa. El estudio de las corrientes subterráneas y de los embalses ó sábanas de agua, en las inmediaciones de poblaciones; el de la profundidad, naturaleza é inclinación de las capas impermeables, por las que, naturalmente, han de circular las aguas y el de la composición de las capas permeables, son importantísimos para el verdadero conocimiento de la influencia que en la insalubridad de una urbe ejerce la humedad de su suelo, debida principalmente á la filtración de las aguas de lluvia, y de las aguas superficiales (ríos, arroyos, etcétera).

Indudable es, que higiénicamente conviene que las capas acuíferas estén á la suficiente distancia de la superficie, para que los efectos de la humedad no se dejen sentir sobre las construcciones, y más en general sobre las poblaciones, para lo cual basta conque la capa impermeable más próxima esté de la superficie á una profundidad tal que en las oscilaciones máximas de la corriente quede ésta de 4 á 6 metros de las plantas inferiores de las viviendas, y que conviene igualmente que la inclinación de esas capas impermeables, permita la rápida evacuación de las

aguas que por ellas circulan. En general, en las urbes situadas á la inmediación de ríos de alguna importancia y sobre un nivel muy poco superior al de sus aguas, se encuentran en ellas las subterráneas á tan poca profundidad, que la humedad del suelo llega á constituir hasta una dificultad grave para la cimentación de sus edificios, en los que asciende por capilaridad por los muros, entreteniendo en las habitaciones una humedad constante, que motiva el nacimiento y favorece el desarrollo de las vegetaciones criptogámicas y microbianas, causa de las enfermedades apuntadas.

Si el terreno lejos de facilitar por la inclinación de sus capas impermeables la evacuación de las aguas, presenta depresiones que las retienen, pueden llegar dichas aguas á quedar *estancadas* en la superficie constituyendo lagunas, pantanos ó charcas. Estas aguas estancadas son precisamente las más perjudiciales para la salubridad de los habitantes de las fincas próximas, y convierten los terrenos que anegan en impropios para el cultivo, no produciéndose en ellos más que juncales y plantas acuáticas sin valor alguno.

Saneamiento del suelo y subsuelo.—La desecación del suelo, puede pues, exigir, bien el *descenso del nivel de la capa acuática subterránea*, bien la *supresión del estancamiento de las aguas superficiales.*

Un ejemplo altamente desdichado por lo elocuente de hasta donde pueden llegar la humedad y contaminación del terreno en su influencia sobre la salubridad de una población, ofrécelo nuestra tan poética como abandonada ciudad de Sevilla. El suelo y el subsuelo de suyo húmedos por la filtración enorme del Guadalquivir, en el terreno de aluvión que aquéllos constituye, hállase de contínuo impregnado por la filtración permanente de los pozos negros que hacen del terreno que sirve de asiento á Sevilla, un inmenso depósito donde se detienen y fermentan las excretas y resíduos todos de la vida animal é industrial de la gran ciudad, en la que no se puede abrir en parte alguna un pozo de 3 metros de profundidad, sin que la tierra extraída denote con olor pestilente su putrefacción avanzada. Y por ese suelo, que más bien es un fangal, marchan las cañerías de gas y por él se desarrollan las conducciones de agua. Da idea de un pueblo y de una nación el pensar que á los seis años de publicado por el Dr. Pulido su brillante y valiente informe sobre el saneamiento de Sevilla, la afamada capital andaluza, continúe impertérrita sin llevar adelante sus obras de saneamiento, pagando á la muerte el enorme tributo del 40 por 1000, vergüenza de todo pueblo que presuma de culto.

Descenso del nivel de la capa acuífera subterránea.—Puede conseguirse este efecto: 1.°, por medio de *drenajes*; 2.°, con *plantaciones*, siendo evidente que á la aplicación del remedio debe prece-

der el conocimiento de la causa que motiva esa humedad excesiva del suelo, para procurar remediarla por el medio más oportuno. Si ésta procede, no solamente de la elevación de la mencionada capa acuífera subterránea, sino como en el desdichado ejemplo antes citado de las contínuas y abundantes filtraciones de aguas de lluvia y residuales, lo primero y más elemental es recoger esas aguas, asegurando la completa incomunicación del interior de los conductos que las transportan con el suelo, es decir, construir un buen sistema de *alcantarillado*, pues de nada serviría intentáramos rebajar el referido nivel si continuábamos inundando el suelo con aguas procedentes de las propias viviendas. Estas alcantarillas constituyen en realidad un verdadero drenaje, y como drenes pueden en casos especiales funcionar.

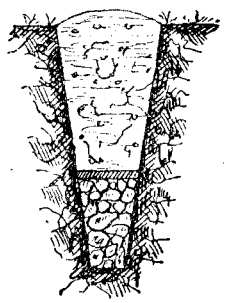


Fig. 253.

Drenajes.—Los drenes no son otra cosa que conductos, enterrados á cierta profundidad, sea llenos con juntas libres ó sea presentando en sus paredes ó techo taladros ó aberturas, por las que el agua tiene á ellos acceso, desplazándose después por su solera ó fondo. Estos drenes, que desde luego se construyen con la sección adecuada al volumen de agua que hayan de conducir, constituyen canalizaciones por las que el líquido de los terrenos se recoge y conduce al punto conveniente (arroyo ó río por lo general), y pueden ser de los mismos materiales y tener idéntica forma la sección que los descriptos al tratar de la recogida de aguas potables de manantial (fábrica, hormigón, hormigón armado, grés, barro, etcétera). En general, si han de conducir pequeños volúmenes de agua, se les da la forma circular ó la semi-circular ú oval para que asienten mejor en el terreno; el dren más económico, está constituído (fig. 253) por una trinchera llena de piedras pequeñas ó grava gruesa, por entre la que el agua filtrada circula; dicha trinchera puede llevar (fig. 254) un canal interior; la pendiente en estos casos no debe bajar de 6 por 100, pudiendo ser como mínimum de 2 á 3 por 1000 en las tuberías de drenaje.

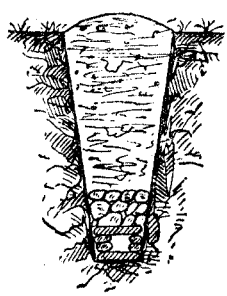


Fig. 254.

La red de drenaje en las urbes puede comprender, como la de aguas pluviales, la población toda ó limitarse á las partes ó barrios más húmedos, que serán casi siempre los más bajos, y en uno y otro caso está constituída por drenes principales y drenes secundarios, ramales de distribución, etc. Al agua en los drenes recogida, puede dársele salida á un río ó

arroyo, ó bien obligarla á pasar la capa impermeable, si ésta no es muy profunda, abriendo al efecto pozos. Este mismo sistema puede seguirse para alejar la capa superficial de agua cuando esté muy próxima la impermeable sobre que asienta, estableciendo en diversos puntos por medio de pozos la comunicación entre la primera capa impermeable y la segunda, si estuviera á corta distancia.

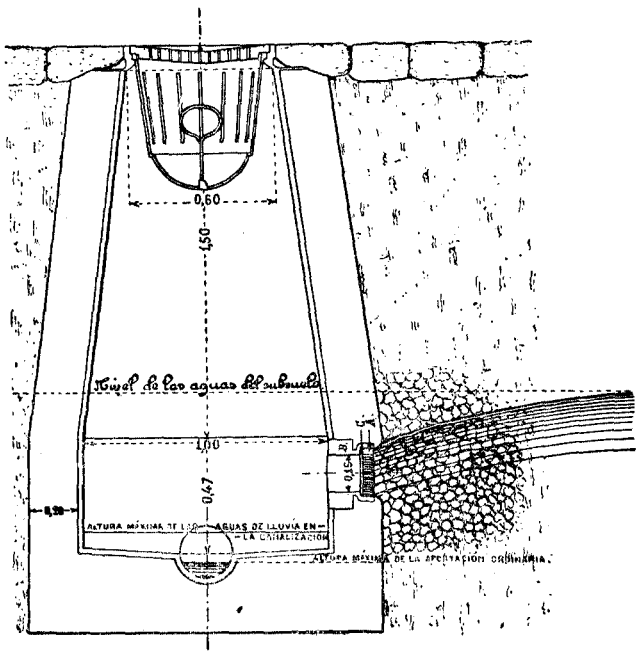


Fig. 255.

Debe en todos casos procurarse la incomunicación entre los drenajes que desecan el terreno y casi siempre recogen al propio tiempo las aguas pluviales, y las alcantarillas, mas como medida transitoria puede tolerarse provisionalmente en casos como el esbozado de Sevilla, utilizar la propia alcantarilla en sus trozos de gran sección como dren para el desecado del suelo. En la figura 255 reproducimos la disposición que con este objeto figura en el proyecto de saneamiento de la citada capital. Para grandes y medios gastos de agua, empléanse casi siempre los drenes de hormigón muy permeable, ó sea pobre en cemento, con lo que resultan bastante económicos y resistentes.

Se recomienda no plantar árboles á menor distancia de 10 á 15 metros de los drenes, pues las raices de aquéllos los obstruyen con facilidad.

El drenaje produce en el suelo efectos físicos, químicos, meteorológicos y agrícolas, siendo estos últimos los más importantes (1), pues ablanda la tierra, quitándola su exceso de compacidad y adherencia, permite las labores profundas, favorece la circulación del aire por el suelo

(1) A. DEBAUVE: *Les eaux en agriculture.*

produciendo las reacciones necesarias para la germinación y asimilación de los abonos y da por último porosidad á las tierras más compactas.

La presencia de un dren en un terreno acuífero provoca un desplazamiento general de la capa de agua hacia el tubo (fig. 256) y como consecuencia un descenso de esta capa cuando los tubos se distancian lo necesario para que sus efectos se combinen, secándose la superior del terreno. Esta separación de drenes, está íntimamente ligada con la profundidad á que se entierren, ó lo que viene á ser lo mismo, con la á que se quiera mantener el nivel de la capa de agua subterránea. Según Daries, para separaciones entre ejes de drenes, de 6, 8, 10, 12, 15, 20, 35 y 45 metros, las profundidades deben ser respectivamente 0,90, 0,95, 1, 1,06, 1,15, 1,30, 1,75 y 2,05 metros.



Fig. 256.

No entramos en el detalle de las fórmulas que ligan el diámetro de los drenes con la pendiente y el gasto (1). Sólo indicaremos que se admite generalmente que un tubo de 0,07 de diámetro puede recibir las aguas pluviales de 2 ó 3 hectáreas de terreno; y que para los diámetros mínimo de 0,04, medio de 0,10 y máximo de 0,21 metros, las pendientes mínimas sobre 100 metros suelen ser 0,25, 0,10 y 0,05 metros respectivamente y las máximas sobre dichos 100 metros, 8, 2,40 y 1 metro.

Según los terrenos, en las redes de drenes suelen espaciarse de 8 á 20 metros las filas, de ordinario paralelas, enterrándose á profundidad variable entre 1 y 1,80 metros en el campo y entre 4 y 6 metros en las poblaciones, donde la capa acuífera no debe encontrarse á menos de esa distancia de la superficie.

Para el trazado de los drenes, debe tenerse en cuenta que éstos conviene ocupen una posición tal, que la acción de la gravedad que motiva el desplazamiento del agua hasta ellos ejerza su acción máxima y lo más uniforme posible. Prácticamente se ha reconocido que los drenes ligeramente inclinados con relación á las líneas de máxima pendiente (figura 257), ejercen una acción algo más eficaz en la sequía del suelo y tienen zona de influencia mayor que los que siguen exactamente la dirección de dichas líneas.

---

(1) Pueden estudiarse, así como todas las referentes á drenajes, en la magnífica obra, tantas veces citada, de Claudel, *Formules, tables et renseignements usuels*, tomo I, 11 edición, 1907, página 618.

Los colectores secundarios se trazan próximamente normales á las curvas de nivel, ocupando los colectores principales las líneas del talweg.

Para las uniones de drenes y colectores, deben adoptarse ángulos obtusos alrededor de 120 grados para facilitar el desplazamiento, y cuando la situación forzada de unos ú otros exija la unión por curvas ó líneas poligonales, el radio no debe bajar de 5 metros, forzando entonces la pendiente para impedir los estancamientos.

Como á medida que la longitud de los drenes es mayor, va aumentando el volumen de agua que á ellos acomete, precisa ir creciendo en la misma proporción el diámetro. La práctica indica que los drenes elementales de 0,04 metros no deben pasar de 250 á 300 metros de longitud para las pendientes medias de 0,0025 por metro.

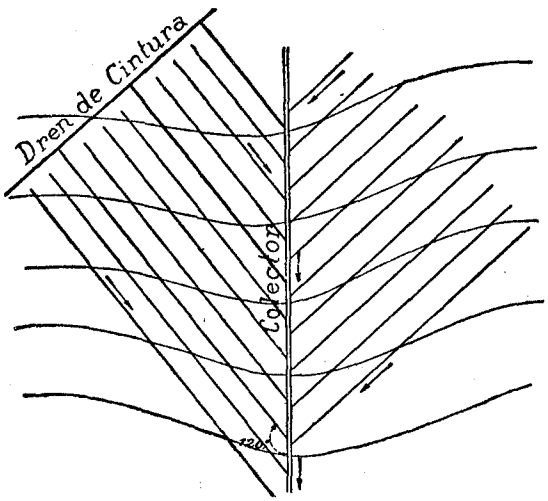


Fig. 257.

Para evitar variaciones bruscas de pendiente que se traducen en choques capaces de romper ó degradar los tubos, cuando hay que salvar crecidas diferencias de nivel, en vez de las pendientes rápidas, se recomienda la creación de pequeños saltos, aprovechándose éstos para la colocación de registros, que también se colocan en el cruce de colectores de importancia (fig. 258).

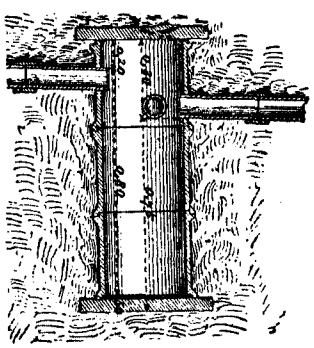


Fig. 258.

Es muy frecuente unir los emisarios ó colectores principales por una red de cintura que siga el perímetro del terreno á desecar. La aglomeración de Geunevilliers (París), ha sido así rodeada de dos drenes de cintura á 4,50 metros de profundidad.

Plantaciones.—El cultivo de la tierra al removerla y ablandar la capa superficial cruzándola de surcos, facilita por ese sólo hecho la infiltración y la evaporación; pero el papel de las plantaciones es mucho más importante, de-

biéndose principalmente á la *transpiración* de las plantas, fenómeno en virtud del cual éstas expulsan grandes cantidades de vapor de agua á la atmósfera, asimilando otra no menor de agua en sus tejidos. Claro está, que el efecto de que nos ocupamos lo llenará tanto mejor la vegetación cuanto más corpulenta sea; es decir, que el descenso de la capa acuífera hay que buscarlo no con el pequeño cultivo, sino con el bosque (de pinos, encinas, eucaliptus, heliauthus, etc.), pues cada árbol hace el efecto de una bomba, que extrae del suelo, por las raices, grandes masas de agua, que por las ramas y hojas lanza después á la atmósfera, constituyendo de este modo un auxiliar poderoso para la de secación de aquél, consolidándolo al propio tiempo cuando es poco estable.

La experiencia confirma plenamente lo mucho que puede esperarse para la desecación del suelo en las regiones muy húmedas del desarrollo de la vegetación, pues allá donde los bosques han logrado prosperar, se ha conseguido el descenso de algunos metros en el nivel de la capa subterránea, como, por ejemplo, en el gran bosque de Meudon (cerca de Lunesille) y en la región de la Sologne (Francia), donde se plantaron 56 hectáreas de bosque, consiguiendo, con ésta y otras medidas, de que luego hablaremos, poblar en veinte años, con 6.000 viviendas, 11.900 hectáreas, que eran de terreno pantanoso, y en la de las Landas, donde desde 1865 se han saneado 265.000 hectáreas, creando una enorme riqueza forestal en pinos y encinas, en un terreno antes inculto y pobremente poblado.

XXVII

DESECACIÓN Y SANEAMIENTO DE LOS TERRENOS PANTANOSOS

Medios de combatir á los mosquitos.—Es sabido que las charcas, balsas, y en general los depósitos de agua estancada, constituyen un peligro grave para la salubridad de las fincas próximas, por ser punto de permanencia y nacimiento de los mosquitos, propagadores de la malaria y fiebre amarilla, y de origen del paludismo y demás enfermedades denominadas telúricas. Las hembras de los mosquitos (cínifes que tienen necesidad imperiosa del agua para varias fases de su existencia), picando á los enfermos (después de la puesta del sol), toman de su sangre los gérmenes de la malaria ó de la fiebre amarilla y después de ciertas transformaciones de estos gérmenes en su cuerpo los inoculan por sus picaduras á los hombres sanos (1). El peligro para los hombres sanos es tanto mayor cuantos más mosquitos y más enfermos existan.

He aquí como en reciente trabajo, describe el Dr. Vicente Vera, en términos sencillos, la parte más esencial de la teoría que sirve de fundamento á los procedimientos conducentes á sanear las comarcas en donde son endémicas las fiebres citadas:

«Se ha comprobado que la causa de esas fiebres está en ciertos gusanos que, durante el trascurso de su vida, pasan por diferentes estados; es decir, sufren varios cambios ó metamorfosis. Para experimentar estos cambios necesitan medios apropiados. Las larvas de estos gusanos suelen encontrarse, en efecto, en las aguas estancadas y, en general, en los terrenos muy húmedos.

Ahora bien; hay algunas especies de mosquitos que se alimentan de estas larvas, las cuales, al pasar el aparato digestivo de esos clípteros, encuentran el medio apropiado para pasar á otra fase de su desarrollo. Si en este nuevo estado de su vida el gusano es inoculado en el organismo humano mediante la picadura del mosquito, el gusano parásito se encuentra en un nuevo medio, se metamorfosea nuevamente, pero, al mismo tiempo, produce en la persona que le alberga las gravísimas alteraciones orgánicas que se manifiestan por las fiebres referidas.

Los mosquitos que se alimentan de las larvas de los gusanos que producen la malaria, pertenecen al género *anophèles*. Es decir, que los aludidos gusanos solamente pueden efectuar su desarrollo sexual en el estómago de un *anophèles*. De un modo análogo el mosquito que aloja el

(1) *Traite d'higiene*, de A. Chautemesse y E. Mosny, fascicula XIII.

parásito capaz de producir después la fiebre amarilla, pertenece al género *stegomyia*, y aunque no se conoce bien la vida y cambios de estados sucesivos del parásito ni las circunstancias de su transmisión, se han podido apreciar mucho mejor las costumbres del insecto, que es, al fin y al cabo, el elemento propagador.

Resulta de todos estos hechos, que en los sitios húmedos y con ciertas condiciones favorables de temperatura, es donde, efectivamente, existen ó pueden existir los gérmenes y larvas de los parásitos capaces de producir las fiebres palúdicas de diferentes formas, y aún la fiebre amarilla; pero que, si no existen los mosquitos especiales que sirvan de albergue á esas larvas para proporcionarles el medio adecuado á su transformación y que, además, sean los agentes propagadores del parásito en su nueva fase, ya infecciosa, no podrá verificarse la infección de los seres humanos.

Así, pues, lo que hay que evitar á todo trance es la picadura de los mosquitos referidos y, si es posible, procurar la extirpación completa de éstos.

Se ha observado, por lo que se refiere al mosquito propagador de la fiebre amarilla, que es un animal exclusivamente doméstico; es decir, que sólo se encuentra en las inmediaciones de los lugares habitados por el hombre y que únicamente se multiplica en los receptáculos artificiales, tales como barricas, botellas, latas vacías, barreños, artesas, pilas de lavar, etc. Estas costumbres del insecto lo hacen sumamente peligroso, pero al mismo tiempo más fácil de extirpar».

Los huevos de los mosquitos necesitan cuarenta y ocho horas para pasar al estado de larvas, y éstas de ocho á diez días para convertirse en adultos. Las larvas de los mosquitos llamados *anophèles* que son los propagadores de la malaria, exigen para su vida aguas claras y soleadas, aman la vecindad de las plantas acuáticas y devoran las larvas de otros insectos, mientras que las larvas de los mosquitos *eulex* propagadores de la fiebre amarilla, se acomodan á las aguas impuras y son hervíboros, siendo ambas especies á su vez devoradas por los pescados, cuya multiplicación conviene por lo tanto en los estanques de las regiones palúdicas. Está comprobado que los mosquitos no necesitan grandes extensiones de agua estancada para poner los huevos y nacer, razón por la cual es muy de recomendar el que no se arrojen á la inmediación de las viviendas, trozos grandes de vasijas, botes de conservas y en general pequeños recipientes que pueden llenarse de agua al llover, quedando esta detenida largo tiempo, debiendo igualmente recubrirse con una tapa ó tela metálica espesa, los recipientes que en el campo se usan para recoger el agua de lluvia ó de riego.

Los anophèles adultos no se alejan por lo general más de 150 á 200

metros del sitio en que han nacido, considerándose como un máximum 1.500 metros, si bien es cierto que los vientos violentos pueden transportarlos hasta 6 y 7 kilómetros; Mr. R. W. Armitaga cita en el *Victorian Naturalist* un caso muy interesante, de arrastre por los vientos de los mosquitos en cuestión.

Al Sudeste de Nueva-Guinea existe una isla llamada Samarai, que antiguamente se hallaba completamente invadida de mosquitos *anophèles*. Estos mosquitos desaparecieron hace muchos años al ser desecados los terrenos encharcados donde se producía el sagú y rellenados después con tierra seca. Tan libre de fiebres se vió desde entonces la citada isla, que se considera como un sanatorio de Nueva-Guinea y las gentes de raza blanca acuden á Samarai seguras de no contraer las calenturas.

Pero el año corriente 1908, durante el mes de abril y principios de mayo, al final de la estación de las lluvías, estuvieron soplando sin interrupción fuertes vendavales del Noroeste. Poco tiempo después la isla se encontró completamente infectada de mosquitos *anophèles* adultos. En el término de diez días á contar desde su aparición, todos los residentes en Samarai, que hasta entonces no habían sido atacados por la malaria, se vieron presa de la fiebre. Algunas de las personas invadidas llevaban ya más de cuatro años de residencia en la isla sin haber experimentado alteración alguna en su salud.

Este hecho curiosísimo parece demostrar que los vientos arrastraron consigo los mosquitos *anophèles* existentes en otras islas próximas á la de Samarai y cubiertas de pantanos, como esta última se hallaba en otros tiempos; y la práctica confirma que una pantalla de árboles detiene el insecto, no dejándose sentir cuando ésta existe, los efectos de la malaria más que á algunos cientos de metros de los bordes de las aguas estancadas. De aquí la importancia grandísima de las plantaciones de árboles en las regiones pantanosas.

Cuando los estanques ó depósitos de aguas estancadas no puedan suprimirse, no existe medio más eficaz para destruir las larvas de los mosquitos, que privarlas de respirar en la superficie del agua, extendiendo sobre dicha superficie una capa de aceite, de petróleo, de kreosina, etcétera, empleando estas materias en la proporción de 15 centímetros cúbicos por metro cuadrado de superficie (1).

En la obra gigantesca de perforar el itsmo de Panamá para construir

(1) Los ingleses en Ismaelia y el Gobierno egipcio en Port-said, han usado para dicha aplicación el petróleo con excelentes resultados, consiguiendo no sólo la desaparición de la malaria sino la de la peste propagada por las ratas, por beber éstas el agua mezclada con petróleo. De tales operaciones se encargaban brigadas de agentes distribuídos por los barrios donde existía encharcamiento de aguas.

el canal que ha de poner en comunicación el Atlántico con el Pacífico, uno de los trabajos previos más importantes que han tenido que llevarse á cabo, ha sido el de sanear aquella región, una de las más insalubres del planeta.

Sabido es que, tanto la malaria como la fiebre amarilla, han ocasionado allí numerosas víctimas, y muy especialmente entre los obreros encargados de efectuar los movimientos de tierras. Pero desde que los norteamericanos se encargaron de la construcción del Canal, dedicaron preferente atención al saneamiento de la zona, extirpando las causas de tan terribles azotes.

La obra efectuada con este objeto en la región que atraviesa el Canal de Panamá ha sido verdaderamente colosal. La ha llevado á cabo el coronel de ingenieros Gorgas, con la cooperación del personal médico y el subalterno sanitario adecuados para ello.

La zona saneada comprende una extensión de unos 80 kilómetros de longitud por 16 de anchura, y en ella hay asentadas hasta treinta aldeas y poblaciones pequeñas, además de las dos ciudades de Panamá y Colón, que se hallan, respectivamente, á los dos extremos del Canal, la una en la costa del Pacífico y la otra en la del Atlántico (golfo de México). Existen también en la expresada zona bastantes campamentos ó poblados improvisados donde se albergan temporalmente, y, según lo requieren las obras, los operarios de todo género que trabajan en la construcción del Canal.

Las obras de saneamiento consisten en destruir toda clase de vejetación superficial y subterránea en los poblados y sus alrededores hasta 200 metros más allá del último albergue; desecar las charcas y los pantanos por medio de un buen sistema de drenaje; rellenar con tierras secas los sitios bajos y las hondonadas fácilmente encharcables; destruir con sulfato cúprico todas las algas que se presenten en las zanjas; procurar cuidadosamente que todas las corrientes de agua se mantengan dentro de sus cáuces; prohibir en las casas y chozas la existencia de canalones y atarjeas en disposición tal que se pueda estancar el agua; fumigar, impregnar de petróleo todas las materias peligrosas; enterrar las latas de conservas, una vez vacías; en una palabra, impedir por todos los medios que haya una sola gota de agua estancada y que los mosquitos encuentren medios de vivir.

El resultado de estos trabajos y de la vigilancia rigurosa que se mantiene ha sido prodigioso. En las aldeas y campamentos existentes á lo largo del Canal se ha conseguido extirpar por completo los *anophèles* y *stegomyias*, y, por tanto, la malaria y la fiebre amarilla. Aplicando el mismo procedimiento en las dos ciudades extremas, Colón y Panamá, también se desterrarán de ellas tan temibles epidemias.

Las obras de saneamiento sólo se practican en la zona del Canal de Panamá en un radio de 200 metros alrededor de las localidades habitadas por el hombre, considerándose esta extensión suficiente para verse libre de los ataques del insecto. La razón es que se ha podido apreciar prácticamente que el mosquito no puede salvar esa distancia, de forma que los que vivan y se multipliquen más allá de los expresados 200 metros, no llegan nunca en su vuelo á cruzar tal extensión.

Los medios de defensa de las habitaciones contra los mosquitos, estriban únicamente en el empleo de telas metálicas en los huecos, y de dobles puertas y ventanas, mosquiteros de gasa en los dormitorios, puertas de cierre automático, etc.

La desinfección de las habitaciones invadidas por los mosquitos se consigue ardiendo azufre, ó sometiéndolas á los vapores del gas cianídrico ó del aldehido fórmico.

Para la protección de las personas, que tengan que salir después de la puesta del sol, hay que acudir á cubrirse la cara con velos y las manos con guantes y á cerrar en lo posible las aberturas de mangas y pantalones.

El mejor medicamento preservativo y curativo de los efectos de la picaduras de los mosquitos, es la quinina.

Procedimientos generales de desecación de los terrenos encharcados ó pantanosos.—Ya sea la falta de pendiente é impermeabilidad de ciertas regiones donde las aguas pluviales no pueden por tal motivo infiltrarse en el suelo, ni correr por su superficie, ya los obstaculados que los hombres ó el viento crean á través de los ríos ó en las costas arenosas, ya las divagaciones de los ríos en los terrenos bajos ó llanos y especialmente en la proximidad de su desembocadura ya otro cualquiera el origen del estancamiento de las aguas dulces ó saladas, es lo positivo, que conviene oponerse por todos los medios posibles á este estancamiento, y proceder á la desecación de los terrenos inundados.

Los medios conducentes á tales resultados son: 1.°, suprimir toda causa de retenida de las aguas, buscando dar salida á éstas por la acción de la gravedad ó si es indispensable por medio de máquinas elevatorias; 2.°, impedir ó reducir todo motivo de nueva introducción de aguas extrañas en la región á desecar; 3.°, ayudar cuando sea posible la desecación, favoreciendo la evaporación y la infiltración de las aguas detenidas; 4.°, elevar el nivel del terreno lo necesario para ponerlo al abrigo de las aguas.

La aplicación de cada uno de estos procedimientos con independencia ó combinadamente dependerá de las condiciones de cada caso especial, pero en general, el verdadero procedimiento para sanear estriba en buscar

dar salida al agua, instalando una serie de conductos que aseguren por su trazado y dimensiones el desplazamiento de la masa de agua en todo el perímetro á desecar. Esa red de conductos (canales, regueros, drenes, acueductos, etc.), terminan cuando es dable, en el mar, ó en un río ó arroyo, y si la pendiente del terreno no lo permite en un punto bajo desde donde el agua se acumula en depósitos y distribuye debidamente para el riego ó se eleva por medio de máquinas, para llevarla á donde su existencia sea útil ó por lo menos no perturbadora.

La creación de exclusas que impidan que el mar llegue en las altas mareas á remontar el curso de sus emisarios; la preparación del terreno para el cultivo, construyendo canales de distribución, provistos de exclusas que permitan la irrigación de estos cultivos; la creación de diques de tierra ó económicos, que limiten y regularicen las inundaciones; las plantaciones de las especies forestales que ya mencionamos y la apertura de distancia en distancia, de pozos que lleguen hasta la capa permeable cuando la impermeable generalmente arcillosa que retiene las aguas superficiales es de poco espesor, son medios de que el ingeniero dispone para sanear y hacer salubres, terrenos y regiones inhabilitables por su insalubridad.

Las leyes deben proteger la acción individual conducente á la desecación de terrenos pantanosos, complementándola, cuando la naturaleza de las obras necesarias para conseguirlo exija esfuerzos que no están al alcance del propietario ni aún del Municipio á que tales terrenos correspondan. Así lo entienden la mayor parte de las naciones, y algunas, como Francia, han conseguido con ello desarrollar la riqueza nacional en beneficio, no sólo de los cultivadores, sino del Tesoro público.

El Tratado de higiene rural de Imbeux y Rolants, tantas veces citado, presenta ejemplos tan notables de regiones saneadas por los procedimientos mencionados como las de Sologne, Dombes, Las Landas, Bourgoni, Gravelmès, Forez, Bergues á Fournes, etc.

La Sologne, comprendida entre el Cher y el Loire, tenía 11.900 hectáreas de terrenos pantanosos el 1870, hoy completamente saneados por medio de las obras siguientes: un canal de evacuación de 43.274 metros de longitud, que costó 4.119.000 francos; limpieza y encauzamiento de los cursos de agua afluentes de los ríos dichos (1.700.000 francos); drenaje de 3.500 hectáreas, una red de caminos agrícolas con 600 kilómetros de desarrollo (3.397.000 francos); plantación de 56 hectáreas de bosques. Al cabo de veinte años y merced á estas obras, los impuestos percibidos por el Estado se elevaron en 8 millones por año; las redenciones del servicio militar pasaron del 42,5 por 100 al 50,2, y la mortalidad descendió del 26,9 por 1000 al 24,5; el Estado recuperó con exceso los 12 millones con

que subvencionó las obras. El saneamiento de la región de Dombes, es aún más elocuente. En 1853 existían 1.667 pantanos sumando 19.215 hectáreas, y la mortalidad era de 40,4 por 1.000. El Estado ofreció una prima de 250 francos por hectárea desecada, y en 1878 habían ya desaparecido 434 pantanos representando 10.000 hectáreas; se había creado sobre esos terrenos una red de 364 kilómetros de carreteras y caminos de hierro; la mortalidad descendió al 26 por 1.000 y la población pasó de 20 á 31 habitantes por kilómetro cuadrado.

Bastan estos ejemplos (escogidos entre los muchos que se mencionan en la aludida obra) para demostrar los beneficios que pueden obtenerse del saneamiento de los terrenos pantanosos; pero no debemos dejar sin mencionar siquiera los trabajos llevados á cabo el corriente año por los ingenieros militares franceses de las tropas de ocupación de Oudjda (Marruecos) para sanear esta ciudad, considerada como un foco epidémico latente por los numerosos pantanos pestilentes, origen de fiebres palúdicas, crónicas en dicha población, que han disminuído en proporción notable.

Estos trabajos (1) dirigidos por el Capitán de Ingenieros Mougni, por haber sido ejecutados con un presupuesto insignificante (7.500 francos) y con personal inexperto (casi todo indígena), entran de lleno en los típicos de campaña. En esencia, han consistido: 1.°, en la construcción de un canal principal, que partiendo del interior de la ciudad, llega al reducto ó fortaleza de la Casba, donde se encontraba un enorme pantano que recogía las aguas sucias de los edificios públicos y casas particulares, rodea éste, recoge las aguas sucias de otros dos pantanos, y se aleja del pueblo, conduciendo las aguas á un campo de *epandage*, establecido en los jardines al Noroeste de Oudjda. Este canal tiene 3 metros de profundidad media, 0,60 metros de anchura en la base y 2 á 5 milímetros de pendiente por metro, habiéndose ahorrado los revestimientos donde la compacidad del terreno lo permite; 2.°, en la construcción de una alcantarilla cubierta, desembocando en el canal principal; 3.°, en la construcción de un matadero, emplazado sobre dos planos inclinados de hormigón de 15 por 4 metros; 4.°, en el arreglo de las rasantes de las calles principales y mejora de sus pavimentos. Han bastado estas obras de urgencia, tan elementales, para alejar los riesgos que corría la salud de las tropas ocupantes de la referida población marroquí, donde dicho está se ha establecido una policía sanitaria que impide continuar arrojando cada cual basuras é inmundicias donde bien quiera, como pasaba antes de ocuparla los franceses.

*
* *

(1) Descriptos en *l'Edilité Thecnique*, número de mayo de 1903.

La remoción de las tierras contaminadas, pone al descubierto y en contacto directo con el aire respirable, las materias en putrefacción y gases desprendidos, pudiendo dar lugar esta remoción á enfermedades infecciosas si las tierras movidas no se desinfectan.

Empléase de ordinario para esta desinfección, una disolucción de sulfato de hierro, con la que las excavaciones se salpican; ó la cal viva á razón de 100 gramos del primero y 200 de la segunda por metro cuadrado en las zanjas, y de 500 gramos y 1 respectivamente por metro cúbico en las tierras depositadas. La Sociedad de higiene de París recomienda repetir la operación del riego con la cal en lechada cada vez que se note el olor característico de la putrefacción y verter en el fondo de toda zanja abierta en terreno húmedo sospechoso por estar cerca de pozos negros, alcantarillas, etc., cal en polvo que además de sanear la tierra la da más cohesión, facilitando su trabajo.

*
* *

Indicaremos, por último, que interesa mucho á la salubridad de las urbes, que en la mayor extensión posible sus vías estén pavimentadas con materiales impermeables (hormigón, asfalto, etc.) que dificultan la filtración de las aguas pluviales, disminuyendo con ello la humedad del suelo, é impiden á ésta y al aire subterráneo pasar á la superficie, reduciendo con ello la impurificación de la atmósfera respirable, aparte de las demás ventajas que ya señalamos al tratar de las distintas clases de pavimento, desde el punto de vista de la reducción del polvo.

IV

AIREACIÓN, ILUMINACIÓN Y SOLEAMIENTO DE LAS VÍAS

AIREACIÓN, ILUMINACIÓN Y SOLEAMIENTO DE LAS VÍAS

XXVIII

CONDICIONES QUE DEBEN LLENAR LAS CALLES Y VÍAS PÚBLICAS EN LAS POBLACIONES



ARA que las poblaciones (urbanas y rurales), que no son otra cosa que un conjunto de viviendas agrupadas en forma tal, que permitan la vida en su recinto del contingente humano que albergan, puedan llenar la condición esencial de su existencia, precisa tengan una serie de calles y vías, que den acceso á dichas viviendas, y permitan llegar hasta ellas el sol, el aire y la luz. Estas calles y vías deben responder á condiciones:

1.ª Higiénicas.
2.ª De vialidad.
3.ª De estética.

Toda urbe debe ser viable, facilitando el desarrollo de la circulación, estableciendo comunicaciones diversas entre los centros principales y secundarios de aglomeración urbana, y entre las plazas, edificios aislados, paseos, etc., etc., de modo tal, que el tránsito activo que la vida moderna exige por la población toda, no resulte difícil de ordinario, por la desproporción entre las dimensiones y número de vías de acceso y comunicación, y la concurrencia, no sólo de personas, sino de vehículos de todas clases que por ellas transite.

Esta idea, no tenida en cuenta en las calles antiguas, sirve hoy de fundamento al trazar las modernas que deben constituir «vías de comunicación», enlazando unos con otros los núcleos de vida humana ó mercantil.

Debe igualmente toda urbe estar dotada de ciertos elementos de embellecimiento y de ornato que tiendan á hacerla seductora, y en unión del conjunto de su trazado ejerzan sobre sus moradores alguna atracción dando á la vez idea del gusto artístico y cultura de sus habitantes; pero

sobre todo y ante todo, debe cualquier aglomeración urbana ó rural, grande ó pequeña, satisfacer las *necesidades higiénicas*, que las más de las veces, por no decir siempre, al verse realizadas, logran al propio tiempo el cumplimiento de conveniencias de belleza y de vialidad.

La apertura de vías nuevas de comunicación, el ensanche de plazas y calles antiguas, la construcción de grandes parques en el contorno de las poblaciones, la multiplicación del arbolado y masas de vegetación en el interior de las urbes, el aumento del caudal de aguas, la canalización de los ríos y arroyos que pasan próximos á los lugares habitados, el trazado de extensas avenidas y bulevares, y tantos otros trabajos de índole parecida que constantemente vienen realizando las grandes capitales para ir efectuando su transformación paralelamente á la que en los tiempos, y con ellos en las costumbres y medios de vida se operan en los pueblos modernos, son medios indiscutibles de lograr simultáneamente mejoras importantes en los tres órdenes de necesidades indicados: higiénicas, estéticas y de vialidad.

Constituídas las poblaciones por un conjunto de viviendas, es evidente que la salubridad de una urbe ó de una población dependerá, primero de las condiciones sanitarias de cada elemento aislado, y segundo, de las que reúna el conjunto de cada grupo (calle, manzana, barrio, etcétera); es decir, que el saneamiento de una urbe es función, en primer término, del grado de salubridad de cada vivienda, ejerciendo sin embargo marcadísima influencia en el mismo, las condiciones higiénicas de las vías y servicios del conjunto y la forma en que aquellas viviendas se agrupan. Nos ocuparemos ahora de estas últimas condiciones, haciendo objeto de la parte V del presente trabajo, lo referente á la salubridad de la vivienda aislada.

Importancia higiénica del sol, la luz y el aire.—Ninguna enfermedad virulenta ó contagiosa es jamás espontánea; todas tienen por origen un fermento de enfermedad animado, viviendo con vida propia: un microbio. Destruid los microbios de la tuberculosis, de la tifoidea, del cólera, de la escarlatina, etc., y jamás veréis aparecer un sólo caso de estas enfermedades. Tan trascendentales revelaciones hechas por el gran Pasteur, han sido posteriormente completadas por numerosas experiencias, que han demostrado de modo indudable, que ningún microbio de enfermedad transmisible puede resistir á la acción directa de los rayos solares (1). Por otra parte, la acción bienhechora del oxígeno del aire so-

(1) Rapport de M. Juillerat, jefe del Bureau de Saneamiento de París á la sección I del I Congreso Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación. (París 1904), sobre *La Habitation urbaine.*

bre los organismos inferiores, se manifiesta á la luz solar con una intensidad extraordinaria y determinados bacilos que, como el de la tuberculosis, resisten al contacto prolongado del aire mantenido en la sombra, conservando allí su vitalidad y su virulencia durante meses, mueren y redúcense á la impotencia por una exposición de algunas horas á los rayos solares.

Estudios aún hoy embrionarios, muestran ya sin posible duda el enlace prodigioso entre la coloración de los rayos de luz y la vida de los seres microscópicos, y demostrado está por M. Ramsy que los rayos azules, violetas y ultravioletas del espectro solar son los que mayor poder bactericida alcanzan.

Notabilísimas investigaciones de Strauss, Lefevre, Brouardel, Grancher, Londonay, Fillassier, Grauss y otros bacteriologistas, han demostrado que ni las más densas aglomeraciones humanas de los barrios pobres son tan peligrosas como la propia obscuridad en cuanto al desarrollo de los gérmenes morbosos, y especialmente el de la tuberculosis, pues el temible bacilo de Koch, microorganismo á quien difícilmente matan los antisépticos ó desinfectantes más enérgicos (sublimado salado, ácido fénico al 5 por 100, formol, etc.), irremisible y rápidamente muere bajo las radiaciones del efluvio solar. De aquí el justificado nombre con que el citado Juillerat ha bautizado á la terrible dolencia, á la tisis, designándola «la enfermedad de la obscuridad», y de aquí, por lo tanto, la importancia transcendental que en la higiene de la habitación y de la urbe ha tomado «el soleamiento de las viviendas y de las calles».

A la luz directa, pocos minutos bastan para matar el bacilo tuberculoso—dice Ewin Solly—y si el aire que ha sido soleado penetra en las habitaciones infectadas por los esputos de un tuberculoso, la habitación puede ser ocupada al cabo de tres ó cuatro horas, si las ropas, tapices, etcétera, han sido expuestos—agrega—á la claridad solar, mientras que aquellos esputos lo mismo que las supuraciones vaciliferas, son peligrosas durante meses y hasta años si sobre ellos no han obrado la luz solar ó un contacto prolongado con enérgicos desinfectantes.

La influencia de la vivienda sobre la propagación de la tuberculosis y más en general de las enfermedades que tienen su origen en la falta de aire, luz y de sol (anemia, raquitismo, reumatismo, miseria ó debilidad fisiólogica, etc.), es, una verdad corroborada en los últimos Congresos de Higiene de saneamiento y salubridad de la habitación y de la tuberculosis, donde se ha puesto de manifiesto la relación entre el número de atacados y el de pisos de las casas por ellos habitadas, la altura de las casas vecinas, el cubo de aire por individuo y la extensión del espacio respirable y por eso entre las familias indigentes, que amontonadas ocu-

pan casas miserables, es donde en mayor proporción se desarrollan las enfermedades citadas y los niños se crían linfáticos y escrufulosos. No creemos necesario reproducir las estadísticas á este efecto presentadas á los mencionados Congresos, bastando á nuestro fin afirmar, con el Dr. Samuel Bernheim, de París, que «de todos los factores sociales, la habitación malsana, contaminada, es la causa más directa, más patente, más activa de la transmisión tuberculosa, y que el contagio se opera tanto más fácilmente cuanto que el alojamiento es más poblado y colocado en peores condiciones de higiene; cuanto más población tiene una casa, menos metros cúbicos de aire y menos luz, los riesgos de contagio son mayores». Por eso la tuberculosis se ceba en los barrios pobres y en las viviendas lóbregas.

Para evitar el desarrollo de las enfermedades que acabamos de mencionar, claro está que el medio principal es dotar á las calles para que éstas lo hagan á las viviendas de esos elementos de vida que en defecto tengan, organizando con dicho fin en las poblaciones un servicio sanitario que intervenga en la construcción de nuevas vías y viviendas y ejerza la vigilancia de los alojamientos para poder apreciar el grado de insalubridad de cada vivienda, de cada barrio, de cada distrito, y en consecuencia proponer y operar la transformación que la higiene reclama, comenzando por la destrucción de los cuarteles, manzanas de casas ó barriadas más insanas.

Orientación y anchura de las calles. Altura de las casas. —De la combinación de estos elementos depende esencialmente que el aire y la luz penetren ó no en los locales habitados y que el sol pueda bañar todos los pisos durante algunas horas del día. No basta que cada habitación, cada pieza de una casa, tenga el cubo de aire marcado como conveniente por individuo; si la vivienda de enfrente tiene mayor número de pisos y están ambas emplazadas en calle estrecha, la renovación del aire viciado será difícil ó imposible y no podrá conseguirse llegue el sol á las plantas inferiores alguna hora del día; precisa que el espacio de delante de cada casa sea el suficiente para que el aire y el sol puedan penetrar en ella.

La orientación más conveniente de las calles es difícil fijarla con precisión, habiéndose limitado los Congresos á acordar las conclusiones siguientes:

«Ninguna vía nueva en una aglomeración urbana importante podrá ser trazada más que después de oirse la opinión del Bureau ó de las Comisiones de higiene. Las vías nuevas tendrán una orientación tal, que la aireación y soleamiento de los inmuebles construídos en los bordes se aseguren cuanto sea posible». (I Congreso de Saneamiento de la habitación, 1904; conclusión I).

Reglar en el porvenir, según la latitud del lugar, la altura de las casas, la anchura de las calles y las dimensiones de los patios teniendo en cuenta la orientación de tal manera que las fachadas estén expuestas desde la base á la parte superior todos los días durante algunas horas á la acción directa de los rayos solares. (Congreso de Higiene de Marsella 1906, repetido en el II de Saneamiento de la habitación Ginebra 1906.)

En general, respecto á la anchura de las calles es aceptada la idea precisada en la conclusión siguiente del II Congreso de la habitación:

«En las aglomeraciones urbanas la altura de las casas no podrá exceder de la anchura de las calles sobre que se construyan (1). Los patios destinados á alumbrar las piezas habitables tendrán una anchura mínima igual á la altura de las habitaciones (casas) que sirven.»

Esta relación, tan necesaria entre anchura de calles y altura de casas, acéptase ya hoy en todos los países, y figura como precepto en las Ordenanzas municipales de la mayor parte de las capitales civilizadas; pero como el cumplimiento de los consejos higiénicos relativos á anchura de las vías conduce á aumentos considerables y cada día más crecientes en la extensión de las poblaciones que aspiran á estar saneadas, y supone igualmente un aumento grande en los gastos de etretenimiento de las vías públicas (pavimentado, canalización, limpieza, riego, etc.), que muchos Municipios encuentran dificilísimo sostener, á menos de acrecentar torpe é injustamente los impuestos sobre la propiedad, la transformación ejecútase, no de una manera radical, como sería de desear, sino escalonadamente. Así, por ejemplo, en París, los reglamentos de 1882 y 84 autorizaban alturas de edificios de 18 metros en calles de 9,74 metros de anchura, y los ahora vigentes que datan de 1902, aunque mejoran las condiciones higiénicas de los edificios al reducir su altura en relación con la de la calle, no satisfacen la aspiración señalada. Las alturas máximas tolerables son para París (sin incluir las mansardas):

12 metros	para	edificios	emplazados	sobre	vías	públicas	de 7,8 metros de anchura.
15 ídem	para	íd.	íd.	íd.	íd.	íd.	de 7,80 á 9,74 metros de íd.
18 ídem	para	íd.	íd.	íd.	íd.	íd.	de 9,74 á 20 íd. de íd.
20 ídem	para	íd.	íd.	íd.	íd.	íd.	ó plazas de más de 20 íd. de íd.

Los edificios retrasados en sus fachadas sobre la alineación, podrán

(1) Esta fórmula se considera hoy como insuficiente, y en los cuadros del célebre profesor alemán Vogt, se ve que para latitudes de 40° (Madrid tiene 40°, 24′, 29″) la relación entre altura de casas y anchura de calles debe ser 1,32. si la orientación debajo de estas últimas es N.-S., y 1,97 si es E.-O.

El Dr. Clement, de Lyon, propone dar á las calles una anchura $L = H$ tangente X, siendo H la altura máxima de las casas y X el ángulo que los rayos luminosos forman con la fachada.

tener 15, 18 ó 20 metros de altura, cuando dicho retraso, sumado á la anchura de la vía, arroje respectivamente 7,80, 9,74 ó 20 metros.

Las Ordenanzas municipales de Madrid clasifican las calles en de 1.°, 2.°, 3.° y 4.° orden, según que su anchura sea respectivamente mayor de 20 metros, menor de 20 y mayor de 15, menor de 15 y mayor de 10 y comprendida entre 10 y 6 metros, no autorizando el trazado de nuevas calles con anchura inferior á 6 metros. Las alturas máximas toleradas de edificios sobre la vía pública son 20 metros en calles de primer orden, y 19, 15 y 14, respectivamente, en las de 2.°, 3.° y 4.°.

Las disposiciones sanitarias de Inglaterra prescriben en los artículos 4.° y 7.° del Reglamento relativo á la construcción de las calles y de las casas, que toda calle destinada al paso de carruajes debe tener por lo menos 10,90 metros de ancho, y que solamente en los parajes cerrados para coches de menos de 30,50 metros de longitud se tolerará un mínimum de anchura de 9,50 metros, cuyas prescripciones con las complementarias de las Ordenanzas municipales, teniendo en cuenta la pequeña altura de las casas inglesas, aseguran el soleamiento de las fachadas.

El Reglamento de edificaciones de Bruselas de 1883, permitía alturas de casas de 20 metros en calles de 15 de anchura, y de 19, 18, 17, etcétera, hasta 10, en calles de 13, 12, etc., hasta 4 metros de anchura; pero estas disposiciones se han mejorado, aceptándose alturas relativas de casas muy parecidas á las de París.

En Alemania ya una orden de 1882 prescribe para todo el Imperio que «no ha de exceder la altura de las casas del ancho de las calles, ni pasar nunca de 22 metros, fijando en cinco el máximo de pisos incluyendo las buhardillas».

El Reglamento sobre construcciones de Suecia (8 de mayo de 1894) especifica «que en toda ciudad no han de tener las calles menos de 18 metros de anchura, excepto las que desemboquen en explanada, que podrán tener 12», y el de Austria de 15 de enero de 1889 fija en 16 metros el mínimum de anchura de las calles.

La legislación italiana vigente tolera un límite superior de 22 metros para altura de las casas y un límite superior dependiente de la anchura de la calle, permitiendo á las casas alineadas á lo largo de calles de dirección Norte-Sur, tener una altura *un cuarto* mayor que la anchura de la calle. Las anchuras mínimas de calles son: 12 metros en las secundarias y 24 en las arterias principales en poblaciones de 50.000 ó más almas; de 10 y 18, respectivamente, en poblaciones comprendidas entre 15.000 y 50.000 habitantes, y 7 y 10 para las de menos de 15.000 almas.

En el proyecto de Reglamento Sanitario para ciudades ó aldeas, redactado por el Comité Consultivo de Higiene pública de Francia, se proponen

las siguientes alturas de casas, medidas sobre el punto medio de la fachada entre la rasante del paseo de la calle y la hilera ó caballete del inmueble:

Vías de menos de 12 metros..	Altura de 6 metros, aumentada en una dimensión igual á la anchura de la vía.
Vías de 12 á 15 metros.....	Alturas de 19 metros.
Vías de 15 ó más metros	Alturas de 30 metros.

Teniendo en cuenta que no es idéntico el valor higiénico de la acción del sol durante todas las horas que sobre las fachadas se ejerce aquélla, por cuanto el poder biológico de los rayos solares varía para las distintas estaciones, y aun dentro de las horas del día, hánse hecho estudios notables, en los que, después de cálculos laboriosos, en los que interviene muy directamente la altura del sol, llégase á números precisos para un determinado lugar, pero que al variar con la latitud de éste pierden su verdadera utilidad. Algo más práctico para nuestro objeto que repetir esos cálculos, es señalar las conclusiones á que llegan Mres. Barde (arquitecto) y Pidoux (astrónomo), en un concienzudo trabajo (1) desarrollado haciendo intervenir la temperatura que ha reinado durante la insolación. Esta temperatura crece á medida que el sol se eleva sobre el horizonte, pero prosigue su marcha ascendente durante un cierto tiempo después del medio día, cuando ya el sol desciende en su camino hacia el Oeste, con lo que las temperaturas, durante estas horas después del medio día, contribuyen á exaltar la insolación al principio de la tarde. En resumen: según dichos higienistas, la insolación después del medio día es superior á la de la mañana, y *de dos fachadas opuestas, dando frente la una al Este y la otra al Oeste*, esta última es más soleada que la primera, aunque ambas reciban la acción de los rayos solares bajo la misma inclinación y durante idéntica duración de tiempo. Razonando así contestan Barde y Pidoux á la siguiente interesantísima pregunta:

¿Cuál es la dirección que hay que dar á una calle para que sus dos fachadas opuestas reciban la misma cantidad de insolación? en la forma que sigue:

Es necesario tomar precisamente, para dirección de una calle, la de la insolación máxima, *desviando un ángulo de 19 grados* (clima de Ginebra) *hacia el Oeste de la dirección Norte-Sur el eje de la calle*, ó lo que es lo mismo, la línea de las fachadas, que darán frente una al Este y al Oeste la otra, con la inclinación dicha, con lo que la primera tendrá una dura-

(1) *L'aménagement des nouveaux quartiers, la largeur des rues, et l'insolation des façades Genèvee*, 1908.

ción de insolación más grande con una temperatura menor, y la otra una duración más reducida compensada por una duración más elevada.

Habida cuenta de las diferencias pequeñas relativamente de latitud para las naciones de Europa meridional, puede concluirse que la dirección de las calles principales conviene, desde el punto de vista del soleamiento de las fachadas de sus casas, *se separe* poco *de la Norte-Sur*, girando más bien hacia el Oeste. Esta condición, claro es, que lleva consigo la conveniencia de reducir la longitud de las calles transversales, cuyos edificios han de resultar forzosamente con sus fachadas deficientemente orientadas, inconveniente muy difícil de evitar, á menos de existir en dichas calles transversales, como proponen los referidos higienistas, grandes masas de arbolado, reduciendo las fachadas sobre ellas á las laterales de las casas emplazadas sobre las calles principales que forman el citado ángulo de 19 grados con la dirección Norte-Sur (1).

Para en toda época asegurar, por lo menos durante dos horas diarias, el soleamiento de las viviendas, hay muchos higienistas que exigen que la altura de las casas sea mitad del ancho de las calles, fórmula con la cual se está á cubierto de las diferencias que representa el distinto ángulo que los rayos solares forman con el plano de horizonte en las cuatro estaciones del año. (Para Madrid, cuya latitud es 40° 24′, este ángulo es, á las doce del día, 73° 27′ en el solsticio de verano, 26° 33′ en el solsticio de invierno.)

De todos modos, esta *anchura de las calles, doble de la altura de las casas*, representa un ideal higiénico, al que debe tenderse, sobre todo en las calles nuevas, cuya anchura es recomendable esté comprendida en las poblaciones de alguna importancia entre 20 y 50 metros, según lo aconseje el movimiento circulatorio de personas y vehículos, con un mínimum de 12 metros.

Ante el importante problema, nacido de las opuestas conveniencias de la higiene y de la economía municipales, algunos técnicos han buscado soluciones conciliadoras de esos opuestos intereses, y en tan nuevo como útil camino merece consignarse la felicísima presentada al tantas veces citado Congreso de Ginebra por el reputado arquitecto de la fundación Rothschild, de París, M. Agustín Rey, solución que fué acogida con unánime aplauso por la sección primera (habitaciones urbanas) de dicho Congreso. Estima, y con razón, M. Rey, que el sistema habitual de la expropiación parcial para obtener el ensanchamiento de las calles por un cambio de alineación retrasado con arreglo al que regía cuando las cons-

(1) Nunca debe perderse de vista, al estudiar la orientación más conveniente de las calles, la conveniencia de preservarlas de la acción directa de los vientos reinantes en la zona donde se emplazan, sobre todo si son muy fríos ó muy húmedos.

trucciones se efectuarón, es lento y ruinosísimo para los Municipios y presenta gráficamente en las figuras que siguen su proyecto de «calle racional conforme á la higiene moderna, preparando la expropiación para el porvenir», en el cual acepta, como generalmente se hace, que los rayos de luz inclinados á 45 grados tienen acción suficientemente activa, y que á los 54 grados de inclinación son ya poco eficaces.

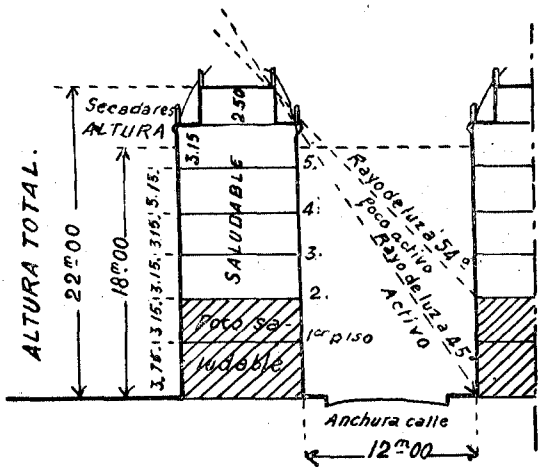


Fig. 259.

En la figura 259 correspondiente á una calle de 12 metros, bordeada de edificios con altura total de 22 (incluyendo el piso de mansardas, solución en vigor en París) aparecen las dos plantas inferiores, á las que sólo llegan los rayos luminosos con inclinaciones comprendidas entre 45 y 54 grados, siendo considerados como insalubres, ó por lo menos como poco salubres.

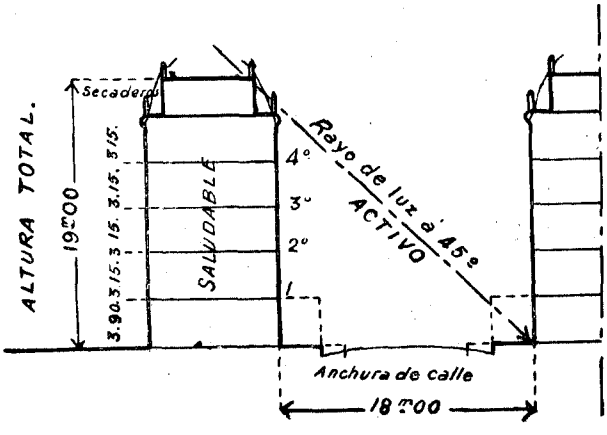


Fig. 260.

La figura 260 reproduce la calle del porvenir ó ideal con edificios, á cuyo pie llegan los rayos de 45 grados, resultando salubres á satisfacción por este concepto.

Sólo es admisible la disposición para las nuevas calles, cuya importancia es tal, que desde el primer momento necesitan, por su movimiento circulatorio crecido, urbanizar toda su anchura.

En la figura 261, los edificios se emplazan por un lado en la alineación de la calle, retrasándolos en el otro 6 metros. El espacio libre delante de estas construcciones puede separarse de la calle por un ligero cerramiento, ó mejor dejarlo con plantaciones ó como paseo bordeado de árbo-

les (1). Los edificios están bien iluminados, los gastos de urbanización se reducen por no ocupar la calle toda la anchura, y si por necesidades del tránsito hubiese que ensancharla, la expropiación es económica, por no estar edificada la parte á adquirir.

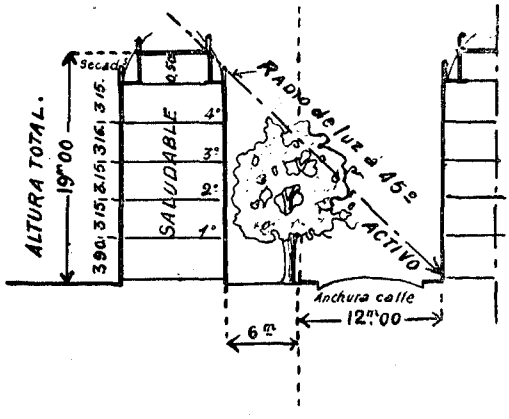


Fig. 261.

La solución de la figura 262 permite á los propietarios la utilización de una zona de 3 metros á ambos lados de la calle, para almacenes cubiertos con terrazas, ó para pórticos, con lo cual cuando el ensanchamiento precise, la expropiación es económica.

Por último, la figura 263 sólo difiere de la figura 260 en que los 6 metros necesarios para futuro ensanchamiento de la calle se dejan disponibles, repartiéndolos á ambos lados de la parte urbanizada.

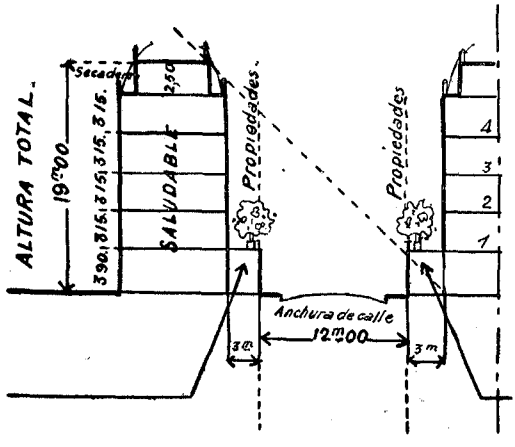


Fig. 262.

Medios de aumentar la penetración de los rayos luminosos en los locales.— Como complemento de las mencionadas disposiciones propuestas por M. Rey, y como medio indirecto de hacer llegar la luz á habitaciones que de ordinario no la reciben, creemos oportuno el recomendar el empleo de los *vidrios lenticulares*, tan usados en las grandes capitales europeas, donde su empleo se ha desarrollado rápidamente no por la mejora higiénica que el dotar á los locales representa, sino porque tal ventaja va unida á la eco-

(1) Algunos arquitectos se manifiestan muy en contra de estos paseos de árboles tan inmediatos á las casas, afirmando las privan de aire, vista, luz y sol; las someten á humedades que dañan á sus cimientos y á la vecindad de insectos molestos; estorban el tránsito público y dificultan el poder apreciar el valor artístico de las fachadas, perdiendo su perspectiva los edificios. Quizás exista en el achacar tanto perjuicio algo de exageración.

nomía notable que supone en luz artificial el aumento en la natural disponible y á la no despreciable sancionada hoy por la práctica y las estadísticas de que el trabajo realizado en talleres, fábricas, oficinas, etcétera, cunde más ó rinde más cuando se lleva á cabo con luz abundante, con buena ventilación, y en una palabra, en las debidas condiciones de higiene y comodidad que cuando se desarrolla en locales lóbregos, alumbrados con luz artificial, siempre fatigosa.

Estos vidrios lenticulares, que están basados en las leyes ópticas de Fresnel, eran ya utilizados de antiguo para la iluminación de los faros, y con ellos se consigue, dándoles la conveniente curvatura y colocación, recoger los rayos luminosos, difundiéndolos en la dirección deseada.

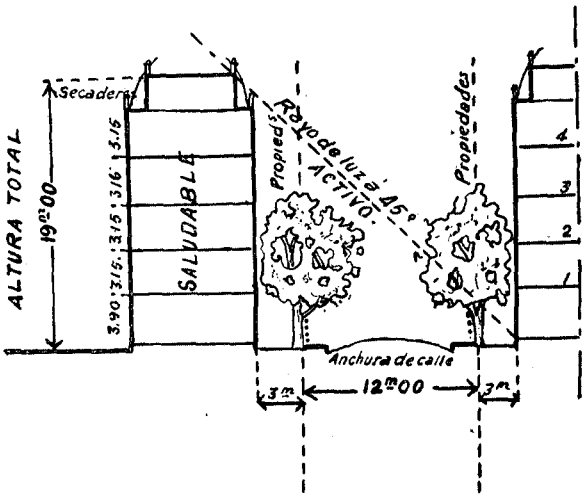


Fig. 263.

Substituyendo, por ejemplo, en una ventana los vidrios ordinarios que reciben la luz, por vidrios lenticulares, la cara prismática exterior de éstos recoge los rayos luminosos que á ella llegan con variadas incidencias, mientras que la cara lenticular interior los difunde y reparte bajo la forma

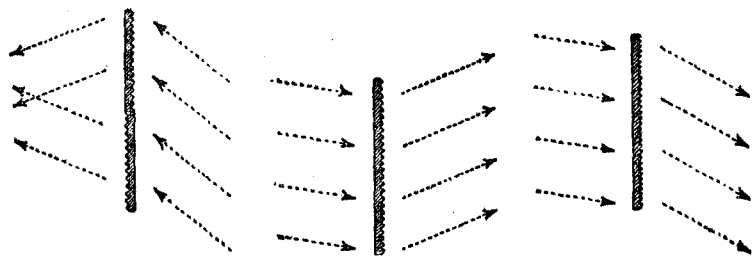


Fig. 264.

de haz divergente en el local, que resulta con ello con un crecimiento notable en la intensidad de la luz recibida.

De la relativa eficacia de este nuevo material de construcción no cabe dudar, y huelga hablar también de la mejora higiénica que la multiplica-

ción de su uso representa, sobre todo en las poblaciones antiguas de calles estrechas, en cuyos edificios destinánse con frecuencia sus pisos inferiores, y hasta los sótanos, á oficinas, bancos, cafetines, *restaurants*, tiendas, pequeños talleres, imprentas, etc., etc., locales todos que horas y horas permanecen ocupados por personas dedicadas, bien al trabajo, bien al recreo, en detestables condiciones de ventilación y luz.

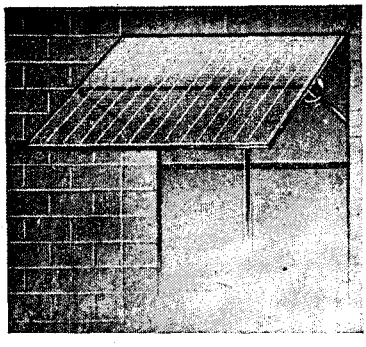


Fig. 265.

Las figuras adjuntas explican claramente el efecto producido por los citados vidrios bombeados, y su apropiada disposición para diversas aplicaciones. En las tres primeras (figura 264) se aprecia cómo los rayos que llegan al vidrio con inclinación pequeñísima sobre la horizontal, puede conseguirse proyectarlos hacia arriba ó hacia abajo. La figura 265 representa el aparato (de los que suministra La Société continental du verresoleil, rue Saint-Georges, 43, París) indicado para alumbrar locales situados en los pisos inferiores de inmuebles emplazados en calles ó patios estrechos, en cuyas ventanas, que no reciben luz directa, se monta con reflector fijo ó movible.

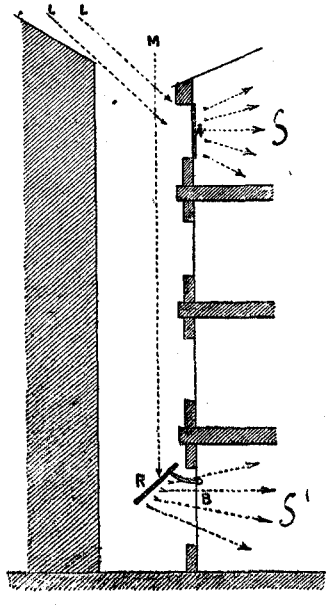


Fig. 266.

La figura 266 manifiesta la aplicación de los vidrios lenticulares como reflectores. La ventana superior, *A*, que recibe los rayos luminosos *L*, puede iluminar la pieza *S* colocando un vidrio reflector sobre el que aquellos rayos incidan directamente, y, por el contrario, en la ventana *B* de la pieza inferior, donde no llega directamente la luz, hay que aprovechar los rayos *M*, que perpendicularmente inciden sobre el reflector inclinado *R*, que los reparte en la pieza *S'*. La figura 267 es un buen ejemplo de instalación del vidrio lenticular para dar luz á una ventana, sobre la que proyecta sombra una cornisa muy volada. Las 268 y 269 manifiestan sugestivamente el efecto comparado de los vidrios planos y lenticulares, usados como frisos movibles en bastidores de hierro ó madera, para el

alumbrado y decoración de almacenes ó talleres, y la 270 es una aplicación combinada en piso y sótano de los vidrios lenticulares ó prismáticos, á cuya clase pertenecen los muy conocidos vidrios sol, que se usan igualmente en cubiertas (fig. 271), y como elemento decorativo (fig. 272), para cuya aplicación se fabrican de variados colores.

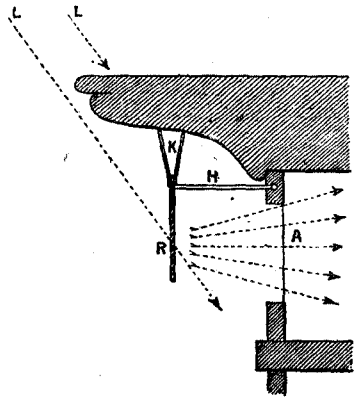


Fig. 267.

Espacios libres.—Tienden á aumentarse más cada día en las poblaciones modernas, una vez patentizada su beneficiosa influencia. Estos espacios libres, constituídos por plazas, jardines y parques (1), deben distribuirse por el centro y perímetro de las ciudades, aligerando los núcleos más densos, que son los más necesitados de aire puro, del que vienen á constituir, repetimos, verdaderos depósitos. No hay duda que, higiénicamente, cuanto mayor superficie sumen estos espacios libres, mejor; por eso, todo lo que sean calles anchas, plazas amplias, paseos extensos, es

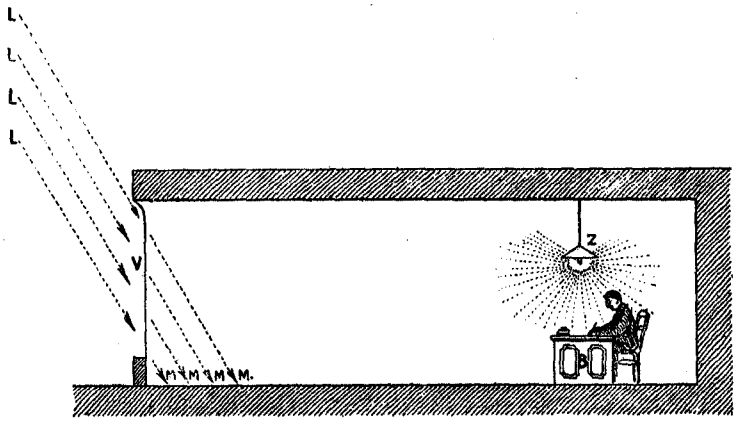


Fig. 268.

conveniente, como medio que facilita la renovación del aire viciado en las viviendas que las bordean.

No es indiferente que estos espacios libres estén ó no desprovistos de vegetación, pues las plantaciones está demostrado que además de ayudar

(1) Entre los espacios libres, pueden incluirse también los patios, pero éstos por formar parte de las casas, los excluímos de este lugar para ocuparnos de ellos al tratar de la vivienda.

activamente á la ornamentación de las ciudades, *contribuyen* al *mantenimiento de la pureza* de la *atmósfera* y desecan el subsuelo saneándolo. Se

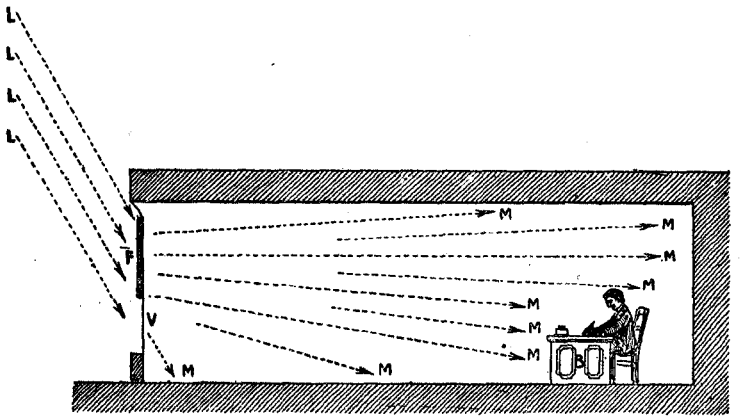


Fig. 269.

reconoce, en efecto, á las partes verdes de los vegetales la propiedad de realizar sus fenómenos de respiración y nutrición, absorbiendo ácido carbónico, cuya presencia en la atmósfera es tan perjudicial, y desprendiendo oxígeno y ozono elemento purificador por excelencia (1) es decir, que realizan la función inversa de los animales que absorben oxígeno y exhalan al respirar ácido carbónico. Las raices de los vegetales se apoderan, además, de las substancias orgánicas del suelo, que descomponen, absorben y asimilan, librando á éste de tal causa de contaminación. Es, pues, un doble saneamiento el que realizan, y el higienista debe procu-

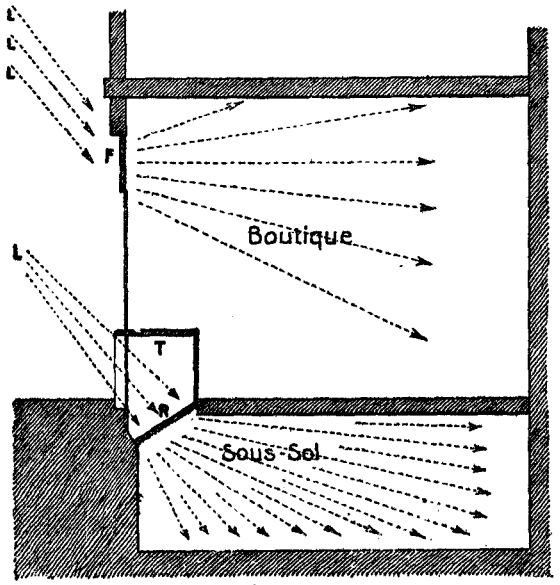


Fig. 270.

(1) Durante la noche, los fenómenos de la respiración y transpiración de los vegetales, no se verifica en la misma forma apuntada, que requiere la presencia de la luz.

rar el constante crecimiento de la superficie reservada en las poblaciones á la vida vegetal, persiguiendo la multiplicación y defensa del arbolado y toda clase de vegetación, especialmente de aquélla que por sus emanaciones ejerce, además de la función dicha, una verdadera acción terapéutica, como sucede, por ejemplo, á las coníferas.

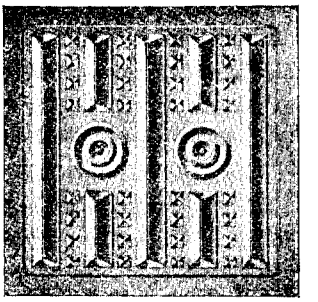


Fig. 271.

De todas las grandes poblaciones es Londres la que tiene en proporción (15 por 100) mayor extensión de espacios libres, pues asciende á 4.830 hectáreas la superficie ocupada por parques y jardines, á cuya cifra hay que agregar las plazas y paseos con plantaciones (que sumarán otras 500 hectáreas) que materialmente salpican sus 34.000 hectáreas. La proporción de París es el 10 por 100, midiendo 1.740 hectáreas de espacios libres; Berlín cuenta con 5.000 hectáreas; Moscou, 1.000 hectáreas, etc. Estos espacios libres son tanto más precisos cuanto la densidad de población es mayor.

En Inglaterra se gastan enormes sumas en crear parques extensísimos, y las leyes sanitarias obligan á las autoridades á velar porque haya suficiente número de plazas y jardines distribuídos por los barrios todos de las poblaciones, y especialmente en los habitados por gentes pobres. Estos jardines son, por lo general, abiertos, estando dotados con frecuencia de glorietas para el recreo y juegos de los niños; pero otras veces están cerrados porque los costean los propietarios de las fincas que los rodean, con el solo fin de purificar el aire y permitir el acceso de los rayos solares y luminosos á sus propiedades.

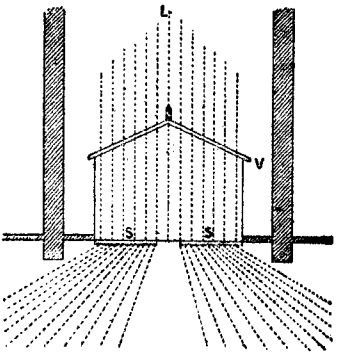


Fig. 272.

Esa laudable tendencia á la multiplicación de espacios libres que existe en las poblaciones europeas, acentúase aún más en las ciudades americanas, donde es muy frecuente el caso de que las municipalidades adquieran con anticipación á la urbanización y ensanche de las poblaciones, grandes espacios de terreno destinados á mantenerse intactos y á quedar rodeados de edificaciones. Estos espacios, cuya multiplicación tan convenientísima es para la salubridad pública, se cubren de plantaciones que adornan y embellecen, constituyendo la base de las «ciudades jardines de América», por cuya multiplicación trabajan entusiásticamente gran número de asocia-

ciones particulares que prestan su desinteresado concurso á la hermosa obra de los Municipios.

Algunas ciudades alemanas, y entre ellas Francfort, han seguido el mismo procedimiento, adquiriendo alrededor de su recinto una zona de terreno de la extensión suficiente para elevar allí las construcciones necesarias á las necesidades de sus habitantes durante veinte años. Después de trazadas las calles, han hecho la repartición de los terrenos en lotes, en forma tal que se agrupasen las construcciones del mismo género, para evitar se diera el caso de tener casas de cinco ó seis pisos al lado de hoteles familiares de uno ó dos, publicando un Reglamento especial para cada zona, imponiendo ciertas condiciones á los compradores de terrenos con lo que no sólo se ha asegurado el máximum de salubridad en las calles y viviendas, sino que se ha obtenido una perfecta regularidad en cada sector, y han podido destinarse dentro de éstos, lotes distintos de terreno, el uno para casas modestas, otro para hoteles familiares, otro para casas de vecindad importantes, fincas todas salubres, atrayendo á ellos la población de la ciudad antigua y *descongestionando* los sectores más populosos.

La ley neerlandesa de 1901 ha creado un modo de expropiación sencillo y práctico para prevenir el ensanche de las poblaciones, siendo obligatorio ponerla en ejecución redactando el oportuno proyecto, siempre que la población de una ciudad aumente un 20 por 100 en los cinco últimos años; las leyes belga y holandesa marcan igualmente la extensión metódica de las ciudades, dejando grandes espacios inalienables.

Sobre este asunto acordáronse en el Congreso de Marsella de 1906 las dos conclusiones siguientes, la 2.ª de las cuales votóse igualmente en el Congreso de Ginebra de 1906:

1.ª Conviene crear, y sobre todo mantener en todos puntos de las ciudades en que se pueda, vastos espacios libres que funcionen como órganos respiratorios.

2.ª Debe disponerse el ensanche de las aglomeraciones urbanas, comprando á gran distancia extensiones considerables de terrenos, unidos entre sí, y que constituyan en el porvenir la ampliación de la ciudad con espacios libres inalienables.

Abarcando en su conjunto el problema de los espacios libres y el de las vías en las poblaciones, los arquitectos españoles Sres. Beltrán, Majó y Pallés, presentaron al VII Congreso Internacional de Arquitectos, reunido en Londres el año 1906, un luminoso estudio titulado *De la disposición de las calles y espacios libres en las poblaciones*, en el que se analiza la inclinación de los rayos solares para distintos grados de latitud y se llega á las conclusiones siguientes:

1.ª «Que los espacios libres de las poblaciones deben subordinarse á la densidad y á la latitud de éstas. A medida que las ciudades sean más densas, debe aumentarse el área de los espacios libres, lo que puede conseguirse simultáneamente con las vías de comunicación y con los patios que integran las viviendas. Y considerando que el sol es el elemento depurador por excelencia, á fin de conseguir que tenga, durante el mayor tiempo posible, acceso sobre las fachadas de las viviendas, los espacios libres aumentarán con la latitud ó bien las alturas que limitan éstas disminuirán con ella.

2.ª Que se dispondrán las vías de comunicación en las poblaciones, de tal suerte, que jamás obren como espontáneos canales de conducción de las impurezas que se originen en las construcciones que, dado su uso especial é imprescindible, existen en toda ciudad; en otros términos, se considera que el emplazamiento de tales edificios se elija de modo que el viento reinante en cada localidad no pueda llevar jamás á los sitios habitados las causas de insalubridad que forzosamente éstos originan».

Es oportuno, sin embargo, no exagerar esa importancia higiénica de suyo grande, que desde luego tienen los espacios libres en las poblaciones y con el fin de precisarla, entendemos útil reproducir las conclusiones que sobre el particular sienta en su benemérita obra *Le casier sanitaire des maisons*, persona tan autorizada como M. Juillerat, jefe del Bureau de saneamiento de casas de París.

Si examinamos—dice Mr. Juillerat—la influencia de lo que se ha llamado los depósitos de aire sobre la mortalidad tuberculosa de las calles vecinas, estamos forzados á reconocer que es completamente nula. El Sena, que constituye un depósito de aire de primer orden, influye sobre la salubridad de las casas que bordean los muelles, pero á 25 metros de distancia no ejerce influencia alguna sobre las habitaciones que separa una simple muralla de casas elevadas. Cita en apoyo estadísticas concluyentes; corrobora este resultado con el obtenido en dos vías paralelas de gran longitud—bulevares Saint-Michel, Sebastopol y Strasburgo por una parte, y calles Saint-Jacques, Petit-Pont y Saint-Martín por otra—y termina con la afirmación que sigue:—«Es que el depósito de aire y sobre todo de *luz solar* no obra más que sobre las casas que le rodean inmediatamente. Es preciso, en resumen, no depósitos de aire separados por bloques compactos de casas obscuras, sino *un depósito de aire y de luz* para cada *casa*. Si consideramos las dos largas vías citadas como ejemplo, ¿qué observamos, en efecto? Sobre la línea de los bulevares las casas son ampliamente soleadas, los patios son espaciosos; á pesar de la altura de las construcciones, el sol visita todas las partes, y de aquí una mortalidad tuberculosa media anual, reconocidamente débil (de 1,34 por 100),

«Las calles Saint-Jacques, Petit-Pont y Saint-Martín son, por el contrario, estrechas; el sol, á pesar de su orientación admirable, no puede penetrar más que en los pisos superiores; los patios son estrechos y sombríos, los alojamientos obscuros; no se necesita más para obtener una mortalidad tuberculosa enorme (5,54 por 100 como media anual de once años de observaciones»).

En opinión de Juillerat, los jardines, los parques y todos los grandes espacios libres de las poblaciones son muy útiles para la *higiene general* de las ciudades, y en particular para el desarrollo y juego de los niños, pero no tienen más que una eficacia ilusoria sobre la marcha de la tuberculosis.

Esta conclusión es importantísima, tanto más cuanto que está deducida de las detalladísimas estadísticas obtenidas del empadronamiento sanitario de París durante un período de once años, de cuyo servicio es jefe desde su creación el ilustre higienista. En su vista, no cabe dudar *es preferible la multiplicación de espacios libres en las ciudades á la creación de extensos parques pero en número reducido.*

XXIX

EL REGISTRO SANITARIO DE VIVIENDAS

Demostrada la acción benéfica de los rayos luminosos y solares; admitida como indiscutible la conveniencia de que toda fachada, dé á calle ó patio, esté sometida diariamente durante algunas horas á la acción directa de los rayos del sol; probado plenamente debe favorecerse la circulación del aire y el soleamiento de las vías, creando en las poblaciones espacios libres tan extensos y numerosos como sea posible; no habiendo duda, en una palabra, de que el remedio más eficaz contra las enfermedades que diezman la humanidad, es prodigarla el aire y el sol, impónese, como imprescindible para mejorar las condiciones de salubridad de las urbes, no sólo el atenerse al establecer las nuevas barriadas que el ensanche de las poblaciones exige á los primordiales preceptos higiénicos que al trazado y anchura de las calles y construcción de nuevas viviendas se refiere, sino *transformar* la parte antigua de las ciudades, reduciendo su densidad de población y buscando el medio de mejorar la salubridad de sus viviendas haciendo llegar hasta ellas en abundancia el aire y la luz, de cuyos elementos están por lo general tan faltas (1).

---

(1) No podemos resistirnos á reproducir los siguientes párrafos que sobre la importantísima influencia del aire para la salud, figuran en un artículo del Dr. Ortega Morejón, de la Real de Medicina, inserto en *El Heraldo de Madrid* (21 octubre 1908), titulado «Higiene tradicional»:

«En las grandes poblaciones necesitamos aire puro, que es lo que les sobra á esos que no comen y no enferman, si bien hay excepciones en los que habitan malas chozas y viven hacinados y están más tiempo en ellas que en el campo.

En la ciudad estamos condenados á aire mefítico, que yo llamo *tuberculizante*, sin que piense por ello que lo es por un agente vivo, sino porque le faltan condiciones para las metamorfosis indispensables de la vida normal. La lucha contra la tuberculosis ha de ser, pues, por encima de todo, *la de saneamiento de la habitación*, y cuando ésta exista en todas, no en unas cuantas aisladas, que tampoco logran serlo porque se ventilan con el aire emanado de las insanas casas inmediatas, de las alcantarillas, del gas del alumbrado que se escapa de todas las tuberías, de los miasmas procedentes de toda clase de basuras depositadas en la vía pública, hasta entonces no habremos hecho todo cuanto debemos para combatir la frecuente causa de muerte que con tanta razón preocupa á las naciones civilizadas.

Si algún país es tan afortunado, y más que afortunado enérgico, para desentenderse de la influencia de los capitalistas y de la habilidad de los arquitectos, que por aprovechar unos metros de terreno, se constituyen en cómplices de la muerte por tuberculosis, no tema á esta enfermedad espontánea ni provocada, ni siquiera á la que proviene de la herencia, ni aun del contagio.»

Hay que convenir en que esa transformación es dificilísima de llevar á la práctica con rapidez, ya que á ella se oponen no poco los respetos á la propiedad urbana, amparada por las leyes más que la salud pública, que no deja de ser también una propiedad, y bastante más respetable que aquélla.

Para ensanchar calles; para abrir nuevas vías; para aumentar esos espacios libres, por lo general tan reducidos en los cuarteles ó manzanas viejas, es imprescindible la demolición, la destrucción de las casas que los forman, y que por lo general, tanto más rentan, tanto más valen para el propietario (tal como hoy se valoran los capitales), cuanto menos higiénicas son, por acentuarse en ellas el amontonamiento de las personas que las habitan..... Las expropiaciones son costosísimas y la evolución higiénica realízase, en consecuencia, con desesperante lentitud.

En esta lucha entre la salud pública y el interés privado, que se opone al saneamiento inmediato de las ciudades, es indispensable proceder con tiento y buscar la obtención del mayor beneficio con un gasto dado; es decir, precisa demoler con pleno conocimiento de causa, averiguando previamente cuáles son las barriadas, manzanas ó cuarteles que por su insalubridad más perjudican á la población, para efectuar en ellas la reforma antes que en otros núcleos menos morbosos. «El útil por excelencia que permite trabajar sin tanteos y sin errores—escribe Mr. Juillerat—en la mejora de las condiciones exteriores de la vida en las aglomeraciones urbanas, es el *registro ó empadronamiento sanitario de las viviendas*», cuya generalización vienen insistentemente recomendando el I y II Congresos Internacionales de Saneamiento y Salubridad de la habitación (París, 1904 y Ginebra, 1906) y el reciente de Higiene y Demografía (Berlín, 1907).

El primer registro sanitario de viviendas fué establecido en Bruselas por M. Jaussens el 1871, sirviendo de base al que pocos años después adoptó Moscou y á los creados en las poblaciones francesas de El Havre (1879), Saint-Etienne (1883), Amiéns (1884), Niza (1887), etc. En 1876 fué propuesta su creación en París, donde no se organiza hasta el 1893, encomendándose tal trabajo al eminente M. Jouillerat, jefe del *bureau* de saneamiento de la habitación de la prefactura del Sena.

Los resultados que se han obtenido del registro sanitario de París (el más completo de los existentes) en los doce primeros años de su funcionamiento y las conclusiones sacadas de las estadísticas de él deducidas, son tan provechosas y utilísimas, que con lógico fundamento se considera hoy el registro sanitario de viviendas como «una institución necesaria en los pueblos cultos». Tal institución debidamente organizada y por manos hábiles y cuidadosas conducida, resulta muy preferible á las más

completas estadísticas sanitarias inglesas y alemanas, á las que con ventaja substituye centralizando y condensando los documentos que las integran y facilitando notablemente su manejo; condición importantísima tratándose de grandes poblaciones como París, en cuyo registro sanitario figuran más de 80.000 casas, repartidas en 4.200 vías públicas ó privadas, extendiéndose sobre 1.945 kilómetros.

El registro ó padrón de cada casa, debe, en términos generales, contener cuantos datos sean necesarios para juzgar del grado de salubridad de la misma y seguir en ella el movimiento demográfico. Estos registros ordenados por números dentro de cada calle, por calles, por barrios y por distritos, permiten llevar á cabo fácilmente cuantas estadísticas se deseen para estudiar las condiciones sanitarias de cada zona, sector, etc., etc., de las poblaciones.

Una vez organizados los registros de las viviendas, cada casa tiene un historial sanitario completo, facilísimo de llevar al día, con personal muy reducido; basta indicar en comprobación que el registro de París sólo exige ocho empleados, no obstante comprender cerca de 80.000 viviendas, y de hacerse en él á diario todas las anotaciones que abarca.

Resultados obtenidos en París con el registro sanitario de viviendas.—Para que pueda juzgarse con exactitud las ventajas que á una población le reporta la organización del empadronamiento sanitario de sus viviendas, extractaremos los resultados que M. Juillerat ha logrado obtener con los datos suministrados por tan utilísima institución, gracias á la cual ha podido determinar con precisión la repartición general de la tuberculosis en París desde el 1.° de enero de 1894 hasta la misma fecha 1905 ó sea en un período de once años, durante el cual se registraron 138.766 defunciones causadas por enfermedades transmisibles (repartidas entre 50.394 casas de las 80.000 próximamente que en aquella fecha tenía París), de las que corresponden á la tuberculosis 101.496 defunciones, repartidas entre 39.477 casas. Estas viviendas se han clasificado en razón de los casos de defunción por dicha enfermedad que en ellas se han producido en los once años en las cuatro categorías siguientes:

Primer grupo.—Comprende las que sólo han registrado menos de 5 defunciones por casa, en cuyo caso se encuentran 34.212 casas, que dan un total de 63.487 muertos, que representan menos del 2 por 100 como promedio por casa en once años. Estas viviendas, por haber ocurrido en ellas las defunciones intermitentemente y en tan corto número, se consideran como *no infestadas.*

Segundo grupo.—Se incluyen en él las viviendas en las que se ha producido por tuberculosis un número de defunciones comprendido en-

tre 5 y 9 en los once años. Su número se eleva á 4.443 con un total de 26.509 víctimas. La enfermedad terrible tiende en ellas á quedar endémica, creciendo las presunciones de infección permanente.

Tercer grupo.—Abarca las casas en las que se ha producido un número de defunciones igual ó superior á 10. Son focos de infección perfectamente definidos á los que nunca ha abandonado la terrible dolencia.

Considerando el conjunto de estos dos últimos grupos y teniendo en cuenta la población de esas casas atacadas de tuberculosis, ha deducido Mr. Juillerat (cuyos bellos y sugestivos trabajos no serán nunca bastante alabados), que la mortalidad media por dicha enfermedad, ha sido la de 8,119 por 1.000 habitantes y año, cifra enorme si se tiene en cuenta que la media de París es de 4,95 por 1.000, pero aún dicho 8,119 es resultado insignificante si se le compara con el que arrojan las 820 casas del último grupo mencionado. Estas 820 casas, ocupadas por 106.300 habitantes, han dado 11.500 defunciones, ó sea, en los once años, un 108,181 por 1.000 habitantes, ó una media de ¡9,834! por 1.000 habitantes y por año.

Continuando sus notables estudios estadísticos ha llegado á reconocer la existencia de seis manzanas *(ilôts)* de casas tuberculosas, comprendiendo en total 1.584 casas, habitadas por 59.081 personas, precisando su situación y límites, y determinando en ellas con separación las bajas causadas por enfermedades contagiosas, 1.223, de las que sólo á la tuberculosis corresponden 1.168.

Los tantos por 1.000 y año de defunciones fueron: por tuberculosis, 12,47, 6,53, 10,40, 8,82, 6,45, 7,16, y por las restantes enfermedades contagiosas, 1,61, 1,51, 2,06, 1,72 y 2,24, cifras muy pequeñas comparadas con sus anteriores correspondientes.

Ante datos tan contundentes y tan fundamentados, por ser medios de un período de once años, suficiente de sobra para deducir consecuencias, ha podido orientarse en París la campaña de saneamiento y la lucha contra la tuberculosis, extremando las medidas higiénicas y apelando á las radicales en los sectores y viviendas, donde su ejecución era indispensable.

El registro sanitario de viviendas en las poblaciones rurales.—En las aglomeraciones rurales, las casas suelen ser de uno ó de dos pisos, y, por lo tanto, de escasísima altura, menor casi siempre que el ancho de las calles, y con frecuencia grande las viviendas de alguna importancia están aisladas, abundando siempre las huertas, corrales y, en general, los espacios libres; el problema, por lo tanto, del saneamiento de las aglomeraciones rurales, en lo que depende del soleamiento y aireación de sus calles y fachadas, está muy lejos de ofrecer las dificultades

extraordinarias que presenta en los grandes centros de población. A pesar de ello, como por otras causas, la habitacion rural, en términos generales, resulta tan insalubre como la urbana, y la tuberculosis causa en los campos tantas bajas como en las ciudades, el registro sanitario de las viviendas es igualmente indispensable en las poblaciones rurales, por pequeña que sea su importancia, lo mismo que en los cuarteles, asilos, etc. (1), ya que es un medio de información cómodo, seguro y económico que registra imparcial y constantemente el estado sanitario de cada casa, y permite, con datos exactos, precisos, y siempre á la vista, dictar bandos y disposiciones que, fundados en hechos reales, garantizan el acierto y la justicia necesarios para que resulten eficaces y contribuyan al saneamiento *metódico* de las urbes.

Dos prácticas importantes para la salubridad pública.—Nadie puede dudar, después de lo expuesto sobre el registro sanitario de las viviendas, que llevado con cuidado este empadronamiento constituye un archivo valiosísimo de datos, donde al día, conste el historial sanitario *verdad* de cada finca habitable. Este historial resulta importantísimo sea conocido del público para toda clase de transacciones, tanto de compraventa como de alquiler, pues ya hemos señalado que hay casas que constituyen focos permanentes de infección tuberculosa, capaces de contagiar á sus inmediatas. Interesa, por lo tanto, al que desea comprar una finca saber antes sus condiciones higiénicas, y mucho más al que va á alquilarla para habitar en ella, ya que compromete al hacerlo su salud y la de su familia si la casa no está en las debidas condiciones sanitarias, que nadie como el empadronamiento para poner al descubierto.

Es, en resumen, de urgente y general conveniencia que en las poblaciones todas se establezca el registro sanitario de viviendas, y que los datos de este registro puedan ser conocidos por las personas en ello interesadas. De este modo, antes de alquilar una casa, se examinaría su padrón sanitario y si éste era malo, la casa no se alquilaría jamás, y ante tal temor el propio dueño procedería inmediatamente á su saneamiento para mejorar su historial, impulsado en tal mejora por los prepietarios de las fincas vecinas, que se darían cuenta de los peligros de tan mala compañía. No hay motivo que justifique se exija el certificado personal de buena conducta en mil ocasiones, y se prescinda del registro de una casa, de cuyas condiciones sanitarias depende la salud de los que en ella habiten. Generalizar esta buena práctica en España sería dar un paso de gi-

(1) En Francia existe una Comisión encargada de estudiar las condiciones higiénicas de los cuarteles, á la que compete el llevar los registros sanitarios de dichos edificios.

gante en el camino de la mejora de la salubridad pública. Sería otra práctica muy conveniente, que, aunque no de tanta transcendencia como la anterior, beneficiaría bastante la sanidad pública, el modificar la utilización de las habitaciones en las viviendas, haciendo la distribución de sus distintas piezas en forma racional, prescindiendo para ello de razones de índole secundaria.

Hemos visto lo que el sol, la luz y la aireación significan; nada, pues, más lógico que destinar en toda vivienda las habitaciones más claras, más soleadas, mejor ventiladas, á los usos en que hayan de utilizarse el mayor número de horas, como dormitorios, comedores, salas de trabajo, relegando á segundo término las más obscuras, peor ventiladas y soleadas, que deben dedicarse para locales ó habitaciones ocupados menos frecuentemente, como salas, gabinetes, etc. La costumbre es, sin embargo, hacer lo contrario, destinando las mejores piezas á salones de recepción, y las más sombrías y estrechas á despachos y dormitorios. El resultado es funesto, y tan arraigado está por todo el mundo, que un higienista americano, tratando de demostrar la influencia de los rayos solares en la mortalidad de las viviendas, escogió como objeto de sus estudios una calle de Nueva York con orientación Este-Oeste, y cuando esperaba encontrar, como debía ocurrir, más defunciones de las viviendas con la fachada principal al Norte (privadas del sol), las estadísticas le demostraron había más muertes en las expuestas al Mediodía. Tan inesperado resultado tuvo su explicación completa en la observación directa de que las casas expuestas al Norte reservaban las habitaciones del frente á salones de recibir, utilizando las del fondo, que daban al Mediodía, á dormitorios, efectuando lo propio en las viviendas opuestas, que, ocupando el fondo los dormitorios, resultaban al Norte y con aireación escasa de patios.

El hecho—dice M. Juillerat—tiene confirmación en el registro sanitario de París. Es inútil agregar que tan mala costumbre está también extendida en España, donde una campaña por parte de la prensa de gran circulación podría, si en ella se perseveraba, ir deshaciendo, aunque lentamente, tan arraigado error que la higiene condena.

Modelos de registros sanitarios.—Como ejemplo de padrones ó registros sanitarios, incluímos en esta Memoria dos modelos: uno, el de Madrid, tipo de registro completo de grandes capitales, y el de Havre, recomendable por su sencillez para poblaciones pequeñas ó medias (1). Triste es tener que confesar que en España el asunto de los registros sa-

(1) En la interesantísima obra *Una institution necessaire. Le Casier sanitaire des maisons* por Paul Juillerat, París 1906, se insertan los modelos de registro sanitario de París y de Nancy.

nitarios está bastante descuidado, pues salvo San Sebastián, donde se llevan con escrúpulo, si no precisamente tales documentos, unos estados que les substituyen, Madrid y alguna otra población, en las demás se desconoce institución tan necesaria.

El registro de Madrid intentó ya constituirse siendo alcalde el marqués de Lema, hace media docena de años, á petición del Dr. Montaldo, secretario de la Junta técnica municipal de Salubridad é Higiene, y recientemente (el 1905), á instancias del Dr. Ortega Morejón, se nombraron por la Beneficencia Municipal 10 médicos inspectores de salubridad, á los que se encomendó la formación en los distritos de Madrid de los referidos registros. Aunque se afirma que el trabajo está muy adelantado, lo cierto es que hasta el presente no funciona tan indispensable servicio.

CIUDAD DEL HAVRE

OFICINA DE HIGIENE

ESTADÍSTICA SANITARIA
y Saneamiento de las vías públicas
y de los alojamientos insalubres.

Calle **Núm.**

Callejón

Cantón **Sección**

Estadística de la vía.	AÑOS 19	AÑOS 19	Estadística sanitaria. Mortalidad general anual.
Longitud de la vía			1880
Anchura de la vía			1881
Altura máxima			1882
— mínima			1883
Número de casas			1884
— de bocas de agua			1885
— de urinarios			1886
— de fuentes			1887
— de gárgolas			1888
— mirillas de alcantarilla			1889
— de bocas de ídem			1890
Diámetro de las alcantarillas			1891
Número de retretes			1892
			1893
			1894
			1895
			1896
			1897
			1898
			1899
			1900

Descomposición de la población.			Mortalidad especial. (Enfermedades epidémicas.)	
19	Familias		Cólera asiatico	
	Habitantes			
19	Familias		Fiebre tifoidea...	
	Habitantes			
19	Familias		Viruela..	
	Habitantes			
19	Familias		Difteria.	
	Habitantes			

Casa núm. de la calle

AÑOS	Número de habitantes de la casa.	Mortalidad anual en la casa.	Proporción por 1.000 habitantes.	ENFERMEDADES PRINCIPALES							OBSERVACIONES
				Tisis.....	Diarrea.....	Viruela.....	Fiebre tifoidea..	Difteria.....	Cólera.....		
1892.....											
1893.....											
1894.....											
1895.....											
1896.....											
1897.....											
1898.....											
1899.....											
1900.....											
1901.....											
Total de los diez años...											

CUBIERTA DE CALLE

AYUNTAMIENTO DE MADRID

SALUBRIDAD É HIGIENE

Calle **de** **orden.**

Distritos..... *desde los núms.* *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*

Barrios..... *desde los núms.* *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*
desde los núms. *á los núms.*

Alcantarilla general.. Hay *desde los núms.* *á los núms.*
No hay *desde los núms.* *á los núms.*

Agua..... Canalización del Lozoya.
Idem de los viajes antiguos.
No hay canalización.
Fuentes públicas frente á los núms.

Sistema de alumbrado Por gas.
Luz eléctrica.
Petróleo.

Longitud total.

Anchura.

Dirección general.

Desnivel.

Pavimento.

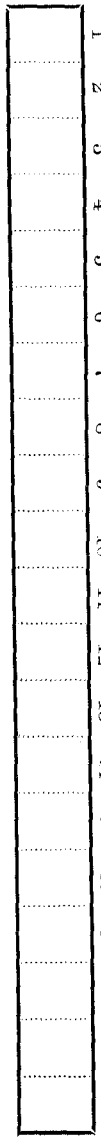
Arbolado.

Otros datos de interés sanitario.

		1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915
Número de casas habitadas.....	Números impares...										
	Números pares.....										

Número de habitantes (aproximado).

CUBIERTA DE CASA



AYUNTAMIENTO DE MADRID

SALUBRIDAD É HIGIENE

Expediente núm.

EMPADRONAMIENTO SANITARIO

DE LAS VIVIENDAS

Distrito

Barrio

Calle **núm.**

Contiene hojas. Repetidas la

Número de vecinos, Número de habitantes,

Empezado en de de 19

CLAVE CONVENIDA

1	**Hi.**	1	**Hi.**	Higiénico.	**Ha.**	Habitable.
			Sa.	Saneable.	**I.**	Insaneable.
2	**L.**	2	**L.**	Lozoya.		
3	**V A.**	3	**V A.**	Viaje antiguo.		
4	**P.**	4	**P.**	Pozo.		
5	**C I.**	5	**C I.**	Cuartos interiores.		
6	**A.**	6	**A.**	Desagüe á la alcantarilla.		
7	**P N.**	7	**P N.**	Pozo negro.		
8	**R C.**	8	**R C.**	Retretes comunes.		
9	**E C.**	9	**E C.**	Establecimientos clasificados.		
10	**V I.**	10	**V I.**	Viviendas insalubres.		
11	**Des.**	11	**Des.**	Desinfecciones.		
12	**I S.**	12	**I S.**	Inspección sanitaria.		
13	**T.**	13	**T.**	Tuberculosis.		
14	**F T.**	14	**F T.**	Fiebre tifoidea.		
15	**V.**	15	**V.**	Viruela.		
16	**Es.**	16	**Es.**	Escarlatina.		
17	**S.**	17	**S.**	Sarampión.		
18	**D.**	18	**D.**	Difteria.		
19	**Er.**	19	**Er.**	Erisipela.		
20	**O I.**	20	**O I.**	Otras infecciosas.		

Hoja núm. 1 (papel blanco).

Calle de núm.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Fecha de la construcción.
Longitud de la fachada.
Altura de la misma.
Fondo.
Área del solar.

Patios: número superficie { Nivel respecto de la calle. / Suelo.

Jardines: número superficie { Nivel respecto de la calle. / Cultivos, etc.

Soleamiento y ventilación: huecos { Á la calle. / Á patios ó jardines.

Orientación de la fachada.
Observaciones respecto de ella.
Establecimientos industriales y comerciales.
Tiendas abiertas.
Profesiones, oficios y comercios que se ejercen en las viviendas.

NÚMERO DE VIVIENDAS

PISOS	VIVIENDAS NÚMERO		NÚMERO DE PIEZAS				HABITANTES		Observaciones.
	Exteriores...	Interiores...	Á la calle....	Á patios ó jardines.....	Á corredores	Ventilación indirecta..	Número de vecinos....	Número de individuos.	
Sótanos.....									
Piso bajo.....									
Idem 1.°.....									
Idem 2.°.....									
Idem 3.°.....									
Idem 4.°.....									
Idem 5.°.....									
Buhardillas.....									

Abierta esta hoja en

Hoja núm. 2 (papel amarillo).

Calle de .

CONDICIONES SANITARIAS

APROVISIONAMIENTO Y EVACUAGIÓN DE AGUAS

APROVISIONAMIENTO — ORIGEN	Condiciones: Caño libre	Contador	Abono	N.º de caños: Particulares	Comunes	Situación: Patios	Corredores	Cocinas	Usos: Alimenticio	Industrial
Del Lozoya.....										
De V. A. de										
De pozo.....										

Juicio del análisis del agua del pozo.
Fuente pública más próxima.

EVACUACIÓN — NATURALEZA	Número de cañerías	CANALIZACIÓN: Exterior: A cubierto	Exterior: Al descubierto	Interior: A la atarjea	Interior: A las bajadas	Interior: Al suelo de los patios
Pluviales.....						
De usos domésticos.....						

SISTEMA DE EVACUACIÓN DE MATERIAS EXCREMENTICIAS

Desagüe..... { A la alcantarilla — sifón aislador en la acometida. / Al pozo negro emplazado — de la edificación.

RETRETES	Número	Emplazamiento: En las habitaciones independientes	Emplazamiento: En cocinas	Emplazamiento: En corredores	Ventilacion: A patio	Ventilacion: Indirecta
Particulares....						
Comunes.....						

SISTEMA DE TAZAS Ó RECIPIENTES	Número	Material: Porcelana	Material: Hierro	Material: Barro	Aisladores: Con desagüe	Aisladores: Sin desagüe	No aisladores: Con agua	No aisladores: Comunicación directa
Con dotación de agua.....								
Sin dotación de agua.....								

Observaciones:

DESAGUE DE LAS DEYECCIONES

	Número	SITUACIÓN: Intramural	SITUACIÓN: Extramural	DESAGUE: A la atarjea	DESAGUE: Al pozo negro	COMUNICACIÓN: Sin sifón	COMUNICACIÓN: Con sifón	MATERIAL: Hierro	MATERIAL: Plomo	MATERIAL: Barro	ESTADO: Bueno	ESTADO: Malo
Bajadas de aguas fecales.....												

Ventiladores: número origen dimensiones
Sifones en los sumideros de los patios, caballerizas y establos: número clase

Caballerizas plazas **Depósitos de basuras**
Vaquerías **Otros establos**

Abierta esta hoja en

Hoja núm. 3 (papel rosa).

Calle de

ENFERMEDADES CONTAGIOSAS

PISO Y CUARTO	ENFERMEDAD	FECHA del parte médico.	DESINFECCIONES		Fallecimiento.	Observaciones.
			A domicilio.	En la estufa.		

Hoja núm. 4 (papel verde).

Calle de núm.

DESINFECCIONES

PISO Y CUARTO	ENFERMEDAD	PROCEDIMIENTO	Habitación.	En la estufa.	FECHA	Observaciones

Hoja núm. 5 (papel azul).

Calle de

ESTABLECIMIENTOS CLASIFICADOS

Año

Dictamen de

Sesión del

Condiciones de la licencia

Modificaciones posteriores

Dictamen del Inspector médico

Resultados

Hoja núm. 6 (papel violeta).

Calle de núm.

DEMOGRAFÍA

NATALIDAD

PISO Y CUARTO	FECHA DEL NACIMIENTO				SEXO		PATERNIDAD declarada		Observaciones.
	Año.....	Mes.....	Día.....	Hora.....	Masculino...	Femenino....	Legítimo....	Ilegítimo....	

Resumen:

Tanto por mil deducido de un período de años.

MORTALIDAD

PISO Y CUARTO	ENFERMEDAD	FECHA del fallecimiento	Edad.	Sexo.	Estado.	Profesión.	Observaciones.

Resumen:

Tanto por mil deducido de un período de años.

Hoja núm. 7 (papel gris).

Calle de núm.

INSPECCIÓN SANITARIA

Naturaleza del suelo de los patios..... { Sin revestimiento. / Empedrado ó adoquinado. / Asfaltado. / Con cemento Portland. / Enlosado con

Sistema de desagües á { Pozo negro..... { Emplazado en patio ó zaguán. / Idem en la calle. } / Alcantarilla..... { Con sifón en la acometida. / Sin sifón en la acometida. }

Número..... { **de bajadas**..... { En buen estado. / En mal estado. } / **de ventiladores** { En buen estado. / En mal estado. } / **de retretes**..... { Con ventilación á patios. / Con ventilación indirecta. }

SISTEMA DE EVACUACIÓN DE LAS AGUAS

Pluviales..... { A la calle. / Al suelo de los patios. / A las bajadas de retretes. / A la atarjea.

Cañerías de las fuentes. { Desagüe á las bajadas de retretes. / Idem por cañerías independientes.

APROVISIONAMIENTO DE AGUA

Procedente..... { del Lozoya. / de Viaje Antiguo de / de pozo.

Humedad permanente del suelo, de las paredes, etc.

Depósitos de estiércol y de basuras.

Estancamiento de aguas pluviales ó de uso doméstico, etc.

Desaseo de los patios, escaleras, corredores, establos, etc.

Disposición viciosa de canalizaciones, registros, tomas de aguas, sifones, etc.

Sistema especial de..... { ventilación. / calefacción. / iluminación.

OTRAS CAUSAS DE INSALUBRIDAD INHERENTES

1.° A la vivienda

- En los dormitorios
  - Cubicación: Suficiente. / Insuficiente.
  - Ventilación: Directa. / Indirecta.
- En las cocinas
  - Cubicación: Suficiente. / Insuficiente.
  - Ventilación: Directa. / Indirecta.
  - Salida de humos: Con. / Sin.
- En la habitación de los porteros emplazada en.....
  - Sotano
    - Cubicación: Suficiente. / Insuficiente.
    - Ventilación: Directa. / Indirecta.
  - Portería
    - Cubicación: Suficiente. / Insuficiente.
    - Ventilación: Directa. / Indirecta.
  - Buhardilla
    - Cubicación: Suficiente. / Insuficiente.
    - Ventilación: Directa. / Indirecta.
- En el resto de la vivienda: Hacinamiento. / Luz. / Ventilación. / Limpieza.

2.° A la vía pública.

3.° A las propiedades vecinas.

CLASIFICACIÓN DEL EDIFICIO

En..... Higiénico. / Habitable. / Saneable. / Insaneable.

Madrid de de 19

El Médico Inspector,

Hoja núm. 8 (papel rojo).

Calle de núm.

ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROGRÁFICOS

I.—Agua.

DETERMINACIONES	Fecha y sitio de la toma de muestra.						
Grado hidrotimétrico total.....							
Idem persistente.....							
Materia orgánica total, valorada en líquido ácido y expresada en ácido oxálico, por litro....							
Idem íd. en líquido alcalino, idem íd., por litro.....							
Nitrógeno amoniacal.....							
Idem nitroso.....							
Cloro total, por litro.....							
Oxígeno disuelto, por litro.....							
Bacterias por c. c.....							
Mucedíneos por c. c.....							
Naturaleza de las bacterias.....							

OBSERVACIONES

II.—Aire.

DETERMINACIONES	Fecha y sitio de la toma de muestra.						
Ácido carbónico por m. c.....							
Óxido de carbono.....							
Hidrógeno sulfurado.....							
Nitrógeno amoniacal.....							
Agua.....							
Oxígeno.....							
Nitrógeno.....							
Bacterias.....							
Mucedíneas.....							
Naturaleza de las bacterias.....							

OBSERVACIONES

III.—Análisis de la tierra y el polvo.

XXX

SANEAMIENTO DE LOS GRUPOS Ó MANZANAS DE CASAS INSALUBRES

Determinadas con exactitud por medio del registro sanitario de viviendas, ó, en su defecto, por las estadísticas sanitarias que le substituyan, cuáles son las casas insalubres y cuál el grado de saludridad de las que no merezcan incluirse en ese grupo, debe la oficina de higiene diagnosticar una por una dichas fincas, precisando las susceptibles de ser transformadas en salubres y las que pueden considerarse como desahuciadas, sin que quepa contra ellas más remedio que el empleo de la piqueta demoledora, medio que, manejado con más libertad, contribuiría muy beneficiosamente al saneamiento de las poblaciones europeas.

Cumplida tal misión de señalar el mal, precisando su extensión y su radio eficaz, el higienista vése forzado á detenerse en su noble camino, y á solicitar del legislador y de la autoridad que vele por la sanidad pública, medios de acción que *estimulen á los propietarios* á transformar en salubres sus fincas, ó á destruirlas, y que autoricen á la Administración á operar como convenga á la salubridad pública sobre las fincas insalubres, si á ello se niegan los propietarios.

¿Qué medios pueden ser éstos? ¿En qué límites deben aplicarse? El asunto es difícil de solucionarlo satisfactoriamente para todos, y muy pocas naciones tienen resuelto problema tan transcendental para el higienista y para el Estado, que lucha entre los respetos á la propiedad privada, las corrientes de libertad dominante, y las exigencias imperiosas de defender el bien común, la protección de la salud pública.

Veamos, ante todo, lo que encontramos más provechoso entre las ideas que debatiendo sobre la «transformación y destrucción de viviendas y manzanas ó cuarteles *(ilôts)* insalubres» han vertido los higienistas en los últimos Congresos de higiene social (Montpellier, 1905, y Nancy, 1906); de saneamiento de la habitación (París, 1904, y Ginebra, 1906); de higiene y demografía (Berlín, 1907), y de la tuberculosis (París, 1905), para deducir de este estudio los puntos principales que deben abarcar las leyes y medidas sanitarias que regulen dichas «transformación y destrucción», entre las cuales figura en primer término la «ley de expropiación por causa de insalubridad pública», existente en algunas naciones, y solicitada con insistecia en otras.

Transformación y reconstrucción de viviendas poco higiéças.—Las siguientes indicaciones formuladas en los referidos Congresos,

pueden servir de norma para conseguir este objeto. 1.° «Conviene estimular y ayudar á los propietarios de fincas antiguas, sin gusto, sin arte, con escasas comodidades y condiciones higiénicas, pero no inhabitables, para transformar dichas fincas y mejor aún para demolerlas, construyendo en su lugar otras ajustadas á las leyes sanitarias y Ordenanzas municipales vigentes, y, en consecuencia, más sanas y almoldadas á la época actual. La ayuda puede consistir en disminución de impuestos á la nueva finca durante un cierto número de años, tanto mayor cuanto mejor conservada estuviera la casa destruída y mejores las condiciones sanitarias de la nueva.

»Cuando el solar que ocupaba la finca destruída no permita por su forma y condiciones el construir sobre él una nueva casa con las debidas garantías de salubridad, el Municipio ó el Estado ayudarán al propietario, abonándole una indemnización igual al precio de dicho terreno, aumentado en una cierta cantidad dependiente del valor higiénico de la finca destruída.

»El Estado ó el Municipio prohibirá el alquiler de las habitaciones insalubres no susceptibles de ser saneadas, y de aquellas otras que no reunieran las condiciones higiénicas que prescriban las leyes sanitarias del reino ó disposiciones vigentes en la provincia.

»Se debe establecer por el Estado ó los Municipios un Banco ó entidad que facilite á los propietarios de fincas que carecen de los recursos necesarios para ponerlas en condiciones de ser alquiladas, el capital preciso para ello, con las debidas garantías.

»Las contribuciones y arbitrios que graven la propiedad urbana, responderán á tarifas progresivas, que alivien á las fincas tanto más cuanto más alto sea su grado de salubridad, estableciéndose al efecto las correspondientes graduaciones.

»Será obligatoria la colocación, en sitio visible de la fachada de todas las fincas habitables, de una placa en que conste el número, dentro de la escala gradual de salubridad, que el edificio ocupe, autorizando dicha placa el *bureau* de higiene.

»La interpetración de las leyes sanitarias y reglamentos complementarios, así como la calificación sanitaria de las viviendas, su vigilancia, autorización para habitarlas, etc., será encomendada á funcionarios sanitarios, independientes de la Administración (comité de médicos, arquitectos é ingenieros) con atribuciones autónomas.

»*Transformación de las manzanas (ilôts) insalubres.*—Las Municipalidades deben perseguir con energía, de manera metódica y contínua, el saneamiento radical y completo de las manzanas de casas insalubres.

»Los poderes públicos no deben desentenderse de la obra de sanea-

miento de las ciudades, por tratarse de una cuestión nacional, ya que el capital humano, constituído por la aglomeración de ciudadanos, es la fuerza y la riqueza de cada Estado.

»Los poderes públicos deben alentar con medidas fiscales ó en otra forma cualquiera á las Municipalidades que más se distingan por los trabajos de saneamiento, durante cuya ejecución deben ser por aquél ayudados financieramente.

»Que las expropiaciones y posterior división en lotes de los terrenos que ocupaban las manzanas de casas destruídas se efectúen de tal forma, que la superficie y configuración de todos los lotes permitan la construcción de inmuebles salubres, ampliamente alumbrados y soleados en todas sus partes.

»Que el saneamiento de una manzana ó grupo *(ilôt)* no debe limitarse á la construcción de nuevas vías ó ensanchamiento ó alargamiento de las existentes, sino comprender la desaparición de casas insalubres del sector no tocadas en las operaciones precedentes.

»Que los planos de saneamiento, expropiación, división en parcelas de los lotes, etc., sean ejecutados por comisiones compuestas de médicos, arquitectos é ingenieros, no tomándose decisión alguna sin oir previamente á los propietarios de los inmuebles que deban expropiarse.

»Que la ejecución de los trabajos de saneamiento se facilite por la intervención de leyes de expropiación forzosa por causa de insalubridad pública, las que obliguen á descontar del valor del inmueble considerado como insalubre la suma necesaria para transformarlo en salubre.

»Que todas las medidas de saneamiento de los inmuebles sean aseguradas por procedimientos tan rápidos y sencillos de llevar á la práctica como sea posible.

»Que las Municipalidades no busquen el especular con la reventa de terrenos procedentes de una expropiación forzosa por causa de insalubridad y que procuren el establecimiento en dicha reventa de ciertas servidumbres que aseguren á los nuevos inmuebles el máximum de salubridad (patios abiertos por una de sus caras y de anchura igual á la altura de la casa, etc.).

»Que la ley de expropiación se preocupe de la creación previa de un número de alojamientos salubres igual al que la expropiación hace desaparecer, para evitar con ello el exceso de población en las viviendas de las zonas inmediatas á las en que se hace dicha expropiación.

»Que cuando las obras de saneamiento lleven consigo un notable aumento en el valor de las propiedades urbanas lindantes con las nuevas calles, plazas, etc., se exija á los dueños de las fincas favorecidas una indemnización, que podrá elevarse hasta la mitad del sobreprecio que dichas mejoras representen para la finca.»

Legislación sanitaria sobre transformación y destrucción de casas insalubres.—Raro será el país en cuya legislación sanitaria no se encuentran contenidas algunas de las aspiraciones de los higienistas de las que acabamos de mencionar; pero por unas ú otras causas, tan saludables mandatos quedan las más de las veces incumplidos, con perjuicio notable de la higiene pública. Prueba inequívoca de esto es que Inglaterra, la nación de Europa donde con más rigor se cumple el Código Sanitario, que también resulta ser el más completo del mundo, ve reducir constantemente la cifra de su mortalidad, que ya muy baja en 1850 (22,3 por 1.000 habitantes), ha llegado en el período de 1891 á 1900 á 18,2 por 1.000 habitantes, mientras anda aún España, donde las leyes sanitarias suelen ser letra muerta, en el 30 por 1.000.

En lo referente al punto importante, la transformación y destrucción de los inmuebles insalubres, véase lo que las leyes de 1868 y 1875 establecen:

«Cuando el médico de un distrito sanitario, rural ó urbano *(medical officer of heath)* encuentra una casa en estado insalubre, lo advierte por escrito al Consejo local de Higiene *(The local Board of Health)*, del que depende, quien transmite el aviso al Ingeniero Sanitario *(surveyor)*, quien, previo detenido reconocimiento, da su informe sobre la manera de remediar el mal estado higiénico de la finca, ya saneándola, ya demoliéndola. Este dictamen lo envía el ingeniero *(surveyor)* á dicho Consejo *(local Board)*, y esta oficina lo traslada al propietario del inmueble declarado insalubre. El propietario tiene derecho á protestar, y con tales protestas y los informes del *surveyor*, se formula el presupuesto de las obras que deben ejecutarse. Si se le condena á demoler, tiene para ello tres meses de plazo, y tanto si en este caso, como en el de reforma, no ejecutase la orden del referido plan, procede á efectuar los trabajos el *Local Board*, cubriendo sus gastos con los materiales del derribo, si hay demolición, ó reclamando su importe al propietario, si fuera transformación. El cumplimiento á raja tabla de esta ley referente á casas aisladas, ha contribuído al saneamiento de las viviendas inglesas tan poderosamente como la práctica radical de los preceptos de la de 1875, dictada para favorecer el ensanche de las calles y plazas, y la demolición, aireación y reconstrucción de las casas reunidas por grupos ó manzanas.

»Los planos de reformas de saneamiento los traza el *Local Board* de cada distrito, sometiéndolos al Consejo Superior de Higiene *(Local Gobernement Board)*. Si éste los aprueba, se entiende el *Local Board* con los propietarios para el pago de las expropiaciones, y si no hubiera avenencia entre ambas partes, compra el Ayuntamiento los terrenos y los revende ó arrienda, con la condición de que las construcciones se hagan con

arreglo al plan de reformas. Las casas así edificadas deben venderse en un plazo de diez años, y los terrenos comprados por los Municipios para el mejoramiento de viviendas, cubrirse de construcciones en cinco años. Los peritos para todas estas compraventas nómbralos el *Local Gobernement Board*, que cuida de que los Ayuntamientos cumplan con sus deberes.

La ley relativa al abastecimiento de aguas de 1878, prohibe también edificar ó reconstruir una casa, mientras no se presente una certificación del Local Board, acreditando que se encuentra dicha casa en condiciones de recibir el agua potable en cantidad suficiente para las necesidades de la misma.

Estas leyes que rigen para toda la Nación, aún son beneficiosamente complementadas por la ley sobre la salud pública de 1891, que establece entre otros varios preceptos importantes en su artículo 10, el derecho de toda autoridad sanitaria para penetrar en las casas particulares á toda hora del día *para buscar la existencia* de un caso de insalubridad, y por las disposiciones de la ley de 18 de agosto, emanadas para cada distrito de su Local Board.

La Instrucción general de Sanidad pública vigente en España desde el 1904, contiene preceptos tan atinados, sobre el asunto á que venimos refiriéndonos como los comprendidos en los artículos siguientes:

«Art. 115. En poblaciones de más de 15.000 habitantes, será indispensable la autorización, previa visita sanitaria, para la habitación de nuevas viviendas particulares. Hará esta visita el Inspector, y acordará la licencia la Junta municipal, con recurso ante la provincial.

»Si á la licencia de construcción ó de reforma precediere informe favorable de la Junta municipal de Sanidad, la visita, una vez ejecutadas las obras y antes de utilizar la vivienda, se reducirá á comprobar el cumplimiento de las condiciones higiénicas resultantes del plano y proyecto aprobados.

»Art. 116. Las viviendas y los establecimientos públicos que reúnan plenitud de condiciones higiénicas, podrán ostentar una placa ó chapa: «Esta casa reúne las condiciones higiénicas prescriptas por las leyes».

»Art. 118. Siempre que la Junta municipal de Sanidad dictamine desfavorablemente acerca de las condiciones higiénicas de vivienda ó establecimiento, habrá de puntualizar los vicios ó defectos, y los remedios que estime indispensables. Sobre ello podrán los interesados acudir á la revisión por la Junta provincial, que propondrá la definitiva resolución.

»Mientras el propietario no obtenga el permiso de utilizar la vivienda,

sólo él podrá habitarla; más no arredarla, ni dedicarla á residencia de obreros, criados ni dependientes suyos.

»Art. 119. Siempre que el número de defunciones ocurridas en un Municipio durante tres años consecutivos exceda de la mortalidad media del resto de la Península, el Subdelegado llamará sobre el hecho la atención del Inspector provincial, quien practicará desde luego una información acerca de las causas del daño y de los remedios posibles, sometiendo el asunto después á la Junta provincial, para deliberar y acordar las providencias adecuadas al caso, ora deba secundarlas, ejecutarlas ó decretarlas la Autoridad municipal, ora correspondan á las facultades del Gobernador, ora requieran la acción del Inspector general y del Estado».

Dicha Instrucción nada contiene respecto á expropiación de viviendas ó manzanas de casas insalubres y lo mismo ocurre á las Ordenanzas Municipales, figurando en algunas de éstas, como en las de Madrid (bastante completas en general) artículos como los 195 y 196 que á continuación reproducimos:

«Art. 195. La capacidad de las habitaciones será relativa á su uso y al número de personas que han de contener, asegurando á cada individuo la cantidad de aire respirable que reclama la higiene.

»Art. 196. Los locales que no recibiesen directamente el aire de la calle ó de un patio suficientemente ancho y los que tuviesen tanta humedad que no pudiera hacerse una aireación conveniente, no podrán ser habitados».

Ni estas disposiciones, ni las antes copiadas de la Instrucción de Sanidad se cumplimentan y buena prueba de ello es, que en Madrid existen 438 casas declaradas *oficialmente insalubres* (albergando una población de 52.521 personas) y muchísimas más que lo son sin estar como tal declaradas y no hay forma de proceder á su desaparición, por falta de medios legales, ya que no existe ley de expropiación forzosa por causa de insalubridad pública, teniendo que acudir para las demoliciones por reformas en las urbes á la ley de ensanche de poblaciones, que exige una tramitación molesta y lentísima.

La legislación francesa viene desde muy antiguo, procurando por el saneamiento de las ciudades, pero aún no existe como en Inglaterra y Bélgica, la expropiación por causa de insalubridad y demasiado conciliadora no ha llegado todavía á facilitar lo suficiente la expropiación de las casas insalubres y de las zonas que aquéllas comprenden y aunque ya la ley de 1841 abordaba el asunto, las pretensiones exorbitantes de los intereses privados coaligados hicieron fracasar la casi totalidad de los proyectos de saneamiento en conjunto de las poblaciones, aún considerando estos como de utilidad pública y empleando en este concepto la expropiación. La ley de 1850 relativa al saneamiento de alojamientos

insalubres mejoraba la solución, autorizando á las communes á adquirir «la totalidad de las fincas comprendidas en el perímetro de los trabajos de saneamiento y á vender los terrenos no utilizados». Parece no quedaba todavía impedida la reedificación en el borde de las nuevas vías de habitaciones poco conformes con las reglas de higiene, y para atender á tan importante extremo en el decreto de 1852 relativo á las calles de París y extendido después mediante otros á un gran número de ciudades francesas, se establecía que la Administración tendría la facultad de comprender en la expropiación la totalidad de los inmuebles á que afectase, cuando júzgase que las partes sobrantes, no tenían la forma ó extensión conveniente para elevar sobre ellas *construcciones salubres.*

Las operaciones que exigían estas leyes para expropiar resultaban tan largas y costosas, que sólo las grandes poblaciones como París, Lyon, Marsella, etc., pudieron á su amparo efectuar importantes trabajos de saneamiento con la apertura ó ensanche de nuevas vías, y para facilitar la acción de las pequeñas poblaciones, la reciente ley de 15 de febrero de 1902 sobre protección de la salud pública, contiene un capítulo relativo á la salubridad de los inmuebles, en el que se llega hasta la *prohibición de habitar* las casas insalubres, con lo que se facilita no poco el saneamiento de viviendas; pero la parte referente á la expropiación no modifica más que en detalle el contenido de la ley del 1850, con lo que aquélla resulta muy onerosa, y sólo permite la expropiación de los inmuebles comprendidos en el trazado de las nuevas vías ó de los que son necesarios para la construcción de servicios públicos; es, por lo tanto, poco practicable, quedando en ella—en opinión de los higienistas franceses—la laguna de no contener precepto alguno que regule la expropiación por zonas, en vista del ensanche metódico de las ciudades, necesaria para acabar, en urbes nuevas, con calles estrechas, tortuosas y con cambios de alineamientos que provienen de haberse convertido en públicas calles particulares, donde las construcciones se elevaron al azar, prescindiendo de su relación con las necesidades del porvenir. (Esta extensión metódica de las ciudades está prevista en las leyes belga y holandesa y en las Ordenanzas municipales de algunas poblaciones españolas.)

Ante la imperfección en el sentido apuntado de la ley del 1902, cuarenta y ocho ciudades, secundando las iniciativas de los Consejos Municipales de Nantes y Montluçon, elevaron en 1904 á los poderes públicos una exposición en súplica de que, «á igualdad de lo que sucede en Alemania y en Bélgica, una ley de higiene pública permita á las ciudades expropiar por zonas *sin necesidad de un decreto,* sistema que permite

el rápido desarrollo, embellecimiento y saneamiento de las urbes», y de que se aprobase la proposición de ley presentada en tal sentido por Mr. Delory, modificando la ley de 1841 sobre expropiación por causa de utilidad pública en lo que concierne á los trabajos de saneamiento de las comunnes. Presentada poco después por Mr. Friegfred otra proposición de ley con la misma tendencia, «la Cámara de Diputados ha redactado una nueva proposición combinando las de Delory y Friegfred y tomando por base el principio fundamental de la ley belga, que data del 1858, mejorada el 1862, que se aplica, no sólo á las casas reconocidas individualmente como insalubres ó á los terrenos necesarios para las vías proyectadas para el saneamiento, sino también á la superficie abarcada por el plan general de reconstrucción de los antiguos cuarteles ó creación de los nuevos.»

Las autoridades comunales podrán así hacer desaparecer en su conjunto todas las casas de una barriada ó cuartel de la ciudad, donde la acumulación excesiva de sus habitantes, la mala disposición de las construcciones ú otra causa cualquiera, parezca constituir un estado de cosas contrario á la higiene pública, sea que se persiga simplemente el ensanche de la ciudad.

En esa proposición de ley á que nos referimos, simplificanse notablemente los trámites de la expropiación y se fijan las indemnizaciones, teniendo en cuenta las condiciones de salubridad de la casa expropiada, abonando sólo, en el caso de insalubridad del inmueble, el valor del terreno y el de los materiales aprovechables (1).

Sólo con leyes inspiradas en los anteriores principios, empleadas con todo rigor, es posible llegar en plazos no interminables al mejoramiento de la salubridad de las urbes por el saneamiento de los grupos ó manzanas de casas insalubres. Los Estados Unidos dan en este particular un alto ejemplo digno de imitación, pues sólo en el pasado 1907 y corriente 1908 han sido destruídas por insalubres en New-York muy cerca de 1.000 fincas, pasando de 2.000 las que sus dueños han tenido que poner dentro de las condiciones de sanidad allí reglamentarias, á fin de no sufrir una completa destrucción.

Barriadas obreras.—Intimamente relacionado, con el asunto de que estamos ocupándonos, encuéntrase el de las barriadas obreras, ó económicas, problema higiénico social de transcendencia creciente, cuya resolución España inicia de manera seria, al parecer, con medio siglo

(1) El articulado de estas proposiciones y la discusión de sus ventajas, puede verse en la notable obra *Une loi necessaire, L'insalubrité publique et l'expropiation*, par le Dr. Gautrer, Paris, 1907.

de retraso sobre la mayor parte de las naciones europeas y americanas (1).

No admite duda que la higiene es cara, y en consecuencia, en las habitaciones baratas y en las barriadas ocupadas por gentes modestas, es donde más tienen que luchar el higienista y el constructor para armonizar el cumplimiento de las exigencias más salientes de la ciencia higiénica con los pocos recursos disponibles. De aquí la dificultad para resolver satisfactoriamente ese transcendental problema técnico-social que la vivienda y el barrio obreros, ó en general destinados á clases poco acomodadas, plantean en toda urbe que trate de sanearse.

Dentro de lo poquísimo hecho en España, creemos puede servir de modelo la barriada Reina Victoria (Madrid), emplazada en la carretera de Extremadura en su kilómetro 3, cuya organización de conjunto reproducen las figuras 273 á 277, que se refieren al estado de los trabajos en 1.º de Enero de 1907. Las calles principales forman un pequeño ángulo con la dirección N.-S., teniendo, tanto éstas como las transversales, anchura mayor que la altura de las casas, cuyos drenajes aseguran el rápido alejamiento de las aguas pluviales y sucias, que son tratadas en una instalación bacteriana económica.

Sobre los diferentes tipos de viviendas y su construcción, véase lo que dicen los autores de sus proyectos, arquitectos de la Sociedad citada, Sres. Cabello, Lapiedra y Espelius, en la Memoria explicativa de dichos proyectos:

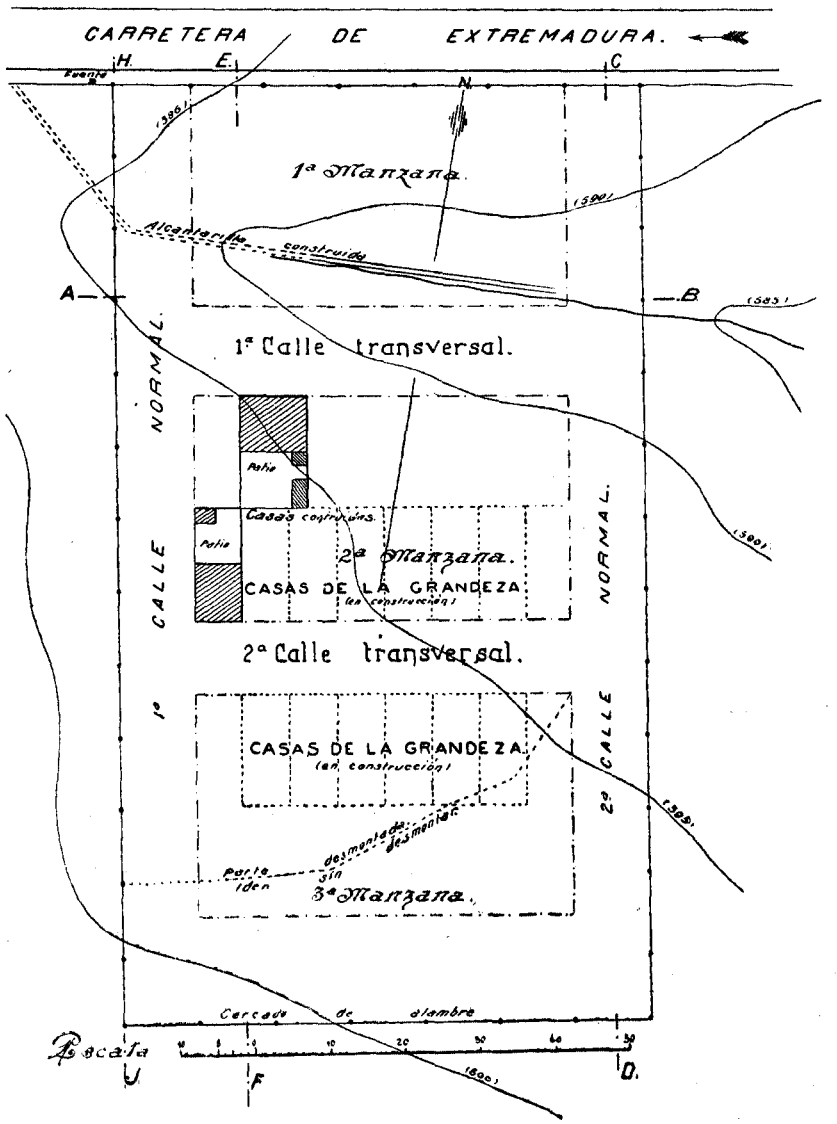
(1) De los múltiples intentos que para resolver tan antiguo problema vienen haciéndose en España desde el año 1875 en que se constituyó en esta Corte la «Constructora benéfica» no ha tenido en realidad éxito (aunque relativo) más que el llevado á cabo por la Sociedad Constructora de casas de obreros de Valencia (1902), que con paciencia y entusiasmo va logrando aunque en estrechos límites la consecución de sus loables y filantrópicos ideales, pues según datos que figuran en la actual Exposición Hispano-Francesa de Zaragoza, hay construídas 63 casas, que albergan 340 habitantes, y están comprados terrenos para otras 50 casas. La Sociedad Benéfica Española de casas higiénicas fundada en Madrid en mayo del 1906, por el autor de este libro, aunque comenzó su labor en época oportunísima y con grandes bríos, encuéntrase hoy en situación nada próspera, habiendo sin embargo logrado construir en parte (hay levantadas 16 casas) el barrio obrero Reina Victoria, que puede presentarse como modelo, por su organización y condiciones de las viviendas. La falta absoluta de apoyo oficial, ha dado al traste con todas las iniciativas particulares, que traducidas en Sociedades benéficas, no han encontrado medios más que para vivir con languidez.

El Ayuntamiento de Cádiz también ha intentado hacer algo en este sentido.

En la actual legislatura de 1908 háse por fin presentado al Senado, un proyecto de ley por el Ministro de la Gobernación Sr. La Cierva, que tiende á facilitar la construcción de casas para obreros y clases modestas, y en él se propone crear en el Instituto de Reformas Sociales una nueva sección encargada de fomentar, inspeccionar y encauzar ese movimiento. El proyecto es deficiente en extremo, y de no modificarse, será difícil resuelva prácticamente el problema perseguido.

«Los espesores de muros se han calculado con arreglo á lo que ya la práctica y los modernos procedimientos constructivos aconsejan, y supuesto que las construcciones de que se trata ni han de estar someti-

BARRIO OBRERO «REINA VICTORIA» (MADRID)



Organización de conjunto.

Fig. 273.

das á grandes presiones, ni han de tener elevadas alturas, se establece para los muros de cimentación en fachadas 0,45 metros, con cuyo espesor se alevará la fábrica hasta pasar de la rasante la altura de 0,70 á 1 metro ya indicada, continuando después con espesores de 0,30 dejando 0,15 metros á favor de obra; en las traviesas, la cimentación será de 0,45

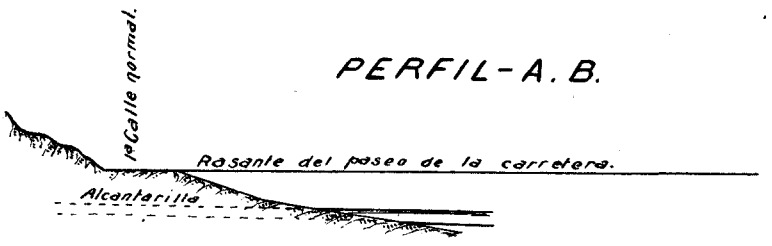


Fig. 274.

metros también, pero sólo hasta la rasante, continuando después con los 0,30 metros de espesor; y en la parte de muros de cerramiento se adopta el sistema de pilastras de á pie (0,30 metros) espaciados conveniente-

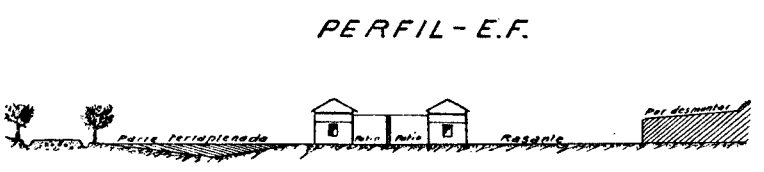


Fig. 275.

mente, siendo los entrepaños de 0,15 metros. La tabiquería será de rasilla ó del sistema de placas «Schoepp» de témpanos de yeso con trama metálica.

En la edificación se emplearán materiales de condiciones favorables á la higiene y á la construcción: la fábrica de ladrillo al interior; recocho sólo ó con ladrillo piedra, combinado según los casos, al exterior, será el material empleado con preferencia.

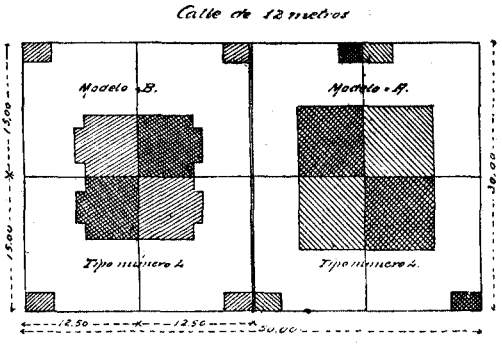
Los pisos podrán formarse con vigas de hierro y bovedilla; los solados serán de baldosín prensado ó cemento, según el destino de las habitaciones; la carpintería de taller á la frailera; el revestido interior de las paredes con enlucidos, bien silicatados ó pintados al «Ripolin» fácilmente lavables, estableciendo ángulos redondeados en todas las habitaciones y suprimiendo todo género de corridos y molduras.

Las armaduras serán de madera á la parhilera, dispuestas para recibir la teja común, y la recogida de aguas pluviales tendrá lugar

por los procedimientos conocidos, disponiendo las bajadas de cinc exentas y al exterior é independientes de las de conducción de aguas fecales, según aconsejan con buen sentido los higienistas, y las cuales serán de hierro ó grés.»

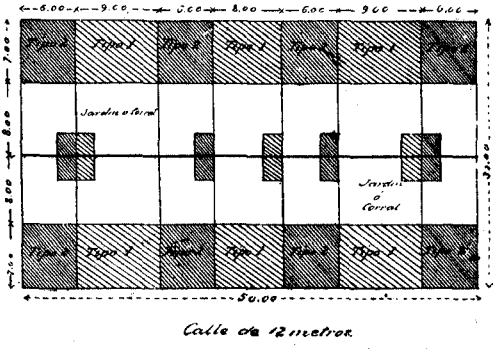
TIPO NÚM. 1 (figs. 278 á 281). Comprende una superficie de 63 metros cuadrados edificada y 72 de superficie descubierta, que se destina á pequeño corral ó jardín, hallándose dividida la primera en dos plantas ó pisos, comprendiendo entre ambos 11 piezas incluídos los W. C. correspondientes. En el corral, se sitúa un lavadero y un pequeño gallinero para el servicio y recreo del inquilino.—Presupuesto aproximado: 8.000 pesetas.

DISPOSICIÓN GENERAL DE LAS MANZANAS



Manzana 1.ª
dando frente á la Carretera de Extremadura.

Fig. 276.



Manzana 2.ª
(La manzana 3.ª se compone de los tipos números 2 y 3.)

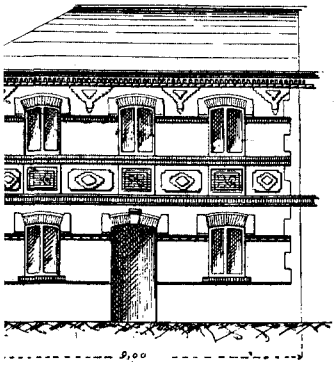
Fig. 277.

TIPO NÚM. 2 (figs. 282 á 284). Comprende una superficie edificada de 42 metros cuadrados y otra descubierta de 54 metros cuadrados, disponiéndose su corral ó jardín en análoga forma. Consta de dos plantas, comprendiendo entre ambas 7 dependencias, incluso el W. C., y teniendo también su pequeño lavadero.— Presupuesto aproximado: 5.500 pesetas.

TIPO NÚM. 3 (figs. 285 y 286). Presenta iguales dimensiones que el anteriormente descripto; pero consta de una sola planta con 4 habitaciones, teniendo independiente su W. C. y el lavadero.

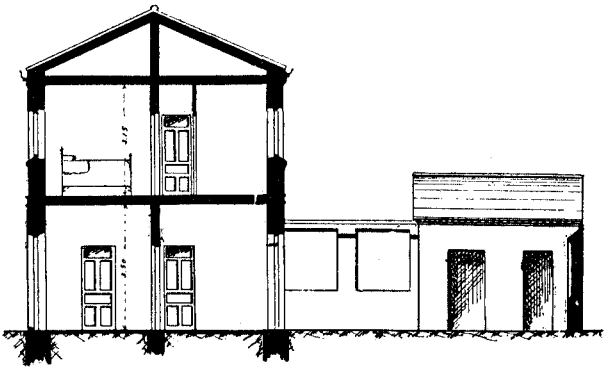
Todas las dependencias de los tres tipos indicados tienen luz directa, excelente ventilación y dimensiones suficientes para los usos á que se destinan, según puede apreciarse por las cotas de los planos.— Presupuesto aproximado: 4.300 pesetas.

TIPO NÚM. 4. Comprende dos modelos distintos: el **A** y el **B**; suponiendo la edificación en ambos casos rodeada de un pequeño jardín, en el cual pueden



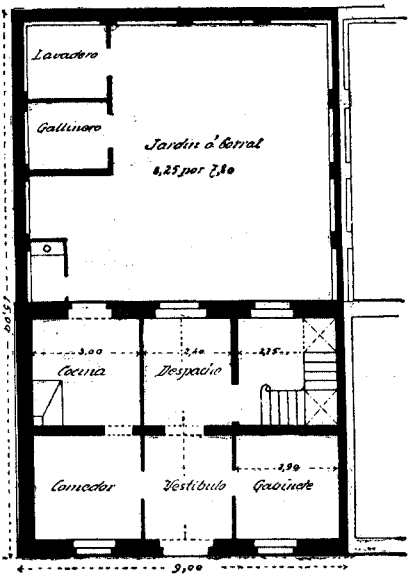
TIPO NÚM. 1.—Alzado.

Fig. 278.



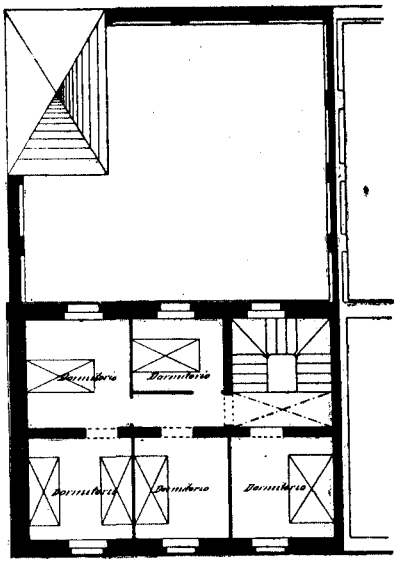
TIPO NÚM. 1.—Sección.

Fig. 279.



TIPO NÚM. 1.—Planta baja.

Fig. 280.



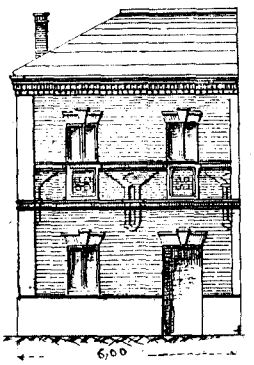
TIPO NÚM. 1.—Planta principal.

Fig. 281.

instalarse en un cobertizo independiente los lavaderos correspondientes.

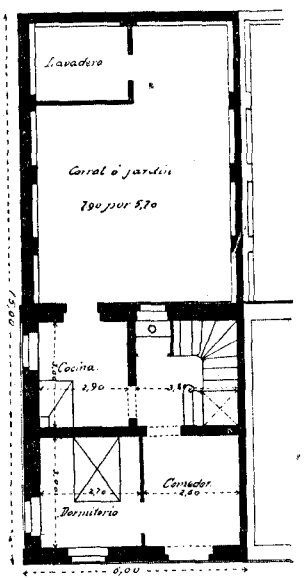
TIPO NÚM 4 **A** (figs. 287 á 289). Se destina á una sola familia y comprende una superficie edificada de 66 por 104 metros cuadrados de des-

cubierta, y en esta planta se disponen 4 habitaciones, incluso la cocina, y además el W. C., con una despensa ó ropero, estableciendo otra habitación peraltando parte de la armadura.— Presupuesto aproximado: 10.500 pesetas.



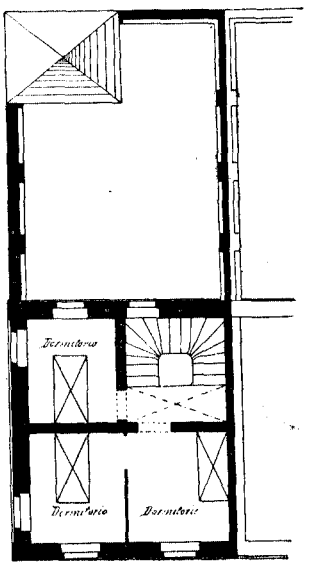
TIPO NÚM. 2.—Alzado.

Fig. 282.



TIPO NÚM. 2.—Planta baja.

Fig. 283.

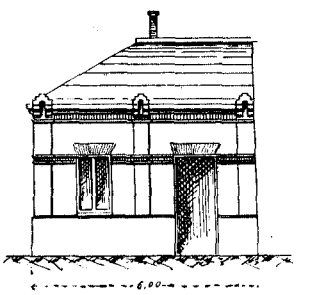


TIPO NÚM. 2.—Planta principal.

Fig. 284.

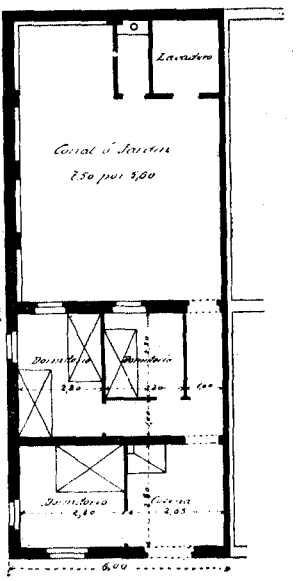
TIPO NÚM. 4 **B** (figs. 290 á 292). Comprende dos pisos destinados también á una sola familia. La parte edificada se emplaza en una superficie de 49 metros cuadrados, teniendo para descubierta igual superficie que en el caso anterior. En estas dos plantas ó pisos se disponen 8 dependencias ó habitaciones, sin contar el W. C., y suponiendo que haya de ser ocupada por más numerosa familia, resultando en ambos modelos las habitaciones amplias, ventiladas y con luz abundante.

Las casas económicas, destinadas á obreros, construídas en Cádiz (figs. 293 y 294) por el arquitecto municipal Sr. Cabrera é iniciativa del alcalde Sr. Toro, se unen por sus medianerías formando



TIPO NÚM 3.—Alzado.

Fig. 285.

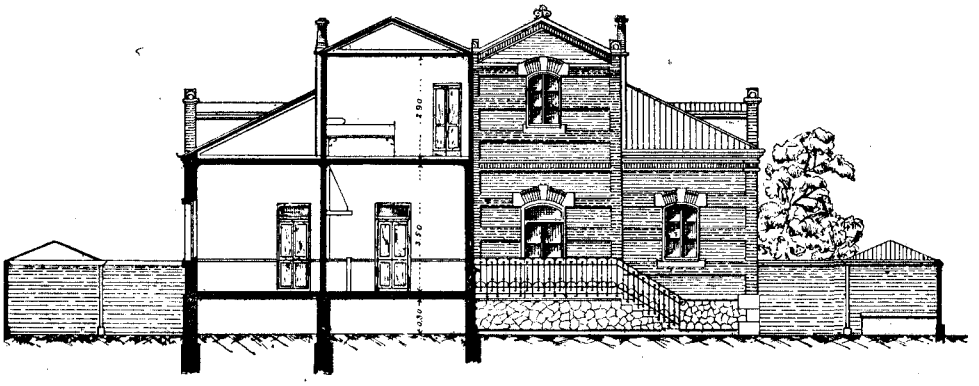


TIPO NÚM. 3.—Planta.

Fig. 286.

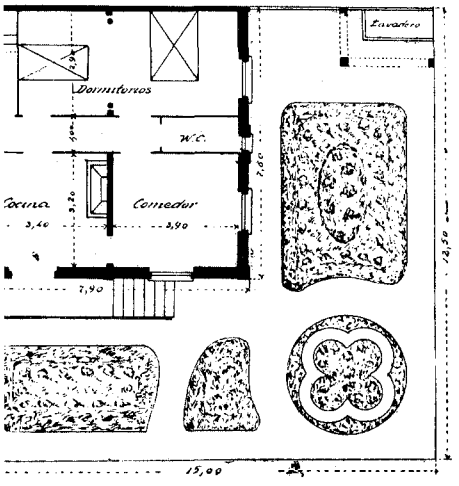
grupos de cuatro, con lo que cada casa ocupa, por tanto, una esquina, y tiene dos fachadas y dos medianerías. Los defectos que algunos señalaban á esta disposición no son tan grandes como las ventajas que por otro lado re-

Modelo A.



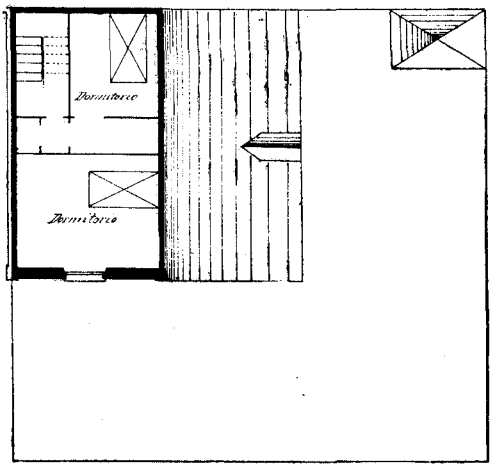
TIPO NÚM. 4.—Alzado y sección.

Fig. 287.



TIPO NÚM. 4.—Planta baja.

Fig. 288.



TIPO NÚM. 4.—Planta superior.

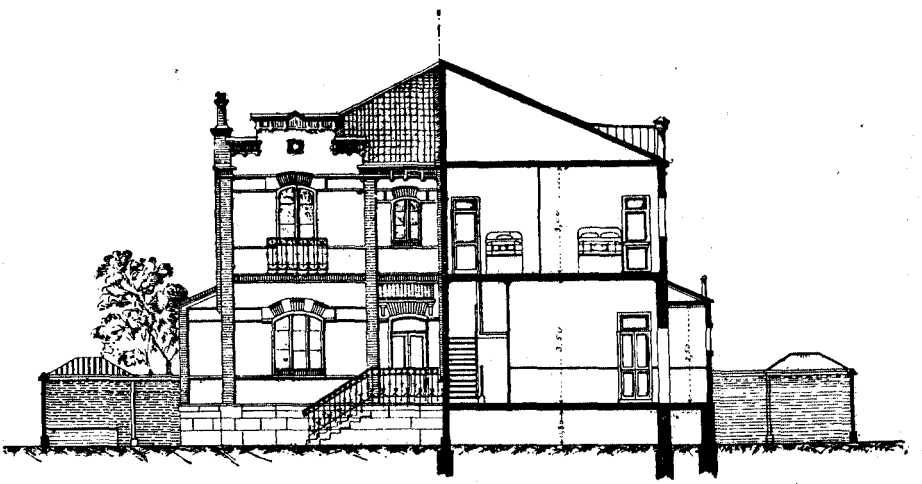
Fig. 289.

únen, aunque el autor ya reconoce que nunca serán como el tipo ideal de la casa aislada en absoluto, ni aun como el tipo inglés de casas gemelas. Comprende cada casita una superficie de 131,25 metros cuadrados en total, ó sea con el pequeño jardín ó huertecillo que la rodea, el cual tiene

una extensión libre de 82,89 metros cuadrados; restan, por tanto, para la casa, muros y pozo, 48,36 metros superficiales.

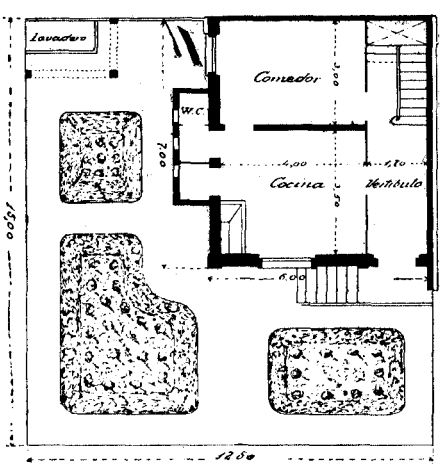
Consta cada casa de planta baja y un primer piso; en la primera se

Modelo B.



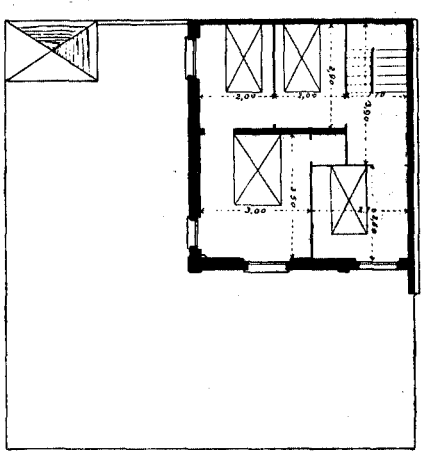
TIPO NÚM. 4.—Alzado y sección.

Fig. 290.



TIPO NÚM. 4.—Planta baja.

Fig. 291.



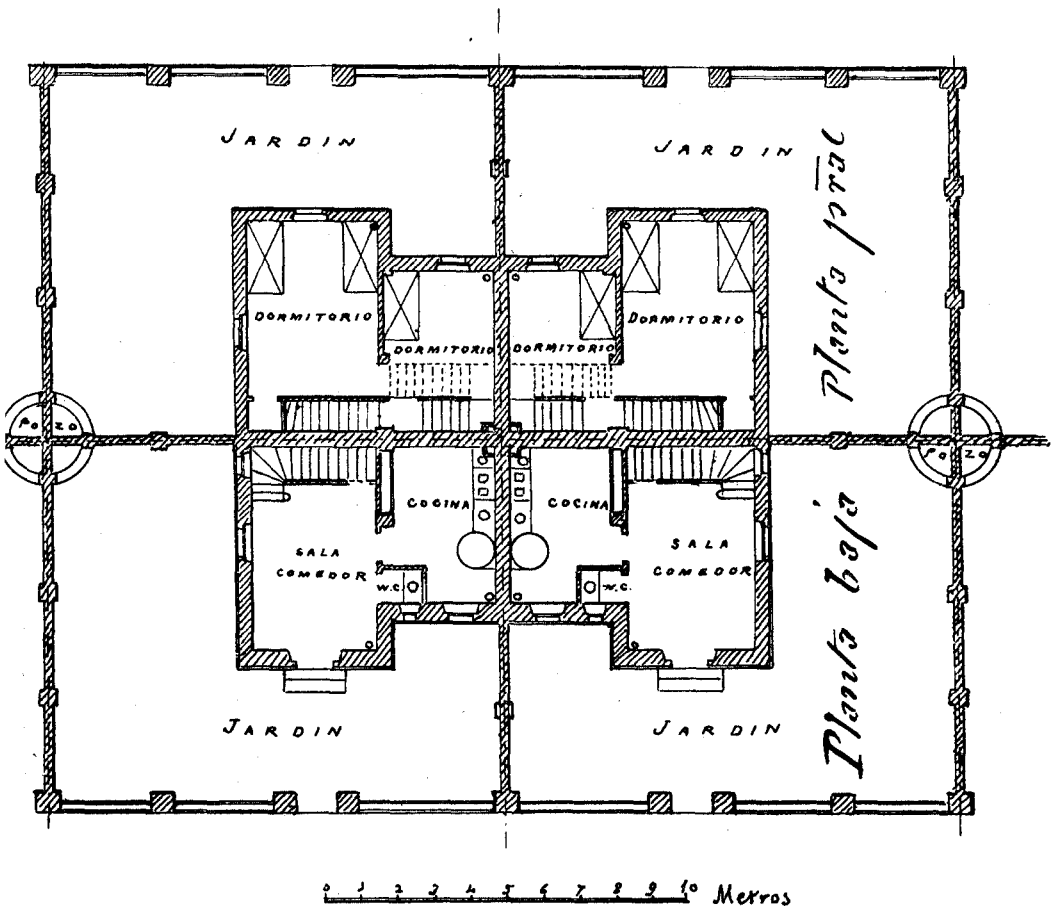
TIPO NÚM. 4.—Planta principal.

Fig. 292.

coloca una sala espaciosa que sirve de entrada, comedor, cuarto de tra-

bajo, etc., una cocina y un retrete; de la sala arranca la escalera, la cual deja debajo un hueco que se aprovecha para un cuartito de efectos; en el piso alto hay dos habitaciones ó dormitorios, uno de ellos con un peque-

CASAS PARA OBREROS EN CADIZ



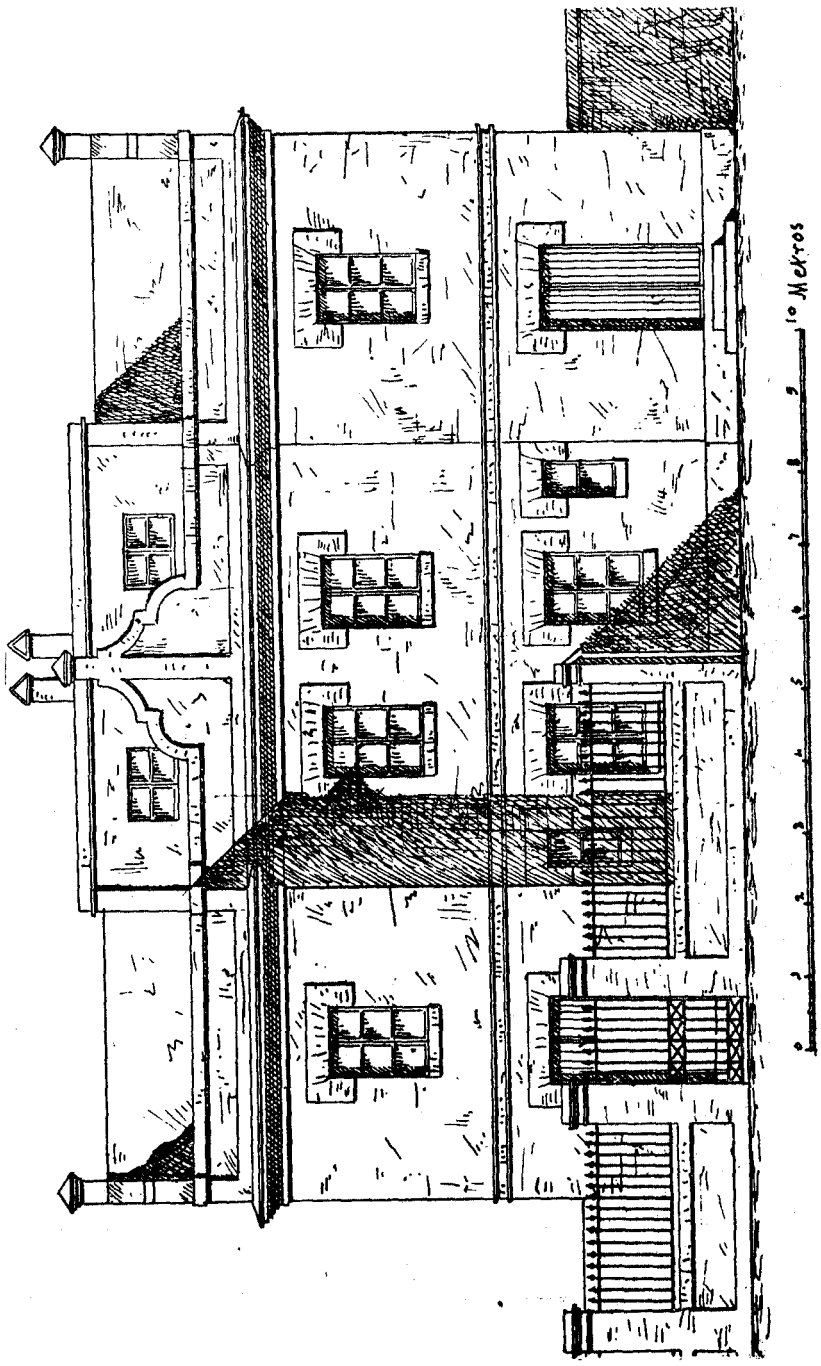
Plantas.

Fig. 293.

ño ropero, y la escalera para subir á la azotea; esta última es la cubierta de la casa; tiene su correspondiente buharda para proteger la escalera, y el apretilado ó antepecho como coronación de las fachadas.

En la cocina se instala un lavadero y un coladero; también se dispone una alacena. En el retrete se ha colocado un inodoro de dos piezas.

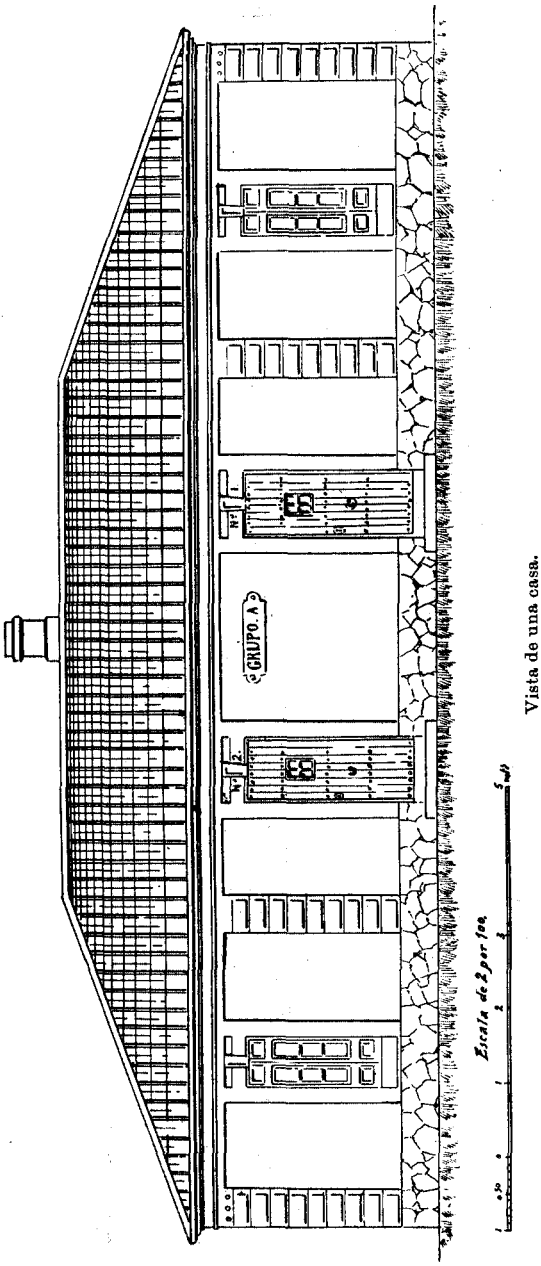
BARRIADA OBRERA «REINA VICTORIA» (CADIZ)



Vista de dos casas adyacentes.

Fig. 294.

Todas las cañerías de desagüe, tanto de aguas sucias como de lluvia, son de grés. No existiendo aún alcantarillado en la zona destinada á la barriada obrera, se disponen para las aguas sucias pozos sépticos, uno para cada dos casas, cuyos sobrantes irán á filtrarse en una capa arenosa del terreno.



Vista de una casa.

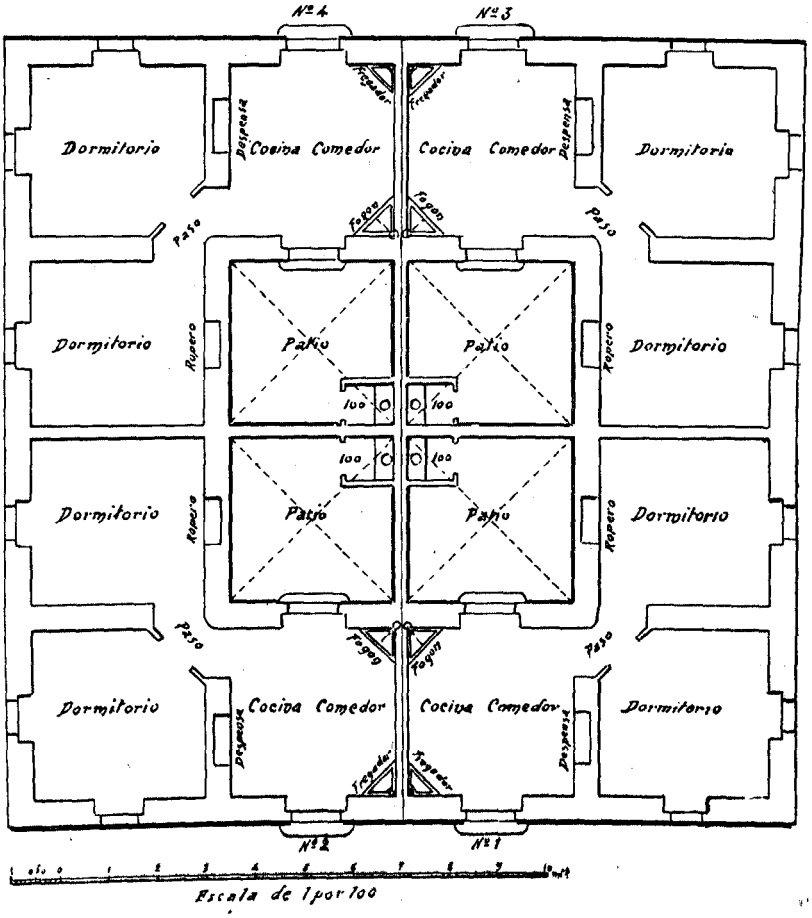
Fig. 295.

En cuanto á las aguas potables y de usos domésticos (uno de los problemas más importantes en las casas económicas), no se ha podido aplicar el sistema de aljibes, tan usado en la localidad, por lo que hacía aumentar el presupuesto, y se ha recurrido á los pozos, proyectándose uno de 2 metros de diámetro para cada cuatro casas.

El sistema constructivo proyectado era el de muros de hormigón de piedra ó laja menuda y mortero de cemento, combinado con el ladrillo en hueco, impostas, etc.; pero en vista de disponerse de materiales de piedra abundante y barata, con motivo de estarse derribando una parte de las murallas de la ciudad, se construyen los muros con mampostería de piedra de San Fernando y la-

drillo, combinados con sillería ordinaria. Dichos muros han de quedar al exterior en tosco, sin revestidos (para evitarse frecuentes revocos), pero con blanqueo de cal intenso. El piso está armado con viguería de tablo-

LA CASA DEL POBRE (ALBACETE)



Planta de un grupo de cuatro casas.

Fig. 296.

nes y bovedillas de yeso y cascote, y el de azotea con vigas de tablón, alfajeado ó enlistonado, ladrillo por tabla y el forjado arcilloso con que se hacen en Cádiz todas las azoteas.

Se ha procurado dar á las casas el aspecto típico de las edificaciones de la región, en atención á que el clima, usos y costumbres, materia-

les, etc., etc., crean en cada país, y aun en cada localidad, tipos de construcciones ó, por lo menos, rasgos distintivos, que es lógico y hasta conveniente respetar. El presupuesto de construcción de un grupo de cuatro casas, es de 23.318,44 pesetas, ó sea de 5.829,61 pesetas para cada casa.

Reproducimos por último en las figuras 295 y 296 el proyecto del arquitecto municipal de Albacete, Sr. Casas, con arreglo al cual ha comenzado el Ayuntamiento de dicha capital á construir una barriada de casas modestísimas, reunidas por grupos de cuatro. Los cimientos son de mampostería, los muros de tapial revocado con cal, con esquinas y jambas también de mampostería; cubierta de teja curva sobre armadura de madera del país; pavimentos de baldosa; techos y muros guarnecidos y blanqueados, cerrando sus huecos con la precisa carpintería de taller y colocando en cada casa los fogones, retretes, lavaderos y demás servicios complementarios. El presupuesto de cado grupo es de 5.484 pesetas.

Es extraordinariamente amplia la bibliografía de tal tema, el cual se estudia concienzudamente en la obra *Preparación de las bases para un proyecto de ley de casas para obreros*, publicada el 1907 por la sección 1.ª del Instituto de Reformas Sociales, obra á la cual remitimos á nuestros lectores, por sernos imposible entrar en el desarrollo de dicho problema, limitándonos á insertar, por la importancia de que sean propagadas, las conclusiones que aprobó la Sociedad Española de Higiene en el curso de 1906, sobre las barriadas y casas obreras, las cuales fueron redactadas por el ponente Dr. Larra Cerezo:

«I.—Dado el carácter de la sociología moderna en relación con las aspiraciones de las clases obreras, debe rechazarse en lo posible la idea de aglomerar en puntos especiales, separados del resto de los ciudadanos, á los trabajadores.

II.—Siendo toda aglomeración peligrosa, principalmente en el orden higiénico, se harán por grupos las casas obreras, procurando que en cada uno no pasen de cincuenta las familias albergadas.

III.—Para facilitar la construcción con la necesaria solidez, dentro de la mayor economía, podrán reunirse cuatro habitaciones de familia obrera en una planta, cada una con entrada independiente y dejando aneja una porción de terreno para jardín ó á lo menos patio. En todo caso no deberá ocupar lo edificado más de la tercera parte del solar disponible.

IV.—En la construcción y disposición de cada vivienda obrera se atenderán las prescripciones de la higiene arquitectónica con igual escrupulosidad que si se tratara de casas ricas para la elección de terrenos, lejos de focos mefíticos ó malsanos, orientación, ventilación, cubicación, etcétera.

V.—Será conveniente disponer en cada agrupación de casas obreras de una preparada para los enfermos infecciosos y sus familias. Aún cuan-

do, por ahora, sólo pueda considerarse esto como una buena orientación sanitaria, de difícil realización práctica, debe estudiarse la forma de ir resolviendo un problema que evitaría la difusión de los males infecto-contagiosos y contribuiría á disminuir la mortalidad.

VI.—Cada grupo de habitaciones obreras, con más de veinticinco de éstas, deberá tener un pabellón con ducha y baño y un lavadero para uso de los vecinos, cuidando de facilitar la desinfección previa de las ropas en caso de enfermedad.

VII.—Las subvenciones del Estado, que serán más convenientes reduciendo los impuestos sobre dichas fincas y eximiéndolas de los municipales, sobre todo en lo que gravan los materiales de construcción, se harán, en el caso de preferirse los auxilios oficiales directos, en metálico, con arreglo á un cuadro de proporcionalidad bien entendida que garantice la buena aplicación del dinero de la nación destinado á dicho objeto. Se procurará que el reparto sea equitativo y favorezca todavía más á la iniciativa privada que á las asociaciones poderosas. Dichas subvenciones hallarían su mayor ventaja en justificar la intervención sanitaria oficial, evitando que en ningún caso se olviden las prescripciones de la Higiene y caducando los auxilios pecuniarios en cuanto se falte á alguna de ellas.

VIII.—No deberá construirse grupo alguno de casas obreras lejos de vías que comuniquen con el centro de la población. Las casas baratas para rentistas, pequeños industriales, etc., como recreo pasajero ó para retiro, podrán servir de base á futuros barrios; las de trabajadores deben fundarse donde ya existen éstos, mientras sea posible.

IX.—Lo complejo del problema de la vivienda obrera, hace que no pueda limitarse á casas aisladas el alojamiento de esa clase social. Para determinados oficios será menester, ó la casa de vecindad en barrios modestos, ó los cuartos económicos altos en barrios ricos, prohibiendo las bochornosas buhardillas; pero en todo caso se vigilará la higiene de la habitación y se aconsejará á los propietarios de las casas donde existan ascensores que permitan utilizarlos á los obreros, dentro de las limitaciones que estimen oportunas.

X.—La casa del obrero agricultor se sujetará á las condiciones higiénicas necesarias, atendiéndose en primer término á sus pozos negros, por no disponerse en las aldeas de los sistemas de alcantarillado de casi todas las poblaciones populosas.

XI.—Como cooperadores de la fundación de viviendas higiénicas para el obrero ó el trabajador modesto, sea manual intelectual, podrán servir poderosamente las Cajas de Ahorros y Montes de Piedad, que de esa manera emplearían en sus capitales, procedentes del pueblo, en hacer bien al pueblo, y nada mejor para ello que darle casa barata y sana.

XII.—En los climas fríos se eligirán para las cocinas algunos de los sistemas de fogones-estufas que puedan servir simultáneamente para la calefacción y preparación de la comida, que en ciertos países, principalmente en Alemania, utilizan los propietarios de fincas y algunas asociaciones obreras.

XIII.—En las casas obreras aisladas, donde se destine una parte del alquiler mensual á pago de intereses del capital y entretenimiento y otra amortización, podrá obtenerse la liberación, bien pasando la finca á ser propiedad del inquilino, bien concediéndole gratuítamente el uso de aquélla por plazo vitalicio.

XIV.—La naturaleza del problema de la casa económica higiénica obliga á no circunscribir su aplicación al obrero. La universalización de la casa sana y barata deberá obtenerse en beneficio de todos los ciudadanos de modesto vivir, con sueldos ó pensiones de retiro reducidos. Para lograr dicho fin y mejorar las poblaciones existentes, algunas de topografía muy irregular, principalmente en ciertas comarcas, esta Sociedad ruega á los Poderes del Estado que faciliten la declaración de utilidad pública en favor de cuantas obras de urbanización tiendan á reformar ó crear barrios pobres, ocupados por obreros ó clases modestas, siendo recomendable el sistema lineal, mientras no haya en ello inconveniente, pues permite la más libre circulación del aire y el acceso de la luz solar, respondiendo á las aspiraciones de la higiene, que, huyendo de favorecer intereses privados, sólo procura el bien general.

XV.—Cuantas asociaciones se creen para procurar ó realizar las construcciones de casas para obreros, deberán alargar lo posible sus plazos de amortización, no sólo para facilitar la adquisición á los que ganen jornales reducidos, sino para retardar la liberación de la propiedad urbana. Será conveniente que leyes especiales dificulten ó prohiban el embargo de este género de propiedades, considerando el hogar con respecto á la familia como el lecho en relación al individuo, inintervinible judicialmente, y de igual manera se evitará la transmisión de su dominio á personas que no pertenezcan á las clases trabajadoras. Tratándose de una condición aceptada previamente por el cabeza de familia, tendrían que acatarla sus familias; pero para no perjudicarlas, las asociaciones deberán reintegrarlas las cantidades que aquél hubiese desembolsado para amortizar la finca.

XVI.—La Sociedad Española de Higiene creará un premio para el más perfecto y económico tipo de casa obrera. Solicitará del Estado, la Provincia ó el Municipio que cree premios análogos para un concurso más amplio de este género ó que contribuya al que inicie esta Sociedad.»

V

SALUBRIDAD DE LAS VIVIENDAS

SALUBRIDAD DE LAS VIVIENDAS

XXXI

LA HABITACIÓN SALUBRE Y LA INSALUBRE



Lo mismo que la salubridad de una urbe, depende la de una vivienda: 1.°, de la pureza del aire que en ella se respire; 2.°, de la cantidad de agua de que esté dotada; 3.°, de la humedad de sus muros y entramados horizontales; y 4.°, de la aireación, iluminación y soleamiento de sus distintos pisos y piezas dentro de cada piso.

Como se vé las causas de insalubridad son múltiples, y para llegar á conocerlas con detalle, ha sido necesaria una labor de un siglo, llevada á cabo con perseverancia y entusiasmo, combinadamente por médicos, ingenieros, arquitectos y químicos. Hoy pueden ya gracias á esa labor, y muy especialmente á la desarrollada durante 50 años, por la «Comisión francesa de los alojamientos insalubres» dictarse reglas precisas que sirvan de norma para la construcción de la casa *salubre* ó *saludable*, esto es, de la vivienda propia ó apta para conservar la salud, para restablecerla, para entonarla; de la habitación sana en una palabra y antes de resumir esas reglas ó por lo menos las más importantes, seános permitido rendir un tributo de justo homenaje á la Sociedad francesa de higiene, bajo cuyas iniciativas y apoyo, se han organizado los Congresos internacionales de Saneamiento y Salubridad de la habitación, en cuyos dos volúmenes de *Conpte-rendus*, encuentran cabida notabilísimos trabajos de los más distinguidos higienistas del mundo civilizado, cuyas teorías, observaciones y estudios han podido gracias á tales Congresos, divulgarse y armonizarse.

Tanto más higiénica, más sana ó más salubre será una vivienda, cuanto más ampliamente disponga de los tres elementos purificadores por excelencia, *aire*, *luz* y *agua*.

El aire y la luz regeneran la vida exaltando las acciones vitales y

matando los microbios más peligrosos que son anaerobios. El agua juega papel importantísimo en la higiene individual y de la vivienda, por ser elemento indispensable para la alimentación y limpieza humanas, y el medio más hábil para conseguir el rápido alejamiento de la habitación, de las inmundicias líquidas (materias fecales, aguas de lavado, fregadero, baños, etc.), no dando con ésto tiempo para que fermenten dentro de ella, y los gases que tal fenómeno produce, impurifiquen el aire respirable.

La casa verdaderamente salubre debe además *proteger á sus moradores* en medida aceptable de las acciones físicas exteriores; *ser seca* (por estar construída con materiales adecuados y emplazada sobre un suelo que *no* sea húmedo) y encontrarse á distancia de todo foco de insalubridad (terrenos pontanosos, charcas, cementerios, edificios insalubres, etc.). Antes de examinar ligeramente (1) cómo en la práctica pueden satisfacerse estas exigencias higiénicas, diremos dos palabras acerca de la *influencia de la salubridad de los locales habitados sobre el desarrollo de las enfermedades transmisibles y en especial de la tuberculosis*, recordando existe un grupo de dolencias, entre las que figuran la anemia, el raquitismo, el reumatismo, la miseria ó debilidad fisiológica, etc., que tienen su origen en la humedad y en la falta de luz, de aire y de sol é indicando que los registros ó empadronamientos sanitarios de viviendas de los que ya nos ocupamos, han demostrado de modo evidente que de todos los factores que ejercen influencia marcada sobre el desarrollo de la tuberculosis (enfermedad que causa anualmente 58.000 víctimas en Inglaterra, 60.000 en Italia, 112.000 en Alemania, 130.000 en Austria-Hungría, 150.000 en Francia y 50.000 en España), entre los que se cuentan la alimentación deficiente, la miseria, el vicio, la insalubridad de ciertas profesiones, etcétera, etcétera, y especialmente el alcoholismo es el más importante, la falta de *aire* (2), *luz* y *sol* en las habitaciones, ó sea la *insalubridad* de los *locales habitados*, y siendo por otra parte más lógico prevenir que curar, resulta indudable en definitiva, que en la lucha contra la tuberculosis debe ocupar lugar preferente la campaña contra la habitación insalubre, y que entre los medios profilácticos contra tal enfermedad empleados

(1) El estudio detallado de los medios y disposiciones adecuados para mejorar la salubridad de las viviendas, no sería oportuno en este lugar, tanto por su extraordinaria extensión, como por existir en España obras á él consagradas, tan valiosas como «La casa higiénica», de Avilés.

(2) En su *rapport* al Congreso internacional de la tuberculosis de París (1905), tomo II, página 456, dice el Dr. Bertrand que en el campo, las causas inmediatas de contagio son siempre la humedad, *la falta* de *aireación* y las costumbres antihigiénicas.

deben predominar los que tiendan á conseguir el alojamiento claro, alegre y soleado; salubre en una palabra (1).

Esa desastrosa influencia que sobre la mortalidad ejerce la insalubridad de la vivienda, produce como lógico efecto una señalada disminución en la duración de la vida media del rico y del pobre, el cual puede observarse en las cuidadosas estadísticas del Dr. Gaspar de Berlín en las que obtuvo los siguientes sugestivos promedios, sobre 1000 habitantes con sus partidas de nacimiento y óbito confrontadas:

	Ricos.	Pobres.
A la edad de 5 años sobrevivían	943	655
» » de 10 » »	938	594
» » de 15 » »	911	584
» » de 20 » »	886	566
» » de 25 » »	852	553
» » de 30 » »	786	527
» » de 35 » »	753	486
» » de 40 » »	693	446
» » de 45 » »	624	396
» » de 50 » »	557	338
» » de 55 » »	464	283
» » de 60 » »	398	226
» » de 65 » »	318	172
» » de 70 » »	235	117
» » de 75 » »	139	65
» » de 80 » »	57	21
» » de 85 » »	29	9
» » de 90 » »	15	4
» » de 95 » »	1	0
» » de 100 » »	0	0

Resultando en definitiva ser de *treinta* años la vida media del pobre, y de *cincuenta* la del rico.

Relaciones entre la habitación y las enfermedades transmisibles.— Reuniendo y extractando los resultados deducidos de las múltiples estadísticas presentadas por Marie Davy (Secretario de la Sociedad francesa de Higiene), Doctores Bonveille, Bernheim, Schnetzler y tantos otros higienistas, á los Congresos Internacionales de Higiene y Demografía, asistencia pública, saneamiento y salubridad de la habitación y tuberculosis (2), y especialmente de las llevadas á cabo por monsieur Juillerat, que figuran en su valiosa obra *La casier sanitaire des*

(1) Según una comunicación pasada al IV Congreso internacional de la asistencia pública y privada (Milán, 1906), por el Dr. André Schnetzler la influencia del alojamiento es más directa en la mortalidad infantil que en la general, por ser más prolongada, la permanencia de los niños en las casas, que la de los adultos.

(2) Algunas de ellas, así como una nota bibliográfica muy completa sobre el particular de que tratamos, están contenidas en el opúsculo de Lucien Graux *La Tuberculose et l'habitation urbaine*, París, 1905.

maisons, podemos deducir las conclusiones que siguen (1), importantísimas por establecer las *relaciones* existentes entre la habitación y las enfermedades transmisibles ó evitables, entre las cuales está en primer lugar la tuberculosis:

1.ª La tuberculosis se localiza con frecuencia fuertemente en casas y grupos de casas que constituyen focos intensos de tan temible enfermedad (de las 80.000 casas de París, 5.263 han dado el 38 por 100 del total de defunciones por tuberculosis en once años).

2.ª La tuberculosis persiste y queda permanente en esos focos.

3.ª La mortalidad por enfermedades contagiosas distintas de la tuberculosis es independiente de la que ésta produce, es decir, los efectos de la tuberculosis y de las demás enfermedades transmisibles no se relacionan, lo que indica que son, en principio, diferentes los orígenes y evolución de ésta y aquéllas.

4.ª Las casas de fuerte mortalidad tuberculosa ejercen una acción directa sobre las fincas vecinas, infectándolas. Esta conclusión se comprueba prácticamente, aun en los casos en que las viviendas inmediatas á las que son focos permanentes reúnan buenas condiciones higiénicas.

5.ª Las causas de la persistencia de la tuberculosis en una vivienda no son exteriores, sino que deben buscarse en la casa misma.

6.ª La influencia benéfica de los parques, jardines, plazas, y, en general, de los espacios libres ó depósitos de aire de las poblaciones, no se manifiesta más que sobre las casas que bordean esos espacios libres, sin que esto indique que tales depósitos dejan de favorecer notablemente la higiene general de la urbe.

7.ª La mortalidad por tuberculosis es proporcional á la densidad de los alojamientos; el peligro de infección es tanto mayor cuanto más estrechos están en los alojamientos sus habitantes (las estadísticas del doctor Bernheim arrojan para las defunciones por tuberculosis 23,4 por 100, en familias en las que corresponde menos de dos personas por pieza de alojamiento, 34 en ídem de tres personas por pieza y 42,2 en ídem de más de tres personas por pieza).

8.ª La tuberculosis es más frecuente dentro de cada casa en los pisos inferiores que en los superiores. (La excepción ofrecida en las grandes poblaciones por los pisos sextos debe achacarse á la costumbre de instalar en ellos las habitaciones de criados, más frecuentemente atacados por esa enfermedad, por sus condiciones de vida y las deficiencias de dichas piezas.)

(1) Presentadas por nosotros al I Congreso Nacional de la tuberculosis (Zaragoza, 1908), en la comunicación «Relaciones entre la tuberculosis y la habitación. La casa salubre».

9.ª Las fuertes proporciones de atacados por tuberculosis corresponden siempre á las viviendas que menor número de puertas y ventanas presentan. (El estudio hecho por Marie-Davy sobre este particular en los veinte *arrondissements* de París demuestra que, cuando este número de huecos varía entre 2,5 y 3,5 por habitante, la proporción de defunciones por tuberculosis oscila entre 2,2 y 4 por 1.000 habitantes, mientras que varía entre 4 y 8,2 por 1.000 cuando el de puertas y ventanas está comprendido entre 2,5 y 1,5 por habitante.)

10.' Tanto las casas como las manzanas de fincas consideradas como focos de tuberculosis presentan idénticos caracteres: calles estrechas, patios obscuros é insuficientes, bordeados de construcciones elevadas, no permitiendo á los rayos solares penetrar en los locales habitados. *En suma: falta de aireación y de sol en los alojamientos.* (Los estudios del Dr. Schnetzler, han arrojado para Lausanne los siguientes promedios entre la mortalidad general y el cubo de aire por individuo: cubo de aire medio, 31 metros cúbicos; mortalidad general, 25,3 por 1.000; cubo de aire, 44 metros cúbicos; mortalidad, 19 por 1.000; cubo de aire, 84 metros cúbicos; mortalidad, 11,8 por 1.000, siendo de notar que la mortalidad es debida en proporción elevada á la tuberculosis.)

Y téngase en cuenta que no es sólo la casa urbana la que por su insalubridad constituye un peligro de propagación para la tuberculosis—en toda ciudad hay casas tuberculosas, como hay familias tuberculosas, dicen los doctores Landouzy y Weill-Manton—sino que como demuestra en su *Contribution á l'etude etiologique de la tuberculose dans l'Aube* el Dr. Bertrand, la casa rural, de ordinario pobre y antihigiénica, no es menos malsana que el tugurio de la ciudad. Recogiendo la opinión de gran número de camaradas, los doctores citados en su *Rapport sur l'etat de la tuberculose dans les petites villes, bourgades et communes de France*, decían: «Entre las causas que *preparan* y *apropian* el terreno al cultivo del bacilo de la tuberculosis, está el alojamiento insalubre; habitaciones estrechas, sombrías y privadas de aire; alcoba, á menudo única, en la cual se amontonan las familias; ventanas estrechas que cuando no están condenadas no se abren jamás; todo, en una palabra, parece reunirse, no sólo para engendrar la miseria fisiológica, sino para permitir y conservar la infección tuberculosa». Esto explica que á pesar de la moderación de las costumbres y de hacerse gran parte de la vida en pleno aire, la mortalidad no sea inferior que en las poblaciones urbanas en las rurales.

XXXII

ACCESO DEL AIRE, DEL SOL Y DE LA LUZ

El ideal higiénico es que cada casa disponga de un depósito de aire y de luz, para que, según frase del célebre higienista Jules Arnold, «puedan sus habitantes *gozar de la integridad perfecta de las propiedades químicas y biológicas del aire*», propiedades que, para que se ejerzan con el máximum de su benéfica influencia, es *indispensable la acción del sol.*

Esto conduce á la casa aislada, á aquélla cuyas cuatro fachadas están en contacto con la masa de aire en movimiento y tres, por lo menos, de las cuales, pueden recibir durante algunas horas de la base al vértice la acción de los rayos solares. Tal idea es difícil de satisfacer en las poblaciones, donde la vivienda independiente, en el centro de un pequeño jardín, sólo es accesible á las clases acomodadas, y la casa de vecindad se impone. Pero aun dentro de esta casa de vencidad, con sus pisos cada día en mayor número, puede constituirse ese depósito de aire y de luz, pues todo es cuestión de separarla unos metros de las adyacentes y de aumentar las dimensiones de los espacios libres, para que la luz y el sol tengan acceso lo mismo por las fachadas que bordean las vías públicas ó particulares, que por las que dan á esos espacios libres (patios, jardines y corrales). La lucha se establece entre el precepto higiénico que pide amplitud en los patios y espacios libres en general, y el deseo en el propietario de la finca de aprovechar bien el terreno, para aumentar la parte edificada y con ello el interés del capital á expensas de esos espacios que sin piedad se reducen, sin tener en cuenta que una finca destinada á viviendas, tanto más vale y tanto más debe rentar en alquiler cuanto más higiénica sea.

El amontonamiento ó exceso de población en las viviendas las torna insalubres; el organismo humano ha nacido para disfrutar ampliamente del aire y de la luz, para vivir en aire constantemente renovado, para practicar lo que M. Trelat denomina la vida dispersa, y tanto más se le contraría cuanto el hacinamiento en las viviendas es mayor. En Londres, como promedio, cada casa alberga ocho personas; en Filadelfia, 10; en Berlín, 32; en París, 35; en Viena, 55; y la mortalidad media anual es en Londres 19 por 1.000; de 23,12 en Berlín; de 23,52 en París; de 25 en Viena, y de 27,44 en Madrid, donde la gente pobre y hasta gran parte de la clase media, vive hacinada en casas higiénicamente deficientísimas (1);

(1) Según datos oficiales hay en Madrid 438 casas de vecindad (con un sólo retrete para cada piso y una fuente para toda la casa) en las que habitan ¡52.521 personas!

la casa inglesa, generalmente familiar, de uno ó dos pisos, rodeada de un pequeño jardín, es mucho más higiénica que la elevada de París y grandes capitales europeas, en la que á los pisos inferiores difícilmente llegan el sol y la luz directa por los huecos de fachada á vías públicas, y rarísimamente por los que dan á patios y patinillos; de ahí que los pisos superiores den un contingente bastante menor á las enfermedades infecciosas que las inferiores.

Dimensiones de los patios.—Para que la aireación de la vivienda sea un hecho, es preciso ponerla en comunicación constante con el sistema de distribución de aire, constituído por los depósitos ó grandes espacios libres, y las canales que forman las calles y que los dos elementos aire y luz, ó por mejor decir, que el aire purificado por la luz y el sol tenga acceso libre y fácil á todas las piezas habitables. Esto, salvo en casos rarísimos, será difícil de conseguir mientras las fachadas, lo mismo las que dan á la calle que las que corresponden á patios, no se encuentren en contacto con una masa de aire en movimiento, en vez de estarlo con una masa de aire estancado. Para que este estancamiento no tenga lugar, las fachadas que bordean los patios deben estar en condiciones idénticas á las señaladas para las que bordean las vías púlicas, es decir, deben estar bañadas por luz abundante y recibir la acción del sol durante algunas horas desde su base á la coronación, lo que conduce á *dar á dichos patios dimensiones* en *relación* con la *altura de las construcciones que los limitan* y á la substitución de los patios cerrados que impiden la renovación del aire por los *patios abiertos en comunicación con las calles.*

Esta importante reforma ha sido recomendada insistentemente por los Congresos: de higiene social, de Nancy (junio, 1905); de arquitectos, de Londres (julio, 1906); de saneamiento de la habitación (Ginebra, septiembre, 1906), y Nacional de higiene, de Marsella (octubre, 1906), en todos los cuales se ha confirmado el voto que á propuesta del arquitecto M. Rey había emitido el Congreso de la tuberculosis (París, 1905) en los términos siguientes:

«Existe el mayor interés en que los patios sean abiertos sobre las vías públicas, para favorecer lo más ampliamente posible la circulación y la renovación del aire.»

Justificando dicha propuesta, M. Rey razonaba en su comunicación sobre «La tuberculosis y la luz: la luz en la calle, la luz en los patios», en la forma que sigue:

«Para introducir de una manera definitiva la salubridad en la casa urbana de pisos, es decir, lo más ampliamente posible el aire y la luz... queda necesario suprimir completamente el patio interior cerrado—queremos decir el patio rodeado, por todos lados, de construcciones de gran

altura—y reemplazarlo por el patio abierto sobre la vía pública, en comunicación con el aire de ésta. *Hablar* de *aireación* y de *luz* en el *interior* de la *habitación* y hablar de ello seriamente, no puede hacerse sin esa transformación completa.»

La aglomeración creciente en las grandes capitales, al dar un valor muy subido al terreno, constituye, como ya hemos repetido, obstáculo grande en las ciudades para llevar la dimensión de los patios hasta el límite adoptado en las calles de ser su anchura igual como mínimum á la altura de las casas que lo bordean, y hasta para hacer la transformación en abiertos de los actuales patios cerrados y casi siempre reducidísimos, y tal evolución higiénica será larga en demasía si los Poderes públicos no toman á favor de ella medidas que pongan coto á la tendeucia innata en los propietarios de las fincas.

En este camino merecen citarse como ejemplo las leyes del Reino Unido sobre construcciones, hace largos años en vigor.

En Escocia no tiene ninguna casa, que sólo cuente con veinte años de vida, mayor altura que el ancho de la calle, y no se permiten, desde hace muchos años, edificar casas con patios cerrados por paredes, y menos aún con corredores, debiendo todas tener un patio abierto por detrás, con lo que resulta que en el centro de cada grupo ó manzana hay una gran plaza libre, dividida por paredes de pequeña altura. Esta disposición es muy ventajosa, y felizmente va entre nosotros imitándose en muchas capitales, aunque no sea en escala tan amplia.

En Inglaterra el Código de higiene pública de 1875 impone á los Municipios la obligación de «que se deje alrededor de cada casa espacio bastante para que circule libremente el aire y la ventilación sea eficaz», estableciéndose en el art. 53 del Reglamento para construcciones, que «delante de cada fachada habrá un espacio libre de 13,90 metros cuadrados al mínimum que pertenezcan exclusivamente á la casa», y que «entre cada casa y la vecina debe quedar todo alrrededor un pequeño vacío de 3 metros de anchura por lo menos. Si la construcción tiene 4,50 metros de altura, ese mismo será el ancho del espacio vacío; para una altura de 6 metros otros 6; para de 10,50 metros en adelante, la anchura del vacío será lo menos de 7,60; midiéndose todas estas extensiones perpendicularmente á los lados de la casa.»

Si se recuerda que en Inglaterra es costumbre arraigadísima construir cada casa para una sola familia, es fácil darse cuenta de que con las prescripciones copiadas y la obligación vigente de que *cada pieza* tenga por lo menos una ventana que dé acceso al aire exterior, satisfácese el ideal higiénico de *introducir todas las caras de la casa en la masa del aire circulante*, sin *que nada venga* á *detenerlo*, con lo que se obtiene el sa-

neamiento aéreo perfecto, sin que los patios sean casi nunca necesarios.

A este cuidado que los ingleses tienen de *procurarse aire puro* sin temor á corrientes ni á enfriamientos, débese en parte no pequeña su escasísima mortalidad.

En Suecia, según el Reglamento de 1876, el patio de cada casa debe ser por lo menos de superficie $^1/_3$ de la ocupada por el edificio, no permitiéndose ningún patio de anchura menor de 4,50 metros.

En Alemania, la ley sobre construcciones de 1882 establece que todas las casas han de tener «patios proporcionados á la altura del edificio», y en las Ordenanzas de Berlín de 1886 figuraban ya los preceptos siguientes: «Los terrenos recientemente adquiridos pueden cubrirse de edificios en sus $^2/_3$, y los más antiguos hasta en los $^3/_4$ de su superficie.» «Los edificios elevados en un mismo terreno deberán estar separados por patios de 60 metros cuadrados, de una anchura mínima de 6 metros, no excediendo de 18 el ancho de las casas.» Cada departamento *cocina* ó *retrete*, tendrá, por lo menos, una ventana que permita la aireación directa.

La legislación italiana, en materia de higiene de las habitaciones, establece en el capítulo que trata de los «terrenos descubiertos de propiedad privada», que la amplitud de los patios se fijará en una proporción de $^1/_5$ como mínimum de la superficie total comprendida por los muros que les rodean, y la altura de estos muros no deberá ser superior á vez y media la distancia existente entre ellos y el límite del espacio descubierto que tienen delante. Los patinillos para dar luz á cocinas, *water-closet*, etc., sólo se autorizan cuando no hay posiblidad de poder por otro medio suministrar estos elementos á viejas construcciones, y su dimensión mínima es $^1/_{20}$ de la de los muros que le rodean.

Algunas ciudades italianas mejoran estas disposiciones generales, como Turín, por ejemplo, que exige á los patios una superficie mínima igual á $^1/_4$ de la total de las construcciones que les bordean, imponiendo la obligación de que estén abiertos por uno de sus lados.

Los Reglamentos sanitarios franceses dejan en este punto mucho que desear. En París, la anchura de los patios, alumbrando y aireando piezas habitables en casas de 18 metros de altura situadas sobre calles de 12 metros, puede reducirse á 6 metros, con lo que «no es sino á partir del 4.° piso—dice Mr. Juillerat—que los alojamientos en tales condiciones pueden considerarse como aireados». Las piezas calificadas de *no habitables* aún pueden dar á patios menores; las cocinas, á patios de 3 metros de ancho; los *water-closet*, los pasillos y antecámaras, pueden recibir luces de patinillos hasta de 1,50 metros de anchura. Disposiciones tan antihigiénicas son causa de la insalubridad de tantas viviendas, y vienen

motivando la reprobación enérgica de todos los Congresos de Higiene.

Las Ordenanzas municipales de Madrid establecen en sus artículos 778 á 784 que las casas con una sola fachada á la vía pública deberán tener, por lo menos, $^1/_{15}$ de la superficie del solar descubierto en forma de patios; que si tiene varias fachadas á la calle, dicha superficie de patios se deducirá en la relación de 10 metros superficiales por cada metro lineal de muro exterior, que todo patio del que tomen luz y aire las piezas destinadas á dormitorios deberán tener, por lo menos, 20 metros cuadrados en las casas de tres ó cuatro pisos sobre el bajo, y 30 para los de cinco pisos sobre el bajo, debiendo ser la menor dimensión del patio 2,50 metros en las primeras y 4 en las segundas. Los patinillos para iluminar cocinas deberán tener como mínimum 8 metros cuadrados, midiendo 2 metros el menor de sus lados, y los de aireación exclusiva de retretes, vestíbulos y corredores 4 metros superficiales, permitiéndose que reciban luz y aire de estos patinillos las piezas destinadas á habitación en el último piso del cuerpo del edificio.

Entre estas exigencias y las conclusiones votadas en el Congreso de saneamiento de la habitación hay distancia enorme. Para que pueda ésta apreciarse, reproducimos á continuación las conclusiones con los patios relacionadas, algunas ya copiadas anteriormente.

«Los patios destinados á alumbrar piezas habitables, deben tener una *anchura mínima* igual *á la altura* de las habitaciones que sirven.

»Las cocinas deben ser consideradas como piezas habitables y sometidas á las mismas condiciones de cubo de aireación que éstas (lo que exige recibir luz de patios idénticos que las piezas habitables).

»La cubierta de los patios y patinillos debe proscribirse á cualquier altura que sea».

Esta tolerancia existente como se ve, no sólo en España, sino en otras varias naciones europeas, relativa á las dimensiones de patios y patinillos, es causa de que abunden esos espacios tan reducidos, mal llamados patios, que lejos de beneficiar á las viviendas las perjudican por no proporcionarlas aire ni luz y transformarse allá donde la limpieza no es muy grande, y sobre todo cuando están cubiertos á poca altura, poco menos que en depósitos de las basuras, que sin escrúpulos vierten de los pisos superiores, las cuales, al fermentar, aumentan la impurificación del aire ya demasiado viciado que en ellos permanece sin la necesaria renovación, contribuyendo todo ello notablemente á la insalubridad de las viviendas y por lo numeroso de las en que esto ocurre, de las poblaciones.

Orientación.—Aireación.—Hemos ya indicado no puede existir la casa rigurosamente salubre si su altura no es igual ó menor que el ancho

de la calle donde esté emplazada, y que á esta condición debe atenderse igualmente en los patios destinados á alumbrar piezas habitables, cuya anchura mínima debe ser igual á la altura de las edificaciones que sirven, pues de no ser así, la luz que reciben no es directa, sino difusa y reflejada por las fachadas de las casas de enfrente, que dista mucho de tener las propiedades químicas y biológicas que aquélla.

La orientación de las fachadas viene dada por la de la calle, que ya indicamos debe variar poco de la Norte Sur; en las casas aisladas á menos que los vientos reinantes en la localidad recomienden otra cosa, conviene orientar al Mediodía la fachada principal, con lo que quedará al Este y al Oeste las laterales, resultando soleadas las tres durante algunas horas.

La exposición al Mediodía, da en invierno, estación en la que el calor es más útil, un sol activo, penetrando los rayos mucho más en las habitaciones que en verano, con lo que éstas quedan durante dicha estación (calurosa en la mayor parte de nuestros climas) en la penumbra y con frescura. Knauff ha comprobado que de octubre á mayo, la cantidad de calor recibida por un muro expuesto al Mediodía es superior á la suma de calores recibidos por dos muros de idéntica dimensión orientados al Este y Oeste, sucediendo lo inverso de mayo á octubre.

La aireación debe hacerse sentir activa—dice M. Rey, el arquitecto de la fundación Rothschild, de París—hasta en las más minuciosas partes del alojamiento, y la luz debe llegar abundante hasta los últimos rincones de las piezas habitadas.

El aire y la luz hemos ya repetido regeneran la vida; casi todo el mundo come más de lo que necesita y se alimenta de aire puro menos de lo que le conviene—ha dicho el Dr. Ortega Morejón en la Sociedad Española de Higiene—; la luz tiene una importancia nutritiva casi tan grande como la del aire y mata los microbios más peligrosos; es necesario hacer un llamamiento á las fuerzas incalculables de los rayos solares, cuyos rayos ejercen sobre nuestras células potente acción, dicen los higienistas; precisa, en una palabra, convencer á arquitectos, constructores y propietarios, de que el sol, el aire y la luz, exaltan las acciones vitales y hacen la habitación sana y alegre, mereciendo por sus virtudes que nada les detenga en el recinto donde los seres animales viven...

Los ingleses lo comprenden así, y en esa idea se inspiran sus leyes y reglamentos sobre construcciones. «Las paredes de las dos fachadas—dice el art. 55 del Reglamento antes citado—tendrán en cada piso suficiente número de ventanas para que penetre el aire exterior, y dispuestas de modo que se produzca una ventilación perfecta. Cada pieza tendrá por lo menos *una ventana* que dé acceso al aire exterior, con una super-

ficie mínima de $^1/_{10}$ de la del piso, y que una al menos de sus hojas pueda abrirse por completo», dice el art. 57. «Todas las casas estarán provistas de ventilación suficiente», agrega el 59.

Ventanas.—Para hacer penetrar el aire y la luz en los locales, deben en efecto tener cada uno de éstos una ó varias aberturas. Mr. Trelat, que ha estudiado cuidadosamente las condiciones de alumbrado de las piezas habitables, opina que en nuestros climas las ventanas deben estar dispuestas de tal suerte que los rayos luminosos que inciden sobre la fachada formando un ángulo con el horizonte de 30 grados puedan penetrar sin obstáculo hasta el fondo de la pieza, lo que equivale á decir que toda pieza habitada debe tener una profundidad máxima igual á vez y media de su altura, y que la ventana deberá partir del cielo raso y prolongarse casi hasta el suelo. Tales condiciones considéralas Mr. Juillerat como ideales y hasta ineficaces muchas veces en las grandes poblaciones, pues por la estrechez de calles y de patios, los pisos interiores no reciben luz directa, sino difusa.

Sin llegar á ese límite, basta con que exista la debida proporción entre las superficies de la abertura ó ventana y de la pieza que alumbran, proporción que los higienistas quieren hacer llegar hasta $^1/_8$. En Nueva York, lo mismo que en Inglaterra, esa proporción es $^1/_{10}$, de modo que la suma de los metros cuadrados de ventanas, no puede bajar de la décima parte de los que arroje el piso; en París se eleva á $^1/_8$ en el piso más elevado de las casas, según el Reglamento de 1904, debiendo toda pieza ser aireada é iluminada por uno ó varios huecos á la calle ó patio.

La legislación italiana fija también en $^1/_{10}$ la superficie de las ventanas de la de las piezas, indicando que donde exista una sola ventana su área no podrá bajar de 2 metros cuadrados; obliga también á que toda pieza destinada á servir de alojamiento tenga una ventana por lo menos, *abriéndose directamente al aire libre*, cuya prescripción figura igualmente en los Reglamentos de Viena y de Berlín. Las Ordenanzas municipales de Madrid se limitan á disponer que las piezas destinadas á dormitorio se iluminarán y ventilarán directamente (artículos 790 y 791).

Respondiendo á la conveniencia de tener la máxima de aireación en las viviendas, no hay que olvidar la necesidad de substituir los patios y patinillos cerrados por los abiertos por uno de sus lados, para que la comunicación con el exterior sea perfecta y la no menor de prohibir la cubierta de estos patios, que algunas Ordenanzas municipales, como la de Madrid, autorizan.

El patio debe considerarse como una porción de la calle y la escalera como prolongación de ésta. Las escaleras obscuras, lóbregas, recibiendo luz de patios estrechos, son, además de tristes, insalubres, pues el aire no

se renueva en ellas y la atmósfera llega á cargarse de gases y microbios, haciéndose peligrosa. Higiénicamente, las cajas de escalera abiertas son las preferibles, en su defecto, deben estar en comunicación con patios amplios, con anchas ventanas que den acceso abundantemente al aire exterior y á la luz. Las cajas de escalera serán aireadas y alumbradas convenientemente en todas sus partes—dice el art. 35 del Reglamento francés de 1904.

La costumbre generalizada de considerar las cocinas como piezas menos dignas de aireación é iluminación que las habitables, es perjudicialísima y debe desterrarse, pues ya hemos indicado que la obscuridad facilita notablemente la conservación del bacilo de la tuberculosis, y precisamente en las cocinas, por efecto de la temperatura elevada que en ellas existe durante la mayor parte del día y de la producción de los gases que tienen su origen en una combustión imperfecta, la ventilación activa es indispensable.

El gran contingente que á la tuberculosis dan los criados, débese en parte no pequeña á la defectuosa iluminación y aireación de las cocinas, donde pasa la servidumbre la mitad de su existencia. El voto emitido sobre el particular por el II Congreso del aireamiento de la habitación (Ginebra, 1906) dice: «Las cocinas deben ser consideradas como piezas habitables y sometidas á las mismas condiciones que éstas sobre aireación, alumbrado, cubicación y altura. Todas las cocinas deberán estar dotadas de un sistema de ventilación permanente».

El precepto general de no disponer los W-C. sin comunicación con el exterior, debe cumplirse rigurosamente, pues aun estando dotados de descarga de agua, se producen siempre gases á los que hay necesidad de facilitar la salida fuera de la vivienda. La antigua costumbre de instalar los retretes de casas modestas en piezas comunicando directamente con la cocina, es un signo de evidente incultura y motivo justificado de insalubridad. Las Ordenanzas municipales de Madrid ya exigen en su artículo 795 que todas las habitaciones tengan sus retretes en una pieza con luz y ventilación de patios ó patinillos.

En los cuartos destinados á alojamiento de la servidumbre la luz y la ventilación no deben jamás regatearse, antes al contrario, ya que estas gentes modestas, por su trabajo y por su deficiente aseo personal necesitan más de la acción benéfica de tales factores.

La costumbre de destinar á criados los cuartos peores de las casas, sin luz ó con una pequeña ventana á patios y patinillos de pésimas condiciones es deplorable y expone la casa á infecciones. Lo mismo debe decirse de las alcobas de los empleados modestos que habitan en las propias viviendas que los amos, y más especialmente de los conserjes y por-

teros, que de ordinario ocupan con sus familias, á menudo numerosas, pequeñísimas habitaciones en buhardillas ó sótanos, cuando no debajo de cajas de escaleras. Este abuso intolerable ha sido ya denunciado por Ligas y Sociedades, y de la manera de cortarlo poniendo el remedio inmediato, hánse ocupado los Congresos de la habitación por los grandes peligros que el ocupar alojamientos en tan pésimas condiciones de aireación é iluminación representa para la salud pública.

El voto emitido por la sección 2.ª (habitaciones urbanas) del Congreso de Ginebra, 1906, sobre este interesante particular solicita: «Que en los reglamentos sanitarios exista un artículo prohibiendo en todo inmueble nuevo la ocupación como local habitable para criados de todo espacio no teniendo la superficie necesaria y *luces suficientes* del *exterior*.

»En las habitaciones de día ó de noche establecidas en los sótanos, es más necesaria que en las de pisos superiores la aireación, la iluminación y la ventilación, pues por lo general son locales húmedos, condición muy favorable para que la insalubridad se acentúe. En el Reglamento francés de 1904, se prohibe la habitación de noche en el subsuelo (sótanos), y para que se permitan como habitaciones de día, precisa que cada pieza tenga una superficie mínima de 12 metros, y que esté alumbrada y aireada por medio de lumbreras, abriéndose sobre la calle ó sobre un patio cuyas secciones reunidas deban tener al menos $^1/_2$ de la superficie de la pieza.»

La ley italiana de 1904 también prohibe «emplear como habitación permanente para una ó varias personas todo local que *esté en parte ó en toda su altura enclavado en la tierra*». Dichos locales deben usarse como habitaciones de día, cocina, laboratorio, etc., pero siempre tomando precauciones para asegurar su aireación é iluminación.

Las ordenanzas de Madrid, más tolerantes, autorizan los dormitorios en los pisos subterráneos (art. 788), aunque les exigen luz y ventilación directa de la *calle ó patios no cubiertos*.

Cubicación.—Para que una pieza pueda ser utilizada como dormitorio en cualquier piso, á excepción del último, debe tener en Francia una superficie mínima de 9 metros. Las cocinas pueden ser menores; un alojamiento de conserje no podrá tener menos de 12 metros superficiales. En el último piso, el mínimo de superficie serán 8 metros, medidos á 1,30 metros de altura del suelo, y el del ancho de la pieza 2 metros. Respecto al cubo de aire por persona, que es lo más importante, véase lo reglamentado en varias naciones:

El Consejo de Higiene pública y Salubridad de Francia ha aumentado la cifra de 14 metros cúbicos por persona, prescripto por las Ordenanzas, hasta 20 metros cúbicos para las nuevas construcciones.

En Bruselas se exige, como antes en París, 14 metros cúbicos. En Inglaterra el Public Healt Act de 1875 deja el cuidado de fijar este mínimo á la Administración local, disponiendo el Local Governement Board que en las habitaciones ventiladas por ventana y chimenea se necesitan 8 metros cúbicos por persona, cubo que se elevará á 10 metros, si las habitaciones se ocupan de día y de noche y no están bien ventiladas.

En Berlín, cada persona debe disponer de 3 metros cuadrados de superficie y 10 metros cúbicos de aire.

En Italia, cada adulto, de 10 metros cúbicos, y de 5 los menores de diez años, no pudiendo tener los dormitorios menos de 25 metros cúbicos.

Bastan las cifras apuntadas, y no estará de más hacer notar la notable diferencia que existe en el cubo necesario, según la aireación, iluminación y ventilación de los locales, uso á que se destinan y el tiempo que estén ocupados; en Alemania, una disposición especial obliga á airear todos los días, de nueve á once y de dos á cuatro, las habitaciones alquiladas para dormitorios.

Las Ordenanzas de Madrid exigen 18 metros cúbicos por cada cama que se coloque en los dormitorios (20 en los de plantas bajas); pero, en cambio, toleran que cuando no puedan tener luz y ventilación directas, en las puertas se coloquen montantes, disposición no autorizada en ninguna otra nación.

En general, 10 metros cúbicos parece un mínimo aceptable con buena aireación, y 14 en condiciones ordinarias, debiendo elevarse á medida que las condiciones de iluminación y ventilación sean peores, hasta 30 metros cúbicos. El Congreso de Higiene de Marsella de 1906 acordó que en todos los dormitorios la capacidad reservada á cada adulto sea como mínimo de 16 á 18 metros cúbicos y que la cocina y piezas obscuras no pueden admitirse como piezas habitables de noche. En los cuarteles franceses se exigen 17 metros cúbicos por hombre, 16 en los ingleses y belgas, 15 en los austriacos y prusianos, 25 en los españoles.

Debe tenerse muy en cuenta que la cubicación por persona sólo tiende á retardar algunos minutos más la viciación de la atmósfera, lo que interesa especialmente en los dormitorios y locales en que durante ciertas horas las puertas y ventanas se cierran y la aireación es muy difícil, y que, verdaderamente, es más interesante asegurar la ventilación, que aumentar unos metros cúbicos en la capacidad; es decir, proporcionar á cada persona el aire que como alimento ó ración necesita, ración que puede graduarse en 20 metros cúbicos por persona y hora en dormitorios.

20 á 30 metros cúbicos ídem, íd., íd., en escuelas de adultos.

30 á 40 metros cúbicos por persona y hora en cuarteles, prisiones, asilos, etc.

40 á 50 ídem, íd., íd., íd., en establecimientos industriales no expuestos al polvo ó al humo.

50 á 60 ídem, íd., íd., íd., en salas de espectáculos y locales públicos.

60 á 80 ídem, íd., íd., íd., en salas de hospitales de enfermedades ordinarias.

80 á 100 ídem, íd., íd., íd., en establecimientos industriales conteniendo forjas, fraguas, etc.

100 á 150 ídem, íd., íd., íd., en salas de hospitales de enfermedades contagiosas ó epidémicas.

Ordinariamente se toma también por caballo en las cuadras de 180 á 200 metros cúbicos.

Las alturas son variables; se acepta, generalmente, un mínimo de 2,60 metros del pavimento al cielo raso, debiendo tenerse en cuenta que á medida que la altura de las habitaciones es menor, el aire se vicia más fácilmente y crece la dificultad para proporcionar á las distintas piezas la conveniente superficie de iluminación. Para los alojamientos de criados y conserjes, este mínimo se reduce á 2,20 metros, altura que figura en el Reglamento de Ginebra, á petición de la Sociedad de utilidad pública de mujeres suizas.

En Madrid se exigen 3,60 metros al piso bajo y 2,80 como mínimo los demás; son alturas muy aceptables. En los cuarteles tipos españoles el mínimum de altura en los dormitorios de tropa se fija en 4 metros.

El Real decreto de 28 de julio de 1904 establece 2,60 metros de altura y 14 metros cúbicos por persona en los dormitorios de los talleres y establecimientos de Francia. La legislación italiana fija en 3 metros en todos los pisos, menos en el bajo, donde se eleva á 4. Para las cubiertas de techo plano, la altura mínima debajo de ésta es de 2 metros. En Alemania, la altura mínima es de 2,75 metros en los pueblos de más de 7.000 almas, y 2,60 metros en los de menos; en Viena, 3 metros.

Respecto á las cocinas, ya hemos indicado no hay lugar á diferenciarlas de las piezas habitables para los efectos de aireación, y, por lo tanto, de cubicación.

En Viena, el local destinado á letrina debe tener, por lo menos, 1,10 metros de longitud, y 0,90 de ancho.

No suele pasarse de los 6 metros de altura, á menos que en los cielos rasos existan orificios de evacuación del aire, pues de no ser así, el aire viciado se estanca en la parte comprendida entre dicho cielo raso y la altura de las ventanas, renovándose muy difícilmente.

Ventilación.—Es sabido que por diferentes causas, y en especial por

la respiración de las personas y por los aparatos de calefacción, el aire de las habitaciones se impurifica, cargándose de ácido carbónico, vapor de agua, óxido de carbono y ciertos alcaloides, notándose también en él la presencia de resíduos de la vida animal, como partículas de carbón, pelos, fibras de tejidos, y, lo que es peor, de múltiples microbios de enfermedades contagiosas, para los que es el aire impuro medio á propósito para vivir y desarrollarse. Para considerar como puro en Inglaterra el aire de una habitación, se necesita que la dosis de ácido carbónico no pase de 0,6 por 1.000 partes, y en Alemania se fija el máximo en 0,7; en general, los higienistas admiten la dosis de ácido carbónico entre 0,25 y 0,500 litros por metro cúbico de aire para que éste no ofrezca peligros; aceptando la cifra inglesa, se necesitan 100 metros cúbicos de aire por persona adulta y día, y conformándose con la alemana, 67 metros cúbicos. Con una capacidad de 14 metros cúbicos por persona se necesitan diecisiete minutos para que el coeficiente de viciación por dosis de ácido carbónico llegue al límite tolerable de 0,0007; con 17 metros cúbicos este tiempo se eleva á veintiún minutos, bien entendido que se supone no existir más causa de viciación que el ácido carbónico exhalado por respiración, el cual se valora de ordinario en 17 litros por persona y hora, á los que hay que agregar unos 60 gramos de vapor de agua y 75 calorías como promedio; pero independientemente de la respiración existen otras causas, como el alumbrado y la calefacción que contribuyen á viciar el aire. Se admite, generalmente, como base de cálculo, para un mechero de gas de 130 litros, 15 á 20 metros cúbicos de aire viciado por hora; por una lámpara de petróleo ordinario, 8 á 10; por una bujía, de 4 á 6 metros cúbicos.

Las proporciones de gas carbónico encontradas en París en cada 100 metros cúbicos de aire, han sido las siguientes:

Aire libre (parque Montsouris), 31,40 litros; alcantarillas, 39; sala de reuniones del Consejo municipal, 85; Escuelas comunales (promedio), 150; Metropolitano, 150; Palacio de Justicia, habitaciones correccionales, 221 litros.

En los talleres, cafés, teatros, etc., existe de ordinario de 0,30 á 2,30 litros de ácido carbónico por metro cúbico de aire. Una cantidad de este gas, variando entre 75 y 100 litros, basta para provocar la muerte en una habitación de 25 metros cúbicos de capacidad.

Según análisis hechos por nuestro Instituto de Higiene Militar, en 1907, el aire del Palacio del Congreso en días de sesión contiene la enorme proporción de ácido carbónico de 30 á 33 por 10.000, ó sean 3 litros por metro cúbico, cuando una atmósfera que contenga más de un litro de ácido carbónico por un metro cúbico de aire es ya malsana, según el profesor Sautier.

Estas cifras prueban elocuentemente el peligro de cerrar durante el invierno, y en especial por la noche, hasta las hendiduras de puertas y ventanas, haciendo así dificilísima la renovación del aire, lo que conduce á respirar durante horas en atmósfera insalubre. En los locales donde se pernocta como dormitorios de colegios, cuarteles, asilos, etc., es absolutamente imprescindible establecer la ventilación durante la noche por medio de vidrios perforados, cristales giratorios, tubos, etc, etc.

Como buena práctica se acepta que en las habitaciones particulares conviene renovar el aire de cada pieza una vez por hora.

Sean cualquiera las dimensiones de las piezas habitables, se necesita, pues, la renovación de su aire, la substitución periódica del viciado por el exterior más puro, y esta renovación constituye la ventilación, que habrá de ser tanto más activa cuanto más rápida sea la viciación del aire, ya por producción más abudante de gases, como en las cocinas y letrinas, ya por consecuencia de una imperfecta calefacción, por deficiencias del sistema del alumbrado, por respiración animal, por ejercicios de industria, etc., etc.

M. Armand Sautier asegura que no es la dosis absoluta de ácido carbónico contenido en el aire lo que le hace más perjudicial, sino que dicha dosis es el signo evidente de la presencia en el aire de los productos gaseosos ó miasmáticos que le acompañan, productos desagradables y peligrosos que tienen acceso por la piel y la respiración, obrando sobre el tubo digestivo y el pulmón.

Las enfermedades infecciosas propáganse con mucha más intensidad en los dormitorios mal ventilados que en aquéllos en los cuales el aire se renueva abundantemente, y gran número de dolencias deben su origen á la contaminación del aire, á su falta de oxígeno; mejorando la ventilación se ha llegado en Iglaterra en algunos cuarteles á reducir la mortalidad por tuberculosis del 13,8 por 1.000 al 7 por 1.000 (1).

El aire puro resulta salutífero por frío que sea; está probado que la entrada de aire fresco garantiza eficazmente de las enfermedades en vez de motivarlas, siempre, naturalmente, que se tomen las debidas medidas contra los enfriamientos. En las viviendas no debe desperdiciarse momento oportuno para dar en toda época entrada al aire puro, abriendo de par en par balcones, ventanas y puertas. Los ingleses, mientras están fuera de las habitaciones, tienen siempre abiertas sus ventanas y puertas, y así las conservan muchas veces hasta de noche.

La ventilación natural producida por rendijas de los huecos, y por las chimeneas aún estando sin encender, á consecuencia de la desigual temperatura en el interior y exterior de las habitaciones, aunque imperfecta,

(1) PALMERG: *Tratado de higiene pública*, 1892, pág. 130.

suele bastar en las habitaciones ordinarias si se la complementa con la precaución que acabamos de indicar. No obstante, conviene completarla disponiendo ciertos orificios por los que se escape el aire viciado, al que substituye el que entre por huecos y rendijas. Ese aire viciado sube á la parte alta de la habitación, y por ello es en la proximidad del techo donde estos orificios deben estar; pero cuando la viciación es debida al exceso de ácido carbónico y óxido de carbono, como estos gases forman una mezcla más pesada que el aire, éste, al viciarse, desciende, acercándose al suelo. Por ello muchos autores (1) recomiendan colocar en la parte alta del edificio el foco de calor en comunicación por un conducto vertical, con los orificios de salida del aire de las habitaciones situadas en la inmediación del suelo.

Es muy frecuente disponer para dar salida al aire cristales altos movibles, ó divididos en varias placas giratorias (sistemas Moores); colgar filtros de aire ó ventiladores fijos (tipos Bayle, Zobin); colocar cerca del techo tubos (que pasan de una pared á otra, recibiendo el aire exterior por medio de ladrillos perforados), cornisas huecas metálicas divididas horizontalmente en dos mitades, que dan entrada por pequeños orificios en la parte inferior al aire puro, que atraviesa la lámina perforada, saliendo á la habitación, ó emplear ladrillos especiales huecos, con la boca mayor mirando á la habitación, etc.

Cuando dichos orificios existen en la parte superior, completando la ventilación con el cierre imperfecto de puertas y ventanas, á través de éstas tiende á entrar el aire puro exterior y á salir el viciado, si, como hemos dicho, éste resulta más denso que aquél por la presencia del ácido carbónico y del óxido de carbono, dificultándose con ello la renovación. Para evitar este riesgo, proponen muchos higienistas establecer orificios en la parte alta y en la baja (en caras opuestas á ser posible, ó cuando menos en planos verticales distintos), con lo que se invierte el movimiento circulatorio, recorriendo el aire exterior las habitaciones de arriba hacia abajo, por donde sale ya viciado. Monsieur Bezault propone dar á las aberturas inferiores forma de sifón, que al ser ocupado por los gases más densos que el aire impedirá á éste el paso, teniendo que entrar forzosamente por orificios superiores.

Donde hay chimeneas, á través de ellas se establece una corriente de renovación de aire; pero como están colocadas en la proximidad del suelo, producen llamada de aire exterior que entra por el conducto que en ellas termina, lo que tiene el grave inconveniente del riesgo á que penetren gases deletéreos, si dicho conducto no está aislado ó no es imper-

(1) PLANAT: *L'art de batir*.—Tomo IV, año 1908, pág. 377.

meable. En los Congresos de la habitación, donde este riesgo se ha examinado cuidadosamente, se presentó la conclusión que sigue:

Si se pretende utilizar la chimenea como medio de ventilación, precisa: 1.° Que el conducto sea bien impermeable y no comunique por ninguna grieta con los conductos próximos. 2.° El orificio superior del conducto (sobre el tejado) estará dispuesto del tal modo, que se evite el regreso de los gases de la combustión de las chimeneas próximas.

Sin estas precauciones, á juicio de distinguidos higienistas, la chimenea no sólo no presenta ventajas, sino que constituye un peligro, juzgando muy preferible abrir un orificio de ventilación en el conducto próximo al techo, cuyo orificio pueda fácilmente cerrarse cuando la chimenea se encienda, pues por dicho orificio se evacuará, naturalmente, el aire viciado.

El Reglamento inglés de construcción de casas ordena que todas estas casas estén provistas de un sistema de ventilación suficiente, y que las piezas que no tengan chimenea se ventilen por una *abertura* ó *tubo de llamada* de 625 centímetros cuadrados de sección. (Art. 58.)

En las concinas, letrinas, pasillos poco iluminados, etc., la necesidad de la ventilación es aún más apremiante, imponiéndose en muchos casos forzarla por medio de ventiladores que hacen una llamada de aire viciado, activando la corriente circulatoria. Estos ventiladores pueden ser mecánicos, hidráulicos, eléctricos, pero estos últimos van siendo los más usados, por el pequeño consumo y su eficacia y regularidad de funcionamiento. Algunos Reglamentos sanitarios, como el de París, hacen obligatoria la ventilación artificial en las cocinas de conserjes, exigiendo una chimenea de cuatro decímetros cuadrados, de sección, elevándose un metro por encima del tejado, ó toda otra disposición que asegure ventilación equivalente, medida que debe generalizarse á todas las demás cocinas y extenderse, pues aún más importante que asegurar cubicación bastante, es contar con una ventilación contínua eficaz, en lugares como los indicados, donde las emanaciones gaseosas vician el aire en muy poco tiempo, haciendo insuficiente la ventilación natural.

XXXIII

DOTACIÓN DE AGUA

El volumen de agua necesario para los variados servicios de la habitación, crece notablemente desde que se encomienda al agua el papel de arrastrar, alejándolos de la vivienda, los resíduos de la vida, que más pronto se convierten en foco infeccioso. Hoy constituyen el mínimum 25 litros y una dotación abundante 50 litros por persona y día, que se reparten como sigue:

2 para la bebida; 2 á 4 para cocción de alimentos; 20 para la limpieza corporal (lavabos, baños) y retretes; 12 para la limpieza de la casa, y otros 12 para la de la ropa y vestidos. Para los animales se necesitan 40 litros (promedio) por caballo, buey ó vaca, y 12 litros (promedio) por cabra, cordero, puerco, etc. La mitad próximamente de esta agua debe ser potable, y purísima la destinada á la bebida, que debe siempre filtrarse en las casas, aun existiendo la filtración en grande del total de agua de alimentación de la ciudad, por ser muy fáciles las contaminaciones durante el recorrido desde los depósitos (cabezas de distribución) á las fuentes públicas ó de las casas (término de las mismas). Si esta filtración en grande no existiera, la esterilización, siempre recomendable, sería imprescindible, por ser el agua, como varias veces hemos repetido, vehículo de transporte de enfermedades epidémicas (disentería, diarreas, difteria infecciosa, catarros gastro-intestinales, etc.), y especialmente de la fiebre tifoidea y del cólera, cuyos microbios, sólo con la esterilización hay la garantía de destruir.

Recordemos que para la filtración de volúmenes medios de agua son los preferibles los filtros de arena y grava, combinada ó nó con capas de carbón; para los pequeños volúmenes pueden emplearse los de porcelana de amianto y tierras de infusorios, por más que es difícil establecer preferencias entre la multitud de modelos existentes. El procedimiento de esterilización más ventajoso es lo mismo para los grandes, que medios ó pequeños volúmenes la ozonación, reservándose la esterilización por el calor (se necesita llegar hasta 120 grados) como medio casero y accidental y para hospitales, sanatorios, etc. (1).

Los retretes de agua (water-closet) son hasta el día los más higiéni-

(1) En la valiosa Memoria *La Higiene Pública de París en 1900*, presentada al Ministro de la Gobernación por el Dr. D. Carlos de Vicente é impresa por aquél el 1901, se describen los principales tipos de esterilizadores por el calor, recomendables para usos quirúrgicos.

cos, resultando muy preferibles á los de tierra (fig. 103, pág. 151) y turba; cada descarga de agua conviene no baje de 10 litros, cantidad que se juzga mínima imprescindible para la buena limpieza de la taza.



Fig. 297.

El comercio expende ya como artículo de uso corriente los water-closet ó retretes de agua, individuales (figuras 297, 298 y 299) ó colectivos (figuras 300 á 302), y los urinarios con descarga de agua á voluntad ó automática cada quince ó treinte minutos, generalmente (figuras 303 y 304), siendo condición indispensable para el debido funcionamiento de este sistema que no falte jamás la buena ventilación, tanto de los sifones de las tazas como de las tuberías de bajada. A este efecto llevan siempre las referidas tazas en la parte más alta del sifón un taladro, al que debe empalmarse un tubo de 2 á 4 centímetros de diámetro directamente unido á la chimenea ventiladora. De ordinario se utiliza como tal chimenea la misma de bajada de aguas, que se prolonga por encima del tejado; pero esta disposición es defectuosa, contribuyendo muchas veces á que estos retretes, denominados *inodoros*, huelan, pues siempre que caiga por el tubo la masa de agua de una descarga producirá en este tubo de bajada un vacío relativo, que ocasionará la aspiración del líquido contenido en los sifones de los pisos inferiores al de la descarga, y en esos momentos los sifones

no interceptarán los olores. Este inconveniente se evita haciendo comunicar los orificios de ventilación de los sifones con un tubo que, como el de bajada de aguas, puede terminar por encima del tejado ó unirse á ese de bajada á mayor altura de la de los retretes del último piso. Con tal disposición, que se indica en detalle en la figura 305, al descender por el tubo de evacuación una masa de agua, la aspiración sólo será del aire que por esa tubería suplementaria circula, quedando tranquila el agua que llena el fondo de las cubetas-sifones, produciendo el cierre hidráulico. Representamos en la figura 306 el sistema inglés patrocinado por Hellyer para la insta-

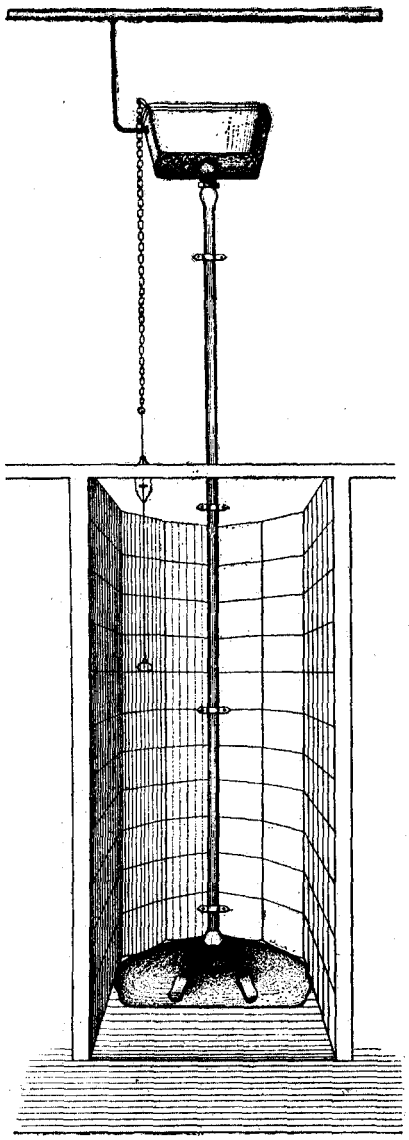


Fig. 298.

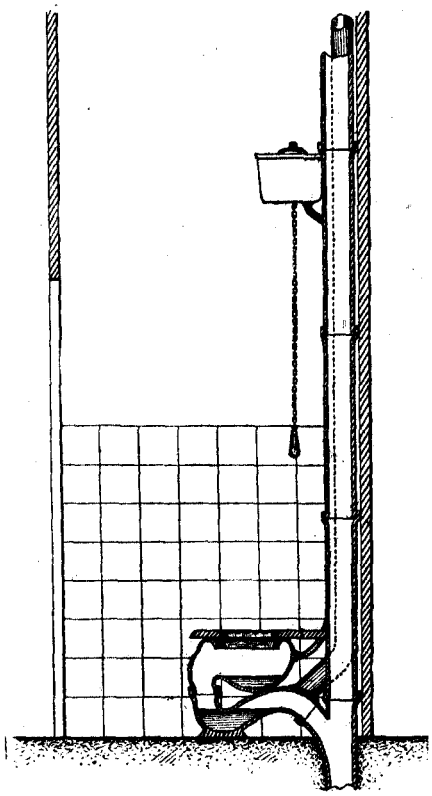


Fig. 299.

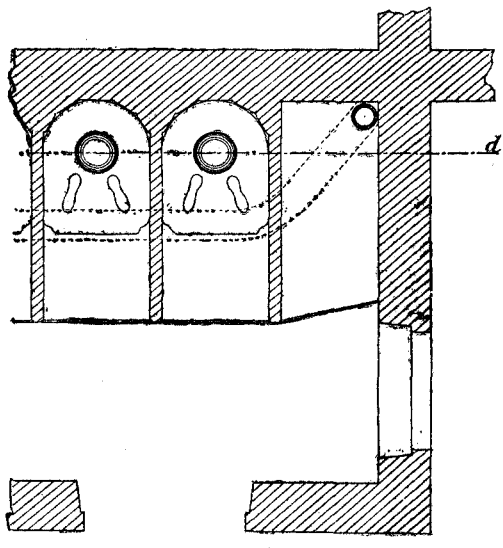


Fig. 300.

lación de un tubo de bajada, con sus aparatos accesorios, ventilación de sifones y distribución de agua, que se hace llegar al depósito superior con auxilio de bombas, cuando no tiene la presión suficiente con la carga natural de la cañería para ascender á la altura en que dicho depósito esté situado.

El depósito está provisto de un derrame *d* que lo mismo que el del suelo de los retretes comunica con el tubo de bajada, y de un orificio en el fondo (que se cierra con válvula, maniobrada desde el exterior) para facilitar las limpiezas, orificio que por *a* permite desaguar el depósito, vertiendo el agua en el canalón. El tubo *b* conduce el líquido

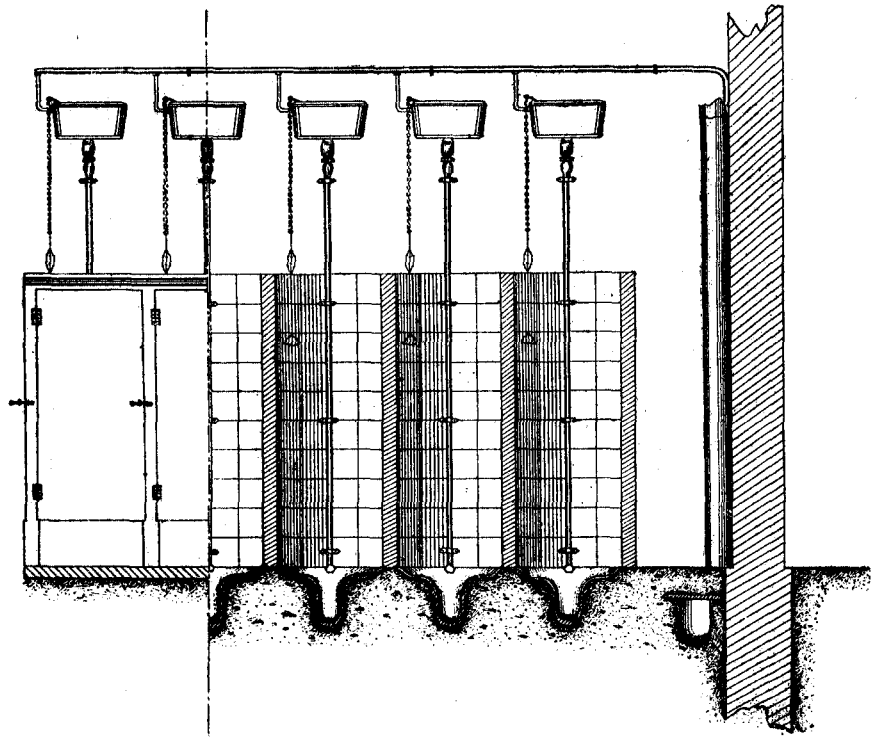


Fig. 301.

á los pequeños depósitos *ss* de descarga, cuyos sifones *cc* están en comunicación por los ramales *rr* unidos al tubo de ventilación que acomete en *t* al de bajada, el cual se prolonga hasta el caballete terminando en la chimenea ventiladora *h* protegida por caperuza de la acción de los vientos y de las aguas de lluvia.

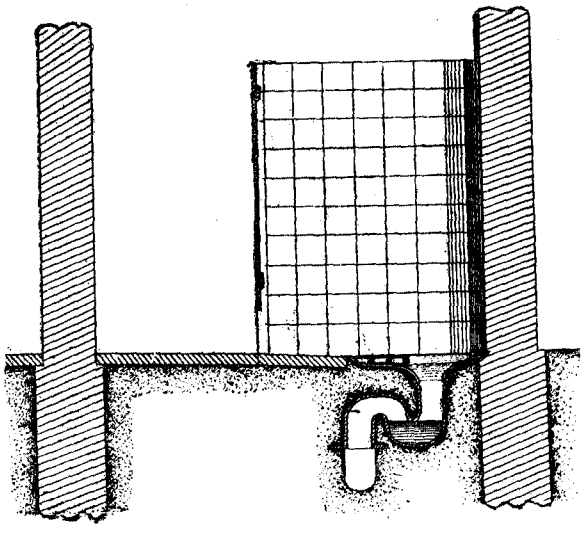


Fig. 302.

Al pie de este tubo de bajada se establece una entrada de aire exterior que circula libre y constantemente por las tuberías.

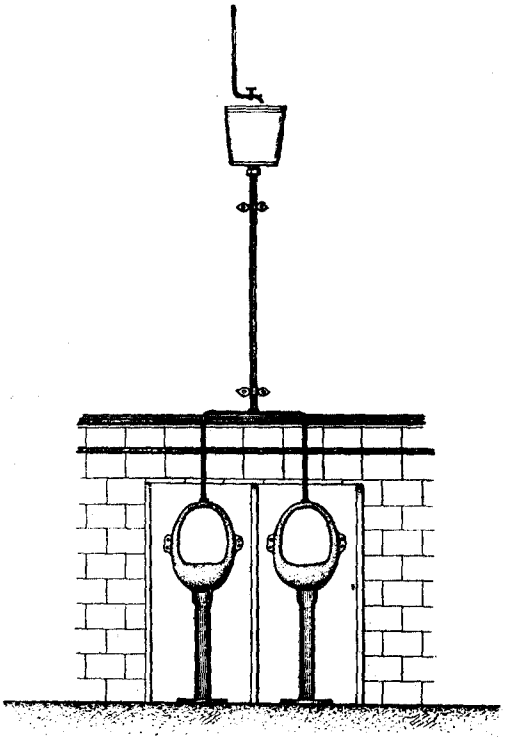


Fig. 303.

Tanta importancia conceden los ingleses al buen funcionamiento del conjunto de las disposiciones destinadas á alejar de las habitaciones las inmundicias líquidas, que la «Sociedad nacional de higiene de Inglaterra» ha publicado unas claras y precisas instrucciones recomendando á los inquilinos, que al tomar posesión de una casa se aseguren del perfecto desplazamiento de los residuos de la vida diaria, que la vigilancia de este desplazamiento sea constante, extremándola en caso de enfermedades, y que cuando noten emanaciones mefíticas en las habitaciones ó humedad en las proximidades ó en los suelos de los retretes ó muros que alojan los tubos de

descarga, no duden en descubrir los tubos hasta poner en claro la causa del mal. Por todas partes—dicen las instrucciones—donde las viviendas son invadidas por el gas que sube de las alcantarillas, por las emana-

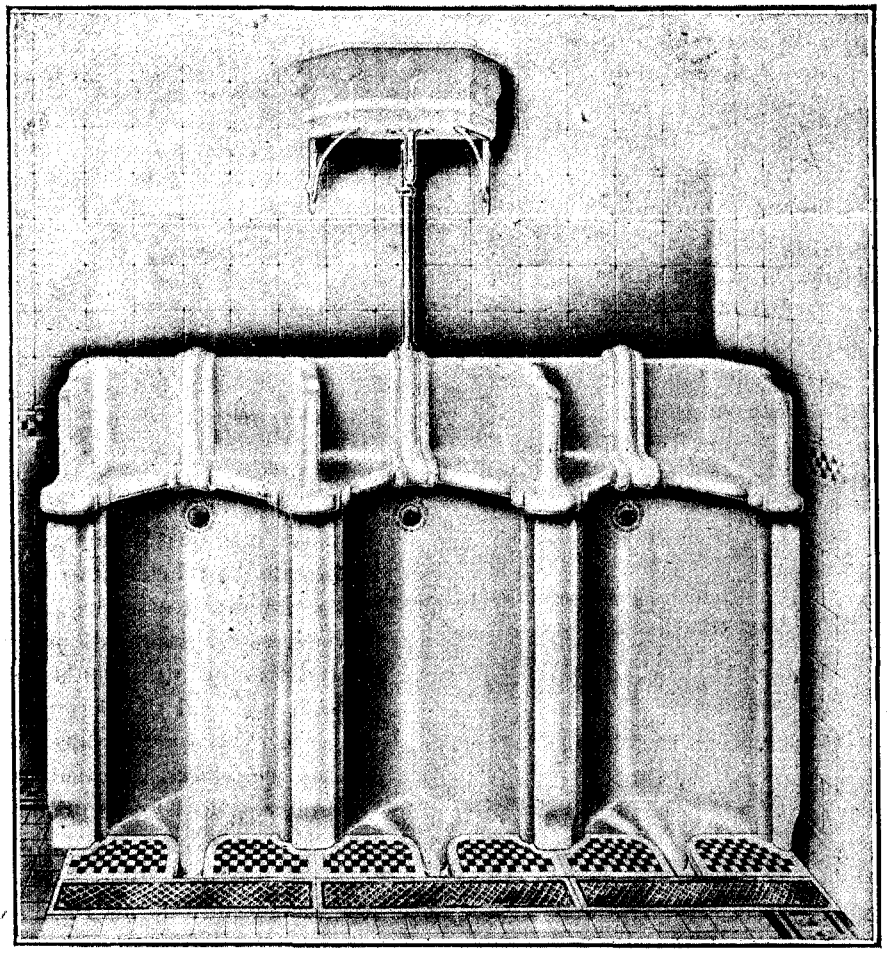


Fig. 304.

ciones que se escapan de los tubos grieteados ó por los malos olores que desprenden los sumideros, los inquilinos están bajo las acción de un peligro permanente. Las enfermedades zymóticas bajo una forma cualquiera, fiebre tifoidea, difteria, etc., les amenazan, sin contar la anemia y tantas otras afecciones, cuya causa radica en las emanaciones malsanas del drenaje.

No sólo los water-closet, y en general los retretes y urinarios deben estar en comunicación con las tuberías de bajada—(con interposición de cierre hidráulico (sifón)—y por intermedio de éstas con las alcantarillas, sino los fregaderos, lavabos (figuras 307 y 308), baños y todos los lugares donde se producen aguas sucias, para los cuales debe ser regla

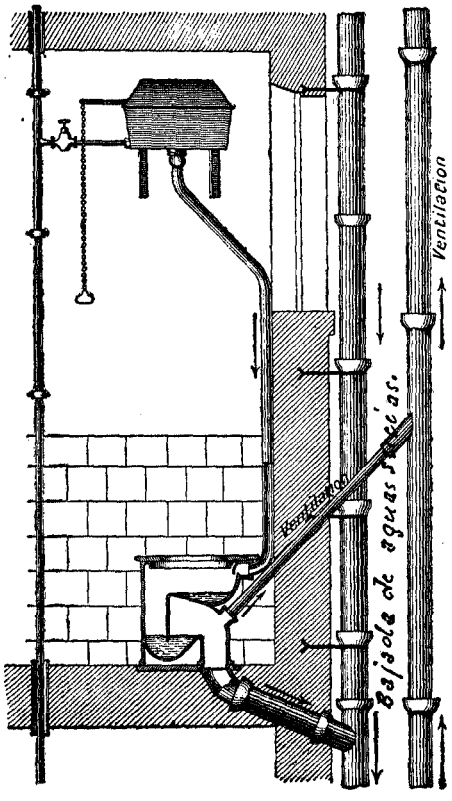


Fig. 305.

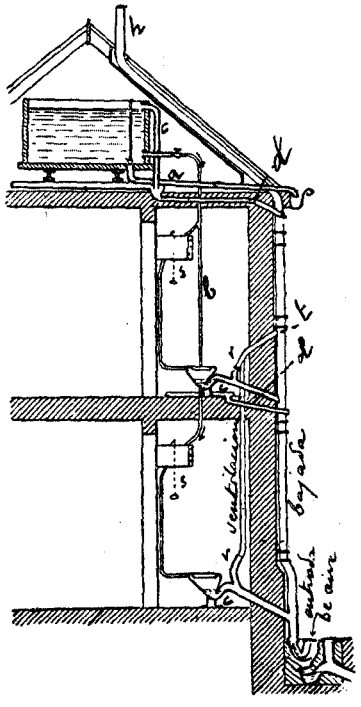


Fig. 306.

general que el pavimento esté construído con materiales impermeables (losa contínua ó baldosín de cemento) y las paredes revestidas con éstos ó con azulejos, piedra-vidrio, etc., hasta una altura mínima de 1,50 metros.

Como resumen podemos indicar que para impedir la vuelta al interior y consiguiente penetración en las casas, de los gases y virus de alcantarillas y drenajes precisa: 1.°, emplear materiales impermeables para los tubos y juntas; 2.°, disponer un cierre hidráulico (sifón) en cada tubería de acometida á los conductos generales de evacuación (en retretes, fregaderos, baños, etc.); 3.°, ventilar constantemente por una corriente de aire todos los tubos de bajada, así como las alcantarillas. Si éstas reúnen las debidas condiciones (sección, pendiente, etc.), no hay inconve-

niente en suprimir el *sifón terminal* que se intercala de ordinario entre la alcantarilla y la casa y del que tan partidarios se muestran los ingleses, sifón del que hay que prescindir en climas fríos, donde existen peligros de obstrucción por heladas. Los alemanes ventilan las alcantarillas por las tuberías de bajada de aguas pluviales de las fincas cuando éstas no tienen mansardas. Si no existe red de alcantarillado, las tuberías de evacuación se acometerán al conducto que lleve las aguas, al foso séptico de una instalación bacteriana, ó en su defecto, al foso séptico, tipo Bezault, complementado ó nó con un filtro más ó menos tosco, ó cuando menos al pozo Mouras, pero jamás al pozo negro, vergonzoso é inmundo; estos fosos sépticos (y en general los fosos fijos), ya sean aislados, ya formen parte de instalaciones bacterianas, *deben ventilarse siempre* (1).

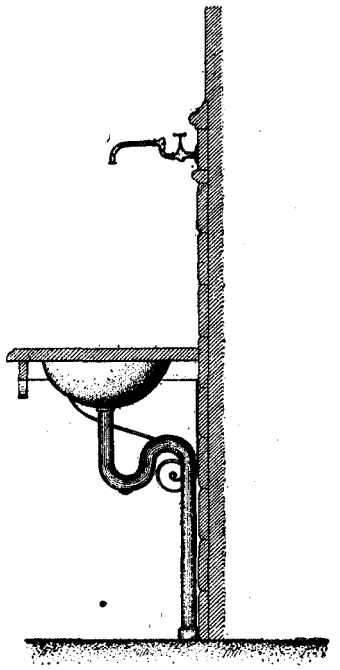


Fig. 307.

Para todas las conducciones de aguas usadas, es muy conveniente el uso de las tuberías de grés, siendo también muy aceptables las de fundición protegidas de los efectos de la oxidación interior. En todos casos, debe ponerse especial cuidado en que las uniones de tubos sean lo más perfectas posibles, siendo de recomendar que dichos conductos se coloquen adosados exteriormente á los muros para que la vigilancia de los mismos sea fácil.

Emplazamiento y sequedad.— Hemos ya dicho que son muchas las enfermedades que reconocen como causa la humedad de las viviendas (fiebres intermitentes, reumatismo, malaria, etc.), y que para el desarrollo de otras como la tuberculosis y el tífus, es la misma humedad medio muy favorable, no cabiendo duda hoy de que la humedad crea predisposición á las enfermedades y agrava ciertos estados patológicos.

La humedad permanente puede provenir del suelo ó de las paredes

(1) Los que deseen conocer el fundamento de tal afirmación y la manera de cumplirla en la práctica, pueden consultar la comunicación que hemos presentado al I Congreso de la «Asociación española para el progreso de las Ciencias» (Zaragoza, 1908) con el título *Sobre la necesidad y forma de establecer la ventilación en las fosas fijas.*

de la casa; la primera causa de insalubridad es la más frecuente y temible, dependiendo del emplazamiento de la construcción. Si este emplazamiento no es forzado, para ponerse al abrigo de la humedad del suelo, debe, á ser posible, elegirse un terreno en ligera pendiente que facilite

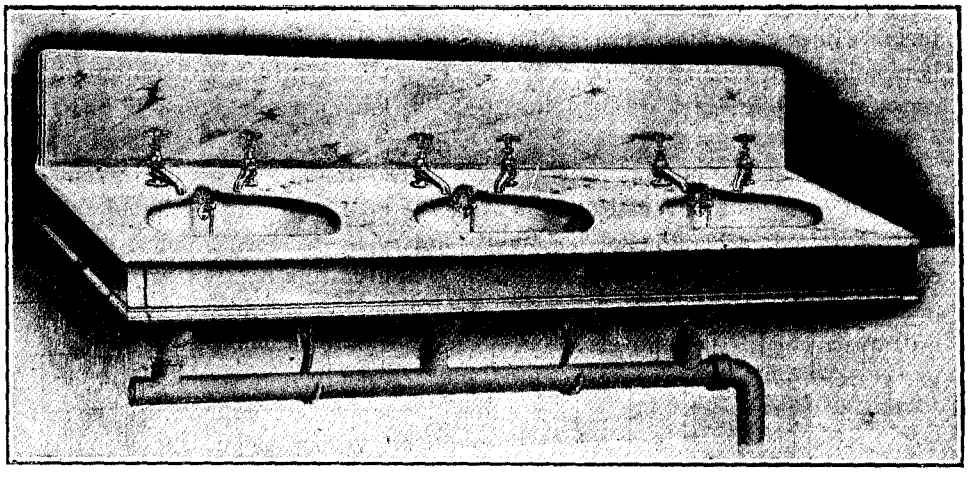


Fig. 308.

la evacuación de las aguas subterráneas, dependiendo de la permeabilidad de aquél el que las lluvias filtren en el terreno más ó menos rápidamente y á profundidad mayor ó menor; los terrenos de arcilla ó margas arcillosas son muy húmedos; los de grava y arena y, en general, los permeables son los mejores, no debiendo encontrarse la capa acuífera á menos de 1 á 2 metros de las cimentaciones y 3 á 4 de la superficie. Si dicha profundidad es menor ó el emplazamiento viene forzado sobre un suelo húmedo, hay que acudir al *drenaje* artificial, con el que se deseca el suelo, motivando un descenso de la capa acuífera. Generalmente estos drenajes tienen un trazado paralelo al perímetro de la finca á sanear (fig. 309), estando 1 ó 1,50 metros más profundos que los cimientos de la misma, y enlazándose por una ó varias transversales los lados opuestos de dicho perímetro. Las aguas recogidas por los drenes se conducen,

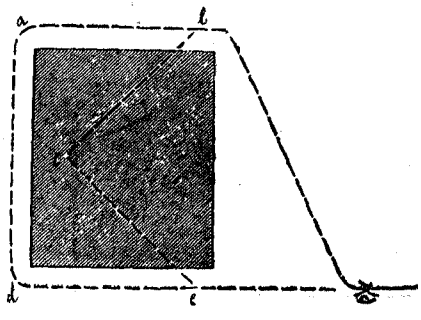


Fig. 309.

bien á un punto bajo del terreno donde se almacenan para su utilización, bien al alcantarillado, si esto es posible, ó á un curso de agua, barranco, etcétera, ó se hacen pasar á la capa permeable atravesando por medio de pozos la impermable.

No conviene nunca construir sobre terrenos turbosos ó abundantes en restos orgánicos en putrefacción sino sobre los compuestos de materiales imputrescibles; pero si fuera forzoso edificar sobre aquéllos, deberá colocarse la construcción sobre una capa de hormigón hidráulico de espesor suficiente para estar al abrigo de las emanaciones del suelo (0,15 á 0,25 metros).

Si la construcción hay que elevarla forzosamente sobre un terreno húmedo, esté ó no drenado artificialmente, para que la humedad del suelo no pueda ascender por las mamposterías, es indispensable: aislar el edificio de los cimientos por la interposición de una capa impermeable (asfalto, hojas de plomo, Ruberoid, etc.) sobre un macizo de hormigón hidráulico (fig. 310); dejar en sótanos cámaras de ventilación (nunca habitables); hacer con materiales impermeables todas las superficies horizontales ó verticales en contacto con el terreno ó acudir á variados recursos de que el constructor dispone.

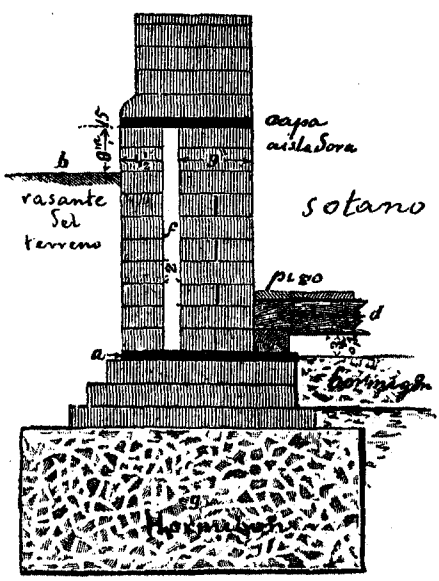


Fig. 310.

La humedad de los muros tiene su origen, bien en la que sube de cimientos por capilaridad, bien en las aguas de lluvia que los azotan ó en la condensación del vapor acuoso de la atmósfera.

En el primer caso acabamos de indicar debe interponerse una capa impermeable que detenga esa ascensión; en el segundo poco puede hacer el constructor para evitar la causa, que depende principalmente del clima y en parte no pequeña de no ser el emplazamiento de la finca el más adecuado por su altitud para preservarla de los efectos de un exceso de humedad de la atmósfera, ó de los vientos cargados de humedad. El estar al abrigo de los vientos dominantes en la localidad es una condición primordial al estudiar ó elegir el emplazamiento de toda vivienda.

Para contrarrestar los efectos de esos orígenes de humedad de los

muros, hay que emplear en las fachadas y paramentos expuestos directamente á tales efectos, materiales muy poco porosos, prácticamente impermeables al agua, ó lo que suele ser preferible y general, acudir al revestimiento de los muros con esos mismos materiales ó enlucidos hidráulicos.

Protección de los agentes exteriores. Materiales de construcción.— Para que las funciones vitales se ejerzan normalmente es indispensable que la temperatura del cuerpo humano se mantenga entre 37 y 38 grados. El equilibrio natural de temperatura que tienden á producir los fenómenos internos de la respiración y la transpiración se altera por las circunstancias exteriores, especialmente por las climatéricas, y para conservarnos en un estado fisiológico normal precisa luchar contra las variaciones de temperatura atmosférica, protegiéndonos de sus efectos en primer término, por las condiciones del alojamiento, que debe construirse con materiales y espesores apropiados á tal fin, variando naturalmente con las constantes térmicas de los distintos climas según los cuales habrá que aumentar ó reducir espesores en los muros, emplear dobles puertas y ventanas, y hasta muros dobles separados por capa aisladora de aire, etc., no siendo posible reglamentar nada sobre el particular.

Evidentemente, cuanto menor sea la *permeabilidad al aire de los materiales* con que los muros se construyen, más insensibles resultarán éstos á la acción de las temperaturas exteriores y por otra parte menos pérdidas de calórico se experimentarán cuando para conseguir en las habitaciones la temperatura conveniente haya que acudir á la calefacción artificial. Aunque algunos higienistas piden que se empleen en los muros materiales de gran porosidad al aire y se procure conservar ésta para establecer así una constante ventilación natural, por las razones antes aducidas y porque esta conservación implicaría la supresión de revestimientos y enlucidos interiores, suele prescindirse de tal condición no preocupándose de ella más que en los sótanos, donde es de la más alta conveniencia reducir todo lo posible esa permeabilidad para dificultar el paso del aire subterráneo, siempre nocivo. Empléanse con tal fin mamposterías hidráulicas ó enlucidos de cemento, reservándose el uso de los azulejos esmaltados y ciertos barnices, cuyo coeficiente de permeabilidad al aire es pequeñísimo para cuartos de enfermos contagiosos en hospitales, sanatorios, etc., donde interesa también obtener esa impermeabilidad para asegurar la desinfección con los lavados.

En los pisos siempre conviene reducir dicha permeabilidad al aire, lo que se consigue en grado aceptable con los forjados tan usados de bovedilla de rasilla y los pavimentos de baldosa de cemento, material que, como el yeso, es prácticamente impermeable al aire.

Deben de escogerse para materiales de construcción empleados en muros exteriores los que sean poco higrométricos, y de débil capacidad calorífica, con lo que se dejan atravesar muy lenta y difícilmente por el calor, protegiendo así en verano contra el ardor del sol y favoreciendo en invierno la calefacción interior (1), buen número de piedras naturales, los ladrillos, la piedra artificial y el hormigón son buenos materiales, debiéndose emplear con los primeros, morteros bien fabricados y nunca morteros de tierra, pues de lo contrario, los muros resultan poco resistentes y muy porosos. La fábrica de adobe y la de tapial tan usadas en los edificios rurales por su economía, son muy deficientes, pudiendo mejorarse mezclando el barro que para su construcción se emplea con cal en polvo ó regándolo con lechada de cal y asentando dichas fábricas sobre macizos de mampostería, que se eleven unos 0,50 metros sobre la rasante del terreno y sirvan de cimiento.

La madera protege mal contra las variaciones de temperatura: se hiende y se pudre fácilmente, llenándose con frecuencia de insectos y vegetaciones criptogámicas. Sólo debe emplearse para la carpintería interior y nunca en muros. Los materiales metálicos son demasiado buenos conductores del calor, y por ello y por su relativamente alto precio sólo se emplean como elementos resistentes en las construcciones.

Los enlucidos son ventajosos, porque matando los entrantes y desigualdades de las paredes, impiden la acumulación en ellas del agua y del polvo. Los enlucidos exteriores, conviene sean impermeables (cal hidráulica ó cemento); para los interiores y cielos rasos es ventajoso el yeso, que después de la desecación debe presentar una superficie poco porosa, permitiendo la impermeabilidad por medio de barnices ó pinturas, para que esos muros y tabiques puedan lavarse y hasta desinfectarse en casos de enfermedades infecciosas. Numerosos trabajos han demostrado que los gérmenes infecciosos pueden conservar su vitalidad sobre los muros, tanto más tiempo, cuanto que éstos estén más húmedos y su superficie sea más rugosa.

Las cubiertas vegetales (paja, cañizo, hierba, etc.) son de muy malas condiciones; protegen poco y albergan insectos, resultando nada higiénicas, y lo propio ocurre á las de madera, que sólo procuran una protección ilusoria. Las metálicas no protegen contra el calor; las preferibles son las de pastas cerámicas ó las de fibro-cemento.

Para los pisos, conviene higiénicamente emplear siempre materiales

(1) Los muros huecos son muy recomendables económicamente para evitar pérdidas de calórico, pues para los efectos térmicos equivalen á los llenos de espesor, suma del que representan la doble pared y capa de aire intermedia.

impermeables que puedan lavarse fácilmente, sin temor de putrefacciones. Las losas contínuas de cemento, las losetas del mismo material ó de mármol, el baldosín de grés y el de vidrio son materiales excelentes, tanto para pisos como para revestimientos. Se ha exagerado mucho el enfriamiento que produce el baldosín cuando se emplea como pavimento en las alcobas, donde con frecuencia es pisado por el pie desnudo, pero experiencias concluyentes (1) han demostrado que dicho efecto es despreciable al compararlo con las ventajas que proporciona, debiendo recomendarse tal aplicación hasta en asilos, cuarteles, hospicios, etc. De emplear las maderas deben usarse las especies más resistentes y procurar el perfecto ensamblado de las piezas para reducir las juntas, facilitando el encerado que las conserva y protege.

Existe, finalmente, una reacción muy favorable hacia la decoración sencilla de los interiores, reduciendo cuanto se puedan los abultados y molduras, redondeando los ángulos y aristas de encuentro de paredes, empleando estucos y pinturas en substitución de papeles pintados y suprimiendo, en una palabra, todo lugar que pueda convertirse en nido de microbios y al empleo sobre todo en cocinas, letrinas, cuartos de baños, etc., de revestimientos lisos é impermeables, susceptibles de ser con facilidad lavados, blanqueados á la cal y hasta desinfectados.

(1) VALLIN: *Revue d'hygiene*, 1898, pág. 193.

XXXIV

CALEFACCIÓN

En nuestros climas, aun con buenas viviendas, es necesario defenderse en invierno de los enfriamientos de la atmósfera por medio de los vestidos, de los ejercicios físicos y por el *calentamiento* artificial de las habitaciones, sometidas más cada día á las influencias de la temperatura exterior á causa de la disminución de espesores en los muros, efecto del creciente precio de materiales y mano de obra en las construcciones. La temperatura exacta que conviene sostener artificialmente en las habitaciones no puede precisarse, pues depende del trabajo de cada individuo, de su estado de salud, alimentación, etc. Acéptanse, no obstante, como promedios las siguientes:

En las habitaciones particulares	13 á 14° en pasillos, antecámaras, escaleras y en general piezas de tránsito.
	14 á 15° en los dormitorios.
	15 á 17° en salones, comedores, oficinas, despachos y en general piezas donde se está inmóvil largo rato.
	17 á 20° en gabinetes de *toilette* y baños.
En los edificios públicos	12 á 14° en iglesias y locales donde se conservan abrigos y la totalidad de vestidos.
	14 á 16° en talleres.
	16 á 18° en escuelas, hospitales, salas de conferencias.
	18 á 20° en teatros y salas de espectáculos, y en general donde se acostumbra á despojarse de las prendas de abrigo.

El calentamiento del aire de las habitaciones puede convertir á éste en insalubre al alterar sus condiciones higrométricas, es decir, al variar la cantidad de vapor de agua que contenga, cantidad que debe permanecer entre límites convenientes. Si el aire es demasiado seco, la respiración se dificulta, la asimilación de su oxígeno se verifica torpemente en los pulmones, y éstos, lo mismo que las mucosas de la garganta, se irritan. Cuando el aire, como sucede en invierno los días de bruma ó tempestad, es demasiado húmedo, la evacuación del vapor de agua por la respiración y transpiración cutánea se hacen mal, dando lugar á una sensación de desfallecimiento, aunque la temperatura varíe poco de la normal.

Resulta de aquí que todos los aparatos de calefacción que recalientan el aire, *son, en principio, antihigiénicos,* toda vez que al aumentar su

temperatura reducen en él la necesaria dosis de vapor de agua para que nuestras funciones se operen en condiciones normales, que son las satisfactorias. Independientemente de este efecto existen no pocos de los aparatos de calefacción en boga que desprenden gases deletéreos, y en especial óxido de carbono, cuerpo aún más temible que el ácido carbónico, con el que ya dijimos se mezcla, impurificando el aire respirable y haciéndole peligroso, hasta el extremo de que, según experiencias del profesor Gréhaut, basta una cantidad tan débil como es la de $^1/_{950}$ de óxido de carbono en el aire para provocar accidentes mortales.

Higiénicamente, el *mejor aparato de calefacción* es el que *menos modifique la composición química y el estado higrométrico* del aire *que se respira.* La comprobación de hasta qué punto llena cada uno de los múltiples sistemas de calefacción aplicables en la práctica la condición referida, es problema que exige al higienista un estudio muy concienzudo, y de ello es prueba el que, á pesar de haberse discutido ampliamente el tema en el primero y segundo Congresos de la habitación, aún no han podido dictarse conclusiones precisas, aplazando la solución para el nuevo Congreso de 1909; no obstante, los estudios á dichas asambleas presentados sobre el particular, arrojan bastante luz, y de ellos, del muy práctico y reciente del ingeniero civil G. Debeesson «Le Chauffage de la Habitación, y del completo que inserta el ilustre Planat en el último tomo de su obra *L'art de batir,* deducimos la mayor parte de las indicaciones que siguen:

Examen de las condiciones higiénicas de los distintos sistemas de calefacción. Para establecer la comparación entre los varios sistemas de calefacción actualmente usados es necesario hacer el examen, teniendo en cuenta las condiciones higiénicas y las económicas de instalación y entretenimiento. Con las primeras se relacionan la potencia de la ventilación que producen los aparatos de calentamiento y la uniformidad de temperatura en las piezas calentadas; con las segundas, la facilidad de vigilancia en las instalaciones y la elasticidad en el calentamiento, es decir, la facilidad mayor ó menor para graduar rápidamente la temperatura según convenga. Dada la índole de nuestro trabajo, nos referiremos casi únicamente á las condiciones higiénicas de los sistemas, sin descender al detalle descriptivo de los aparatos, ni mucho menos á los cálculos de calefacción, pudiendo estudiarse unos y otros en las dos obras antes mencionadas, las dos modernísimas y muy prácticas.

Dividiremos estos sistemas en de calefacción aislada y de calefacción colectiva:

Sistemas de calefacción aislada.—*Brasero.*—Constituye el sistema más imperfecto higiénicamente, pues todos los gases producto de

la combustión se mezclan con el aire respirable. Sólo una ventilación muy activa puede reducir, ya que no los inconvenientes, los riesgos á que el uso de este antiquísimo y aún por desgracia, entre las clases modestas, muy usado sistema da lugar. El aprovechamiento del calor producido al quemar el combustible es grande, por el hecho de no evacuarse humos ni productos de la combustión, todos los cuales quedan en la pieza á calentar, sin producir, en cambio, llamada alguna de aire.

Chimeneas.—Lo mismo la antigua chimenea, denominada de familia, grande, abierta, emplazada en la sala común, donde se queman voluminosos troncos de árbol, que aún subsiste en algunos pueblos, que la más reducida individual para cada pieza, dejan escapar por el tubo de humo la mayor parte del calor, no calentando más que por radiación (medio por el cual los cuerpos calientes parecen emitir en todos sentidos rayos caloríficos que transportan el calor á los cuerpos que les rodean). Por muy perfeccionadas que sean, sólo se utilizan del 15 al 20 por 100 del calor del combustible, rendimiento escaso.

Higiénicamente son muy aceptables cuando están bien construídas, asegurándose, por lo tanto, un buen funcionamiento, que requiere, en primer término, obtener una velocidad suficiente en el humo (de 2 á 3 metros por segundo).

Esta buena construcción exige: 1.°, la existencia de ventosas ó conductos que, llevando el aire del exterior al hogar, establezcan el necesario tiro para que los productos gaseosos tiendan á elevarse por la chimenea, y no á mezclarse con el aire de la habitación; 2.°, las debidas proporciones entre las secciones de las ventosas, de las aberturas de chimenea y de los tubos de humo para que éste no tienda á bajar á la habitación, lo que vulgarmente se denomina «no ahumar»; 3.°, el asegurar un tiro constante, cualquiera que sea la intensidad y dirección de los vientos, lo que puede alcanzarse colocando en el extremo exterior de los tubos de humo, sobre el tejado, sombreretes de barro cocido, palastro galvanizado ú otras disposiciones que impiden pueda invertirse el movimiento de las masas gaseosas por los conductos. La chimenea conviene unirla á su conducto de humo por medio de una superficie plana inclinada 30 grados con relación á la vertical; el tubo de humo debe tener una sección mínima de 0,20, por 0,20 metros y al menos igual, á $^1/_{12}$ de la sección de la chimenea; la sección de la ventosa conviene tenga una superficie libre igual, cuando menos, á la mitad de la del tubo de humos. Se suelen tomar de 5 á 6 decímetros cuadrados para sección de la chimenea por cada 100 metros cúbicos de capacidad de los locales á calentar.

Cuando la disposición ó condiciones de los muros no permiten dar á los tubos de humos la sección conveniente, se reduce la de la chimenea,

descendiendo una plancha de palastro, que puede descansar á la altura que convenga en cremelleras laterales; con eso las proporciones entre unos y otros elementos no se alteran.

Estas chimeneas dispónense generalmente para usar la madera ó leña como combustible; pero á causa de su elevado precio tal sistema de calefacción se considera hoy en las poblaciones como de lujo, lo que ha conducido á substituirlo por combustibles como la hulla, el coque, las briquetas, etc., que arden más lentamente y que resultan más económicos, los cuales se queman en parrillas ó cestos de fundición de forma apropiada. Para aprovechar parte del calor que se desperdicia, se han ideado modelos en los cuales la chimenea se reviste de losas refractarias (aparatos tipo Perret), cuya intensidad de radiación es considerable, y se ha acudido también al procedimiento de colocar en el recorrido que siguen los gases calientes tubos ó planchas de palastro ó fundición, que recogen parte de ese calor perdido (aparatos tipo Fondet), calentando el aire que los rodea y que tiene entrada por una toma en las inmediaciones de esos tubos, y al que se da salida por dos bocas situadas á los lados de la chimenea. Por lo general, estos aparatos no se emplean por el riesgo de que en los tubos se produzcan hendiduras y dejen pasar á las habitaciones un aire extremadamente desecado y mezclado con humo.

Repetimos que bien establecidas las chimeneas, los productos de la combustión no se mezclan con el aire respirable, y por lo tanto, si el tiro se mantiene bien, constituyen procedimiento muy aceptable higiénicamente, tanto más, cuanto que se presta á combinarse con el sistema de ventilación completándolo, pues, por los tubos de humo, se expulsa el aire viciado, determinándose la aspiración ó llamamiento de aire exterior en virtud del tiro de la chimenea. En París es obligatorio el establecimiento de ventosas en las chimeneas desde 1904, debiendo aquéllas tener sección suficiente para la llegada del aire exterior, que será como *mínimum 1,50 decímetros cuadrados*. Es una disposición digna de ser imitada, pues de no asegurarse la intensidad del tiro y la renovación del aire en las habitaciones, pierde sus ventajas higiénicas la chimenea, que por su carácter de aparato aislado, la necesidad de vigilar constantemente el fuego y la poca economía de combustible va cediendo su puesto á otros sistemas de calefacción colectiva, aun en las casas particulares, donde ya se construye muchas veces con el fin de utilizarse, más que como aparato de calefacción, como medio de ventilación, prestándose mal á un calentamiento variable ó al de piezas de gran cubicación, por ser sólo utilizable en las chimeneas ordinarias el calor de radiación, debiendo acudir á los tipos Fondet, Galton, etc., cuando se trate de habitaciones distintas de las pequeñas de las casas particulares.

Estufas.—Como las chimeneas, son las estufas aparatos aislados, que se colocan en las habitaciones que se desean calentar; rinden del 40 al 60 por 100 del calor del combustible (hulla, antracita ó coque), lo que desde el punto de vista calorífico es un buen resultado. Pueden clasificarse en dos grupos: 1.°, las que ceden calor sólo por radiación de sus paredes; 2.°, las que, además de calentar por radiación, permiten al aire circular entre la envuelta exterior y el foco calorífico y superficies complementarias, dándole, una vez caliente, salida por la parte alta.

El hogar es ordinariamente de fundición ó de materiales (tierra ó baldosas) refractarios; la envuelta de fundición ó palastro, y por excepción de cobre; de la parte superior del hogar arranca la chimenea (de palastro generalmente), que conduce al exterior los humos y productos de la combustión.

El hogar se cierra por una portezuela, que puede abrirse para activar el tiro. Es frecuente proveer á la estufa de un pequeño recipiente, denominado saturador, que se llena de agua, la que, al evaporarse, proporciona al aire humedad, favoreciendo su estado higrométrico.

Las estufas son algunas veces fijas; pero las más se disponen sobre ruedecillas, pudiendo transportarse de una á otra habitación y calentar así varias piezas con un sólo aparato, siempre, naturalmente, que se disponga de salidas de humos. Por razones económicas, las estufas, entre cuyos tipos figura el conocido Choubersky, están extendidísimas, aunque exigen una vigilancia constante para no resultar peligrosas, ya que *antihigiénicas* siempre lo son, pues el aire se deseca al contacto de las paredes, que con frecuencia, por exceso de fuego, se ponen al rojo; el higienista debe luchar contra la existencia de las estufas referidas, cuyo mayor defecto consiste en que es dificilísimo evitar se produzcan en ellas pequeñas hendiduras en las paredes, lo mismo que en los tubos de humos, por las cuales, así como por las uniones de estos conductos, por las puertas y juntas del aparato tienen salida á la habitación gases deletéreos y especialmente el temible óxido de carbono. De esto y de la sequedad de la atmósfera, que sólo en parte pueden impedir los saturadores de agua, dependen los dolores y pesadez de cabeza, las náuseas y malestar que se nota frecuentemente en las habitaciones en que funcionan estufas, y á existir tan antiguos é imperfectos aparatos en algunas escuelas francesas, achacan los higienistas que los niños que á ellas asisten resulten congestionados y anémicos por efecto de una intoxicación lenta de óxido de carbono.

Estufas de fuego contínuo ó de combustión lenta.—Son modernas, pues aún no cuentan un quinto de siglo, y aparte de que la conducción del fuego no exige cuidado alguno, representan un progreso higiénico no

despreciable sobre las ordinarias, por los menores riesgos de enrojecimiento de las paredes, y lo más completo de la combustión, nada recomendables desde este punto de vista. Constan de un recipiente de combustible (casi siempre antracita) capaz para el consumo de doce á veinticuatro horas, con su puerta; de una parrilla dispuesta para la combustión lenta de aquél, con su correspondiente cenicero, y de un conducto que recorren los humos y gases de la combustión antes de tomar la chimenea. La parrilla es móvil y puede sacudirse con una empuñadura para dejar caer la ceniza; el cenicero tiene una puerta con toma de aire para graduar la combustión; otro registro inmediato al arranque de la chimenea permite graduar el tiro. Se dispone generalmente, para aprovechar los conductos de humo de las chimeneas junto á éstas, y en tal caso, si dichos conductos están completamente incomunicados con otros próximos y construidos en forma tal que por la inversión del tiro no sea de temer la proporción abundante de óxido de carbono que en la combustión lenta con los carbones negruzcos se produce, no causará perjuicios en la habitación. Pero como tales seguridades son muy difíciles, los riesgos apuntados exigen gran prudencia en el uso de dichos aparatos, que precisan siempre una frecuente renovación de la atmósfera y que, sin escrúpulo, deben proscribirse de los dormitorios, reservándose, con las precauciones citadas, para oficinas, salones, etc., etc.

Estufas de gas.—Prácticamente, un kilogramo de gas del alumbrado permite utilizar, al arder, de 6.000 á 7.000 calorías, ó lo que es lo mismo, un metro cúbico de gas de densidad ordinaria puede elevar 20 grados la temperatura de 1.000 metros cúbicos de aire. La combustión del gas del alumbrado produce vapor de agua, ácido carbónico y nitrógeno. Las estufas de gas son aparatos muy sencillos; el combustible gaseoso se quema sobre una placa de cobre rojo pulimentada, provista de agujeros en forma de rampas; los productos de la combustión, en algunos modelos, se lanzan á la propia habitación, haciendo su atmósfera malsana, y en otros van directamente á la chimenea, y la estufa calienta por radiación y circulación de aire. En ciertos tipos, como en el de Clamond, el gas y el aire, en proporción conveniente, llegan á los radiadores, que son tubos de tierra refractaria provistos de agujeros, produciéndose su combustión á la salida de éstos y el enrojecimiento de los tubos. Este sistema de calentamiento es rápido, potente, é higiénicamente aceptable cuando se da salida á los productos de la combustión, caso en el cual el calor utilizado es pequeño. Según resulta de experiencias del Dr. Ogier, la combustión es muy completa en las estufas de gas, pero exigen canalización para éste y resulta caro el sistema, dado el precio del gas, razón por la cual está sólo indicado su uso cuando se trate del calentamiento intermitente de

piezas muy ventiladas, como tiendas, antecámaras, etc., ó de habitaciones donde el calor sólo debe durar unos instantes, como en los gabinetes de *toilette*, baños, etc., casos en los que conviene obtener rápidamente el calor y no gastar más combustible que el consumido en esos instantes.

Estufas de petróleo y de alcohol.—Un kilogramo de petróleo desprende, aproximadamente, el mismo número de calorías al arder (10.000 á 11.000) que un metro cúbico de gas del alumbrado, y como no necesita canalización especial y su empleo es fácil, hase aplicado para la calefacción aislada ó en pequeño.

Las estufas de petróleo no son, en esencia, más que gruesas lámparas de mecha que proporcionan el calor por radiación y, sobre todo, por la mezcla de los gases calientes de la combustión con el aire ambiente; de modo que resulta el doble inconveniente en el orden higiénico de impurificación de éste con el ácido carbónico y óxido de carbono desprendidos, y empobrecimiento del oxígeno de ese aire, á expensas del cual realízase la combustión.

Serán, pues, tolerables higiénicamente las estufas de petróleo sólo en piezas muy ventiladas, y recomendables por sus condiciones económicas únicamente en calentamientos de corta duración.

Cuanto hemos indicado sobre las estufas de petróleo se aplica á las de alcohol, si bien en éstas vienen señalándose notables mejoras, fundamentadas en la evacuación al exterior de los productos de la combustión. El tipo de estufa de alcohol de «fuego visible» de la Sociedad continental francesa, quemando alcohol puro consigue tal evacuación y funciona con presión de aire, almacenándose éste en un depósito que se coloca á distancia, y está unido por un tubo de cobre con la estufa, compuesta de un receptáculo metálico con su cara exterior en celosía, que puede recibir aspecto todo lo decorativo que se desee.

En este receptáculo están dispuestos los mecheros de alcohol tipo Bec, 1900, que en lugar de hacer incandescente un manguito Auer, calientan fragmentos de tierra refractaria, que radian calor en la habitación. Existen también hornillos que queman alcohol desnaturalizado puro y funcionan en idénticas condiciones que los de gas, estando constituídos por un depósito conteniendo el alcohol, que se envía á una serie de coronas inmediatas, donde se produce la vaporización bajo la influencia de la llama de un mechero. Estos hornillos llevan algunas veces un cilindro, donde se acumula el aire calentado, constituyendo una verdadera estufa.

Estufas eléctricas.—El calentamiento por la electricidad es el más perfecto higiénicamente, el más fácil de instalar y de transportar y el que da el máximum de rendimiento, pues transforma en calor el 95 al 98 por 100 de la energía eléctrica; pero su empleo es circunstancial por depender del precio del fluído, por lo general elevado para aplicarse á este uso.

El fundamento de este sistema es conocidísimo: si se hace pasar una corriente eléctrica por un conductor, una parte de la energía se transforma en calor, parte que es, según la fórmula de Joule:

$$Q = \frac{R\,I^2}{9{,}82 \times 424},$$

en la que representan

Q, la cantidad de energía transformada en calor.

R, la resistencia eléctrica del conductor medida en ohmios.

I, la intensidad de la corriente empleada medida en amperios.

$\frac{1}{9{,}81}$, la potencia eléctrica en vatios por segundo.

424 el equivalente mecánico del calor (una caloría = 424 kilográmetros).

Un hilo arrollado alrededor de un aislador de porcelana constituye, pues, un radiador; los hilos escogidos son de platino, hierro, ferro-níquel, ó, más generalmente, *maillechort*, y se rodean de una delgada capa de vidrio, formando aislador eléctrico, que fijan por este mismo vidrio sobre una placa metálica, que constituye el radiador del calor. La Sociedad de los antiguos establecimientos «Parvillée frères», construye resistencias metalocerámicas, basadas sobre la reducción de conductibilidad de los metales en polvo y mezclados á cuerpos no conductores de la electricidad. Estas mezclas se moldean en forma de placas ó barras; adquieren á una temperatura elevada gran solidez, siendo aptas para soportar el paso de la corriente sin sufrir deterioros. Con estas resistencias se construyen estufas eléctricas, radiadores de fundición esmaltada y niquelada, hornillos, etc. Úsanse también mucho en la calefacción eléctrica las resistencias Le Roy, que son barras de una composición de silício, ofreciendo gran resistencia á la corriente, dispuestas en el interior de una ampolla de vidrio llena de gas, con casquillos en las extremidades para toma de corriente. Para una diferencia de temperatura, de 22 grados, el consumo de fluído es de 65 vatios por metro cúbico de aire y hora; de modo que con la tarifa de Madrid (0,40 el kilo-vatio para fuerza) el gasto que implica el calentamiento eléctrico de una pieza de 50 metros cúbicos es de 1,30 por hora para una elevación de temperatura de 22 grados.

La calefacción eléctrica es la del porvenir; pero hoy sólo es recomendable para calentamientos de corta duración y de piezas pequeñas, considerándose, con alguna razón, como sistema de lujo.

Los sistemas de calefacción colectiva desde el punto de vista higiénico.—Agrúpanse bajo la denominación de sistemas de ca-

lefacción colectiva, los que con un sólo aparato central (lo que representa una verdadera economía) pueden servir habitaciones distintas y distanciadas entre sí, é inclúyense en este grupo la calefacción: 1.°, por aire caliente; 2.°, por agua caliente; 3.°, por vapor de agua, pudiendo tener desde luego, cabida en él la calefacción eléctrica, que, á la vez, es procedimiento de calefacción aislada, al que ya nos referimos al ocuparnos de éstos, y desde luego los sistemas mixtos.

Calefacción por aire caliente.—Consiste, en esencia el sistema: en una cámara de fundición ó de mampostería (calorífero), á la que se hace llegar el aire exterior, que en ella se calienta, bien por contacto con las paredes del hogar y de los tubos ó serpentines que siguen los productos de la combustión antes de ganar la chimenea, bien recorriendo el interior de los tubos el propio aire á calentar, aire que se reúne ya caliente en una capacidad situada en la parte alta de dicha cámara (denominada de calor), de la que arrancan los conductos de distribución, que lo conducen á las distintas habitaciones, en las que desemboca el aire caliente (á 70 ú 80 grados) por rejillas que pueden abrirse ó cerrarse á voluntad.

La toma de aire se construye, generalmente, de mampostería en el suelo del local (casi siempre sótanos), donde el calorífero de aire caliente se instala, dándole una sección de 2 á 3 decímetros cuadrados por cada 100 metros cúbicos calentados, lo que corresponde á una velocidad de 2 á 3 metros por segundo para el aire en circulación, procurándose ir con dicha canal á buscar el aire exterior donde sea lo más puro posible y filtrarlo, si dicha pureza no pudiera alcanzarse, debiendo en este caso aumentar considerablemente la superficie del filtro para compensar la resistencia al paso del aire á su través. (Se toma para esta superficie una velocidad de 0,10 á 0,20 por segundo.)

El calorífero propiamente dicho puede construirse de tierra refractaria ó tener de fundición la campana del hogar; los primeros dan un calor más dulce y más regular, siendo, por lo tanto, *más higiénicos;* pero en compensación, resultan más voluminosos y exigen algo mayor consumo de combustible, mientras que los segundos, que son más económicos, exigen una conducción y vigilancia del fuego mayor, pues puede fácilmente en ellos producirse el enrojecimiento y consiguiente deterioro de la fundición, y el recalentamiento excesivo del aire, que se manifiesta por el olor característico á polvos y materias orgánicas quemadas y da lugar á fuertes dolores de cabeza y marcados síntomas de malestar.

En estos caloríferos de superficie cerámica, como sus paredes no alcanzan nunca una muy alta temperatura, se necesita, para obtener con ellos un cierto grado de calefacción, enviar un gran volumen de aire llevado á una menor temperatura que la que se alcanza con los metálicos,

realizándose así en aquéllos el precepto higiénico de que *es preferible para obtener un cierto grado de calefacción enviar un gran cubo de aire á temperatura media, que un volumen de aire reducido á temperatura muy alta.*

El hogar de caloríferos de aire caliente puede quemar cualquier combustible industrial: hulla, cok, antracita, briquetas, y hasta en ciertos modelos, el hollín de las locomotoras, el polvo de la hulla ó del cok, el serrín de madera, etc.

Generalmente se prefiere que el humo circule por los tubos metálicos, en vez de hacerlo, como en algunos modelos, el aire á calentar, y también que el aire y el humo marchen en dirección opuesta, con lo que el calor que éste cede á aquél es mayor que cuando humo y aire recorren la cámara del calorífero en el mismo sentido. En el interior de la cámara de calor del calorífero, suele colocarse un depósito con agua (saturador) para aumentar la cantidad de vapor de agua contenida en el aire caliente. El empleo de *nervios* ú ondulaciones con que hoy se arman todas las superficies destinadas á transmitir el calor, constituye una mejora notable, pues aumenta la superficie de contacto y con ella la de transmisión del calor, y aunque no preserva en absoluto de accidentes (que pueden producirse cuando se cierran registros de distribución y se restringe el desplazamiento del aire caliente, sin regular el fuego, con lo que la fundición puede llegar á enrojecerse, aumentando los peligros de incendio en las piezas de madera próximas á los conductos de aire caliente) los dificulta notablemente y contribuye á la marcha normal del aparato, permitiendo reducir las dimensiones del calorífero (1).

Los conductos por los que circula el aire caliente hácense de tierra cocida ó de palastro galvanizado, y se disponen de ordinario en una doble envuelta de rasilla ó ladrillo. empotrados en los muros y enlucidos exteriormente de yeso. Precisa un exquisito cuidado en la construcción de estos conductos, y sobre todo en las juntas cuando son metálicas para evitar fugas y entradas de aire frío, que impiden el buen funcionamiento y crean riesgos.

Las bocas de calor conviene estén algo elevadas sobre el pavimento para evitar pasen á los conductos los polvos y resíduos de la limpieza de las habitaciones, y como para introducir un cierto volumen de aire ca-

(1) Renunciamos á la descripción de tipos determinados por no ser ese el objeto del presente trabajo. Aquellos de nuestros lectores que tengan interés en conocer algún modelo especial ó aclarar cualquier punto dudoso sobre calefacción, quedarán seguramente satisfechos consultando la excelente obra de Planat, *L'art de batir*, tomo V, París, 1908, ó la amplísima y por todos conceptos recomendable de G. Debesson, *Le Chauffage des Habitationes*, París, 1908.

liente en las habitaciones, debe evacuarse otro volumen igual, precisa establecer una ventilación activa en los locales así calentados.

Lo esencial en un colorífero de aire caliente es establecer debidamente, y con las dimensiones convenientes, los conductos de llamada y distribución de aire y vigilar constantemente el fuego y la abertura de los registros en los conductos, pues el enrojecimiento de la fundición, que hace posible el paso al exterior del óxido de carbono, depende del grado en que se satisfagan ambas circunstancias.

Como consecuencia de la economía del procedimiento que exige una sola superficie de calefacción, por ser el aire directamente transportado á las habitaciones, la calefacción por aire caliente está muy extendida cuando la distancia de transporte no pasa de 20 á 25 metros, pues en trayectos largos, las conducciones de aire caliente, que tienen que ser de gran diámetro, resultan costosas, y las pérdidas de calor se elevan del 25 al 40 y 50 por 100.

Si los caloríferos de aire caliente no han sido bien establecidos ó no son cuidadosamente vigilados, sus resultados, desde el punto de vista higiénico, hay que calificarlos como deplorables; pero si su establecimiento se encomienda á manos expertas y su vigilancia á persona cuidadosa, pueden ser aceptables desde el mismo concepto. Los siguientes párrafos de G. Debesson, autoridad señalada en la materia (1), resumen la cuestión:

«Terminando, diremos que los caloríferos de aire caliente han sido vivamente criticados en estos últimos tiempos por los higienistas, y en nuestra opinión, de una manera injusta, ó al menos exagerada. Nos parece poco demostrado que el óxido de carbono filtre á través de la fundición, aun llevada al rojo, y pensamos no se han hecho jamás experiencias bien concluyentes á este objeto. Creemos, además, que no se puede dar gran importancia al aire, que se califica de demasiado seco, que lanzan las bocas de calor, puesto que, desde luego, es fácil humedecerlo; y, por otra parte, el estado higrométrico del aire no depende más que del de la atmósfera ambiente. En fin, los polvos orgánicos en suspensión en el aire han podido arder por su paso al contacto con el hogar y resultar un olor desagradable, pero de ninguna manera una causa de impureza, puesto que, por el contrario, hay en ello una causa de esterilización.

»La verdad es, que la *construcción de estos aparatos es demasiado fre-*

(1) El ingeniero civil Mr. Debesson es autor del voluminoso libro *Le chauffage del'habitation*, antes citado; cuenta con una experiencia de más de veinte años en la construcción de aparatos de calentamiento y es miembro de «l'American Society of Heating and ventilating engineering», de New York, y de la «British Institution of Heating and ventilating Engineers», de Londres. Su opinión, por lo tanto, es difícilmente recusable.

cuentemente confiada á fumistas sin conocimientos técnicos, y que la economía insensata que se exige de dichos caloríferos obliga á estos constructores poco escrupulosos á suministrar *aparatos mal construídos*, mal proporcionados, teniendo juntas absolutamente defectuosas y espesores insuficientes. Conocemos muchos caloríferos de aire caliente instalados por constructores escrupulosos, convenientemente proporcionados, cuidadosamente construídos desde el punto de vista de la impermeabilidad y que satisfacen á los más delicados. En realidad, los caloríferos de aire caliente son aparatos extremadamente sencillos, fáciles de conducir, poco costosos de entretenimiento, cómodamente regulables, y sobre los que *no se ha dicho la última palabra*. Se emplearán largo tiempo todavía.»

Bueno será agregar que en España, el sistema de calefacción que nos ocupa, no está aún relativamente lo desarrollado que en Francia se encuentra, y ante los riesgos que con él se corren en materia de higiene, le van ganando mucho terreno, y en nuestro modestísimo concepto, muy justificadamente los procedimientos de calefacción por agua caliente y por vapor á baja presión, desde luego más recomendables hoy por hoy que el de aire caliente, higiénicamente hablando.

Calefacción por agua caliente.—Si en el centro de un recipiente con agua se coloca un foco de calor, prodúcese en aquélla un movimiento circulatorio al elevarse, por más ligeras, las partículas más calientes como más próximas al foco, y descender, por la pesantez al mismo, las que se enfrían al contacto con las paredes, y si al recipiente se une un tubo vertical, por él se elevará al agua al hacerse más ligera y aumentar de volumen bajo la acción del origen calorífico. En este conocidísimo fenómeno físico está fundado el sistema de calefacción por agua caliente, que puede ser á baja ó á alta presión.

En la parte baja del edificio á calentar colocáse una caldera, que eleva la temperatura del agua á la proximidad de los 100 grados (entre 90 y 95) que es la de ebullición, y á la que no conviene llegar para evitar producciones de vapor, que darían lugar á ruidos y á conmociones en el conducto *ascendente*, que se eleva por encima del nivel del piso más alto, terminando en un *depósito* de expansión que sirve á la vez de regulador del circuito de distribución del agua, que, partiendo de este depósito, recorre todas las habitaciones que se trata de calentar atravesando los *radiadores* (cuyos aparatos ceden calor al aire que los rodea) y terminando en la caldera.

La densidad máxima del agua es de 1 cuando ésta se encuentra á la temperatura de 4 grados centígrados, descendiendo dicha densidad cuando la temperatura se eleva, hasta ser de 0,958 á los 100 grados; es decir, que un metro cúbico de agua á 4 grados se convierte en 1,043 metros

cúbicos á los 100 grados, aumentando, por lo tanto, 43 litros por metro cúbico y siendo $^1/_{23}$ la relación de ambos volúmenes; esta diferencia de densidad entre el agua que recorre la columna ascendente y descendente ó, lo que es lo mismo, la diferencia de temperaturas en ambas es quien regula la velocidad de circulación.

Si el depósito en que termina la tubería ascendente es abierto por su parte superior, el agua que á él llega directamente de la caldera podrá dilatarse libremente, elevándose su nivel sin obstáculo alguno dentro de ese depósito (en un límite que, claro es, no puede pasar de lo que representan esos 43 litros por metro cúbico) y pudiendo también libremente desprenderse á la atmósfera el aire que se haya introducido en los conductos ó que estuviera en disolución en el agua. En tales condiciones la calefacción se hace *á baja presión*, dando un calor dulce, regular y sano, sin disminuir en nada la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y sin existir riesgo alguno, pudiéndose regular el régimen general de calefacción del conjunto por la temperatura inicial del agua caliente al partir de la caldera (reduciéndola, por ejemplo, á 85, 80 ó 75 grados) en armonía con la temperatura exterior, y aislar cada radiador por una llave que permite interrumpir ó moderar la circulación de agua caliente y, por lo tanto, la calefacción de una pieza sin modificar para nada las restantes.

Pero estas variaciones en el régimen general ó hasta en el particular de un radiador no se producen rápidamente sin que exijan un cierto tiempo en razón del elevado volumen de agua en circulación, que también precisa el dar dimensiones crecidas á las canalizaciones y hasta á los radiadores que necesitan grandes superficies de calefacción.

Tales inconvenientes tratan de remediarse con los sistemas de agua caliente, *á media y á alta presión*, que consiguen transportar con el mismo volumen de agua una cantidad de calor mucho mayor, haciendo llegar la temperatura de ésta hasta 150, 200 y 240 grados, que representan presiones de 10, 15 y 20 atmósferas, con lo cual redúcense notablemente las superficies necesarias de calefacción.

Al aumentar la temperatura del agua por encima de la de ebullición (100 grados), el sistema todo debe constituir un vaso cerrado (pues de lo contrario, habrá escapes y no se podrá pasar de dicha temperatura) y ser, en consecuencia, cerrado el depósito de expansión, llevando, tanto éste como la caldera, las válvulas de seguridad y manómetros indispensables para evitar accidentes y comprobar que la presión no pasa del límite fijado. En este depósito ó vaso de expansión cerrado, el aire que el agua lleva en disolución ó que pueda penetrar en la tubería se acumula en la parte alta, y á medida que el agua se eleva de nivel, por aumentar

de volumen en relación con los crecimientos de temperatura á que se la somete, va comprimiendo ese aire, que puede alcanzar la presión deseada, 2, 4, 6, 8, 20, atmósferas, sin más limitación que la resistencia de los materiales con que depósito y tuberías se construyan. El sistema es, pues, bajo presión del aire comprimido en el depósito de expansión, mezclado con el vapor que ha podido desprenderse hasta la saturación completa, y dicho está, que á medida que la presión es mayor, las probabilidades de explosiones y accidentes aumentan, así como las de mantener la impermeabilidad de las juntas; de aquí que los sistemas de alta presión no reciban, desde que prácticamente se han comprobado esos riesgos é inconvenientes, más que limitadísimas aplicaciones y que se haya tratado por otros procedimientos de salvar los reparos de los sistemas de agua caliente á baja presión (canalizaciones de gran diámetro, tiempo exigido para la variación de la temperatura de los grandes volúmenes de agua en circulación, etc.), procedimientos que constituyen el grupo de sistemas modernos de *calefacción por agua caliente de circulación acelerada*, entre los que figuran los que consiguen ese resultado: 1.º, por presión del vapor; 2.º, por medio de bombas; 3.º, por pulsión, con ayuda de órganos, obedeciendo á leyes físicas aplicadas en determinadas ocasiones, y 4.º, por *emulsión*, etc., etc.

Estos últimos sistemas, que son los más extendidos (figurando entre ellos el de Körting hermanos, bastante usado en España), están fundados en la disminución de densidad del agua caliente mientras recorre la rama ascendente, haciendo llegar á ella un chorro de vapor que se mezcla íntimamente con el líquido, *emulsionándolo* y acelerando su movimiento proporcionalmente á la diferencia de densidad entre la columna así emulsionada y la columna de descenso, que se enfría por diversos procedimientos, para acercar su temperatura á los 4 grados, en que la densidad es 1. Cuando la columna está enteramente emulsionada, su temperatura es de 100 grados. Generalmente, las calderas empleadas son del tipo de agua caliente, pero cerradas en la parte superior para que pueda formarse un pequeño volumen ó depósito de vapor.

Desde el punto de vista higiénico, lo mismo la calefacción por agua caliente á baja presión que la de circulación acelerada (que es la del porvenir) poco dejan que desear, pues con ellas el aire no se calienta jamás á una temperatura demasiado elevada, ni existe contacto alguno con superficies llevadas al rojo; no pudiendo, en consecuencia, haber riesgos de mezclas del aire respirable con óxidos de carbono, ni con productos de la combustión, pues la caldera se instala en local, ó hasta en edificio independiente de las habitaciones á calentar. El calentamiento por este sistema, que está indicado cuando no hay grandes distancias que recorrer

y se desea una calefacción constante y regular sin intermitencias, es dulce, agradable y seguro, siendo más sencillo que con los sistemas á vapor el servicio de regulación y vigilancia, debiendo ejercerse mucho ésta en las juntas de tubos para que, por dilataciones ú otros efectos, no se produzcan fugas de agua, que destruyen parquets y pavimentos en general.

Calefacción por el vapor.—Es sabido que si el agua sigue calentándose pasada su temperatura de ebullición, ó sea por encima de los 100 grados, se transforma en vapor, absorbiendo un cierto número de unidades de calor (calorías), que se denomina calor latente de vaporización, el cual abandona al condensarse, esto es, al transformarse el vapor en agua. La cantidad de calor latente varía con la temperatura del vapor producido, de la que depende *su presión.* Si esta presión no excede de 1 kilogramo, ó sea de dos atmósferas (equivalente á una altura de agua de 20,656 metros), á la que corresponde una temperatura del vapor de agua de 120,64 grados, el sistema se denomina de *calefacción por vapor á baja presión*, siendo de *media presión* cuando está comprendida entre 1 y 3 kilogramos, ó sea de dos á cuatro atmósferas, y de *alta presión* cuando se eleva sobre esta cifra (se llega hoy hasta 12 kilogramos en las calderas multitubulares). En la calefacción por vapor se evacua generalmente el agua de condensación á los 100 grados, aprovechándose, por consiguiente, para dicho objeto el calor latente de vaporización y el agua, que se conduce á la caldera para de nuevo ser utilizada.

Por la seguridad absoluta que puede obtenerse con las máquinas trabajando á presión tan poco diferente de la atmosférica, el vapor á baja presión es el casi exclusivamente empleado para la calefacción de las habitaciones, reservándose el aplicar la media y alta presiones en el calentamiento de edificios industriales; y algunas veces aquélla, en grandes edificios, hospitales, etc.

Como características de la aplicación en general del vapor, pueden mencionarse: el pequeño diámetro que necesitan los tubos de conducción, la facilidad de poner rápidamente en marcha y regular, forzándola ó debilitándola, la calefacción, y, sobre todo, su elasticidad, que se presta muy bien á las calefacciones intermitentes. En estos casos, y cuando se trate de calentar pabellones ó locales muy distantes, lo que llevaría consigo grandes pérdidas de calor si las tuberías fueran de gruesos diámetros, la superioridad del vapor sobre el agua caliente es indiscutible.

Cuando se utiliza el vapor á media ó alta presión, no habiendo que calentar más que un sólo edificio, se reduce inmediatamente esta presión á la salida de la caldera; si se quieren calentar con una instalación central varios edificios alejados unos de otros, se conduce el vapor á alta ó

media presión hasta un punto escogido como centro en cada edificio, reduciendo en él la presión para utilizar el vapor, ya con esta presión menor, en las tuberías y aparatos de calefacción. Los aparatos que se emplean para tal reducción se denominan, reductores y reguladores de presión, pudiendo en todos los casos el vapor que vehicula el calor, emplear éste en calentar directamente el aire atmosférico, ó en hacerlo por intermedio de una masa de agua.

En resumen; higiénicamente se prefieren hoy, de todos los sistemas en uso de calefacción: 1.°, los eléctricos; 2.°, los de vapor á baja presión ó agua caliente de circulación acelerada, dependiendo la preferencia de uno ú otro de estos últimos de las circunstancias especiales de cada caso.

Iluminación.—Hemos ya hablado de las propiedades benéficas de la luz solar y de la dificultad de conservar la debida limpieza en las habitaciones ó trozos de ellas donde la luz solar no puede llegar, convirtiéndose con su falta en receptáculos de polvo y origen de alteración de la pureza del aire. Conviene, en general, que todas las piezas de la vivienda gocen el mayor tiempo posible de la acción directa de los rayos solares, elemento prodigioso de salubridad; sólo hay excepción á favor de las habitaciones en las que se han de practicar trabajos muy delicados, como en salas de dibujo, de lectura, talleres de bordado, etc., etc., las que resulta preferible alumbrar abundante y uniformemente, pero no con la luz solar directa que fatiga la vista, sino con la luz solar difusa. A tales piezas debe, en lo posible, reservárseles la orientación NE. al hacer la distribución de la casa.

El alumbrado artificial, indispensable para la vida nocturna, necesita también ser bastante intenso, para no fatigar los órganos de la visión, cuando con él hayan de efectuarse trabajos delicados. Este alumbrado artificial es siempre menos higiénico que el natural, y por ello es obra de buena *higiene social* modificar las costumbres, tendiendo á reducir en lo posible el trabajo y la vida con luz artificial, que muchos, sin necesidad, substituyen por la vida de día, privándose con ello de la acción tónica general del Sol, mil veces más poderosa—como dice el Dr. Avilés—que la de las quinas, hierro, fosfatos y demás drogas de que se atascan los escuálidos estómagos para suplir aquellas deficiencias.

La mayor parte de las veces la obtención de la luz artificial lleva consigo el desprendimiento de productos de la combustión (entre los que se cuentan el ácido carbónico y el óxido de carbono) que impurifican el aire, al que, por otra parte, se roba oxígeno y siempre el aumento de temperatura en el interior de los locales alumbrados. La luz artificial debe tener, además de la intensidad conveniente, fijeza y coloración favorable, siendo, en resumen, preferible higiénicamente el sistema que

menos impurifique el aire por el doble concepto de desprendimiento de productos gaseosos y absorción de oxígeno, y que produzca luz más fija y de coloración que menos dañe los órganos visuales.

Cuanto más imperfecta es la combustión, mayor resulta la impurificación del aire; de aquí que con cualquiera de los sistemas de alumbrado que utilizan la combustión de un cuerpo, convenga el empleo de los aparatos perfeccionados y de los cuerpos menos impuros.

Las bujías, el aceite ordinario y el petróleo vician más el aire que el alcohol y el gas del alumbrado, empleando con estos sistemas buenos mecheros, no obstante lo cual, este último suele dar productos bastante perjudiciales (ácido y óxido de carbono, compuestos sulfurados, cianuro amónico, etc.), constituyendo un peligro permanente en las poblaciones las pérdidas de gas, dificilísimas de anular en las cañerías enterradas, y siendo muy inferior al acetileno. La luz eléctrica es, por este concepto, muy superior á todos los demás sistemas, pues como en las lámparas incandescentes no hay combustión, no existen desprendimientos gaseosos, ni consumo de oxígeno, siendo despreciables, por lo insignificantes, en las lámparas de arco valtáico estos efectos.

El alcohol emite menos calor que las bujías y el petróleo y éste menos que el gas, teniendo sobre todos preferencia la electricidad; sobre todo las lámparas eléctricas producen un calor muy escaso.

El aceite, las bujías, el petróleo y el gas dan una llama variable, poco fija, oscilante, muy inferior a la que proporcionan el alumbrado eléctrico y el acetileno, si bien es cierto que las deficiencias de aquellos sistemas pueden corregirse en gran parte con los mecheros especiales, que producen una fijeza muy aceptable.

Se prefiere se aproxime la luz artificial en coloración á la natural, acercándose al color blanco; la luz eléctrica y el acetileno figuran en primer término por este concepto, siguiendo el petróleo, alcohol, gas, aceite y bujías, por más que con los manguitos «Auer» y similares, la luz del gas ó la de alcohol toman una coloración blanca brillante muy superior á la rojiza, característica de aquellos productos.

En resumen, prescindiendo del factor económico y limitándonos al higiénico, resultan: el alumbrado eléctrico con una superioridad marcadísima sobre los restantes sistemas, siguiendo el acetileno, el gas y alcohol, petróleo, aceites y bujías de cera, sebo, parafina, etc. Indicamos como final que el alumbrado eléctrico es también el que mejor se presta á obtener la luz difusa y regular en las habitaciones por medio de reflectores, evitándose así esos frecuentes contrastes de luz y sombras que motivan un fatigoso cambio de sensaciones en la vista altamente perjudicial. Como beneficioso complemento de los reflectores, conviene decorar el te-

cho y mitad superior de las paredes en las habitaciones que pretendan iluminarse con luz difusa, en colores claros y uniformes, suprimiendo molduras y abultados que absorben luz y amortiguan la iluminación.

Alejamiento de focos insalubres.—De nada ó poco serviría que una casa reuniera todas las cualidades de salubridad que hemos ligeramente examinado, si estaba situada en las inmediaciones de charcas, pantanos, fábricas ó establecimientos productores de gases nocivos, cementerios, mataderos deficientes, etc., etc., ó rodeada de viviendas insalubres, focos permanentes de infección del aire, del que habían de nutrirse las casas ó edificios próximos. Debe, en resumen, cuidarse siempre de alejar toda vivienda que se pretenda resulte sana de los focos de insalubridad, situando los edificios industriales ó locales calificados de insalubres en las ciudades lejos del casco de la población y en sitio donde los vientos habituales alejan esos gases nocivos de la zona habitada.

Conclusiones.—Reasumiendo, y aunque incurramos en repeticiones, creemos útil reproducir las conclusiones presentadas al I Congreso Regional de Higiene de Cataluña (Barcelona, 1906) por el profesor de la Escuela de Arquitectura de la ciudad condal, Sr. Bertrán, sobre «Higiene de la vivienda», son las siguientes:

«1.° Emplazar la vivienda de manera que jamás la puedan llegar las causas de insalubridad que se originan en los edificios insalubres por medio de las corrientes de la envolvente, vientos, y de las de la sustentante, así gaseosas, como líquidas.

2.° Orientar la vivienda de tal suerte, que sus fachadas reciban el mayor tiempo posible la acción de la luz solar directa.

Lo propio, con relación á los patios, á fin de conseguir que lleguen los rayos solares al fondo ó piso de los mismos.

Para cumplir estas condiciones precisa que se aumente la superficie de los espacios libres de las poblaciones, vías de comunicación y la de las casas, patios, en consonancia con la latitud del lugar en que se exija la vivienda; en otros términos, la superficie destinada á espacio libre crecerá en razón directa de la latitud del lugar.

3.° Teniendo en cuenta que los vegetales amortiguan la presión del viento, sanean la atmósfera, y muy especialmente el suelo, mitigan las inclemencias solares y decoran los espacios libres, se colocarán, debidamente emplazados y cuidadosamente entretenidos, ciertas y determinadas plantaciones en aquellos espacios libres de las poblaciones que lo requieran.

4.° Debido al proceso de mineralización de las substancias orgánicas al ponerse en contacto con el suelo, se altera la composición de los fluidos que por éste circulan; en su virtud, y atendiendo que por multi-

tud de causas pueden dichos fluídos, más ó menos contaminados, llegar con facilidad á las construcciones, se aislarán éstas del suelo, á fin de que jamás puedan el aire subterráneo y las aguas telúricas alcanzar las viviendas. Se consigue que este aislamiento sea un hecho construyendo cámaras de ventilación (no consintiendo que en éstas se more) y empleando en la confección de los cimientos materiales y disposiciones especiales que aseguren la impermeabilidad perfecta.

5.° Evítese la infección de los suelos ó sustentante de los edificios, impermeabilizando las calles por medio de pavimentos especiales y canalizando por conductos ó cloacas totalmente impermeables las aguas sucias, ya procedan de las lluvias, ya de la limpieza, ya de las letrinas.

6.° La red de canalización de las aguas sucias ó cloacas deberá estar dispuesta y entretenida de tal suerte, que constantemente la bañe el agua. La ventilación de estos conductos tendrá lugar por medio de chimeneas especiales. Se colocarán cierres convenientemente dispuestos, á fin de que el aislamiento entre la atmósfera de las cloacas y la de las calles sea un hecho.

7.° Procediendo la humedad de las viviendas de las aguas meteóricas, de las telúricas y de las que se emplearon en la confección de las fábricas que integran la vivienda, se evitará que exista ese capitalísimo defecto con una perfecta canalización de las aguas de lluvia, impermeabilizando los muros expuestos á la acción de las subterráneas y prohibiendo habitar las casas hasta que tengan el grado de sequedad debido.

8.° Cubicar todo local habitado, especialmente los dormitorios, escuelas, talleres, y, en general, toda dependencia en la que se permanezca un lapso de tiempo considerable, en armonía con el número de individuos que utilizan el local.

9.° Exponer á la acción directa de los rayos solares las dependencias precedentemente citadas, así como cualquiera otra que por circunstancias especiales haya probabilidad de que se altere su atmósfera.

10. Establézcase una completa incomunicación entre los locales habitados y los tubos ó conductos por los que se canalizan las aguas sucias que imprescindiblemente se originan en las viviendas; para conseguir este resultado, exíjase la colocación de un perfecto cierre hidráulico (sifón) en todos los orificios de evacuación, cierre que, para que sea tal, requiere una instalación perfecta y ventilación precisa.

11. Revestir los locales por medio de materiales que no dificulten la ventilación intersticial, tan preciosa para evitar la presencia de la humedad y desarrollo de sus organismos en los elementos constructores; en su virtud, el empleo de materiales con debido grado de porosidad debe aconsejarse.

Sin embargo, se podrá recurrir y hasta exigir el empleo de materiales de revestimento con un grado de porosidad igual á cero, en ciertos y determinados casos y en locales de edificios especiales.

12. Todo material de revestimiento á base orgánica, sin debida preparación y especial entretenimiento, atenta á la puridad del local. Lo propio acontece con los que en su composición contienen determinadas sales metálicas, en especial las del metaloide arsénico.

13. Caldear las habitaciones por medio de sistemas de calefacción que tengan el hogar ó manantial calorífero fuera del local que se quiere calentar, á fin de evitar toda probabilidad de que se modifique la composición del aire respirable por los productos de la combustión; en su virtud, los únicos sistemas de elevar la temperatura en las viviendas que hoy día deben aconsejarse, son la calefacción por vapor, por agua y la electricidad.

14. Iluminar los locales habitados de manera que la luz reúna las mejores condiciones de intensidad y pureza; en su consecuencia, y por lo que á la iluminación natural se refiere, se dispondrá para que sea natural y alta; en cuanto á la artificial, se eligirá el sistema que asegure la mínima alteración de la atmósfera que le sirve de comburente. Tanto en un caso como en otro, la cantidad de luz necesaria depende de cada caso particular.

15. La ventilación de un local es necesaria en todas las épocas del año; pero es indispensable en las estaciones frías, dado que en esta época la incomunicación en la envolvente de la vivienda es mucho mayor, y, en su consecuencia, la contaminación, debida á la presencia del hombre, aumenta. Increméntase ese mal por el empleo de imperfectos sistemas de calefacción y de iluminación.

16. Ventilar los locales de tal suerte que el aire, con las debidas condiciones de puridad y temperatura, llegue á las vías respiratorias, recorriendo la mínima trayectoria posible; á cuyo fin debe aconsejarse, y en cuanto sea posible instalarse, el sistema de ventilación que renueve el aire, introduciendo, por impulsión, el puro, teniendo éste su entrada por la parte alta de los locales y eliminando el viciado, por aspiración, emplazando los orificios de evacuación en la parte baja de los mismos; en una palabra, la ventilación tendrá lugar de arriba abajo.

17. Si la vivienda no se ventila artificialmente, al construirla se la dispondrá de tal suerte, que la ventilación natural, aunque insuficiente siempre, pueda tener lugar de la manera más activa posible; en su virtud, la colocación de conductos de dimensiones suficientes y de emplazamiento adecuado; la distribución perfecta de los huecos, así en fachadas como en el interior, el empleo de vidrios perforados y otro sinnúmero d

soluciones que la higiene dicte para que espontáneamente se establezca la renovación del aire confinado en un local, resuelven en una parte muy aceptable el problema.

18. El espesor y disposiciones de los muros y de las cubiertas se regulará en armonía con las constantes térmicas de cada localidad y las que correspondan al material que se emplea en la confección de la periferia de la vivienda.

19. Se protegerá la vivienda por medio de racionales sistemas de cuantos agentes puedan atentarlo; en su virtud, se tendrá presente si en ellas se canaliza el gas del alumbrado ú otros especiales, ó si es la electricidad lo que circula los accidentes que pueden ocasionar, evitables casi siempre cuando se tiene conocimiento de las causas y los orígenes.

20. Se preservarán las casas de los efectos del rayo instalando pararrayos y no olvidando que éstos deben comprobarse de vez en cuando para asegurar que no existe solución alguna de continuidad desde las puntas á los pierdefluídos.

21. Siendo pie forzado conducir por el suelo de las poblaciones las aguas potables, se canalizarán de modo que jamás puedan correr peligro de contaminarse por las filtraciones del terreno en que se ponen en contacto los acueductos por que circulen; por lo tanto, se impone canalizarlos introduciéndose en galerías visitables y ventiladas.

22. Todas las aguas que se destinan á la alimentación deben, imprescindiblemente, depurarse. Su depuración ó mejoramiento debe ser practicada por la Empresa abastecedora, y, á fin de asegurar la más completa pureza y que desaparezca todo peligro de contaminación que pudiera tener lugar mientras se canalice por el subsuelo, sería conveniente hacerlas sufrir otra depuracion en la misma vivienda. Esta operación es rigurosamente necesaria en el caso de que la Empresa abastecedora no cumpla esa humanitaria labor.

23. Las aguas destinadas á la alimentación deben tenerse almacenadas el menor tiempo posible, y para ello se emplearán depósitos perfectamente visitables y de fácil y espontánea limpieza, emplazados en locales completamente aislados de toda causa de insalubridad. Estas aguas deben canalizarse en el interior de los edificios por conductos totalmente independientes y almacenados en depósitos distintos de los que se utilizan para conducir y almacenar el agua que se emplea para la limpieza.

24. Las Ordenanzas municipales, en las cuestiones que con la higiene de la habitación se refieren, deben estar totalmente inspiradas en lo que la verdadera ciencia de la higiene dicta, y cuantos impuestos, cargas y derechos se impongan á las viviendas, así en su construcción como en su modificación, deben dirigirse á lo que, ya sea de un modo directo

ó indirecto, atente contra la salubridad; en su virtud, los impuestos deben gravar los macizos, así en planta como en alzado, jamás los huecos.

25. El exacto cumplimiento de las leyes que la higiene dicta debe ser considerado como un deber humanitario por parte de las Corporaciones oficiales, de los arquitectos y de los propietarios. Sin embargo, precisa reconocer que los arquitectos, por su indiscutible carácter de higienistas, están en posesión de los conocimientos que tan importantísimo ramo de su saber les dicta, deben siempre proyectar y construir para que la higiene en la vivienda sea un hecho; desechando, por dignidad profesional, toda imposición atentatoria á la salubridad de la construcción que dirige. Los Ayuntamientos, por su parte, no deben consentir que con multas insignificantes queden legalizadas infracciones considerables en el orden higiénico.

26. Las Corporaciones, á cuyo cargo está la inspección de cuanto con la higiene se relaciona, deben exigir que, antes de que una vivienda sea habitable, se inspeccione minuciosamente, y caso de cumplir las leyes que la higiene dicta, podrá habitarse; si no las cumple, debe negarse su ocupación ó empleo y ordenar su modificación.

Periódicamente deberán inspeccionarse las viviendas para asegurar su constante salubridad.

Esta inspección debe verificarla personal facultativo encargado exclusivamente de este ramo, tan abandonado por desgracia ó ignorancia, y que tanta relación guarda con la salud pública.»

LA HIGIENE Y EL ESTILO MODERNO DE ARQUITECTURA

La ecléctica y decadente arquitectura del pasado siglo, camina hoy á ciegas por derroteros inciertos, sin acabar de encontrar la verdadera orientación que dé forma y carácter, que defina el estilo moderno de arquitectura; estilo que debe perpetuar el período actual perfectamente definido y clasificado en la historia del mundo, materializando en las construcciones nuestro mayor conocimiento del modo de trabajar en obra los antiguos materiales y los modernos productos, y sobre todo, nuestras necesidades de comodidad é *higiene*. Apreciada ya hoy en todo su valor la influencia sobre el organismo del sol, del aire y de la luz, hácese preciso darles entrada abundante en las viviendas, modificando las antiguas formas arquitectónicas cuanto lo exijan las conveniencias higiénicas, pri-

meras á que debe atender el constructor, no escaseando aberturas, ni reduciendo innecesariamente las dimensiones de los vanos, ni interponiendo obstáculos á la más amplia aireación. La higiene, pues, debe, en definitiva, imponer sus mandatos hoy que no es dudosa su eficacia, y *caracterizar*, por lo tanto, los modernos estilos arquitectónicos, ganando no poco las urbes, cuando esto suceda, en salubridad.

APÉNDICE

LEGISLACIÓN SANITARIA ESPAÑOLA

Medidas que deben adoptarse por el Estado y los Municipios, para disminuir la mortalidad en España.

LEGISLACIÓN SANITARIA ESPAÑOLA

MEDIDAS QUE DEBEN ADOPTARSE POR EL ESTADO Y LOS MUNICIPIOS, PARA DISMINUIR LA MORTALIDAD EN ESPAÑA

XXXV

Comparamos en el capítulo primero de esta obra la mortalidad media de las principales capitales del extranjero, con la que se produce en las de España, presentando las estadísticas internacionales del último período decenal (1891 á 1900) según las cuales, de todas las naciones de Europa, sólo Rusia tuvo una mortalidad media anual (33,4 por 1.000) superior á la de España (30,00 por 1.000) é hicimos ver el capital que según diversos autores representa ese exceso de mortalidad anual, que *rotundamente* puede afirmarse, no obedece á condiciones de clima sino que está en manos de gobernantes y gobernados hacer desaparecer, sin más que dar cumplimiento á los preceptos higiénicos, hoy aceptados por las naciones cultas, y á cuya exposición extractada hemos dedicado las cinco partes de este libro.

España ofrece actualmente á la consideración del mundo—decía de Real orden en 20 de julio de 1903, el Ministro de la Gobernación señor García Alix—datos estadísticos abrumadores que nos colocan en punto á higiene y salubridad públicas en *humillante* situación ante propios y extraños; y cuando esto se dice en los periódicos oficiales, poco nos queda que agregar á nosotros. Felizmente las estadísticas de los últimos años, señalan una acentuada tendencia á la baja constante en la mortalidad media, debido sin duda á que aunque lentamente algo progresamos en materia de higiene y sanidad.

Véanse en comprobación los resultados que, salvo errores de imprenta ó suma en las cifras insertas mensualmente en la *Gaceta* dan las estadísticas llevadas por el Instituto Geográfico, representativas de la mortalidad durante el 1907 en las 49 provincias españolas, cifras que hemos agrupado convenientemente, agregando los datos de población en 31 de diciembre de dicho año para poder obtener los respectivos tantos por 1.000 habitantes y el promedio general de España que resulta ser 23,79, cifra bastante menor que la de 30,00 promedio antes citado del decenio:

Mortalidad de España durante el año 1907, según los datos oficiales.

PROVINCIAS	POBLACIÓN calculada en 31 de Diciembre de 1907.	Defunciones, tanto por 1000.	DEFUNCIONES EN LOS MESES DEL AÑO 1907												TOTAL de defunciones.
			Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto.....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.	
Alava	101.183	21,4	242	216	235	235	178	136	152	193	180	144	149	182	2.172
Albacete	250.282	25,8	512	605	671	552	476	514	667	624	493	491	408	453	6.466
Alicante	494.094	20,9	1.004	1.130	1.068	885	788	730	777	831	811	845	685	794	10.348
Almería	378.188	24	766	829	846	817	738	692	756	708	761	740	671	756	9.080
Avila	213.332	28,5	434	522	555	538	449	517	585	666	541	454	410	412	6.075
Badajoz	560.063	20,4	959	942	1.114	1.004	999	1.291	1.366	1.428	1.259	1.214	978	946	13.500
Baleares	316.530	18,8	596	605	691	586	459	428	468	456	450	450	386	404	5.978
Barcelona	1.145.953	21,5	2.821	2.820	2.343	2.070	1.911	1.691	1.795	1.841	1.675	1.849	1.839	2.038	24.693
Burgos	351.117	29	909	904	950	921	792	617	700	984	978	862	780	822	10.219
Cáceres	390.164	28,7	823	774	966	942	819	1.022	1.117	1.154	1.001	1.007	801	819	11.205
Cádiz	480.337	25,2	1.126	1.038	1.218	1.000	1.020	1.088	898	900	949	1.001	924	924	12.086
Canarias	403.908	17,6	636	564	513	527	566	545	611	649	613	646	606	645	7.121
Castellón	323.753	21	655	734	768	575	553	535	525	496	495	433	455	531	6.805
Ciudad-Real	349.377	28,4	699	828	1.008	773	628	804	1.123	1.038	929	816	665	613	9.924
Córdoba	495.150	26,3	1.137	1.056	1.284	1.166	988	1.099	1.118	1.198	1.063	1.132	835	934	13.020
Coruña	696.936	20,2	1.593	1.532	1.500	1.312	1.223	999	913	1.044	1.106	1.142	1.078	1.115	14.515
Cuenca	263.528	27,9	593	576	733	643	582	461	679	730	646	605	529	551	7.353
Gerona	302.018	22,9	758	678	698	593	538	435	484	629	530	507	483	587	6.920
Granada	516.622	22,8	992	979	1.104	1.055	940	1.057	1.403	1.426	1.050	942	878	973	11.799
Guadalajara	207.434	26,9	454	458	578	481	464	344	482	566	495	488	391	389	5.590
Guipúzcoa	207.692	19,7	371	430	441	445	210	287	272	311	317	312	293	313	4.102
Huelva	270.997	25,9	622	662	693	545	519	563	535	583	573	594	523	551	6.988
													886	992	13.712

Jaén	512.682	26,7	1.115	1.207	1.291	1.218	1.100	1.147	1.300	1.374	1.043	1.085	886	992	15.712
León	408.797	24,7	924	923	942	909	801	641	681	848	947	727	828	816	9.988
Lérida	276.447	23,4	553	629	578	550	486	410	440	424	404	424	425	424	5.787
Logroño	201.526	26,1	420	456	560	489	389	383	409	496	487	413	361	400	5.263
Lugo	494.004	21,4	1.252	1.216	1.059	872	769	675	659	779	752	832	833	867	10.575
Madrid	842.052	25,6	2.480	2.252	2.257	1.877	1.727	1.673	1.845	1.594	1.391	1.412	1.473	1.588	21.569
Málaga	521.863	24,8	1.003	1.035	1.235	1.205	1.108	1.120	1.089	1.100	1.128	1 103	914	906	12.946
Murcia	635.773	23	1.311	1.489	1.516	1.362	1.139	1.156	1.163	1.115	1.049	1.127	1.043	1.183	14.653
Navarra	317.979	19,7	596	561	670	613	506	439	538	575	482	461	388	451	6.280
Orense	417.187	22,7	1.011	917	823	794	683	539	602	821	936	884	831	753	9.494
Oviedo	670.081	22,5	1.498	1.479	1.413	1.530	1.381	1.050	1.000	959	1.099	1.130	1.157	1.231	15.127
Palencia	201.110	27,7	561	562	528	466	420	377	355	450	530	521	402	428	5.580
Pontevedra	482.414	21	1.133	986	957	868	794	643	688	782	832	874	793	823	10.138
Salamanca	334.325	23,1	646	711	739	675	619	562	778	924	826	712	669	673	7.733
Santander	307.970	22,4	673	628	634	663	508	480	506	564	586	580	536	598	6.916
Segovia	168.303	27,6	367	329	353	343	305	254	379	549	390	368	386	340	4.363
Sevilla	578.853	30,2	1.620	1.591	1.749	1.402	1.452	1.506	1.308	1.383	1.346	1.325	1.213	1.332	17.534
Soria	156.812	26,2	344	322	387	326	291	249	296	519	411	330	309	331	4.115
Tarragona	333.179	20,2	706	743	700	598	554	502	465	477	442	518	499	542	6.746
Teruel	256.401	25,4	567	657	669	571	491	423	601	598	555	539	474	414	6.539
Toledo	405.497	26	888	957	963	756	636	738	1.042	936	852	895	773	807	10.560
Valencia	856.188	21,9	1.817	2.018	2.064	1.634	1.441	1.338	1.534	1.412	1.350	1.538	1.355	1.563	18.761
Valladolid	295.470	28,1	693	711	769	652	615	553	742	886	826	700	591	590	8.328
Vizcaya	362.880	20,6	734	635	675	692	565	481	476	580	571	565	658	664	7.496
Zamora	286.889	21,6	579	528	713	522	506	465	567	748	735	712	580	571	6.226
Zaragoza	436.298	26,7	1.067	1.109	1.034	871	833	882	1.063	1.008	830	816	712	802	11.647
TOTAL	19.712.585	1175,70													

Promedio general de España por 1000 habitantes $\frac{1175,70}{49} = 23,79.$

Por idéntico procedimiento y salvo errores de imprenta y suma, hemos, igualmente, deducido de los estados mensuales de mortalidad insertos en la *Gaceta* los tantos por 1.000 durante el 1907 (2.° semestre) en las capitales de provincia, los que anotamos á la inmediación de los correspondientes al 1900 para que pueda apreciarse claramente el progreso sanitario de España.

	CAPITALES DE PROVINCIA	Población en 31 de Diciembre de 1907.	Tanto por 1000 de defunciones el año 1907	Tanto por 1000 el año 1900.
706	Vitoria	32.225	22	25,4
552	Albacete	22.160	25	33
1.166	Alicante	52.992	22	27
1.490	Almería	50.014	29,8	34,8
378	Avila	12.635	30,2	35
772	Badajoz	32.099	24,2	31,4
1.204	Palma de Mallorca	65.575	18,3	23
12.678	Barcelona	576.704	21,8	25,2
990	Burgos	30.833	31,9	31,6
452	Cáceres	17.455	25,8	35
1.886	Cádiz	69.058	27,3	33,5
726	Santa Cruz	42.145	17	18,8
666	Castellón	31.374	21,5	30,6
604	Ciudad Real	15.987	37,7	36,8
1.934	Córdoba	60.723	31,7	34
960	Coruña	46.047	20,8	34
418	Cuenca	11.248	38	37,6
570	Gerona	16.003	36,1	47
2.364	Granada	77.184	30,7	38,8
314	Guadalajara	11.630	27,3	25,2
904	San Sebastián	41.266	22	27,6
794	Huelva	23.093	34,5	33,8
396	Huesca	12.998	30,4	31,4
866	Jaén	26.956	32	36,5
716	León	16.438	43,5	41,8
596	Lérida	21.714	27	29,5
664	Logroño	20.401	32,4	32,2
788	Lugo	27.811	28,1	30,5
13.918	Madrid	576.045	24,1	32,8
3.708	Málaga	141.649	26,1	29,7
2.884	Murcia	115.097	25	30,3
678	Pamplona	29.786	22,6	34,5
532	Orense	15.854	33,2	36
1.392	Oviedo	50.989	27,2	35,2
532	Palencia	16.360	33,2	37,5
482	Pontevedra	22.828	21	18,2
940	Salamanca	27.160	34,8	41,6
1.770	Santander	58.366	30,5	33,2
360	Segovia	15.273	24	32,4
5.062	Sevilla	152.815	33	40,5
206	Soria	7.361	28	32,8
558	Tarragona	24.173	23,2	20,5

	CAPITALES DE PROVINCIA	Población en 31 de Diciembre de 1907.	Tanto por 1000 de defunciones el año 1907.	Tanto por 1000 el año 1900.
326	Teruel	10.851	29,6	39
632	Toledo	24.169	26,3	43,10
4.952	Valencia	226.690	21,8	28,4
2.134	Valladolid	72.605	29,5	34,6
2.394	Bilbao	92.900	25,8	33,8
668	Zamora	16.869	39,2	39,8
2.726	Zaragoza	103.720	26,3	32

La reducción que este cuadro señala en la mortalidad de España, apreciada en su conjunto y la que se observa al comparar la media de 1907 con las de años anteriores (1), es, sin embargo, pequeña para que el Estado deje de preocuparse del exceso de vidas que indebidamente se pierden cada año, por falta de higiene y de tomar medidas que estimulen á los buenos Ayuntamientos (Santa Cruz, Bilbao, San Sebastián, Alicante, etc.) que han sabido reducir la mortalidad de sus capitales á términos aceptables y castigar á los malos que, como los de León, Sevilla, Ciudad Real, Zamora, Gerona, Jaen, etc., ven tranquilamente pasar los años sin que la mortalidad baje de límites tan vergonzosos.

España necesita una perseverante y vigorosa campaña higiénica, para llevar á cabo la cual tienen su puesto bien marcado el Estado, los Muni-

(1) Los datos que siguen proceden del Instituto Geográfico y Estadístico:

AÑOS	Número de defunciones por cada 1000 habitantes
1890	32,56
1891	31,81
1892	31,05
1893	30,22
1894	30,96
1895	29,25
1896	29,82
1897	28,68
1898	28,55
1899	28,88
1901	28,82
1902	27,62
1903	26,07
1904	24,63
1907	28,79

cipios y el público, siendo de notar que los mayores progresos en el saneamiento de los pueblos obtiénense siempre cuando la masa general del país, por su cultura, lejos de recibir con protesta toda disposición beneficiosa para la higiene general, emanada del Poder central, la ve con agrado y hasta la solicita. Esa evolución, tan necesaria en nuestro público, tiene el Gobierno la obligación de facilitarla por todos los medios, comenzando por imponer la higiene, para apoyándose en los resultados obtenidos, acudir después á la persuasión por el ejemplo.

EL ESTADO Y LA HIGIENE PÚBLICA EN ESPAÑA

Nadie duda de que practicando la higiene en su doble aspecto de individual ó particular y pública ó colectiva, se mejoran las condiciones de vida y se prolonga ésta, con lo que aumenta la riqueza y bienestar de los pueblos y el vigor de la raza. Al Estado que incumbe velar por el fomento de los intereses del país y por la seguridad de los ciudadanos, compete, en primer término, procurar el mejoramiento de la higiene pública dictando y obligando á cumplir las leyes sanitarias, organizando y sosteniendo una administración sanitaria adecuada y proporcionando los recursos que ésta y el cumplimiento de aquéllas exijan, teniendo en cuenta que los gastos que se destinan al mejoramiento de la higiene son reproductivos.

Legislación y organización sanitaria españolas.—La legislación que actualmente rige, se reduce á la Instrucción general de Sanidad pública, aprobada con carácter definitivo por Real decreto de 12 de enero de 1904, una parte muy pequeña de la ley de Sanidad de 1855 modificada el 1866, algunos artículos del Código Penal, el Real decreto (16 noviembre 1900) del Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas, aprobando el Reglamento sobre el enturbiamiento é infección de las aguas públicas y sobre aterramiento y ocupación de sus cauces con los líquidos procedentes del lavado de los minerales ó con los resíduos de fábricas, la Instrucción de 28 abril 1905 del Ministerio de Instrucción pública y Bellas Artes sobre condiciones higiénicas que deben llenar los edificios escolares, la Real orden de 13 de julio de 1901 de Gobernación sobre saneamiento de edificios públicos y algunas otras (muy pocas) Reales órdenes del propio Ministerio relativas á cementerios, sanidad y policía sanitaria. Por sus tendencias, pueden también incluirse entre la legislación sanitaria la ley de 18 de marzo de 1895 sobre Saneamiento y mejora interior de las poblaciones y la de 22 de diciembre de 1876 sobre ensanche de poblaciones, beneficiada por la de 25 septiembre 1892

sobre impuesto de derechos reales y la ley de 8 de febrero de 1907, así como los respectivos reglamentos para su aplicación y algunos de los preceptos de la ley de Aguas de 1879. Las leyes municipal y provincial establecen la limitación de atribuciones que en materia de higiene compete á estas entidades y la que corresponde al Estado. Esta legislación, á más de ser deshilvanada, deficiente é incompleta, *queda incumplida*, resultando poco menos que ilusoria su existencia. Para poder fijar estas deficiencias é indicar la forma de corregirlas, comenzaremos por hacer de ella un extracto ligero.

La Instrucción general de Sanidad ha modificado, en su mayor parte, las antiguas leyes de Sanidad de 1855 y 24 de mayo de 1866, y compendiado gran número de Reglamentos, Reales órdenes y Disposiciones de la suprimida Dirección general de Beneficencia y Sanidad. A pesar de lo aparatoso de su preámbulo, en el que se habla del gran acopio de informes valiosos, y de haberse enviado al Congreso Internacional de Higiene de Bruselas de 1903 y Conferencia sanitaria de París, mereciendo el aplauso de ambas Asambleas; la tal Instrucción es obra bastante *imperfecta*, entre otras razones, por no dar medios para cumplimentar sus preceptos, sin que por ello deje de contener disposiciones muy recomendables y de marcar una buena orientación, más teórica que práctica.

Según dicha Instrucción, los servicios de Sanidad é Higiene pública continúan dependiendo del Ministerio de la Gobernación con las delegaciones necesarias en gobernadores, alcaldes y Juntas.

El funcionamiento, en conjunto, de estos servicios, lleva consigo una organización consultiva y otra inspectora, aparte de la organización de las profesiones sanitarias libres y oficiales; todo bajo las inmediatas órdenes del Ministro de la Gobernación que es presidente nato del Real Consejo de Sanidad y bajo las que quedan los dos Inspectores generales de Sanidad. La Instrucción general de Sanidad comprende, además, el régimen sanitario interior y los servicios generales de Sanidad.

La organización consultiva abarca: el Real Consejo de Sanidad, y las Juntas provinciales y municipales de Sanidad, pudiendo además el Gobierno pedir informes técnicos á la Real Academia de Medicina y á cualquier autoridad científica colectiva ó individual. La organización inspectora comprende: dos Inspectores generales denominados de Sanidad interior y exterior respectivamente, de los que dependen los Inspectores provinciales de Sanidad, los Inspectores municipales y los Subdelegados de Medicina, Farmacia y Veterinaria, existentes en cada partido ó distrito judicial. Estos Subdelegados están encargados de la vigilancia de las profesiones sanitarias libres (Medicina, Cirugía, Farmacia, Veterinaria, arte de los partos, practicantes, dentistas) en lo referente á la legitimidad de los títulos y á su regular ejercicio.

La organización de las profesiones oficiales, afecta á los cuerpos de Médicos, Farmacéuticos y Veterinarios *titulares* (al servicio de los Ayuntamientos), y al de Médicos de establecimientos de aguas minerales y de sanidad de puertos.

El *Real Consejo de Sanidad*, cuya creación data del 1875, consta actualmente de un Presidente (el Ministro de la Gobernación), un Vice, dos Secretarios (los Inspectores Generales de Sanidad exterior ó interior), 14 Consejeros natos y 29 de Real nombramiento. El Consejo está dividido en las siguientes secciones:

a) Sanidad exterior de puertos y fronteras.
b) Epidemias y epizootias.
c) Estadística.
d) Vacunación é inoculaciones preventivas.
e) Cementerios é inhumaciones.
f) Aguas minerales.
g) Personal y profesiones sanitarias.
h) Legislación.
i) Contabilidad.
j) Higiene provincial y municipal.

El Vicepresidente, cuatro Consejeros (de ellos uno Abogado y otro Farmacéutico) y cuatro suplentes, forman la comisión permanente del Consejo que se reune en pleno cuando esta comisión ó el Presidente lo juzguen oportuno.

Todos los Consejeros son Excelentísimos Señores y ninguno percibe sueldo por el cargo, pues los dos Secretarios que cobran 10.000 pesetas, hácenlo como Inspectores Generales que son de Sanidad. Este consejo podrá proponer las reformas y medidas sanitarias que estime convenientes, por propia iniciativa ó á consulta. Reside en Madrid.

La *Junta provincial de Sanidad* reside en la capital de cada provincia. La preside el Gobernador civil y forman parte de ella un Vicepresidente, doce Vocales natos y ocho de Real orden, siendo Secretario el Inspector provincial de Sanidad. En las poblaciones de más de 100.000 habitantes el número de vocales efectivos será el doble del indicado. La comisión permanente la forman el Vicepresidente, el Secretario y tres Vocales y deben correr á cargo de ella, un laboratorio de higiene donde puedan analizarse las substancias alimenticias, y existan materiales de desinfección y un Instituto de Vacunación, capaz para las necesidades de los pueblos de la provincia.

Las Juntas provinciales, son á la vez municipales para la capital y en tal concepto manda el artículo 26, redacten *un reglamento general de higiene* para la provincia y otro especial para la capital. Informa esta

Junta en todos los asuntos de higiene general de la provincia y en los expedientes sobre los facultativos titulares.

Las *Juntas municipales de Sanidad* son presididas por los alcaldes de la población en que residen siendo Secretario el Inspector municipal de Sanidad, y en las capitales de partido el Subdelegado de Medicina, variando el número de vocales natos y electivos, según que el vecindario de los municipios exceda ó baje de 25.000 almas. Estas Juntas deben sostener un laboratorio municipal de análisis y desinfección, no siendo obligatorio el Instituto de Vacunación y están obligadas á redactar en el primer año un reglamento especial de higiene para la población y el término municipal, adaptado á las condiciones locales.

Tanto á las Juntas provinciales como municipales, marca la Instrucción se procure agregar una comisión de señoras para secundar la vigilancia en la asistencia de enfermos pobres, é higiene de los párvulos, lactancia, embarazo y puerperio. Respecto á los fondos con que los citados laboratorios han de crearse y sostenerse limítase la Instrucción á significar serán los que se asignen en presupuestos generales ó provinciales y los procedentes de derechos sanitarios que no se mencionan.

La organización inspectora divide los servicios en de Sanidad exterior é interior, existiendo las Inspecciones Generales de Sanidad (exterior é interior) en substitución de la suprimida Dirección general de Sanidad. A cargo de la primera (exterior) corren los servicios sanitarios de puertos y de fronteras, aduanas, transportes en la Península, exportación é importanción de ganados y mercancías; y los de propaganda sanitaria, estadísticas, comisiones en el extranjero y relaciones sanitarias con éste. Corresponden á la Inspección General de sanidad interior, todos los servicios de higiene general, municipal y provincial, vacunación, cementerios y exhumaciones, aguas minerales, así como la vigilancia en la asistencia médica domiciliaria ú hospitalaria en sanatorios, hospitales, inclusas, asilos y demás centros ó Institutos de la Beneficencia particular, en cuanto se refiere á su funcionamiento higiénico y sanitario. Los dos Inspectores Generales de Sanidad han de ser Académicos de la Real de Medicina. En cada provincia hay un *Inspector provincial de sanidad,* con residencia en la capital, á cuyo cargo están los servicios de sanidad é higiene pública de la provincia. Figuran entre las obligaciones de éste: 1.°, cuidar de que en los hospitales, asilos y demás establecimientos benéficos de la provincia se guarden las prescripciones generales de higiene; 2.°, vigilar el Laboratorio de Higiene y el Instituto de Vacunación; 3.°, inspeccionar los servicios de sanidad exterior donde

existan. Tiene bajo su dependencia todo el personal adscrito á los servicios de sanidad de la provincia y comunica directamente con los Inspectores Generales de sanidad interior y exterior. Los Inspectores provinciales se nombran por oposición entre los doctores en Medicina reuniendo ciertas condiciones.

En todo municipio habrá un *Inspector municipal* de Sanidad, siempre que su población no pase de 4 000 almas y tantos más cuantas veces se doble esta cifra. Según la importancia del Ayuntamiento recae el nombramiento, en médicos designados para estos cargos, en el Subdelegado de Medicina ó en un médico titular.

Las funciones que en lo referente á higiene se asignan á estos Inspectores municipales son importantísimas, como puede verse por el siguiente extracto de ellas: 1.°, entender en los proyectos y obras de establecimientos benéficos, construcción ó reforma de cementerios, vías públicas, fuentes, lavaderos, conducciones de agua, alcantarillas, mataderos, locales públicos, etc., etc.; 2.°, girar una visita mensual á las escuelas y consignar por escrito las deficiencias de higiene que adviertan en los locales, mobiliario y régimen educativo; 3.°, visitar los mercados, tiendas, puestos de alimentos y reconocer periódicamente las aguas potables; 4.°, promover la extirpación de focos infecciosos; 5.°, recoger y enviar al Subdelegado de Medicina del distrito las estadísticas que los médicos libres y titulares de la demarcación deben mandarle mensualmente; 6.°, informar sobre la habilitación higiénica de las viviendas particulares que se construyan en poblaciones de más de 15.000 almas y en cualquier pueblo respecto á escuelas, teatros, casinos, locales de reunión y casas de comidas, percibiendo honorarios con arreglo á tarifa por este último servicio. Los Inspectores municipales dependen del Inspector provincial y son jefes del personal adscrito á la Sanidad en el Municipio.

Profesiones sanitarias libres. Solamente interesa á nuestro objeto, de cuanto figura en este capítulo de la Instrucción hacer constar, que todo Médico en ejercicio está obligado: 1.°, á enviar mensualmente al Inspector municipal una relación de las enfermedades por él asistidas, expresando el diagnóstico y terminación de las mismas; 2.°, á dar inmediato aviso á dicho Inspector de todo caso de enfermedad epidémica, infecciosa ó contagiosa; 3.°, á coadyuvar á la formación de estadísticas en la forma que legalmente se determine. Igual obligación que los médicos, tienen los veterinarios, parteras, practicantes, etc., sobre los casos de enfermedad infecciosa ó epidémica en personas ó ganados.

Los *Subdelegados de Medicina, Farmacia* y *Veterinaria,* de cada una de cuyas clases hay uno en todo partido ó distrito judicial, están encargados de evitar y perseguir las instrusiones en las profesiones respec-

tivas, encomendándoles el Estado la misión de formar estadísticas y reunir en un cuadro los primeros las que les envíen los Inspectores municipales de Sanidad de sus distritos debiendo remitirlas todas al Inspector provincial del que dependen. Estos Subdelegados tienen derecho á percibir honorarios por ciertos servicios.

Profesiones sanitarias oficiales. Es obligatorio para los Ayuntamientos españoles sostener para el servicio de asistencia á los enfermos pobres un médico y un practicante por cada 300 familias indigentes.

Estos médicos constituyen el *Cuerpo de Médicos titulares* (regido por una Junta de Gobierno y un Patronato) al que en lo sucesivo se entrará por oposición. Los médicos titulares perciben su sueldo por contrato con los Ayuntamientos. Están aún por organizar los cuerpos de Farmacéuticos y Veterinarios titulares de que habla la Instrucción.

Régimen sanitario interior. Comprende esta parte de la Instrucción General de Sanidad: 1.°, la enumeración detallada de las medidas higiénicas que el *Estado obliga á los Ayuntamientos* á que impongan; 2.°, las reglas para la vigilancia sanitaria de las escuelas y establecimientos de enseñanza oficiales ó particulares; 3.°, obligaciones del personal de la administración sanitaria y del público en general cuando se presentan enfermedades infectivas y contagiosas; 4.°, ligeras indicaciones sobre el régimen sanitario de «Cementerios é inhumaciones» y de mercados, mataderos y edificios insalubres; 5.°, fijación de las funciones confiadas á la sanidad é higiene provincial, y anuncia la redacción de tres reglamentos especiales que como tantos otros de que en la Instrucción se habla, creemos no hayan aparecido todavía.

De aquellas medidas que el Estado obliga á tomar á los Municipios, son las principales: 1.ª, aprobar cada Ayuntamiento un reglamento de higiene local propuesto por la Junta Municipal de Sanidad, en el que se hagan constar especialmente: *a)* los deberes y funciones de Autoridades, Corporaciones y vecinos en caso de epidemias ó epizootias; *b)* las prescripciones de higiene que han de observarse en la construcción de viviendas, procurando hacerlas fáciles y compatibles con la economía; dichas prescripciones se referirán á la ventilación general de las habitaciones, cubicación y evacuación de aguas y resíduos; *c)* los medios de protección de las fuentes públicas, arroyos y manantiales dentro del término municipal contra la infección; 2.ª, Exigir para habitar las nuevas viviendas particulares en las poblaciones de más de 15.000 almas, la autorización de la Junta municipal previa visita sanitaria del Inspector, debiendo limitarse esta visita cuando á la ejecución de la obra hubiere precedido el informe favorable al proyecto por parte de la referida Junta, á comprobar el cumplimiento de las condiciones higiénicas resultan-

tes de los planos y proyecto aprobados; 3.ª, á imponer como obligatoria en las poblaciones de más de 15.000 almas la desinfección de todos los cuartos desalquilados antes de habitarlos de nuevo. Por su extraordinaria importancia deben señalarse con especialidad, dos obligaciones que impone el Estado al personal sanitario, son éstas: 1.ª, que siempre que el número de defunciones ocurridas en un Municipio durante tres años consecutivos exceda de la media del resto de la Península, el Subdelegado llame la atención del Inspector provincial y éste practique una información y dictamine sobre las causas y remedios á las autoridades sanitarias gerárquicas superiores. (¡Si á esta disposición se la diese algún valor en España, la revolución higiénica que tanto necesita sería un hecho!); 2.ª, que cuando la dotación de agua potable y de uso doméstico en un Municipio no fuera suficiente, el Inspector municipal practique una información y proponga remedio, propuesta que examinará la Junta provincial á la que se faculta para *indicar* las subvenciones recomendables á cargo de la provincia ó del Estado. Este precepto y su natural complemento de conceder cuando sea justa, la subvención, es por desgracia tan letra muerta como el anterior.

La *vigilancia sanitaria* de los establecimientos de enseñanza y escuelas oficiales y particulares se encomienda á los Inspectores provinciales y á los municipales de Sanidad y se anuncia la redacción por el Consejo de Sanidad de un reglamento con arreglo á bases completas que en la Instrucción se enumeran.

Sobre las enfermedades infectivas y contagiosas se establece como puntos más salientes: 1.°, obligación para médicos, cabezas de familia, jefes de taller ó industria, etc., de declarar al Inspector municipal de Sanidad, la presentación de todo caso de dichas enfermedades, las cuales se enumeran en un anexo (por nosotros inserto en la página 218 al tratar de la desinfección); 2.°, exigencia de que la desinfección sea periódica mientras la enfermedad dure, dejando instrucciones expresas en las casas donde haya de efectuarse, el Inspector municipal; 3.°, prohibición de vender ropas de vestir ó de cama, muebles, cortinages, alfombras, etcétera, sin someterlos previamente á la desinfección y de lavar en los lavaderos públicos, sin haberlas desinfectado previamente las ropas contaminadas; 4.°, indemnización por el Ayuntamiento á los dueños de ropas ó efectos del valor de éstos, cuando la garantía de la desinfección exija destruirlos ó deteriorarlos.

Los *cementerios é inhumaciones* se ponen bajo la vigilancia, en lo que concierne á su régimen sanitario, de los Inspectores y Juntas municipales de Sanidad, anunciándose también otro reglamento aprobado por el Real Consejo que recopile y complemente lo vigente, dándose al efecto las

bases que en él han de ser tratadas. Otra reglamentación especial abarcará todos los puntos que integran la *higiene de los mataderos públicos* y reglamentos especiales locales, deberán fijar las prevenciones de aireación, limpieza, dotación de aguas y resíduos, etc., así como la inspección de carnes, ganados, frutas, etc., facultando á los ayuntamientos para establecer *inspectores* de estos servicios siempre que sus funciones se relacionen y sometan á las Juntas municipales, y encomendando la higiene interior de los mataderos á los Inspectores veterinarios, de carne, y donde no los hubiera á los subdelegados de Veterinaria. Por último, se fijan los trámites para la concesión de licencias de apertura de los *establecimientos insalubres*, las cuales se otorgan por las Juntas municipales, previa la investigación é informe de los inspectores municipales, debiendo los reglamentos de Sanidad de cada provincia reglamentar las condiciones en que han de funcionar tales establecimientos é industrias insalubres.

La parte de la Instrucción general, que trata de los *Servicios generales de Sanidad* no interesa á nuestros fines; basta indicar, que se refiriere; *a)* á la declaración de epidemias y epizootias, y atribuciones de las autoridades mientras aquéllas duren; *b)* á cuestiones del personal de sanidad exterior; y *c)* del cuerpo de directores de aguas minerales (1).

A los Laboratorios de Higiene é Institutos de Vacunación, se les dá en la Instrucción de Sanidad, la importancia extraordinaria que en realidad tienen, ordenando se empleen en ellos por lo menos el 25 por 100 de los ingresos sanitarios (los cuales no menciona, por estar pendientes de redacción y aprobación de tarifas) y *recomendando* á los Ayuntamientos y Diputaciones procuren auxiliar con subvenciones la fundación y sostenimiento de los reglamentarios, y de los municipales que en las poblaciones de más de 15.000 almas deben asistir—dice la Instrucción—para responder cuando menos al servicio de desinfección y á las necesidades de reconocimiento de aguas, substancias alimenticias adulteradas y productos patológicos.

Código penal.—Diseminados por este Cuerpo de doctrina legal existen algunes artículos que pueden considerarse como formando parte de la legislación sanitaria, por cuanto en ellos se establece penalidad contra los

(1) Las disposiciones que constituyen nuestra legislación sanitaria marítima, la ley de Sanidad de 1855 con las modificaciones introducidas por la de 24 de mayo de 1866 (vigente en la pequeñísima parte que no ha alterado la Instrucción General de Sanidad), las Ordenanzas de Farmacia y en general todos los reglamentos de higiene pública, no modificados en los últimos 18 años, se insertan en la obra ***Higiene pública según sus aplicaciones en España***, del Dr. Benito Avilés, que figura como apéndice del ***Tratado de higiene pública***, de Palmerg, traducido del sueco por dicho Dr. Avilés.

infractores de principios de higiene. Figuran entre ellos: en el título V, Capítulo II, «De los delitos contra la salud pública: los arts. 351 al 357, aplicables á los que elaboren sin estar autorizados, substancias nocivas á la salud, vendieren ó comerciaran con ellas; á los que estén autorizados para el tráfico de dichas substancias y las expendan sin cumplir las formalidades reglamentarias; á los que exhumaren ó trasladaren restos humanos con infracción de las leyes y reglamentos sanitarios; á los que adulteren alimentos con géneros nocivos para la salud ó vendan géneros corrompidos; á los que escondieran ó sustrajeran, con objeto de venderlos ó comprarlos, efectos destinados á la inutilización ó desinfección y á los que *arrojaren en fuente, cisterna ó río cuya agua sirva de bebida algún objeto que haga al agua nociva para la salud*, variando las penas entre arresto mayor en su grado mínimo (un mes y un día), á prisión correccional en su grado máximo (seis años) y las multas entre 125 y 2.500 pesetas». En el título XIII, capítulo VIII, «De los daños», se pena como reo de daño en el art. 576 los que produzcan por cualquier medio infección ó contagio en ganados, castigándoles, según los casos, con multa desde 75 pesetas hasta con prisión correccional. En el libro III, título II, «De las faltas contra los intereses generales y régimen de las poblaciones», el art. 593, que castiga con penas de cinco á quince días de arresto y multa de 25 á 75 pesetas á los que infringieren las reglas de policía dirigidas á asegurar el abastecimiento de las poblaciones; el 596, que pena con multa de 5 á 25 pesetas y reprensión; «3.°, los que infringieren las reglas dictadas por la autoridad en tiempos de epidemia ó contagio; 7.°, los que arrojasen animales muertos, basuras ó escombros en las calles y en los sitios públicos en que esté prohibido hacerlo ó en las fuentes ó abrevaderos; 9.°, los que infringieran los reglamentos, bandos ú ordenanzas sobre higiene pública»; el art. 601, que pena con multas de 25 á 75 pesetas á los que contravinieran lo reglamentado sobre seguridad para evitar propagación del fuego en máquinas de vapor, calderas, hornos, etc., ó los que infringieren los reglamentos, ordenanzas ó bandos de la autoridad sobre elaboración y custodia de materias inflamables ó corrosivas ó productos químicos que puedan causar estragos.

Reglamento sobre enturbiamiento é infección de aguas públicas.—Por Real decreto de 16 de noviembre de 1900, se aprobó el reglamento redactado por el Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas sobre «enturbiamiento é infección de aguas públicas y sobre aterramiento y ocupación de sus cauces, con los líquidos procedentes del lavado de minerales ó con los resíduos de las fábricas». Contiene este reglamento los principios esenciales para nuestro fin, que siguen: 1.°, se establece en general la prohibición de verter á los cursos de agua los lí-

quidos procedentes de preparaciones industriales ó las aguas turbias ó sucias del lavado de minerales; 2.°, sólo se autoriza previo expediente el desagüe de dichos líquidos en los cursos de agua cuando no enturbien ó contaminen el agua corriente, ni perjudiquen á la navegación, pesca, aprovechamientos hidráulicos, etc. Contiene además la disposición á que nos referimos las reglas á que habrá de sujetarse para la clasificación de las aguas turbias el personal de Obras públicas al que se faculta para en vista de ellas apreciar el grado de pureza de dichos líquidos y permitir ó no su evacuación en los cursos de agua, y en ella se hace constar, la preferencia de que viertan las aguas sucias en el mar, en parajes abiertos á temporales sobre que lo hagan en cauce público, y la *autorización*: 1.°, para poder aplicar cualquiera de los procedimientos corrientes, á la depuración de las aguas sucias ó turbias, á fin de transformar éstas en otras inofensivas que puedan verterse en los citados cauces; 2.°, para evacuar á la alcantarilla aguas sucias de minas ó fábricas, siempre que no causen en estas obras deterioro, ni deficulten su limpieza y buena ventilación. Prohíbese por último, en dicho reglamento, arrojar á las márgenes, orillas y álveos de los cursos de agua, escombros procedentes del laboreo de minas, escorias, detritus y toda clase de resíduos de fábricas ó industrias.

Real orden de 13 de julio de 1901 sobre saneamiento de edificios públicos.—El Ministerio de la Gobernación dictó con la fecha indicada una importantísima Real orden obligando en todos los edificios públicos ó de uso público á tener instalados antes del 1.° de julio de 1902 los sitios destinados á desagües en perfectas condiciones sanitarias, entendiéndose por edificio público ó de uso público todo lugar donde el público tiene derecho á penetrar ó permanecer en él; incluyéndose, por consiguiente, en tan amplia clasificación los cafés, casinos, teatros, fondas, cervecerías, oficinas, escuelas, fábricas, balnearios, etc., etc. Se ordenaba en dicha Real orden á las Juntas municipales de Sanidad formasen un registro sanitario de los edificios enclavados en su jurisdicción á los que comprendiese la referida Real orden, redactando para cada uno de ellos hoja independiente, haciendo constar las condiciones buenas ó malas que tuvieran. Reproducimos textualmente á continuación algunos interesantes contenidos de tal Real orden, á la que sirvió de complemento otra del 30 de agosto de 1902, en la cual se prorrogaba hasta 1.° de julio de 1903 el plazo para empezar á imponer las multas á que aquélla se refería y desestimaba la petición de la Asociación de propietarios de esta corte, aprobando y ensalzando la conducta del Ayuntamiento de Madrid, que aplicó la medida á los edificios donde estaban instalados dichos locales públicos:

«Art. 4.° Se considerarán en buenas condiciones sanitarias:

A) Los lugares destinados á desagüe, ya sean sumideros, urinarios, retretes, baños, fregaderos, etc., cuando estén situados en piezas que den directamente á patios ó á la vía pública, se hallen muy bien alumbrados, tengan absoluta ventilación, no ofrezcan malos olores, estén completamente exentos de humedad, y haya en ellos constantemente limpieza esmeradísima.

B) Los sumideros de patios, fregaderos, urinarios, retretes y cualquier otro género de puntos de desagüe, cuando estén absolutamente aislados con la red de desagüe ó depósitos de aguas sucias ó materias fecales, por medio de sifones ú otro medio en tan perfecto estado de funcionamiento, que impidan la salida del más insignificante olor.

C) La red de desagües cuando sea completamente impermeable en todo su trayecto.

D) Los depósitos de materias fecales ó de aguas sucias cuando estén perfectamente cerrados para evitar el paso de gases á los lugares donde se hallen, y estén bien ventilados por tubos que alcancen mayor altura que los tejados de las casas en que se hallen y de las inmediatas.

Art. 5.° Para obtener lo que preceptúan los artículos anteriores, podrán los dueños de las propiedades establecer los medios y sistemas que estimen más oportunos, siempre que se realice el fin principal.

Recomiéndase, sin embargo, cuando no se empleen otros medios mejores, que la humedad de los muros se prevenga con materiales vitrificados, recibidos en los mismos, y la de los suelos con capas de hormigón hidráulico, de espesor suficiente.

La limpieza de los sifones con aparatos de descarga automática ó voluntaria con agua, que provenga, bien directamente de los depósitos de las poblaciones, donde los hubiere, bien de depósitos en las casas situadas á mayor altura que las cajas de descarga; y la ventilación de retretes que se haga con cristales perforados en las ventanas, ventiladores, tubos de ventilación, que lleguen á mayor altura de los tejados, caperuzas giratorias, y en los depósitos de materias fecales con pares de tubos de suficiente sección que, partiendo de aquéllos, lleguen á mayor altura que los tejados, tengan sus bocas un metro de desnivel entre sí, y, á ser posible, caperuzas giratorias en sus extremos.

Los sifones se podrán mantener en buenas condiciones sanitarias con tuberías que, partiendo de ellos, vengan á puntos elevados, y cuando no haya otros medios ó falte agua, los depósito de tierra para ser envuelta con las materias fecales ó aguas sucias, á medida que éstas se producen, pueden ser otros medios de saneamiento.

Art. 6.° No se dará licencia para abrir ni ocupar lo mismo nuevas

casas particulares que nuevos edificios de la índole que expresa el artículo 1.°, á menos que sus dueños hayan edificado en armonía con las condiciones de esta Real orden, á juicio de la Junta municipal de Sanidad de la respectiva población.

Art. 7.° Los Ayuntamientos, bajo su responsabilidad, y con el concurso de las Juntas municipales de Sanidad, serán los encargados del cumplimiento de la presente Real orden.

Los establecimientos públicos que en la citada fecha de 1.° de julio de 1902 no hubieren cumplido con las disposiciones sanitarias de esta Real orden, quedarán sometidos durante un año á una inspección quincenal, con aplicación cada vez de la multa de 50 pesetas, que autoriza á los Ayuntamientos el art. 77 de la ley Municipal, cuyo producto ingresará en las arcas municipales. Si el 1.° de julio de 1903 no se hubiese hecho la reforma, procederá á su clausura.»

La Instrucción técnico-higiénica relativa á la construcción de edificios escolares, tiende á que «todo proyecto de construcción de nuevas escuelas se ajuste en lo sucesivo, en cuanto sea dable, respecto á la disposición, número y dimensiones de las salas de clase, al principio pedagógico de la gradual, y separada distribución de los alumnos, perfectamente avenida con los preceptos de la más severa higiene». Tratan dichas Instrucciones del emplazamiento, orientación, extensión y materiales que deben emplearse en la construcción de los edificios escolares; enumeran las dependencias de que debe constar una escuela completa; indican la forma y dimensiones apropiadas para las aulas; dan reglas para la elección acertada de los medios de ventilación, iluminación y calefacción, y tratan, por último, del mueblaje escolar y con especialidad de las condiciones que deben reunir las mesas-bancos.

Entre las Reales órdenes referentes á higiene pública, merecen citarse las que siguen: La de Gobernación de 15 de octubre de 1898, por la cual se autorizan los sepelios en fosas y nichos, fijando las condiciones de unas y otros, y se prohibe el uso de los féretros metálicos y de maderas compactas para cadáveres no embalsamados y la exhumación de estos cadáveres antes de los cinco años del sepelio, Real orden que fué aclarada por la de 17 de marzo de 1900 en el sentido de que no será indispensable el embalsamamiento de los cadáveres que hayan de ser enterrados en criptas ó bóvedas en los cementerios, siempre que aquéllas tengan la suficiente ventilación por medio de ventanas ó verjas metálicas ó de madera con montante abierto.

En la Real orden circular de 18 de octubre de 1887 dispónese por el propio Ministerio de la Gobernación: 1.°, que al autorizar el derribo de una casa cualquiera se exija, si había sido invadido alguno de los que

la habitaron en los últimos cinco años de enfermedad infecciosa, contagiosa ó infecto-contagiosa, la desinfección enérgica con disolución acuosa de sublimado corrosivo al 4 por 100 de las piezas fijas, pozos negros y tierras empapadas de residuos orgánicos, los cuales deben conducirse á los vertederos por el Municipio designados, y 2.°, que en los trabajos de apertura do zanjas, canalizaciones, alcantarillado, etc , se espolvoreen las tierras removidas con 500 gramos de sulfato de hierro y 1 kilogramo de cal viva por metro cúbico de aquéllas, las que deberán ser transportadas á vertederos designados para tal objeto.

Son muchas las Reales órdenes dictadas sobre policía urbana, casi todas tan antiguas como la de 10 de junio de 1854 relativa á la clasificación de calles (primer orden las de 14 ó más metros de anchura, segundo de 9 á 13,90 metros y tercero de 6 á 8.90 metros), altura de casas y distribución de pisos; las de 11 de diciembre de 1858 sobre rectificación de alineaciones en calles y plazas y 19 de diciembre de 1959, que da instrucciones para las alineaciones de calles, y el Real decreto de 6 de abril de 1864 sobre edificaciones en zonas de ensanche.

La ley de 22 de diciembre de 1876 (1) contiene las «disposiciones para regularizar el ensanche de las poblaciones en lo referente á calles, plazas, mercados y paseos», así como la tramitación de los expedientes, arbitrios y exenciones, etc., declarando de utilidad pública para los efectos de la ley de Expropiación forzosa las obras de ensanche de poblaciones, resolviéndose por Real decreto la declaración para cada caso, previa la aprobación del plano general del mismo.

Para atender á las obras del ensanche autoriza la ley incluir una cantidad en presupuesto anual al Municipio y concede á éstos autorización: *a)*, para percibir la contribución territorial durante 25 años de las fincas enclavadas en la zona que el ensanche abarca; *b)*, para imponer á dichas fincas un 4 por 100 como máximo de recargo sobre la referida contribución, por el citado plazo máximo de 25 años desde que se publicó la

(1) El texto íntegro de esta ley de Saneamiento de poblaciones se inserta en la página 959 y siguientes de la 4.ª edición, tomo VII, del *Diccionario de la Administración española*, por D. Marcelo Martínez Alcubilla, en cuya obra aparecen todas las disposiciones relativas á este asunto bajo el índice «Policía Municipal». El Reglamento para la aplicación de la anterior ley, se copia en las páginas 983 y siguientes del propio texto.

La ley de Saneamiento ó mejora interior de las poblaciones de 18 de marzo de 1895 se reproduce en el Apéndice 4.° de la 5.ª edición (año 1905) de la anterior obra, y el Reglamento para la ejecución de dicha ley en el Apéndice 5.° (año 1906), página 805 y siguientes.

Rigen leyes especiales para cada uno de los ensanches de Madrid, Barcelona, Cartagena, etc., etc.

ley de ensanche; *c)*, para contratar empréstitos sobre la base de los anteriores ingresos. Siempre que los Municipios acuerden la apertura de una plaza, calle ó paseo, tienen derecho para expropiar la totalidad de la finca ó fincas con fachada á esas nuevas vías y á los propietarios ó entidades que urbanicen alguna nueva vía en la zona de ensanche ó donen terrenos, pueden condonárseles los recargos municipales por el Gobierno á propuesta de los Ayuntamientos.

Las transmisiones de la propiedad de los edificios que se construyan en la zona de ensanche sólo devengan en favor de la Hacienda durante los seis primeros años la mitad de los derechos que correspondan por disposición general.

La Ley de 25 de septiembre de 1892 sobre el impuesto de derechos reales, reduce al 0,10 por 100 de su valor el tipo contributivo de los contratos de adquisición de terrenos que los Ayuntamientos y Diputaciones hagan para el ensanche de las vías públicas, y el Reglamento para la aplicación de esta ley marca en el apartado 14 del artículo 28 tributarán por el 0,10 por 100 del valor de los bienes las expropiaciones á que tales adquisiciones den lugar, y el artículo 29, que la transmisión por contrato de los edificios que se construyan en la zona de ensanche sólo devengarán la mitad de los derechos correspondientes al título porque se verifiquen durante seis años.

Por Ley de 8 febrero 1907 se declara á los propietarios de las fincas construídas en solares resultantes de aplicar las leyes de ensanche y saneamiento interior de poblaciones, exentos de tributar por el concepto de contribución de inmuebles durante los veinte primeros años por cantidad mayor que la impuesta en conjunto á las fincas que ocuparen el mismo suelo antes de la reforma, impidiendo á los Ayuntamientos imponer á las nuevas edificaciones derechos ni arbitrios que recarguen los materiales de construcción ó la apertura y primer destino de los nuevos edificios, declarándose subsistentes las ventajas de exención de derechos reales y traslación de bienes y uso del papel sellado.

Para entender en todos los asuntos del ensanche, el Municipio nombra una comisión especial, llevándose también cuenta aparte de gastos é ingresos y formulándose anualmente presupuesto independiente del de interior.

En el Reglamento de 19 de febrero 1877 para la ejecución de esta ley de ensanche se dictan reglas para la formación y tramitación de los proyectos de ensanche, para el funcionamiento de las comisiones antes mencionadas, para llevar á cabo las expropiaciones de terrenos y realización de los empréstitos, enumerándose las obras de carácter preferente, entre las que figuran las calles y plazas que unan la población antigua con

la moderna del ensanche y la construcción de alcantarillas, empedrado y alumbrado en las calles y plazas contiguas á la población del interior y á la parte del ensanche en que estén establecidos estos servicios.

Por una Real orden de 12 de marzo de 1878 se ordena que, una vez aprobado el proyecto de alineación de una calle ó plaza, todas las casas á que afecte están obligadas á ir entrando en la nueva línea á medida que se vayan demoliendo ó reedificando, no permitiéndose hacer en ellas ninguna obra de consolidación que conduciría á retardar la mejora proyectada.

La ley de «Saneamiento ó mejora interior de las poblaciones que cuenten 30.000 ó más almas» de 18 marzo de 1895, aplícase igualmente á las de menor importancia cuando los Ayuntamientos que hagan la reforma lo soliciten y el Ministro de la Gobernación lo autorice. En ella se dispone se apliquen á tales obras los beneficios de las leyes de 10 de Enero de 1879 y 26 de Julio de 1892 sobre expropiación forzosa por causa de utilidad pública, y se marcan las personas y entidades con derecho á indemnización por la expropiación, así como las reglas á que deben ajustarse los proyectos de esta índole en su redacción y tramitación y las subastas de las obras. Cuando por virtud de los proyectos á que nos referimos, se procediese á construir edificaciones en la zona expropiada, los propietarios de ellos no tributan por territorial durante los primeros veinte años por mayor suma que la correspondiente á las fincas que se encontraban en pie al adjudicarse la concesión, estándoles prohibido á los Ayuntamientos imponer sobre aquellas fincas derechos ni arbitrios que graven á los materiales de construcción ó la apertura y primer destino de los nuevos edificios. Igualmente que en las obras de ensanche, se declaran exentas del impuesto de derechos reales y traslación de bienes las adquisiciones de fincas sujetas á la expropiación forzosa y las primeras enajenaciones de los solares que resulten. El papel sellado que se emplee en los expedientes á que tales proyectos den lugar, será sólo de 10 céntimos de peseta el pliego y de 1 peseta en todos los demás casos en que la ley del timbre prevenga el uso del papel sellado.

El Reglamento de 15 de diciembre de 1896 para la aplicación de la ley de Saneamiento y reforma interior de las grandes poblaciones, clasifica como obras de mejora interior de las poblaciones las que tengan por objeto ensanchar en todo ó en parte las vías actuales ó crear otras nuevas, cuyas expropiaciones exijan, además del terreno que ha de ocupar la vía, plaza, jardín ó parque, una zona paralela á la misma ó faja adyacente, cuya expropiación podrá pedirse siempre que el fondo no exceda de 50 metros ni baje de 20. Detalla este Reglamento las autorizaciones que deben obtenerse antes de la ejecución de los proyectos, la amplitud

de las expropiaciones, los derechos de los expropiantes, la manera de redactar y tramitar dichos proyectos, la composición de los Jurados y la adjudicación y ejecución de las obras.

La ley de Aguas vigente de 13 de Junio de 1875, en su sección segunda (artículos 164 al 171), ocúpase del aprovechamiento de las aguas públicas para el abastecimiento de poblaciones, y en su capítulo VII (artículos 60 al 68) de la desecación de lagunas y terrenos pantanosos. Sobre el primer particular, es lo más saliente la concesión á las poblaciones cuando el caudal normal de agua que disfruten no llegue á 50 litros por habitante y día (de ellos 20 de agua potable), agua de la destinada á otros aprovechamientos hasta completar los referidos 50 litros, previo el pago de la correspondiente indemnización y la autorización del Ministerio de Fomento para decretar la enajenación forzosa de aguas de propiedad particular para el abastecimiento de una población cuando se haya comprobado, en vista de los estudios practicados al efecto, que no hay aguas públicas que puedan ser racionalmente aplicadas á dicho objeto.

Sobre la desecación de lagunas y terrenos pantanosos, dispónese en la ley que nos ocupa, la desecación ó saneamiento forzoso de toda laguna ó terreno encharcado declarado insalubre, invitando, en primer término, para efectuarla, á los dueños de dichos terrenos, y autorizando á ello, si éstos se negasen á efectuar dicho saneamiento, á cualquier particular ó entidad que lo solicite, y de cuya propiedad quedarán los terrenos saneados. Si no hubiera quien voluntariamente practicara los trabajos citados, los llevará á cabo el Estado ó los Municipios con los fondos que al efecto se consignen en sus respectivos presupuestos (art. 64). El peticionario de desecación ó saneamiento de lagos, pantanos ó encharcamientos pertenecientes al Estado, al común de vecinos ó á particulares, puede reclamar, si así le conviene, la declaración de utilidad pública y las autorizaciones para estudios á que la ley general de obras públicas se refiere. Los terrenos reducidos á cultivo por medio de la desecación ó saneamiento, gozan de las ventajas de los que de nuevo se roturan, y los materiales (tierra, piedras, etc.) necesarios para este saneamiento pueden extraerse, previa autorización, de los terrenos públicos.

PRINCIPALES DEFICIENCIAS DE NUESTRA LEGISLACIÓN SANITARIA

Hemos ya indicado constituye la base de nuestra legislación y organización sanitaria la Instrucción general de Sanidad del Reino, y ésta presenta como principal, la enorme deficiencia de no dar medios para el eficaz cumplimiento de sus preceptos, ni señalar penalidades para el in-

cumplimiento de los mismos, con lo cual, los más importantes de dichos preceptos son hoy letra muerta. Basta, en comprobación, indicar los hechos que siguen: de las medidas que el Estado obliga en dicha Instrucción á tomar á los Municipios, la primera que hemos señalado, referente á la publicación de un Reglamento de Higiene local, ningún Ayuntamiento, que sepamos, se ha cuidado de cumplir, á pesar de que se fijaba en un año el plazo para hacerla, y van ya cuatro transcurridos, sucediendo lo propio con la propuesta de los medios adecuados para proteger contra la infección las fuentes públicas, arroyos y manantiales dentro del término municipal. Y lo mismo ocurre con la medida segunda de no autorizar la habilitación de nuevas viviendas sin comprobarse por la Junta municipal que reúnen las condiciones higiénicas debidas, no siendo tampoco de general cumplimiento la justificadísima medida de imponer como obligatoria la desinfección de todos los cuartos desalquilados antes de habitarlos de nuevo, medida que sólo cumplen el corto número de Municipios celosos que voluntariamente así lo desean.

Cierto que en la organización del servicio municipal de desinfección se ha adelantado bastante en España; pero tan beneficioso progreso sólo se registra en media docena de capitales importantes, quedando sin cumplir la Instrucción de Sanidad, que dispone exista un Laboratorio de Higiene y un Instituto de Vacunación en cada capital de provincia, y además uno de los primeros en toda población mayor de 15.000 almas, debiendo agruparse los Municipios de menor vecindario para establecerlo, y sólo cuando alguna epidemia terrible amenaza invadirnos se preocupa Gobernación de facilitar el establecimiento de material sanitario de desinfección que normalmente debiera funcionar.

De las nuevas obligaciones que el Estado impone al personal sanitario ningún beneficio práctico se obtiene ni se obtendrá, aun suponiendo que éste las cumplimentara exactamente. Supongamos, en efecto, que en cumplimiento del art. 119 el subdelegado de un distrito ó el inspector municipol de Sanidad de una capital cuyo número de defunciones durante tres años consecutivos excede de la media del resto de la Peninsula, llame la atención sobre el caso del inspector provincial y éste practique la información que dicho artículo menciona explicando las causas del daño y proponiendo los remedios posibles ante la Junta provincial, acordando ésta las providencias adecuadas al objeto. Terminado aquí el trámite, el Municipio no quiere ó no puede poner en práctica esos remedios, y según la Legislación sanitaria vigente nadie puede á ello obligarle, y en su virtud todo continúa lo mismo si es que no crece la mortalidad más aún; esto está pasando en Gerona, Sevilla y tantas otras capitales cuya mortalidad viene tres, seis, diez y veinte años excediendo de la

media de la Península, y aunque el remedio nadie ignora estriba en el saneamiento del suelo y subsuelo, éste no se realiza. Y supongamos, igualmente, que en cumplimiente del art. 111 el inspector municipal de Sanidad de una población dotada insuficientemente de agua potable propone á la Junta municipal de Sanidad una información para proyectar remedio del defecto, y que, como el Ayuntamiento carece de recursos para aplicar este remedio, la Junta municipal eleva la información á la provincial y ésta indica las subvenciones recomendables á cargo de la provincia ó del Estado. Pues, cumplidos estos trámites, ni la provincia ni el Estado conceden tales subvenciones, y la población continúa indefinidamente con su escasez de agua; véase como ejemplo Toledo, que, con el Tajo á sus pies, se conforma con una veintena escasa de litros de agua inaceptable, higiénicamente, por persona y día.

Y no hablemos de esa intervención que el art. 54 de la Instrucción de Sanidad concede á los inspectores municipales para entender en los proyectos y obras de vías públicas, fuentes, conducciones de aguas, alcantarillas, fábricas, etc., intervención que en la práctica no tiene lugar, ni de los informes que según el 56 deben estos funcionarios emitir sobre la habilitación higiénica de las viviendas particulares que se construyan en las poblaciones de más de 15.000 almas, y en cualquiera pueblo, respecto á escuelas, casinos, teatros, locales de reuniones, etc., informes más propios de un ingeniero ó arquitecto, y casos en todos los cuales las atribuciones del inspector terminan, cuando sus advertencias no son atendidas, en dar cuenta del caso por duplicado al alcalde y al inspector provincial de Sanidad.

La organización sanitaria consultiva que dicha Instrucción detalla, ofrece también en parte no pequeña, importantes deficiencias; el Real Consejo de Sanidad, compuesto todo por prestigiosas personalidades, con sus 43 vocales Excelentísimos Señores, no puede llenar la elevadísima misión que corresponde al centro superior de los servicios sanitarios nacionales, por la razón sencilla de que en donde faltan los entusiasmos por el porvenir, los bríos de la juventud y la remuneración al trabajo, no es posible buscar una labor obscura y perseverante. Nadie en el Real Consejo percibe sueldos, ni siquiera dietas por sesiones; todos los que lo constituyen tienen sus carreras hechas y se encuentran en el período de la vida en que se ambicionan los honores en íntimo consorcio con el descanso y el relumbrón. Así están sin hacer los 10 ó 12 reglamentos que en la Instrucción se anuncian y las reuniones del pleno escasean de ordinario más de lo que conviene á la imperiosa necesidad de que España avance en el mejoramiento de su estado sanitario.

Del mismo defecto adolecen, aunque más en pequeño, las juntas pro-

vinciales y municipales, en las que no hay más elemento retribuído que los respectivos inspectores provincial y municipal, faltos de medios, por otra parte, como hemos visto, no para encontrar apoyo en el ejercicio de su cargo, sino hasta para cumplimentar la totalidad de los deberes que éste les impone. Aún pudieran pasar estas juntas (entre las cuales abundan las que, después de tres años, tienen en blanco sus libros de actas) limitándolas al mero papel de informar sobre asuntos de higiene general si existieran *elementos bien retribuídos*, á los que se encomendara la vigilancia del más estricto cumplimiento de la legislación sanitaria y la propuesta de los medios más prácticos para corregir las deficiencias de ésta. Creer que un inspector médico puede por sí sólo llenar esta función, es erróneo; la Junta técnica municipal de salubridad é higiene de Madrid fórmanla, por reglamento, un médico-higienista, un arquitecto y un ingeniero, y aun limitadísima su misión á términos inconcebibles por lo reducidos y falta de apoyo, remuneración y estímulo, tiene trabajo sobrado.

La parte restante de nuestra legislación sanitaria merece algunos comentarios. Los artículos del Código penal que con la higiene se relacionan son en escaso número, tendiendo la mayor parte á evitar la adulteración de alimentos y venta de substancias nocivas; es de excepcional importancia el 357, que pena al que arroje en fuente, cisterna ó río, cuya agua sirva de bebida, algún objeto que la haga nociva para la salud; pero para comprender su eficacia basta recordar que, siendo el Código reformado del 1870, ha sido preciso publicar un Real decreto del Ministerio de Agricultura el 1900 reglamentando el invertimiento en las aguas públicas de las procedentes del lavado de minerales y residuales de fábricas. Es decir, que existiendo dicho precepto del Código penal, se ha permitido hasta la publicación de ese Real decreto que las fábricas vertieran sus aguas residuales en los cáuces públicos. Tal disposición legal, de cuyo cumplimiento se ha encomendado la vigilancia al Cuerpo de Obras públicas (sin intervención alguna por parte de Gobernación, á cuyo Ministerio están afectos todos los asuntos relacionados con la sanidad), es una buena y justa medida higiénica que señala un paso importante en el camino de la necesaria «protección á los cursos de aguas», á los que con ello se libra de una causa importante de contaminación.

La Real orden de Gobernación referente á las condiciones de los desagües en edificios públicos ó de uso público es importantísima por solucionarse con su cumplimiento uno de los principales problemas del saneamiento de la habitación; pero, desgraciadamente, el propio Estado ha sido el primero en dejarla incumplida en sus edificios, y su eficacia se ha reducido á escasísimo número de poblaciones, cuyos Municipios han

reproducido y ampliado por medio de bandos y disposiciones el contenido esencial de aquella Real orden, tomándola como base de un tributo á las fincas no saneadas, por lo que se refiere á tal particular.

La instrucción técnico-higiénica relativa á la construcción de escuelas no tiene más finalidad práctica que servir de norma á los encargados de proyectar dichos edificios, y en tal concepto es laudable la existencia de esta disposición, cuyos preceptos no son de obligatorio cumplimiento, y las restantes Reales órdenes copiadas tienden á mejorar la higiene de los cementerios y exhumaciones, consiguiéndolo en parte no pequeña por ser dichas disposiciones respetadas en la práctica.

La ley de Ensanche de las poblaciones, con su Reglamento complementario, ha sido, de todas las existentes en España, la que más ha contribuído á la mejora de las condiciones sanitarias de las urbes, debiéndose ésto á la circunstancia de que, á favor de las ventajas y facilidades para edificar en las nuevas zonas, pueden siempre obtenerse negocios importantes, resultado del mayor precio de los solares á que el ensanche afecte y las mejores condiciones de la propiedad que sobre ellos se levante. El interés personal sirve en este caso indirectamente al interés colectivo, y gracias á aquél, véncense los obstáculos grandes que la aplicación de la referida ley lleva consigo por exceso de trámites burocráticos tan largos como inútiles. Otra cosa pasa con la ley de Saneamiento y mejora interior de las poblaciones, donde juegan de ordinario intereses encontrados al aplicar la expropiación forzosa por causa de utilidad pública, los cuales dan lugar á dilaciones repetidas en la ejecución de reformas urbanas ventajosísimas higiénicamente. Es lástima que, tanto una como otra ley, no se simplificasen en la tramitación que exigen, y sobre todo, no se complementasen en forma que las expropiaciones fueran menos onerosas y más rápidas (1).

(1) En una interesante comunicación presentada al I Congreso Nacional para el progreso de las ciencias (Zaragoza 1908) con el título «Ideas generales sobre la urbanización de los alrededores de las grandes urbes», por el ingeniero militar D. Pedro Núñez Granés, director de Vías públicas del Ayuntamiento de Madrid, manifiéstase muy fundadamente: «precisa una ley en la que se establezca que todos cuantos terrenos comprendan los planos de ensanche ó urbanización como necesarios para vías, parques, jardines, etc., se consideren desde el dia de la promulgación de la ley como ocupados legalmente, sin perjuicio de seguir la tramitación reglamentaria, después de ocupados, en los casos de desavenencia en las liquidaciones (que deben hacerse bajo la base del amillaramiento, ó en su defecto por el líquido imponible á la finca durante el quinquenio anterior) entre los Municipios ó el Estado y los propietarios».

Disposición muy parecida dictóse ya por Real decreto de 15 de mayo de 1902 para los inmuebles que radiquen en las zonas militares de costas y fronteras y crea necesario expropiar el Ministerio de la Guerra.

Por último, las disposiciones vigentes sobre aprovechamiento de aguas públicas, como dictadas con la idea preferente de reglamentar el uso de éstas, no benefician gran cosa la higiene de las poblaciones, por no haber preocupado este punto al redactar la ley de Aguas que las comprende, sin que creamos puedan presentarse muchos casos de cumplimiento por parte del Estado de lo que preceptúa el art. 64 de dicha ley sobre desecación de lagunas y terrenos pantanosos.

XXXVI

OMISIONES DE NUESTRA LEGISLACIÓN SANITARIA

Entendemos son las principales las que siguen:

1.ª Falta de una ley de alojamientos insalubres.

2.ª Falta de una ley de protección á los cursos de agua.

3.ª Falta de una ley de expropiación forzosa por causa de insalubridad basada en los registros sanitarios de viviendas.

4.ª Falta de una ley que facilite la construcción de casas para obreros y clases modestas.

Aun dando por cumplida rigurosamente la Instrucción general de Sanidad, no existe en España disposición alguna que prohiba habitar las viviendas insalubres y permita la inspección de las mismas. Oficialmente se ha declarado existen en Madrid 438 casas de vecindad albergando ¡52.521 personas!, casas que, lo mismo que otros muchos cientos, no reúnen condiciones higiénicas ningunas y siguen habitadas, á pesar de constituir focos de enfermedades endémicas. No es posible respetar hasta tal extremo el derecho de propiedad, cuando con ello se perjudica la salud pública. En esa ley ó disposición debieran precisarse las condiciones mínimas de salubridad exigibles y basarse los Reglamentos sanitarios todos (provinciales y locales) y hasta las Ordenanzas municipales en la parte referente á higiene de las viviendas y policía sanitaria.

La protección de los cursos de agua debe llegar mucho más allá de donde termina lo preceptuado en el Real decreto de 16 de noviembre de 1900, que no se concibe cómo puede autorizar se evacuen á las alcantarillas aguas sucias de minas ó fábricas. Es sabido que estas aguas de alcantarilla contaminan los ríos, que sólo después de muchos kilómetros de correr, sin recibir nuevos líquidos residuales, se depuran automáticamente. No hay razón para prohibir el invertimiento en los cáuces públicos sin depuración previa de las aguas procedentes de fábricas y lavado de minerales, y no extender la prohibición, como hacen las naciones más cultas, á las aguas de alcantarilla. Desgraciadamente, sólo Bilbao (y quizás alguna otra rarísima población) depura en España sus aguas residuales antes de verterlas al río.

Esa ley de protección debe abarcar también la defensa de una zona ó perímetro alrededor del origen de captación de las aguas potables (río, arroyo, manantial, pozo, etc.), zona ó perímetro que es lógico declarar de utilidad pública á los efectos de expropiación forzosa, impidiendo en ella el cultivo que exija abonos minerales y hasta el tránsito público.

La ley de Expropiación forzosa por causa de insalubridad, es el complemento indispensable de la existente de Reforma y Saneamiento interior de las poblaciones. Aplicando la expropiación por causa de utilidad pública, el coste de las reformas es tan elevado por consecuencia del precio de las expropiaciones, que esas reformas se dificultan extraordinariamente; pasándose, además, por la injusticia de abonar por fincas insalubres lo que distan mucho de valer.

Nuestra Legislación sólo da á las autoridades el derecho de derribar fincas ruinosas considerándolas como un peligro para el público. ¡Peligro mayor constituyen las fincas insalubres, aptas como son para infeccionar á las inmediatas!, y lógico es que al expropiarlas por convenir así al bien común, se haga depreciándolas en razón de su insalubridad mayor ó menor, adoptándose la fórmula tan generalizada de «disminuir el precio del inmueble en lo que importarían las obras necesarias para hacerlo salubre, llegando hasta reducirlo al valor del terreno cuando la transformación fuera imposible ó el coste de las obras mayor que el de la finca.» Esta insalubridad sólo puede apreciarse ante los resultados que arroje el registro sanitario de viviendas, institución convenientísima que debe el Estado obligar á que funden todos los Municipios, ó por lo menos los de poblaciones de alguna importancia (desde 5.000 almas, por ejemplo).

Complemento de esas leyes de alojamientos insalubres y de expropiación por causa de insalubridad, debe ser otra ley que favorezca la construcción de barriadas y casas baratas, pero higiénicas, para obreros y clases modestas. Este transcendental problema, que tan variados aspectos presenta, está descuidadísimo en España, y aunque en el Senado encuéntrase pendiente de aprobación en la actualidad un proyecto de ley con tal tendencia, de no modificarse concediendo auxilios, ó mejor adelantos pecuniarios y exención ó reducción de tributos á las Sociedades constructoras de dichas casas, siempre con la debida intervención del Estado, no se conseguirá nada práctico.

MEDIDAS QUE DEBE ADOPTAR EL ESTADO PARA REDUCIR LA MORTALIDAD EN ESPAÑA

Aunque en realidad se han indicado ya en este trabajo, las reproduciremos reasumiéndolas en las siguientes:

1.ª Hacer efectivo el cumplimiento en la práctica de la legislación sanitaria actual y especialmente de los preceptos de la «Instrución general de Sanidad pública».

2.ª Subsanar las omisiones más salientes de la legislación sanitaria

actual, por medio de leyes referentes: *a*) á los alojamientos insalubres, *b*) á la protección de los cursos de agua, *c*) á la expropiación forzosa por causa de insalubridad, *d*) á la construcción de barriadas y casas para obreros y clases modestas.

3.ª Alentar y facilitar el saneamiento de las urbes, concediendo subvenciones y ayuda material á las Corporaciones, Diputaciones, Ayuntamientos y entidades que realicen obras importantes conducentes á la mejora de las condiciones sanitarias de aquéllas y declarando obligatoria la ejecución de dichas obras en las capitales de mortalidad superior á la media de España (1).

4.ª Modificar la administración sanitaria en el sentido de que los funcionarios encargados de poner en vigor y vigilar la ejecución de las leyes de higiene y sanidad, los que deben ser profesionales especialistas (médicos, ingenieros y arquitectos), tengan la mayor independencia posible de las autoridades locales y cuenten con los debidos elementos y apoyo para el cumplimiento de su misión.

5.ª Reunir en un cuerpo de doctrina las bases principales de nuestra legislación sanitaria, simplificando ésta en la parte burocrática, para hacerla más expedita, más rápida y más en armonía con la realidad de la práctica.

6.ª Fomentar la divulgación de la higiene pública, incluyendo esta ciencia en los programas de todas las carreras y profesiones que con la construcción se relacionan y haciendo obligatoria la enseñanza de sus principios más generales en los Institutos y establecimientos de instrucción elemental.

La medida primera implicaría la necesidad de aplicar con todo rigor las multas y castigos á que hacen referencia el Código penal é Instrucción general de Sanidad en los artículos transcriptos y Reales órdenes copiadas, especialmente para la declaración obligatoria de las enfermedades infectivas ó contagiosas y la desinfección, puntos importantísimos para la salud pública y para la habilitación de las viviendas, estableciendo nuevas penalidades para las infracciones de la legislación sanitaria é incumplimiento de los preceptos de la misma, todo lo cual puede conseguirse en unos años, combinando la energía con la persuasión, sin

(1) Con la promulgación de la ley votada en Cortes en la actual legislatura de 1908 autorizando al Gobierno para ejecutar por cuenta del Estado las obras de canalización del río Manzanares (en el trayecto desde el puente de los Franceses á la confluencia del arroyo Abroñigal), la regularización del mismo y la construcción de los colectores para recoger las aguas procedentes de las alcantarillas de Madrid y subvencionar con el 50 por 100 de su importe las necesarias para completar la red de alcantarillado, parecen entrar los Poderes públicos por el buen camino indicado,

gasto alguno para el Estado, que podría dedicar los ingresos por multas á satisfacer necesidades ó conceder premios propuestos por la Administración sanitaria.

La medida segunda exige un estudio concienzudo del detalle de las leyes cuya esencia hemos indicado, para dulcificar el trámite en el orden higiénico de la actual situación, á la que se crearía con la promulgación de aquéllas y armonizar los recursos del Tesoro, con los gastos que supone la ayuda indispensable á los municipios que se vieran forzados á efectuar obras costosas para proteger los cursos de agua, y á las sociedades constructoras de casas baratas ó barriadas obreras. Este apoyo, á que se refiere la medida tercera, está justificadísimo, pues lo mismo que el Estado, con gran acierto, subvenciona la construcción de pantanos y obras que tienen por objeto proporcionar aguas para el riego, fomentando con ello la agricultura, que constituye para España una de sus principales fuentes de riqueza, debe subvencionar las obras y trabajos de saneamiento, con las que se mejora la salud pública, fuente también de riqueza, la más importante de todas para la Nación y hasta hacerlas por cuenta propia si los ayuntamientos no encontraran ó intentaran encontrar medios pecuniarios para ello, resarciéndose en la parte correspondiente de su importe en las posteriores liquidaciones con dichas entidades.

El alcance de la cuarta de las medidas propuestas llega hasta la creación de un Ministerio de Higiene, que el ilustre Mr. Edwin Chadwik, Presidente del Consejo general de Sanidad de Londres, proponía en el Congreso de Higiene de París el 1878, fundamentando brillantemente su petición, reproducida con posterioridad en repetidos Congresos, y por última vez en el de Saneamiento de la Habitación celebrado en París el 1904. Más como en España es perjudicialísima toda reforma en la Administración pública, por lo sobradamente traqueteada que se encuentra, preferible sería conservar toda la organización actual de los servicios sanitarios, dotándola, dentro de lo posible, de esa independencia de la política, y sobre todo, encomendando el peso de las obligaciones que la Instrucción de Sanidad y disposiciones complementarias asignan, tanto á los Centros consultivos (Real Consejo y Juntas provinciales y municipales) como á los elementos que pudiéramos llamar ejecutivos (Inspectores provinciales y municipales de Sanidad) á Comisiones de personal técnico apto, entusiasta, bien remunerado, dedicado exclusivamente á vigilar y exigir el cumplimiento de las leyes y disposiciones higiénicas. Estos pequeños núcleos de personal especialista podrían, al propio tiempo, ir confeccionando esa provechosísima serie de Reglamentos de que en España carecemos, que prestan tan señalado servicio en Inglaterra y Francia, por ejemplo, referentes á los múltiples asuntos técnicos de salubridad

(calefacción, proyectos de captación de aguas potables, de alcantarillas. desagües de viviendas, etc.), quedando las Juntas reducidas á su papel de consultivas para el examen de los trabajos de las Comisiones y resolver los puntos dudosos sometidos á su informe, dando fuerza á las decisiones de dichas Comisiones. Con la realización de la medida quinta se lograría tener un conjunto armónico, que constituiría un verdadero «Código de Higiene» de fácil consulta y divulgación, en vez de una serie de disposiciones aisladas sin enlace mutuo y centralizar con ello los servicios de higiene, haciendo emanar, como es lógico, de un solo Ministerio las disposiciones con esta relacionadas y llevando á él para su examen todos los proyectos en los que el cumplimiento de esas disposiciones y medidas higiénicas es indispensable. Tal ocurre, por ejemplo, con los proyectos de abastecimiento de aguas á las poblaciones y con los mismos de enturbiamiento de los cáuces públicos, que hoy sólo pasan por Fomento, sin someterlos al examen de Comisión alguna higiénica.

El simplificar la parte burocrática de nuestra legislación sanitaria, y en especial las leyes de ensanche y reforma interior de poblaciones, es acelerar, quitando trabas perjudicialísimas, la realización de importantes obras de saneamiento, ganando con este adelanto de tiempo, vidas que son riqueza, y el fomentar, por último, la divulgación de la higiene pública, es ir inculcando en la masa general del país la convicción profunda de las ventajas que los pueblos modernos obtienen rindiendo culto á la higiene y la sanidad, con lo que se favorece esa evolución higiénica, signo de cultura de que tan necesitados estamos, y que nunca acabaría de lograrse si el público no fuera dándose cuenta de la necesidad de practicarla en la esfera particular y en la social.

HIGIENE PROVINCIAL

La ley provincial vigente de 29 de agosto de 1882 dedica poquísimos artículos á las cuestiones de higiene, limitándose á indicar en el 23 que los gobernadores velarán muy especialmente por el exacto cumplimiento de las leyes sanitarias é higiénicas, adoptando en casos de epidemias, enfermedades infecciosas y riesgos análogos con toda premura y bajo su responsabilidad, las medidas oportunas para preservar la salud pública, y en el 115 que en los presupuestos de las Diputaciones existirá una partida para el personal y material de los establecimientos provinciales de Beneficencia, Sanidad é Instrucción pública. La Instrucción general de Sanidad dedica los dos artículos que componen el capítulo X á la Sanidad é Higiene provincial, asignándola como funciones: *a)* la

vigilancia, consulta y complemento de las asignadas á la municipal; *b)* el cuidado y sostenimiento de los servicios de vías públicas, de suministro y conducción de aguas y de construcción y reparación de establecimientos que dependan de la Administración provincial; *c)* la higiene y régimen sanitario de los Hospitales, Asilos y Establecimientos de enseñanza y edificios de reunión y espectáculos de propiedad de la Diputación ó sostenidos ó subvencionados por éstas; *d)* la vigilancia de los expósitos y de su lactancia, y régimen dentro y fuera de los Establecimientos; *e)* la higiene y vigilancia de la prostitución en las capitales de provincia.

Faltas de recursos las Diputaciones en su mayor parte, que por desgracia son entidades más políticas que administrativas, y con una administración deplorable las más de ellas, no hay que decir la forma en que cumplen lo poquísimo que en lo tocante á higiene pública les compete sin que se ocurra otra medida que la de *vigilar y exigir* el más escrupuloso empleo de las cortas cantidades que para atenciones de higiene y sanidad en los establecimientos provinciales figuran en los presupuestos.

HIGIENE MUNICIPAL

Complementando y ordenando cuanto respecto á servicios de higiene corresponde á los Ayuntamientos según la ley Municipal vigente (artículos 72 y 73), la Instrucción general de Sanidad señala en su artículo 109, como perteneciendo á la higiene municipal, las funciones siguientes:

Art. 109. Pertenecen á la higiene municipal:

a) La limpieza, trazado, anchura y ventilación de vías públicas y desinfección de los lugares próximos á ellas ó á las viviendas;

b) El suministro de aguas y vigilancia de su pureza, en depósitos, cañerías y manantiales;

c) La evacuación de aguas y resíduos;

d) La capacidad, ventilación y demás condiciones sanitarias de viviendas y establecimientos municipales ó privados;

e) La construcción, ampliación, reparación, sostenimiento y régimen sanitario de cementerios;

f) La construcción y el régimen de mataderos;

g) La vigilancia higiénica de las Escuelas públicas ó privadas;

h) La prevención contra el paludismo;

i) Las precauciones y medidas para evitar enfermedades epidémicas, contagiosas ó infecciosas; desinfecciones aislamientos y demás análogas;

j) La supresión, corrección ó inspección de establecimientos ó industrias nocivas á la salud pública;

k) La vigilancia contra adulteraciones ó averías de substancias alimenticias, con inspección de mercados y establecimientos de ventas, de comidas ó de bebidas;

l) El régimen higiénico de los espectáculos públicos y las condiciones higiénicas de todo local de reunión;

m) La inspección de fondas, hoteles, casas de huéspedes ó de dormir, posadas y tabernas;

n) La vigilancia higiénica de Hospitales, Asilos y cualesquiera otros establecimientos benéficos, municipales ó particulares;

o) La asistencia domiciliaria de enfermos pobres y la especial higiene de la infancia y de las embarazadas ó paridas pobres.

Según el art. 74 de la citada ley Municipal para el cumplimiento de las obligaciones de los Ayuntamientos, corresponde á éstos, entre otras atribuciones, la de formar las Ordenanzas municipales de policía urbana y rural, las cuales, según el art. 76, no son ejecutivas mientras no se aprueben por el Gobernador de acuerdo con la Diputación, debiendo siempre estas Ordenanzas no contravenir las leyes generales del país, y, según el art. 77, las penas por infracción de Ordenanzas y Reglamentos municipales pueden ser multas que no excedan de 50 pesetas en las capitales, 25 en las cabezas de partido y pueblos de 4.000 habitantes y 15 en los demás.

En esas Ordenanzas municipales, en su casi totalidad anticuadas y deficientísimas, engloban los Ayuntamientos, dentro de los múltiples servicios que á dichas entidades corresponden, los de higiene, tanto relacionados con la vía pública, como con las viviendas, escuelas, talleres, edificios insalubres, policía urbana, etc., etc., servicios higiénicos todos que deben pasar á los Reglamentos sanitarios, que ya debieran estar funcionando hace años de haberse cumplido la Instrucción de Sanidad, y que, cuando más, han sido objeto de bandos y disposiciones casi siempre incumplidas tan pronto desaparecieron de los Ayuntamientos las Autoridades municipales que los dictaron.

Esta amplísima libertad de que en España han gozado y gozan los Ayuntamientos para reglamentar los importantísimos servicios de higiene municipal, ha sido una de las causas determinantes de nuestro atraso sanitario, pues nadie duda que para un Municipio como el de San Sebastián, que pueda citarse como ejemplo de lo ventajoso de tal libertad de acción, toda vez que con ella ha logrado higienizar y embellecer la capital, son en número crecidísimo los que, amparándose en aquella amplitud siguen en un inconcebible atraso, sin haber establecido siquiera el

alcantarillado ni asegurado la alimentación de agua potable en límites aceptables, que es lo más elemental que á un pueblo puede pedirse tenga establecido.

Y si en materia de reglamentación de los servicios higiénicos andan mal los Ayuntamientos españoles, mucho peor aún se encuentran en lo referente á organización de los mismos, pues para media docena escasa que, como el citado de San Sebastián ó el de Bilbao, tengan establecido un negociado especial de «Higiene y salubridad» donde se centralicen esos servicios con personal idóneo y entusiasta, en todos los demás encuéntranse mezclados y confundidos con otros de índole muy diversa, con lo que forzosamente ha de notarse la falta de unidad de criterio y dirección, siempre tan beneficiosa. Y así vemos que en Madrid, por ejemplo, donde dependen de la Comisión quinta, «Beneficencia municipal», algunos servicios de Higiene, se halla afecto á la de «Policía urbana» el Laboratorio Municipal y otros servicios, como el de limpieza y riegos, mientras los de saneamiento de fincas dependen de la dirección de Fontanería y alcantarillas, y con tal desbarajuste y el abandono, aún mayor en el cumplimiento de las Ordenanzas municipales, encuéntrase la villa y corte en la situación que reflejan los siguientes párrafos, de recientísimo trabajo, del Dr. Pando y Valle (1), cuyo contenido no parecerá exagerado al que haya recorrido el mal llamado extrarradio de Madrid:

«En los comienzos del siglo xx; cuando en todas las grandes capitales del mundo civilizado se rinde fervoroso culto á la higiene; cuando ya es un axioma que la vida de una persona representa un capital con interés compuesto; en una época, en fin, en que la resolución de la mayor parte de los grandes problemas sociales se inspira principalmente en esa ciencia, cuyos dictados transforman en sabias leyes los pueblos verdaderamente amantes de su bienestar y positivo progreso, el *Boletín Demográfico* del Ayuntamiento de Madrid nos dice que en la capital de España se mueren treinta y cuatro individuos por cada mil. Esta fúnebre estadística viene á demostrarnos una vez más el incalificable abandono en que se hallan todos los servicios de higiene pública y la ignorancia que reina entre los de arriba y los de abajo en tan importante materia. El amenazador pozo negro como baldón de ignominia para todos los Municipios que han existido en la villa y corte, los alimentos y bebidas adulteradas, la merma en el peso de los artículos de primera necesidad, un sistema de riego primitivo en muchas calles, solares que son estercoleros, casas de vecindad y hasta barrios enteros verdaderas antesalas de los cementerios, agua impura y escasa, acordonamiento de la población por toda la excre-

(1) Inserto en el número 1.º año 1907 de *Nueva Vida*.

ta de la misma que la circunda formando digno marco á tan triste cuadro; tal es, á grandes rasgos, la situación á que nos hallamos condenados todos los que vivimos en la capital de España. Aquí, donde se improvisan grandes edificios para la piedad, para el goce frívolo, para la explotación de los negocios y para otros fines más ó menos egoístas, carecemos aún de un mediano Hospital de epidemias, que ya que no nos redimiese de tantas culpas, nos presentaría, por lo menos ante los extraños, como un pueblo digno de los tiempos en que vivimos, y á ese tenor pudiéramos indicar infinitas deficiencias que revelan un atraso inconcebible y un desprecio de la vida, que si no fuese inconsciente sería verdaderamente heróico.»

MEDIDAS QUE DEBEN ADOPTAR LOS MUNICIPIOS PARA REDUCIR LA MORTALIDAD

Aun sin salirse de la Legislación actual, y aprovechándose de los recargos ó impuestos que sobre la propiedad urbana permiten imponer la ley Municipal vigente y las de Ensanche y Reforma interior de las poblaciones, pueden los Municipios realizar en España notables progresos en el saneamiento de las urbes.

El cuadro que ante el higienista ofrecen, en efecto, la inmensa mayoría de las capitales españolas de población media (tipo de 8 á 15.000 almas), no puede ser más desconsolador; rarísima será la que tenga alcantarillado, y muchísimo más rara aquélla en la cual este alcantarillado esté en condiciones aceptables; ninguna depura las aguas residuales, que la que más hace, vierte al descubierto al rio ó arroyuelo próximo; muy contadas tienen en cantidad suficiente el agua que para la limpieza y usos domésticos necesitan, y ninguna filtra ni esteriliza el agua de la bebida, que nunca se reparte con pureza tal, que haga innecesaria dicha medida previsora; con los dedos de la mano podrán contarse las que poseen y cumplen unas Ordenanzas municipales rigurosas que aseguren un buen servicio de limpieza y riego; ni una sola tiene un aceptable sistema de drenajes que saneen el suelo y subsuelo aunque abundan las que lo poseen húmedo y malsano; excepcionales son, en fin, las capitales cuyas calles están trazadas con arreglo á un plan armónico que facilite la aireación, iluminación y soleamiento de las viviendas y las que tienen establecido el empadronamiento ó registro sanitario de estas viviendas y locales públicos.

En dichas condiciones, el campo que se ofrece al Municipio que pretenda realizar en cualquiera de esas capitales la humanitaria obra de su

saneamiento es amplísimo, y, hablando entre gente sensata, es pueril empeño tratar de convencerla de que por falta de recursos de estas Corporaciones es imposible realizar su higienización. Fueran las personas que estos Municipios constituyen más amantes de las vidas y haciendas de sus administrados y de las suyas propias, y más devotos de la higiene pública y privada que de la política menuda que todo lo corrompe, y la mortalidad de todas esas capitales bajaría, aun sin aumentos de gastos por los Concejos, con la sola condición de comenzar con fe un plan de higienización y perseverar en él con entusiasmo y, sobre todo, con inquebrantable buena voluntad. Esto aparte de que, como ya hemos repetido, la salud, ahorro de vida, es riqueza para los pueblos, y, por lo tanto, todo gasto que á mejorar la salud tienda, es reproductivo; devuelve, á plazo breve, ciento por uno.

Con obligar á los vecinos á bajar las basuras en recipientes cerrados; suprimiendo los depósitos de estiercol y de basuras y de animales muertos, que en calles poco céntricas de las poblaciones rurales y hasta urbanas se pasan las horas, y con frecuencia los días, esperando ser recogidas, cuando ya el viento y la lluvia se han encargado de reducir su volumen, repartiéndolas por el aire y el suelo; con prohibir ó alejar, cuando menos, esos depósitos de excrementos, estiercol y basuras, que á las puertas mismas de las poblaciones y sin tomar la medida más elemental de higiene, acumulan los contratistas de estos servicios (que los efectúan en carros ordinarios sin condiciones ningunas higiénicas), por lo mismo que suelen tomarse como fuente de ingresos, en vez de como gasto indispensable para los Municipios; con negar licencia para construir y habitar toda vivienda que no disponga de retretes en condiciones admisibles y del cubo de aire que por persona es indispensable; con proponerse que, por lo menos dentro de poblado, no haya trozos de alcantarilla al descubierto, ni sumideros irresistibles al olfato; con prohibir la bárbara costumbre en los pueblos de convivir con las personas, cerdos, cabras, y otros animales, que roban al aire el oxígeno que aquellas necesitan, infeccionándolo en cambio con sus emanaciones nocivas; con proteger y aumentar, aunque sea lenta, pero constantemente el arbolado; con desterrar para siempre los pozos negros, substituyéndolos por fosos sépticos, siempre preferibles y tolerables allá donde el alcantarillado no exista; con cegar esas albercas, depósito permanente de aguas infectas ó desinfectar su líquido; con ensanchar las calles y plazas á medida que los derribos permitan irlo efectuando á poco coste; con dar anchura y la debida orientación á las nuevas calles que la expansión de la urbe obligue á trazar, preparando previamente la urbanización y ensanche para evitar expropiaciones costosas; con multar y tratar severamente á los que faltando hasta á la ur-

banidad y á la moral, depositan sus deyecciones en las calles y paseos, y á los que en los lavaderos públicos lavan ropas infectas; con suprimir las mingitorias que por falta de conducciones se convierten en origen de infección y olor constante; con impedir que libremente y á cualquier hora las aguas sucias, de limpieza y usos industriales se viertan en las cunetas y canales que bordean las calles y mucho más en éstas lo que es frecuente, sobre todo cuando no están pavimentadas; con *exigir, en fin, el cumplimiento de unas severas Ordenanzas municipales* é imponer con algún rigor al principio, ciertas prácticas que vayan acostumbrando al vecindario á entrar por la senda que á los pueblos cultos interesa seguir en propio beneficio, la higienización de las pequeñas capitales ganaría no poco.

Aparte de estas medidas, fáciles, repetimos, de llevar á la práctica sin sacrificios pecuniarios, es evidente que el saneamiento de nuestras capitales exige la realización de obras, que no por ser costosas se va á renunciar á ellas, aun teniendo á la vista la mortalidad á que el abandono en materia de higiene conduce. De estas obras es, sin duda, la más importante la construcción de alcantarillado, con su necesario complemento, que es el tratamiento de las aguas para hacerlas inofensivas hasta devolverlas al terreno ó á los cursos de agua para continuar su eterno ciclo evolutivo.

La vida moderna tiende á concentrar las familias alrededor de los centros industriales y fábricas, lo que motiva una mayor densidad en las poblaciones y la expansión de la mayor parte de éstas, sobre todo de las industriales. De aquí que, aun las capitales que tienen alcantarillado, se vean forzadas á aumentar su desarrollo paralelamente al de la urbe, y que las que hace quince años, por ejemplo, tenían una dotación de agua abundante y que creían excelente, hoy sea insuficiente y hasta inaceptable por el crecimiento del número de habitantes y las mayores exigencias de la higiene, que hace del agua un elemento primordial, así como por la falta de protección al captarla y de aislamiento en las conducciones.

Casi todos los alcantarillados antiguos hoy no valen, pues, aparte de que su sección es lo más probable sea ya insuficiente, el sistema de su construcción con fábrica de ladrillo y mortero poco ó nada hidráulico, es causa de que en los días de grandes aguaceros, al aumentar con la altura de líquido la presión, filtren las paredes y lleven al terreno adyacente productos líquidos y gaseosos que lo contaminen.

La higiene pide en las poblaciones mucha agua, cuanta más mejor; si hay facilidad de distribuir á 300 litros por día y habitante, no reducir la cifra á 200, y si se pueden dar 200, aunque sea con algún sacrificio, no bajar á 100, no debiendo nunca olvidar que el aumento probable y coustante de las poblaciones impone quedar largos en la dotación en vez de

cortos. Rara será la urbe donde no sea posible aprovechar para el abastecimiento agua de algún río, arroyo ó manantial próximo; más si esto no sucede, no hay que resignarse á servirse del agua de pozo, que bastante será con dedicarla á la limpieza y usos domésticos. El arte del minador y la ciencia del ingeniero han progresado mucho, y hoy es fácil ir á buscar el agua á grandes profundidades; los sondeos hasta unos cientos de metros para explorar en las reconditeces de la tierra el agua subterránea, son económicos, y lo propio sucede con la captación de estas corrientes profundas, que dan el agua más pura y fresca que las superficiales; las fábricas de electricidad se han extendido por toda España, y la utilización de este fluído permite montar fábricas esterilizadoras, accionar cómoda y económicamente poderosas bombas, que lo mismo extraen el líquido de grandes profundidades, que lo impulsan á elevadas alturas para que tenga la presión necesaria para el abastecimiento.

El establecimiento de un laboratorio químico bacteriológico es una gran mejora para cualquier población culta, pues no sólo la permitirá saber si el agua que el vecindario en su organismo introduce puede ó no serle perjudicial, sino que la pondrá en condiciones de apreciar si los alimentos están ó no adulterados y de llenar otra multitud de importantísimos servicios.

La purificación del agua por la filtración, la esterilización ó ambos procedimientos combinados, es de una transcendental importancia, y la economía con que el ozono puede producirse y los filtros de arena entretenerse, hace constituya motivo de acerbas censuras el suministrar al vecindario las aguas con todas las impurezas y colonias microbianas que traigan desde su origen ó las que por el trayecto que recorran van recogiendo.

El peligro tremendo que arrastra la comunicación con las aguas de alcantarillado de las de abastecimiento, obliga á insistir en la especialísima vigilancia y prudentes medidas que deben tomarse para comprobar y obtener la impermeabilidad y posible aislamiento de ambas conducciones; la substitución de las tuberías de barro por las de acero asfaltado, hormigón armado ó fundición, debe ser preocupación de toda autoridad municipal.

Tan necesario casi como el laboratorio oficial es la estación de desinfección, donde, gratuitamente en unos casos, y á precios módicos en otros, puedan, en todo momento, destruirse ó desinfectarse las ropas y objetos usados por los enfermos contagiosos, y donde se disponga del adecuado material móvil para la desinfección de muebles y locales donde estos mismos enfermos hayan permanecido durante su dolencia.

Por lo que respecta á la humedad del suelo y subsuelo, hemos ya indicado debe buscarse la desecación, en primer término, por la construc-

ción de un buen alcantarillado, y en segundo lugar, por los drenajes, y á falta de éstos, multiplicando el arbolado por las calles y plazas, así como los jardines y masas de vegetación, que no sólo desecan, sino que purifican el aire respirable.

Para este mismo objeto, y más principalmente para disminuir la producción del polvo y facilitar la circulación, es indispensable el pavimentado, comenzando por las aceras que admiten mayor diversidad de materiales que el camino destinado al tránsito de vehículos.

Las losas de piedra natural ó artificial, la baldosa de grés ó de cemento comprimido, la losa contínua de hormigón y tantos otros, son materiales muy adecuados, de la suficiente impermeabilidad y resistencia para tan útil aplicación. El asfalto, el entarugado, el adoquinado, el macadam y, en último término, los cantos rodados, son pavimentos que, en grado distinto y por el orden enumerado, llenan las condiciones que la higiene y la circulación reclaman, y que conviene generalizar en las poblaciones, reemplazando unos por otros á medida que los recursos lo consientan, no siendo aceptable en modo alguno conformarse con tener indefinidamente las calles y plazas sin afirmado alguno ó con el de cantos rodados (calificado en los libros de salvaje).

Unas buenas Ordenanzas municipales deben contener la serie de preceptos, obligando á los propietarios á no construir fincas sin las debidas condiciones higiénicas referentes á la cubicación é iluminación de las piezas, altura máxima de la casa con relación á la calle y anchura de los patios con respecto á la altura de la casa, disposición de las bajadas de las aguas sucias y pluviales, acometida de estas bajadas en los colectores generales, etc., etc., así como también precisar los establecimientos que no pueden instalarse en el casco de la población (vaquerías, etc.) y las industrias y edificios que deben instalarse á cierta distancia. El obligar al riguroso cumplimiento de esas disposiciones; el procurar ir aprovechando derribos y modificaciones en la propiedad urbana para el ensanchamiento de las vías públicas; el tender al aumento constante de los espacios libres, dando amplitud á las nuevas vías y paseos y buscando el medio de establecer en la periferia ó en la proximidad extensos parques, que el tiempo y la naturaleza se encargarán de ir hermoseando con el crecimiento de la vegetación, y el atender en lo posible á las indicaciones que suministren los «empadronamientos sanitarios de las viviendas» que todo Ayuntamiento debe implantar como servicio indispensable, son medidas que pueden servir de guía é inspiración á cuantos municipios deseen laborar por el saneamiento de las urbes que, repetimos exige, más que grandes recursos, una acción perseverante y enérgica, orientada en el conocimiento de la ciencia del higienista.

A título de complemento de las precedentes indicaciones generales, y como muestra de lo que el personal celoso de un negociado municipal de Higiene y Salubridad en Ayuntamiento que tenga conciencia de sus deberes, puede hacer en materia sanitaria, reproducimos los siguientes párrafos de un estudio del Dr. Vidaur, en el que se da somera cuenta del funcionamiento de los servicios mencionados en la cultísima población de San Sebastián, una de las pocas que en España pueden citarse como modelo de urbe saneada. Dice el reputado higienista citado:

«La labor que se desarrolla, como toda la que tiene que ser minuciosa, detallista y de un campo enorme de acción, no es de las que entra por los ojos del vulgo; sus resultados tienen algo de indirecto y mucho de preventivo, siendo por esto el mayor timbre de gloria para la población la facilidad con que coopera, pues la pone al nivel de los pueblos más visibles por su cultura.

Citemos, para no alargar, algunos ejemplos de estos trabajos:

a) El Ayuntamiento tiene montado un gran centro de desinfección, en el que existen estufas fijas, locomóvil, horno de incineración, cámara de formol, lejiadoras, pulverizadores, aparatos de desinfección por el formol, de diversos sistemas, etc.; la independencia entre las zonas llamadas infectada y desinfectada, es absoluta; el personal dispone de bañeras y duchas para su aseo. El transporte de las ropas y demás efectos se hace en vehículos especiales de fácil y completa desinfección.

b) El transporte de los enfermos infecciosos se verifica en coches del tipo más moderno, construídos por la casa especialista de Viena, Lohner, en los que se hallan resueltos los problemas de la facilidad del transporte, comodidad para el enfermo, sencillez para su desinfección y absoluta garantía para el público.

c) Innecesario juzgo tener que indicar las precauciones que se adoptan en casas donde existen enfermedades infecciosas, encaminadas al mayor aislamiento posible y á la más enérgica desinfección.

d) La Junta municipal de Defensa contra la tuberculosis distribuye á los enfermos pobres atacados de esta enfermedad platos, vasos y cubiertos para su exclusivo uso, escupideras de cama y de bolsillo, y, para su mejor alimentación, entrega raciones diarias de carne y leche, sometiéndose las ropas usadas á la desinfección; las habitaciones ocupadas por ellos se desinfectan periódicamente.

El Ayuntamiento de esta ciudad, de unos 44.000 habitantes, dedica á este objeto anualmente la cantidad do 18.000 pesetas.

e) Todo piso que se desalquila debe ser desinfectado antes de su nuevo alquiler. Esta prescripción, que se cumple con rigurosa exactitud, y

que nadie trata de eludirla, se verifica con rapidez sin molestias, siendo nulas para las de renta baja.

f) Las ropas y muebles usados puestos á la venta pública tienen la garantía de su asepsia, puesto que antes de ofrecerse al público han sido desinfectados.

La garantía se hace patente por medio de marchamos y signos especiales. Es innegable la utilidad de este servicio por la calidad de las ropas y muebles que en general son objeto de venta, por su origen y su destino.

El Monte de Piedad Municipal, que tiene un servicio completo de desinfección, somete todo lo que á él llega á esterilización.

g) Los urinarios y paradas de coches son lugares de la vía pública objeto de especial atención; se desolorizan á diario desde la primavera al invierno.

h) Evitar el hacinamiento de seres humanos en lugares pequeños, que tantos daños produce y propaga; conseguir la limpieza de los retretes, que son todos de sifón; hacer que los patios generales y particulares estén limpios, tanto en su suelo como en sus paredes; hacer que las bodegas y guardillas no sean lugares sucios ó depósitos de basura y de cosas abandonadas ó se destinen á viviendas, cuando no tienen condiciones, son funciones interesantísimas de que se ocupa con energía y continuidad el Ayuntamiento, y para conseguirlo ha creado un Cuerpo denominado de Policía Sanitaria, que es objeto de atenciones por parte del público, para cuyo bien trabaja, siendo muy de notar la beneficiosa influencia que produce en las viviendas por el aseo general á que visitas inesperadas obligan, pues sin dificultad se comprende que á ningún inquilino le es agradable presentar signos de abandono en la limpieza de su piso.

i) La ropa sucia, que generalmente sale de las casas para ser lavada en los ríos próximos á la ciudad, se lleva, en general, en carros después de reunida la ropa de varias familias, lo que exige el amontonamiento momentáneo de las ropas en ciertos lugares; pues bien, esos lugares, que no pueden ser establecimientos donde se expendan artículos de comer y beber, son desinfectados á cuenta de los dueños del local.

El transporte de ropas debe hacerse dentro de horas señaladas, y los carros que las transportan no pueden llevar ni alimentos, ni vasijas destinadas á contenerlos.

j) Hay algunos caseríos en los que para auxilio de alimentación de cerdos se usan restos de comidas y aguas de fregado, y como el producto es mal oliente y de repugnante aspecto, se conduce al exterior en vasijas metálicas completamente cerradas, prohibiéndose que se destapen hasta llegar al punto de destino.

k) En todo caso de enterramiento de animales se exige un certificado

de veterinario en que, al declarar la clase de enfermedad que padeció el animal, se especifica si alguna parte puede ser aprovechada sin temor á que enfermedades como el carbunco, muermo, tuberculosis, glosopeda, etcétera, puedan ser transmitidas al hombre al pretender utilizar la piel, las grasas, etc.

El Ayuntamiento dispone de un carro especial que sirve para el transporte de animales muertos.

l) Un encasillado, universalmente denominado sanitario, en el que se anotan, vivienda por vivienda, datos de enfermedades infecciosas de todo género con su proceso, dan idea exacta de la morbilidad y mortalidad á ellas referentes y al conjunto de esos datos, relacionados entre sí y con el tiempo, son precisas indicaciones que se aprovechan hoy y servirán de mucho el día de mañana.

m) A pesar de que el sistema de recogida de basura casera se hace en condiciones aceptables, no contento el Ayuntamiento con el sistema, ha acordado realizar ensayos en forma análoga á la que se practica en Berlín con los tipos mejores, del que puede dar idea el más moderno, denominado Stambschuiz».

Para realizar la labor de saneamiento, claro es que necesitan los Municipios sostener luchas con los propietarios de urbana, de las que son ejemplos notables la campaña de los malagueños contra el proyecto del ex Alcalde y Presidente de la Sociedad de Higiene de Málaga, Dr. Martín Gil y la ruidosísima de los propietarios sevillanos, que han opuesto todo género de resistencias para paralizar las hace ocho años comenzadas obras de su alcantarillado; pero ante tan suicida y egoista conducta, los Municipios y el Estado tienen el deber de proceder con energía, reconociendo este último, como acaba de hacerlo en el presente año el Ministro de la Gobernación, la necesidad de sanear la capital del antiguo reino de Galicia, resolviendo favorablemente la petición del Ayuntamiento coruñés que para dotar á la población de nueva red de alcantarillado solicitó autorización para gravar con el 4 por 100 la propiedad urbana (1), y es

(1) Los gravámenes que sobre la propiedad urbana se establezcan para ayuda de los gastos que originen el alcantarillado ú otras reformas urbanas que beneficien á dicha propiedad, deben ser temporales y aplicados exclusivamente á las referidas obras, sin quedar nunca permanentes ni dedicarse á satisfacer otros servicios municipales, pues no hay que olvidar que la propiedad urbana sufre hoy sobre la cuota del 17,5 por 100, que por contribución directa paga al Tesoro, el recargo municipal que no suele bajar del 15 por 100, el 5 por 100 de impuesto de Guerra, y el 4 por 100 las fincas que radican en el ensanche de las poblaciones. Para vigilar la debida inversión de los fondos recaudados con esos impuestos especiales, como el del alcantarillado, es indispensable tengan intervención en la administración de dichas obras las Cámaras de propietarios de urbana.

lógico y justo acudan dichos Municipios á recursos tan legales como el con tanto éxito practicado en San Sebastián de establecer tarifas distintas para la venta del agua (servicio en dicha población municipalizado), que la reciben á 0,35 pesetas el metro cúbico las fincas no saneadas y á 0,15 las saneadas, ó el más criticado del Ayuntamiento de Madrid, que tiene establecido un impuesto sobre las fincas no dotadas de desagües en las debidas condiciones higiénicas, habiendo por ese medio logrado el saneamieuto parcial de más de 2.000 edificios.

Resumen.—Podemos resumir lo expuesto sobre las medidas que deben adoptar los Municipios para mejorar las condiciones de salubridad de las urbes y pueblos, ó sea para reducir su mortalidad, en los preceptos que siguen:

1.° Redacción del Reglamento Sanitario local y revisión de las Ordenanzas municipales para poner en armonía el contenido de ambos textos en lo referente á los servicios sanitarios é higiénicos y de acuerdo con las actuales exigencias de la ciencia sanitaria.

2.° Hacer efectivo el cumplimiento de dichos Reglamentos y Ordenanzas por medio de la imposición rigurosa de multas, así como de todos los bandos y órdenes de policía sanitaria.

3.° Cumplir fielmente las obligaciones que la legislación sanitaria impone á los Municipios, especialmente en lo referente á desinfección y aislamiento de enfermos contagiosos, establecimiento de Laboratorios é Institutos de vacunación é inspección de locales y viviendas para comprobar sus condiciones higiénicas.

4.° Procurar por todos los medios á su alcance dotar á la población de un sistema de alcantarillado y de aguas en cantidad y calidad aceptables.

5.° Centralizar en un negociado especial todos los servicios referentes á la higiene municipal y urbana, organizando, si ya no existiese, como base seria de toda reforma sanitaria, el registro de viviendas.

6.° Preparar con anticipación el ensanche futuro, adquiriendo los terrenos necesarios y aprobando el plan de urbanización en tiempo oportuno para evitar dificultades en el trazado de calles y gastos excesivos en las expropiaciones.

7.° Mejorar y completar lenta, pero perseverantemente, todos los servicios de higiene pública y policía sanitaria, realizando, con arreglo á un plan metódico y poco variable, las obras que dicha mejora exija.

8.° Facilitar la construcción de barriadas de casas baratas, donando gratuitamente terrenos apropiados, y concediendo subvenciones ó reducción de impuestos.

De todas estas medidas, quizás sea la principal la de redactar y exigir el estricto cumplimiento del Reglamento Sanitario local, y como

quiera que no creemos se haya redactado aún ninguno de éstos, no será inoportuno reproducir, como lo hacemos á continuación para término de esta obra, los dos *Proyectos de Reglamentos Sanitarios* elaborados por el Comité Consultivo de Higiene pública de Francia, aplicable el primero á las ciudades y aglomeraciones urbanas, y el segundo á los pueblos y Municipios rurales. Estos proyectos podrán servir seguramente de base utilísima para los Municipios que quieran cumplir lo dispuesto en la Instrucción general de Sanidad del Reino y prestar un valioso servicio á la higiene pública en favor de sus administrados:

Reglamento Sanitario Municipal aplicable á las ciudades, pueblos ó aglomeraciones urbanas.

TÍTULO PRIMERO

Salubridad.

REGLAS GENERALES DE SALUBRIDAD PARA LAS HABITACIONES

Artículo primero. Las habitaciones estarán aireadas y alumbradas ampliamente. Interiormente se conservarán en estado de perfecta limpieza. Estarán provistas de medios de evacuación de las aguas pluviales y aguas y materias usadas.

PIEZAS DESTINADAS Á LA HABITACIÓN

Art. 2.° Toda pieza pudiendo servir como habitación sea de día ó de noche, es decir, toda pieza en la cual la estancia puede ser habitual de día ó de noche, tendrá una capacidad mínima de 25 metros.

Estará aireada y alumbrada directamente sobre la calle ó sobre un patio por una ó varias aberturas. El conjunto de éstas presentará una superficie mínima de 2 metros cuadrados y lo menos un metro cuadrado más por cada vez 30 metros cúbicos. Estas dimensiones podrán llegar á una superficie de 1,50 metros por cada 20 metros cúbicos para las piezas habitables del piso más alto.

Art. 3.° Los huecos para luz ó lumbreras no podrán nunca ser considerados como aberturas de aireación.

SÓTANOS

Art. 4.° Los sótanos no podrán servir para habitación de día ó de noche. Estarán siempre ventilados por respiraderos comunicando con el aire exterior.

Está prohibido abrir una puerta ó ventana de comunicación con un sótano en una pieza destinada á habitación de noche.

SUBSUELOS

Art. 5.° Los subsuelos destinados á la habitación de día tendrán cada una de sus piezas aireadas y alumbradas por medio de aberturas que abran sobre la calle ó patio y teniendo las dimensiones indicadas en el artículo 2.°

La habitación de noche está prohibida en los subsuelos.

PLANTA BAJA Y PISOS

Art. 6.° El suelo y las paredes de los locales de la planta baja estarán separados de los sótanos ó terraplenes por una capa aislante impermeable colocada contra el terreno exterior.

Art. 7.° En las construcciones de cualquier naturaleza que sean, destinadas á la habitación de día ó de noche, la altura de las piezas no será inferior á las dimensiones siguientes, medidas bajo cielo raso: 2,60 metros para el subsuelo; 2,80 metros para la planta baja y el piso situado inmediatamente encima; 2,60 metros para los otros pisos.

La profundidad de las piezas habitadas no podrá exceder del doble de la altura del piso.

Art. 8.° En el piso más elevado de la construcción, la altura mínima de 2,60 metros será medida por la parte más alta. Toda habitación artesonada tendrá como mínimum una superficie de cielo raso horizontal de 2 metros. La parte artesonada comprenderá una capa de materiales protegiendo á los moradores todo lo posible de las variaciones atmosféricas.

Art. 9.° La altura de las casas, medida sobre el punto medio de la fachada, entre el nivel de la acera ó del empedrado al pie de esta fachada y la línea del caballete del inmueble, no excederá las dimensiones siguientes, en relación con la anchura reglamentaria de la calle.

ALTURA DE LAS CASAS

Vías de menos de 12 metros: altura de 6 metros aumentada de una dimensión igual á la anchura de la calle.

Vías de 12 á 15 metros: altura de 19 metros.

Vías de 15 metros ó más: altura de 20 metros.

Para el cálculo de la cota de altura, toda fracción de metro de la vía será contada por 1 metro.

Art. 10. Cuando las vías son en pendiente, la fachada de las construcciones que las bordean será dividida para el cálculo de la altura en secciones, no pudiendo exceder de 30 metros.

La cota de altura de cada sección será tomada en el punto medio de cada una de ellas.

Art. 11. Para las construcciones comprendidas entre dos vías de anchuras desiguales ó niveles diferentes, la altura de cada una de las fachadas sobre la calle no podrá exceder la que está fijada en razón de la anchura ó del nivel de la vía sobre la cual se eleva.

PATIOS Y PATINILLOS

Art. 12. Los patios de los cuales toman luz y aire las piezas pudiendo servir de habitación sea de día ó de noche, tendrán una superficie mínima de 30 metros cuadrados.

Art. 13. Los patinillos sobre los cuales están exclusivamente aireadas y alumbradas piezas que no pueden ser destinadas á la habitación, tendrán una superficie lo menos de 15 metros cuadrados.

Art. 14. Está prohibido colocar cubiertas de vidrio encima de los patios ó patinillos, á menos que no se haya establecido en la parte superior de estos patios ó patinillos, lo mismo que en su parte inferior, corrientes de aire asegurando una ventilación eficaz en toda la altura.

Art. 15. Las vistas directas tomadas en el eje de cada abertura de las piezas sirviendo de habitación de día y de noche y dando sobre patios, no serán inferiores á 4 metros.

Art. 16. En el último piso de las construcciones, las piezas, sirviendo á la habitación de día ó de noche, pueden, excepcionalmente, tomar luz y aire de los patinillos.

ESCALERAS

Art. 17. Las escaleras estarán aireadas y alumbradas en todas sus partes.

CALEFACCIÓN

Art. 18. En toda pieza habitable conteniendo una chimenea, ésta será provista de una toma de aire exterior.

Art. 19. Los hornos de cocina fijos ó móviles quemando madera, carbón, cok, gas ó combustibles líquidos, tendrán una campana con una caperuza unida al conducto de humo. En caso contrario, deberán estar eficazmente ventilados. Las llaves destinadas á regular el tiro de estos conductos de humo, no podrán jamás ser instaladas de manera que cierren completamente la sección de estos conductos.

Art. 20. Los tubos del humo se elevarán á 0,40 metros lo menos sobre la parte más elevada de la construcción.

Art. 21. Las tomas de aire de los caloríferos no podrán hacerse más que del exterior.

Art. 22. Los aparatos de calefacción serán construídos é instalados de manera que no despidan en el interior de las piezas habitables ni humo ni ningún gas que pueda comprometer la salud de sus habitantes.

ALIMENTACIÓN DE AGUA

Art. 23. En las aglomeraciones provistas de una distribución pública de agua potable, las habitaciones que bordean las calles recorridas por una canalización, le serán unidas por un ramal especial. Este servirá, en lo posible, los diferentes pisos en caso de alquileres múltiples de estos inmuebles, ó cuando menos, el uso del agua potable se asegurará para todos los inquilinos.

Art. 24. En el caso en que un inmueble es, además, servido por una canalización de agua no potable, esta canalización se diferenciará por una capa de pintura de color determinado y no existirá ninguna comunicación en las casas entre las dos redes de distribución.

Art. 25. Si no existe en la aglomeración distribución pública de agua potable, todas las casas, sin embargo, serán provistas de agua para lavar.

Art. 26. Todo aparato de sacar agua ó toma de agua será instalado de modo que no sea causa de humeded para la construcción.

Art. 27. Los depósitos de agua potable tendrán sus paredes formadas de materias que no puedan ser alteradas por las aguas. El plomo será excluído.

Estarán herméticamente cerrados por la parte superior, de modo que el polvo, los líquidos ó toda otra materia extraña, no pueda penetrar.

Se substraerán á los rayos solares y se alejarán de los conductos de evacuación de aguas y materias usadas. Su parte inferior estará provista de un grifo de desagüe. Se conservarán en estado constante de limpieza.

Art. 28. Ningún pozo podrá utilizarse para la alimentación privada ó pública si no está situado á una distancia conveniente de los retretes y fosos fijos, de los estercoleros y depósitos de inmundicias.

Art. 29. Las paredes de los pozos serán impermeables. Estos tendrán cerrado su orificio ó boca y aquéllas estarán protegidas contra toda infiltración de aguas superficiales por el establecimiento de una área de mampostería hormigonada de un ancho de 2 metros herméticamente unida á las paredes de los pozos y ligeramente inclinada del centro hacia la periferia.

Art. 30. Los pozos estarán en constante estado de limpieza. Se procederá, además, á su limpieza ó desinfección por mandato del Alcalde, pre-

vio informe del departamento de higiene ó autoridad sanitaria en las condiciones previstas en el art. 12 de la ley del 15 de Febrero de 1902 (1).

Art. 31. Los pozos fuera de uso serán cerrados, y aquéllos cuyo uso esté prohibido en definitiva se elevarán hasta el nivel del suelo.

Art. 32. En caso de usar el agua de cisterna para la alimentación, las paredes de esta cisterna y los tubos de conducción serán impermeables.

El orificio de las cisternas estará cerrado y el agua no podrá ser extraída más que con ayuda de una bomba ó de un grifo de sifón, según el caso.

Se tomarán disposiciones para que las primeras aguas de lluvia no sean vertidas en las cisternas.

EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Art. 33. Pequeñas canales y canalones de dimensiones apropiadas y que recojan bien el agua, recibirán las aguas pluviales en la parte baja de las cubiertas de manera que las dirijan rápidamente sin estancamiento hacia los orificios de los tubos de bajada.

Art. 34. Está prohibido echar aguas usadas de cualquier naturaleza que sean en los caños y canalones.

Art. 35. En las casas que bordean las calles provistas de alcantarillas el suelo de los patios y patinillos estará revestido de materiales impermeables con pendientes convenientemente arregladas para dirigir las aguas pluviales hacia los orificios de evacuación (entradas de agua).

Las entradas estarán provistas de un cierre hermético y permanente y unidas á los conductos de evacuación.

EVACUACIÓN DE AGUAS Y MATERIAS USADAS

Art. 36. En toda casa habrá en cada departamento, cualquiera que sea su importancia, á partir de tres piezas habitables (sin comprender la cocina), un retrete instalado en un local alumbrado y aireado directamente.

Un fregadero ó depósito de agua será agregado á ese gabinete siempre que la canalización lo permita. Este fregadero ó depósito de agua tendrá un grifo para verter el agua de lavar y un vaciador para la evacuación de las aguas usadas.

---

(1) Art. 12. Cuando un inmueble construído ó nó, dando ó nó á la vía pública es peligroso para la salud de los que lo ocupen ó de los vecinos, el alcalde, ó en su lugar el prefecto, invita á la Comisión sanitaria á dar su opinión: 1.°, sobre la utilidad y naturaleza de los trabajos; 2.°, sobre la prohibición de habitar todo ó parte del inmueble hasta que las condiciones de insalubridad hayan desaparecido. Los trámites que tiene que seguir dicho informe son muy lentos, y se indican en el citado artículo. *(N. del A.)*

Art. 37. Se establecerá igualmente, y en las mismas condiciones, para el servicio de las piezas habitables, alquiladas solas ó por grupos, un retrete por cada cinco piezas habitables, y un depósito de agua, en lo posible, por cada diez piezas habitables.

Art. 38. En los establecimientos de uso colectivo, el número de retretes se determinará tomando por base el número de personas llamadas á hacer uso de los retretes y la duración de la estancia de esas personas en dichos establecimientos.

Art. 39. Los retretes estarán revestidos de materiales lisos é impermeables, susceptibles de ser fácilmente lavados ó blanqueados con cal. Serán suficientemente alumbrados y aireados; su abertura de aireación estará instalada de manera que pueda quedar permanentemente abierta.

Art. 40. Los retretes instalados en las casas no comunicarán directamente con los dormitorios ni con las cocinas. En ningún caso tomarán aire ni luz de dichas piezas.

Art. 41. En las aglomeraciones provistas de una red de alcantarillas susceptible de recibir las materias que se evacuan, las habitaciones de las calles servidas por esta red estarán unidas á ella por conductos convenientemente establecidos.

Los retretes estarán provistos de una cubeta con cierre hermético y permanente; se tomarán disposiciones para asegurar el lavado completo de esta cubeta.

Art. 42. Cuando los conductos de evacuación de materias usadas terminan en fosas ó tinetas móviles, los retretes podrán estar simplemente provistos de un vaso impermeable de oclusión permanente é inodora. Los fosos ó pozos serán rigurosamente impermeables.

Art. 43. Los conductos y canalizaciones destinadas á recibir las materias de los retretes estarán revestidas interiormente de materiales lisos é impermeables. Estarán instaladas de manera que ninguna materia pueda quedar detenida. Las juntas serán herméticas.

Las canalizaciones estarán provistas de tubos de los llamados de aireación.

Estos tubos se prolongarán por encima de las partes más elevadas de la construcción y estarán establecidos de manera que no desemboquen nunca, sea por debajo, sea en la proximidad de ventanas ó depósitos de agua.

Art. 44. Cuando los conductos de los retretes estén unidos á las alcantarillas públicas, cada uno de ellos tendrá al pie un cierre hermético y permanente dispuesto de manera que ningún reflujo del aire de la alcantarilla pueda producirse en la habitación.

Art. 45. Está prohibido echar, directa ó indirectamente, en las corrientes de agua materias excrementicias.

Art. 46. Los conductos de evacuación de fregaderos, lavabos, fregaderos-baños, etc., si existen alcantarillas públicas, serán independientes de las de los retretes, y su enlace con la alcantarilla será establecida como para estas últimas.

Art. 47. Todas las obras llamadas á recibir materias usadas con ó sin mezcla de aguas pluviales, de aguas servidas ó de cualquiera otros líquidos, como alcantarillas, conductos, tinetas, fosas, etc., estarán revestidas interiormente de material liso é impermeable. Sus dimensiones serán proporcionadas al volumen de las materias que reciban. Sus comunicaciones con el exterior estarán establecidas de manera que ningún reflujo de líquidos, de materias ó de gas nocivo pueda producirse en el interior de las habitaciones.

Art. 48. Está prohibido echar en las obras destinadas á la recepción ó evacuación de aguas pluviales ó aguas servidas ó materias usadas cualquier objeto capaz de obstruirlas.

Art. 49. Los pozos y sumideros absorbentes estarán prohibidos.

Art. 50. Las cuadras y establos tendrán el suelo impermeable; estarán convenientemente alumbradas y aireadas. Si su aireación exige conductos especiales, éstos se elevarán por encima del punto más alto de la construcción.

Los estiércoles y excrementos líquidos del estercolero serán depositados ó recogidos sobre emplazamientos ó en fosas impermeables; se quitarán con toda la frecuencia posible.

PERMISO DE CONSTRUCCIÓN (1)

Art. 51. Desde la fecha de la publicación del presente Reglamento, ningún inmueble destinado á la habitación de día y de noche podrá ser construído si no satisface á las prescripciones que preceden.

Las mismas disposiciones serán aplicables á las grandes reparaciones.

Los propietarios, arquitectos ó contratistas, presentarán á este efecto y antes de todo principio de trabajo, uno ó varios planos en doble ejemplar de los que se entregará recibo.

Si las prescripciones reglamentarias son observadas, la autorización será concedida dentro del menor plazo posible. Un ejemplar del permiso y de los planos se conservará en la alcaldía.

Si hay modificaciones reconocidas como necesarias ó si hay lugar á negar la autorización, la decisión será notificada en un plazo de veinte días.

(1) En las aglomeraciones de 20.000 habitantes y más, ninguna habitación puede ser construída sin un permiso del alcalde. (Art. 11 de la ley del 15 de febrero de 1902.)

ENTRETENIMIENTO DE LAS HABITACIONES

Art. 52. Las fachadas sobre la calle, patio ó patinillo, serán mantenidas en estado de limpieza, lo mismo que el suelo de los patios y patinillos.

Las paredes de los pasillos, vestíbulos, escaleras y corredores de uso común, se lavarán con lejía ó blanquearán con cal lo menos cada cinco años.

Las paredes, cielos rasos y zócalos de los retretes de uso común, se lavarán con lejía ó blanquearán con cal cada año.

TÍTULO II

Profilaxis de enfermedades transmisibles.

ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

Art. 53. En virtud del art. 4.° de la ley del 15 de febrero de 1902, y en conformidad con el art. 1.° del decreto del 10 de febrero de 1903, las precauciones que deben tomarse para evitar ó acabar con las enfermedades transmisibles cuya declaración es obligatoria, son determinadas, particularmente en lo que concierne al aislamiento y la desinfección, en las condiciones que siguen.

Art. 54. Las mismas medidas son aplicables en caso de una de las enfermedades enumeradas en la segunda parte del art. 1.° del decreto precitado del 10 de febrero de 1903 á petición de las familias, jefes de colectividades públicas ó privadas, administraciones hospitalarias ú oficinas de asistencia, después de acuerdo entre los interesados.

AISLAMIENTO

Art. 55. Todo individuo atacado de una de las enfermedades previstas en los artículos que preceden, será aislado de manera que no pueda propagar esta enfermedad por sí mismo ó por intermedio de los que son llamados á cuidarle.

El aislamiento será practicado sea á domicilio sea en un local especialmente dispuesto al efecto, ó sea en el Hospital.

Art. 56. Hasta la desaparición completa de todo peligro de transmisión, no se dejará acercarse al enfermo más que las personas llamadas á cuidarle. Estas tomarán precauciones convenientes para evitar la propagación del mal.

TRANSPORTE DE ENFERMOS

Art. 57. El transporte de un enfermo será en lo posible efectuado por un coche especial, desinfectado después del viaje.

En el caso que, á falta de coche especial, se hubiera hecho uso de un coche público ó privado, este vehículo deberá ser desinfectado inmediatamente después del transporte bajo la responsabilidad de sus propietario y conductor, que podrán exigir un certificado de desinfección.

Art. 58. Está prohibido á toda persona atacada de una de las enfermedades transmisibles visadas en los arts. 53 y 54 penetrar en un coche destinado al transporte en común.

Si se trata de transporte por ferrocarril, el jefe de estación deberá estar prevenido anticipadamente para permitir la aplicación del art. 60 del Reglamento sobre la policía de los ferrocarriles modificada por el decreto del 1.° de mayo de 1901.

DESINFECCIÓN

Art. 59. Está prohibido verter ninguna deyección ó excreción (salivas ó materias fecales, etc.) proviniendo de un enfermo atacado de una afección transmisible, en las vías públicas ó privadas, en los patios, jardines ó estercoleros.

Estas deyecciones ó excreciones serán recogidas en vasijas especiales; éstas serán desinfectadas y exclusivamente vertidas en los retretes.

Art. 60. Mientras dure una enfermedad transmisible, los objetos de uso personal ó doméstico del enfermo y de las personas que le asistan, lo mismo que los objetos contaminados ó sucios, serán desinfectados.

Art. 61. Está prohibido, sin previa desinfección, arrojar, sacudir ó exponer en las ventanas ninguna ropa, vestido, objeto de la habitación ó tapiz, habiendo servido al enfermo ó proviniente de locales ocupados por él.

Art. 62. La limpieza de la habitación y de los objetos que la guarnecían se hará exclusivamente, mientras dure la enfermedad, con ayuda de ropas, telas, tejidos ó substancias impregnadas de líquidos antisépticos.

Art. 63. Está prohibido enviar, sin desinfeción previa, á los lavaderos públicos ó privados ó á las casas de lavar ropas y objetos contaminados.

En el caso que el lavado de estos objetos hubiera sido así mismo practicado, el propietario del lavadero ó casa de lavar tendrá el establecimiento cerrado hasta que el saneamiento y la desinfección prescriptas por la autoridad sanitaria hayan sido efectuados.

Está igualmente prohibido enviar sin desinfección previa á los establecimientos industriales que practican la cardadura, los colchones, cama

y ropas de cama habiendo servido á enfermos atacados de enfermedades transmisibles.

Art. 64. Los locales ocupados por el enfermo serán desinfectados enseguida de su transporte fuera de su domicilio, su curación ó su muerte.

La ejecución de esta prescripción podrá ser comprobada por un certificado expedido á los interesados á su petición. Este certificado no mencionará ni el nombre del enfermo, ni la naturaleza de su enfermedad; designará los locales desinfectados.

SALIDA DE LOS ENFERMOS

Art. 65. Después de su curación, el enfermo no saldrá hasta haber tomado las precauciones convenientes de limpieza y desinfección.

En el caso que el enfermo cuidado en un establecimiento hospitalario saliese de este establecimiento por cualquier motivo antes que todo peligro de contagio haya desaparecido para las personas con las cuales pudiera encontrarse en contacto, debe avisarse inmediatamente al alcalde por el médico tratante ó el jefe de servicio responsable. Este aviso, formulado en las mismas condiciones que la declaración de la enfermedad, debe indicar el domicilio ó el lugar al cual el enfermo ha declarado dirigirse.

Art. 66. Los niños no podrán ser readmitidos en el colegio, sea público ó privado, más que después de la opinión favorable del médico tratante y la autorización del médico inspector del colegio.

REFUGIOS Y ASILOS

Art. 67. En los establecimientos públicos ó privados, recogiendo á título temporal ó permanente personas sin asilo, los vestidos y objetos de su uso serán enseguida desinfectados.

La desinfección del material y de los locales de estos establecimientos será practicada cada día para toda la parte del material, habiendo servido á los refugiados y en los locales que han ocupado.

PROCEDIMIENTOS DE DESINFECCIÓN

Art. 68. La desinfección será practicada, sea por los servicios públicos, sea por los particulares en las condiciones prescriptas por el art. 7 de la ley del 15 febrero de 1902, particularmente en lo que concierne á la aprobación previa de los procedimientos por el Ministro del Interior (1).

(1) Según el art. 7.°, la desinfección es obligatoria para todos los casos previstos en dicha ley, y los procedimientos de desinfección deben ser aprobados por el Ministro del Interior, previo informe del Comité Consultivo de Higiene pública de Francia.

Art 69. Los aparatos de desinfección empleados en el término municipal para la desinfección obligatoria están sometidos á una vigilancia permanente ejercida por la oficina de higiene (1).

El empleo de estos aparatos será suspendido á título temporal ó definitivo si se comprueba que no funcionan en las condiciones previstas por el certificado de su puesta en servicio ó que los deterioros hechos constar, no permitan su funcionamiento normal.

CADÁVERES

Art. 70. Los cadáveres de personas muertas de enfermedad transmisible serán aislados lo más pronto posible.

Las disposiciones necesarias se tomarán inmediatamente para asegurar el amortajarlos y la inhumación en las condiciones del decreto de 27 de abril de 1889.

TÍTULO III

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 71. Una vigilancia especial se ejercerá, desde el punto de vista de la calidad del agua potable, en los establecimientos abiertos al público, tales como cafés, restaurants ó despachos. El uso de toda agua reconocida malsana está prohibida por mandato del Alcalde. Los pozos ó cisternas cuya agua, sirviendo como potable, fuera reconocida malsana, serán inmediatamente cerrados.

Art. 72. Los lavaderos serán ampliamente aireados; los revestimientos de sus paredes serán lisas é impermeables; el suelo tendrá regueras de desagüe.

Sus depósitos serán impermeables, mantenidos en la mayor limpieza, vaciados, limpios y desinfectados lo menos una vez por mes.

Art. 73. Si las materias que se vacían son utilizadas para el cultivo, serán recogidas y transportadas en recipientes cerrados hasta su depósito en los terrenos á los cuales están destinadas.

Art. 74. Está prohibido echar materias de retretes y agua de alcantarillas en los campos donde están cultivados á ras del suelo legumbres y frutos destinados á ser consumidos crudos.

Art. 75. Las prescripciones de los artículos que preceden son aplica-

(1) Este artículo no deberá ser insertado en el Reglamento más que en las Comunas, teniendo 20.000 habitantes y consecuentemente poseyendo una oficina de higiene. En las otras Comunas, el Registro deberá ser organizado por mandato departamental.

bles á los establecimientos públicos ó colectivos, á las administraciones públicas, lo mismo que edificios públicos.

Art. 76. Para la ejecución de las prescripciones formuladas por los artículos 23, 25 (alimentación de agua), 41 (evacuación de materias usadas), 42 (retretes) y 48 (pozos y pequeños pozos absorbentes), será concedido un plazo máximo de..... á partir de la publicación del presente Reglamento.

TÍTULO IV

PENALIDADES

Art. 77. Las contravenciones á las disposiciones del presente Reglamento serán perseguidas conforme al art. 27 de la ley del 15 de febrero de 1902 y aplicadas las penalidades previstas tanto por este artículo como por el art. 471 del Código Penal, sin perjuicio de la aplicación de los arts. 28, 29 y 30, lo mismo que las contravenciones llamadas de grande inspección, que les serán aplicables.

B

Reglamento Municipal Sanitario aplicable á los Municipios ó partes de Municipios rurales.

HABITACIONES

Artículo primero. En las edificaciones nuevas, las paredes construídas de piedra, ladrillo ó madera, serán enlucidas ó al menos encaladas por el interior. Las construcciones de tapial no podrán ser elevadas más que sobre una fundación forjada con cal hidráulica hasta 30 centímetros sobre el suelo.

Art. 2.° Las cubiertas y bajo-cubiertas de paja de las casas, granjas, cuadras y establos, están prohibidas.

Art. 3.° El suelo de la planta baja si no se establece sobre sótanos, deberá estar levantado 30 centímetros por lo menos encima del nivel exterior; cuando descansa inmediatamente sobre tierra plana, el enlosado, enladrillado ó el entarimado deberá ser puesto sobre una capa de cemento impermeable. El suelo de tierra batida será prohibido.

COCINAS

Art. 4.° La cocina, pieza común, debe estar ampliamente provista de espacio, aire y luz.

Todo hogar de cocina debe estar colocado bajo una campana provista de un tubo para humo subiendo 40 centímetros lo menos encima de la parte más elevada de la construcción.

La cocina dispondrá de un vertedero de aguas.

CUARTOS DE DORMIR

Art. 5.° Toda pieza sirviendo de habitación de día ó de noche, estará bien alumbrada y ventilada. Tendrá una altura mínima de 2,60 metros bajo el techo y una capacidad lo menos de 25 metros cúbicos.

Las ventanas no medirán menos de metro y medio superficial.

Art. 6.° Las chimeneas, hornos y cualquier aparato de calefacción, se arreglarán de manera que no despidan en el interior de la habitación ni humo ni gas tóxico, y estarán provistas de tubos de humo elevados 40 centímetros lo menos encima del caballete de la casa.

Art. 7.° La habitación de noche está prohibida en los sótanos y subsuelos.

AGUAS DE ALIMENTACIÓN

Art. 8.° Los manantiales serán captados cuidadosamente y cubiertos.

Art. 9.° Los pozos estarán cerrados en su orificio ó garantidos por una cubierta elevada. Sus paredes, de piedra ó ladrillo, serán de argamasa, de cal hidráulica ó de cemento. Deberán elevarse sobre el suelo 50 centímetros lo menos y terminar en un borde de piedra dura.

Los pozos estarán protegidos contra toda infiltración de aguas superficiales por el establecimiento de una área de mampostería alquitranada, de anchura de 2 metros próximamente, herméticamente unida á las paredes del pozo y ligeramente inclinada del centro hacia la periferia.

Estarán colocados á una distancia conveniente de la fosa de estiércol, de charcos y retretes.

El agua será extraída con ayuda de una bomba, con ó sin cubo que quedará constantemente fijo á la cadena.

Serán limpiados ó tapados si la autoridad sanitaria lo juzga necesario.

Art. 10. Las cisternas destinadas á recoger el agua de lluvia, serán impermeables y abovedadas. La bóveda estará provista en su parte alta de una boca de aireación; no se deberá practicar ningún cultivo sobre la bóveda. El nivel de agua se mantendrá á una altura conveniente por un

vertedero. Las cisternas estarán provistas de una bomba ó de un grifo y precedidas de una cisternilla destinada á detener los cuerpos extraños: tierra, arena, etc.

Art. 11. El plomo está excluído de los depósitos de agua potable.

CUADRAS Y ESTABLOS

Art. 12. El suelo de las cuadras y establos deberá hacerse impermeable en la parte que recibe los orines; éstos deberán vaciarse por una reguera de suficiente pendiente.

Las paredes de las cuadras y establos serán blanqueadas con cal; la altura bajo techo de las cuadras destinadas á la especie caballar ó bovina, será lo menos de 2,60 metros.

Estas estarán bien aireadas.

DESPENSAS, LAGARES Y BODEGAS

Art. 13. Las despensas, lagares y bodegas estarán bien aireadas y alumbradas.

FOSAS DE ESTERCOLEROS, ETC.

Art. 14. Los estercoleros se establecerán sobre un suelo impermeable rodeado de un reborde igualmente impermeable.

Las fosas de orines poseerán paredes y un fondo impermeables de hormigón ó cemento.

Las fosas de estiércol y orines se situarán á una distancia conveniente de las habitaciones.

Las fosas de orines cuya insalubridad fuese hecha constar por la comisión sanitaria serán suprimidas.

ESTANQUES Ó BALSAS

Art. 15. La creación de balsas no puede hacerse sin una autorización especial.

Las balsas y fosas de agua estancada estarán alejadas de las habitaciones; serán vaciadas una vez al año ó cegadas, si son perjudiciales á la salud pública. Está prohibido depositar los fangos, proviniendo de estos depósitos, cerca de las habitaciones.

Art. 16. Los depósitos de agua para usos agrícolas *(routoirs)* no se establecerán nunca en los abrevaderos ó lavaderos. Los que fueran una causa de insalubridad para las habitaciones se suprimirán.

MATERIAS EXCREMENTICIAS, BASURAS ETC.

Art. 17. Los depósitos de retretes, inmundicias, pajas, basuras, hojas secas en putrefacción, resíduos de uvas, etc., están prohibidas si por su naturaleza pueden comprometer la salud pública. Está igualmente prohibido vaciar las materias excrementicias en las corrientes de agua.

RETRETES

Art. 18. Los retretes se establecerán á distancia conveniente de los manantiales, pozos y cisternas.

ANIMALES MUERTOS

Art. 19. Está prohibido echar los animales muertos en las balsas, ríos, abrevaderos, sumideros, etc., ó enterrarlos en la vecindad de las habitaciones, pozos ó abrevaderos.

Enfermedades transmisibles.

DECLARACIÓN

Art. 20. Independientemente de la declaración impuesta á los médicos por el art. 5.° de la ley del 15 febrero de 1902 para las enfermedades transmisibles ó epidémicas, los hosteleros y fondistas están en la obligación de avisar inmediatamente á la Alcaldía todo caso de enfermedad que se produzca en su establecimiento, lo mismo que el nombre del médico llamado para asistirle.

AISLAMIENTO

Art. 21. Todo enfermo atacado de una afección transmisible será aislado, en lo posible, de manera que no pueda propagarla por sí mismo ó por las personas llamadas á cuidarle.

Hasta la desaparición completa de todo peligro de contagio, no se dejará acercarse al enfermo más que las personas que le cuiden. Estas tomarán toda clase de precauciones para evitar la propagación del mal.

DESINFECCIÓN

Art. 22. Está prohibido echar ninguna deyección (salivas, materias fecales, vómitos, etc.), proviniendo de un enfermo atacado de una enfermedad transmisible, en el suelo de las vías públicas ó privadas, en los patios, jardines, en los estercoleros ó corrientes de agua.

Estas deyecciones, recogidas en vasijas especiales, serán enterradas profundamente, pero sólo después de haber sido desinfectadas con cal viva.

Art. 23. Mientras dure una enfermedad transmisible, los objetos de uso personal del enfermo y de las personas que le asisten, lo mismo que todos los objetos contaminados, serán desinfectados. Las ropas y objetos de uso contaminados se desinfestarán antes de ser lavados ó limpios. La inmersión durante un cuarto de hora de las ropas en agua hirviendo constituye un buen procedimiento de desinfección.

Art. 24. Los locales ocupados por el enfermo serán desinfectados (1) después de su curación ó muerte.

Art. 25. Cuando un enfermo esté curado no saldrá hasta después de haber tomado todas las precauciones convenientes de limpieza y desinfección. Los niños no podrán ser readmitidos en el colegio sino después de un informe favorable del médico de cabecera ó del médico inspector del colegio.

---

(1) La desinfección será hecha, sea por el servicio departamental, sea por la Comuna ú hospital más próximo, poseyendo un servicio de desinfección, sea por la industria privada.

FIN

GLOBOS DIRIGIBLES

GLOBOS DIRIGIBLES

POR

D. ALFREDO KINDELÁN Y DUANY

Capitán de Ingenieros.



MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

—

1909

GLOBOS DIRIGIBLES

PRIMERA PARTE

Nociones de aerodinámica.

El aire, y en general todo fluído, opone una cierta resistencia á todo cuerpo en movimiento, resistencia variable con la velocidad de marcha, dimensiones del cuerpo, densidad del fluído y otras circunstancias. Es fácil comprender la gran importancia que el conocimiento de las leyes por las que se rige aquella resistencia, tiene en cualquier estudio referente á la Navegación Aérea (1).

Desgraciadamente estas leyes no se conocen con exactitud; ha sido imposible hasta ahora obtenerlas teóricamente con el necesario rigor matemático y las numerosas experiencias que se han hecho, conducen á resultados muy diferentes é introducen bastante confusión en las fórmulas, no siendo posible establecer leyes exactas en qué fundar sólidamente el cálculo de los problemas que en la Navegación Aérea se presentan.

No es ésto extraño, ni debe descorazonarnos, pues algo análogo sucede en Hidrodinámica, cuyas más elementales leyes son poco conocidas: no existe aún la teoría exacta de la hélice marina; no se conocen más que por datos experimentales las resistencias de las carenas de los buques y aun el sencillo estudio de los timones planos se hacía, hasta hace pocos años, fundándose en las imperfectas experiencias de *Joëssel.*

Pues bien: apesar de esta ignorancia, la arquitectura naval lanza á los mares los soberbios acorazados y veloces cruceros, cuyos resultados

(1) La aerodinámica, y en particular las leyes de la resistencia del aire, tienen numerosas aplicaciones en balística, en construcción de puentes, viaductos y edificios y en la de buques, trenes, automóviles, etc.

responden cumplidamente á los que valiéndose de las fórmulas empíricas se habían previsto.

Hay que establecer, no obstante, una distinción: los barcos una vez construídos, con la sola condición de que su flotabilidad y equilibrio sean suficientes, pueden ser objetos de sucesivos perfeccionamientos posteriores, sin peligro para la tripulación; así pueden corregirse defectos en las hélices, timones, etc. No sucede lo mismo con los dirigibles y sobre todo con los aeroplanos ó helicópteros, en donde una fórmula errónea ó un dato deducido de experiencias poco cuidadosas, puede originar una catástrofe.

Es, pues, necesario proseguir realizando experiencias y estudios para obtener fórmulas más precisas, leyes más concretas y resultados experimentales más exactos en que fundamentar una verdadera y sólida *Aerodinámica*.

Por lo tanto, sin negar la importancia que para el adelanto de la navegación aérea tienen los premios ofrecidos por los Gobiernos y *Mecenas* modernos, no podemos menos de lamentar no se siga en Europa el ejemplo del *Smithsonian Institut* que ha puesto á disposición de *Langley*, el sabio profesor americano, muchos cientos de miles de francos para realizar sus notables experiencias sobre la resistencia del aire.

Vamos á tratar de dar una idea de los distintos resultados obtenidos teórica y experimentalmente, comenzando por el movimiento de una superficie plana en una dirección perpendicular ú oblícua á su plano, continuando después con las superficies curvas y terminando por último con los cuerpos sólidos que se mueven en determinadas condiciones.

Plano ortogonal.

Ley de Newton.—Este célebre matemático estableció una ley sobre la cual se ha cimentado todo el edificio de la aerodinámica, apesar de que como veremos, no es completamente cierta.

Cuando una superficie plana se mueve en el aire, describiendo su centro de figura una trayectoria rectilínea perpendicular á su plano, la presión que soporta aquélla es proporcional á su área y al cuadrado de la velocidad con que se mueve.

Esta ley suele expresarse:

$$R = K S V^2 \qquad [1]$$

y de ella dió la primera demostración Poncelet en su *Introduction* á la *Mecanique Industrielle*.

Este sabio admitía que una superficie plana S (fig. 1), efectuando en

el aire un recorrido e á la velocidad V, comunicaba esta velocidad á todas las moléculas de aire del cilindro S e; y aplicando el teorema de las fuerzas vivas, obtenía:

$$^1/_2\, m\, V^2 = R\, e,$$

pero

$$m = \frac{d\, S\, e}{g},$$

luego

$$^1/_2 \frac{d}{g} S\, e\, V^2 = R\, e,$$

es decir,

$$R = \frac{d}{2g} S\, V^2 = K\, S\, V^2$$

suponiendo constantes la velocidad del aire y la aceleración debida á la gravedad; el coeficiente K en tal hipótesis, suponiendo el aire á 0° y al nivel del mar, es igual á 0,065.

La demostración anterior adolece de varios errores; estudiemos, en efecto, el movimiento de los filetes fluídos al encontrar un plano de sección circular, por ejemplo (fig. 2), moviéndose ortogonalmente con velocidad constante.

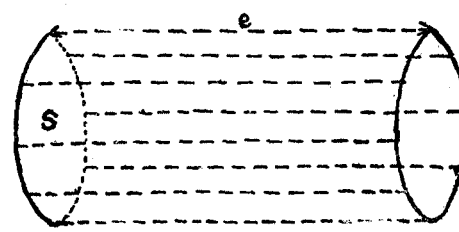


Fig. 1.

Las moléculas de aire experimentarán perturbaciones en sus trayectorias, pudiendo suponerse que éstas estarán limitadas á las que sufran las moléculas contenidas en el interior de un cilindro cuyo eje coincida con la trayectoria del plano S. Sean $h\,g$ y $k\,l$ las dos generatrices del contorno aparente de este cilindro; los filetes exteriores á éste seguirán siendo rectilíneos y paralelos, mientras

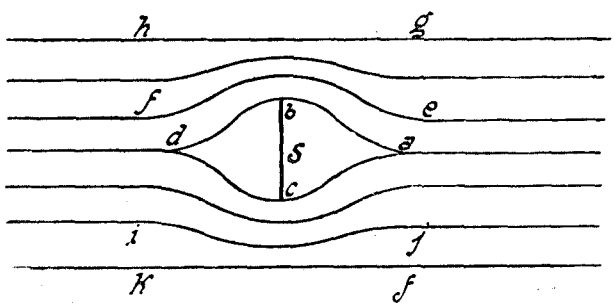


Fig. 2.

que los interiores experimentarán desviaciones por efecto del paso de la superficie S, según se indica en la figura, arrastrando en su movimiento una masa de aire *a b c* delante y produciendo un enrarecimiento en *b c d* detrás, formando á manera de una proa y una popa, en el interior de las cuales se producen remolinos.

El efecto de esa especie de proa consiste en transmitir á la superficie la presión debida á la desviación de los filetes; el enrarecimiento de la masa de aire *b c d* aumenta la resistencia total del plano en movimiento, además de producir remolinos al precipitarse en el espacio enrarecido las moléculas de aire próximas á los bordes de la superficie.

Sería, pues, necesario conocer el movimiento de estos filetes y estos remolinos para deducir la presión sobre el plano, lo cual no es factible en el estado actual de nuestros conocimientos.

Nos basta sin embargo, lo que acabamos de decir, para demostrar la inexactitud de la *ley de Newton*, pues hemos visto que Poncelet en su demostración no tuvo en cuenta ni los remolinos y choques de unas moléculas con otras, ni el enrarecimiento del aire en la parte posterior de la superficie plana en movimiento, de modo que aun admitiendo que la presión en la cara anterior sea proporcional al cuadrado de la velocidad, falta demostrar que lo sean los dos términos de sentido inverso que componen la presión en la cara posterior, el debido á la rarefacción y el debido á la fuerza viva de las moléculas que se precipitan á llenar el espacio enrarecido. El primero no puede ser proporcional á la velocidad pues es constante á partir de una velocidad de 416 metros por segundo, velocidad de régimen con la cual el aire se precipita en el vacío; en tal caso la presión en la cara posterior será igual á la de un kilogramo multiplicada por la superficie expresada en centímetros cuadrados.

A partir de tal momento el segundo término se anula, lo cual demuestra que tampoco puede ser proporcional á la velocidad. Queda, pues, demostrada la inexactitud de la fórmula [1] en lo referente á la velocidad; hay que darle la nueva forma

$$R = K S f(V).$$

Pero tampoco es exacta la proporcionalidad de la resistencia á la superficie; en efecto: supongamos que la resistencia se haga doble permaneciendo constante la velocidad, cuando la superficie se duplique; es necesario para ello que las deformaciones de todos los filetes sean semejantes y los remolinos también, cosas ambas que no hay razón alguna para que sucedan y que se ha demostrado no se verifican, por las cuidadosas experiencias manométricas de Morey y por las vistas cinematográficas ó fo-

tográficas obtenidas por varios experimentadores del movimiento de las moléculas fluídas.

Además, se comprende fácilmente que la forma de la superficie debe influir, pues el aumento ó disminución de perímetro debe traer, como consecuencia, un aumento ó disminución de *pérdidas marginales* y por tanto de los remolinos; y por otra parte, mientras en un disco los filetes centrales *a b* y *a c*, que rodean los bordes, se volverán á reunir en el eje del cilindro por razón de simetría, no sucederá lo mismo en un rectángulo de lados muy desiguales ni en un triángulo ó cuadrado en el que los filetes que pasen próximos á los vértices se encontrarán enseguida, produciéndose remolinos secundarios que modifican la presión.

Queda, pues, demostrado que la fórmula [1] es inexacta y por tanto nada tiene de extraño que no pueda aplicarse en muchos casos; sin embargo, para las pequeñas velocidades usadas en aeronáutica y aviación, es bastante aproximada y por ello se sigue usando generalmente, dada su sencillez, para los cálculos que no exijan gran precisión, modificando convenientemente el valor de K para tener en cuenta los valores de la aspiración en la cara posterior y los rozamientos y choques intermoleculares en los remolinos.

El valor teórico $K = \frac{d}{2g}$, obtenido por Poncelet, ha sido deducido también por Tatin admitiendo con Newton «que la presion soportada por un plano que se mueve en un fluído, con una cierta velocidad, es igual al peso de una columna de este fluído, cuya altura correspondería á la altura de caida necesaria para obtener esa velocidad».

Ahora bien, sabemos que esta altura es:

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

de donde

$$R = S\,h\,d = \frac{d}{2g} S\,V^2$$

Otros autores, al pretender demostrar también la ley de Newton, han llegado á valores del coeficiente K distintos del $\frac{K}{2g}$.

Vamos á citar varias demostraciones unas en las que se ha obtenido $K = \frac{d}{g}$ y otras en la que $K = \frac{2d}{g}$.

Cannovetti, aunque reconociendo que su demostración se funda en una hipótesis, que no es rigurosamente cierta, trató de obtener el valor K igualando la impulsión de la fuerza R durante un tiempo $t = 1$ á la can-

tidad de movimiento de las moléculas de aire del cilindro que tiene por base S y por altura e (fig. 1), que durante el tiempo $t = 1$ será f V, tenemos

$$R = m\,V$$

pero

$$m = \frac{S\,V\,d}{g}$$

luego

$$R = \frac{d}{g}\,S\,V^2.$$

No hay más que recordar el teorema de las cantidades de movimiento para ver no es exacta la primera igualdad que sirve de base á la demostración.

Este mismo valor $K = \frac{d}{g}$ lo deduce Vallier en sus *Notes sur la Dynamique de l'aeroplane*, admitiendo la conclusión establecida por Rankine de que «la presión ejercida por un fluído sobre una superficie plana puede representarse por el peso de una columna de dicho fluído que tenga por base el área de la superficie que consideramos y una altura doble de la debida á la velocidad».

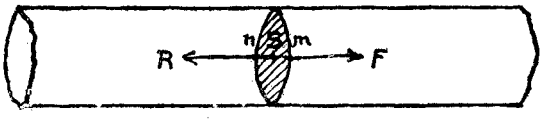


Fig. 3.

Macaluso obtiene $K = \frac{2\,d}{g}$ mediante el siguiente razonamiento. Supongamos (fig. 3) una superficie S que resbala como un émbolo en el interior de un cilindro abierto en sus dos extremidades: supongamos también que una fuerza F imprime á la superficie S una velocidad V y sea R la resistencia que á este movimiento opone el fluído en contacto con las dos caras m y n del émbolo. Se tendrá, si se desprecian las pérdidas por frotamiento,

$$F = R,$$

Durante el movimiento, la superficie trasmite su velocidad á la masa de fluído que se encuentra delante de la cara m y al mismo tiempo otra masa de fluído se mueve con la misma velocidad detrás de la cara n para impedir se produzca el vacío en la parte posterior del cilindro. Estos

dos movimientos han de producirse á expensas de la única fuerza F; podremos, pues, establecer

$$M V + M V = F$$

$$R = 2 M V,$$

pero

$$M = \frac{S V d}{g}.$$

luego

$$R = 2 S V^2 \frac{d}{g} = K S V^2$$

siendo

$$K = \frac{2d}{g};$$

este valor de K es un poco más aproximado que los dos anteriores, puesto que en la demostración anterior se han tenido en cuenta los fenómenos que se verifican sobre las dos caras; sin embargo, el mismo autor de la demostración reconoce que en la práctica el valor de K será distinto del deducido teóricamente por la pérdida de fuerza viva debida al choque de unas moléculas con otras, que no ha sido tomada en consideración y á otra porción de pérdidas que no se han tenido en cuenta en la hipótesis errónea de suponer que la superficie se mueve en un cilindro cerrado, desapareciendo las pérdidas marginales y prescindiendo de la perturbación de los filetes exteriores al cilindro.

Hemos, pues, deducido tres valores teóricos de K, que son, suponiendo el peso del metro cúbico de aire igual á 1,293 kilogramos y la aceleración de la gravedad igual á 9,8

K = 0,065	Newton, Poncelet, Tatin.
K = 0,130	Vallier, Cannovetti.
K = 0,264	Macaluso.

Los tres han tenido defensores: el primero, sobre todo, ha sido aceptado durante mucho tiempo como indubitable verdad; el segundo ha figurado en varios manuales de los más conocidos y además ha sido encontrado experimentalmente por los ensayos de paracaídas, y el tercero es defendido por los que sostienen que con valores más pequeños no es posible explicar el vuelo de los pájaros.

Creemos haber demostrado, sin embargo, que las tres fórmulas teóricamente obtenidas son inexactas, como no podían menos de ser dado

nuestros limitados conocimientos respecto al movimiento de los fluídos elásticos; en vista de ello ha habido que recurrir á la experimentación para deducir una ley empírica que substituya á la de Newton ó para determinar el coeficiente K si se admite como suficientemente aproximada aquella ley dentro de las velocidades usuales en aeronáutica y aviación.

Las primeras experiencias han sido efectuadas por Morin, que obtuvo K = 100 gramos; Thibaut, 116; Huton, 112, y Borda, 96. Pasaron luego muchos años sin que se realizaran nuevas experiencias, hasta que en los de 1888 á 1890 se verificaron por Langley una serie de cuidadosos experimentos de Aerodinámica, fruto de los cuales fué el dar á K valores comprendidos entre 83 y 94 gramos.

En 1892 hicieron Cailletet y Colardeau experiencias con planos que caían desde la torre Eiffel, encontrando para K un valor más reducido, K = 71 gramos.

En 1895, Faccioli obtuvo K = 120 gramos, y por la misma época el Coronel Renard publicaba el resultado de las experiencias hechas en Meudon, que daban para K un valor comprendido entre 80 y 85 gramos en vez de 125 que era el valor aceptado hasta entonces por los aerosteros franceses. En 1898, el abate Le Dantec, halló K = 81 gramos, cuyo dato publicó en una Memoria premiada en un concurso de la Societé d'Encouragement pour l'Industrie Nationale; Cannovetti daba en la misma fecha, como resultado de experiencias realizadas durante varios años en Brescia, valores de K comprendidos entre 80 y 90 gramos.

Análogamente han hecho experiencias y obtenido valores para K los siguientes experimentadores: Loesel, K = 0,125 gramos; Rayleigh, K = 55; Recknagel, 70; Morin, K = 82; Piobert, K = 82; Hagen, K = 0,071; Didión, K = 82; Sweaton, K = 0,122; Goupil, K = 125, Morey, 125; Eiffel, 80, etc., y por último el Capitán Ferber ha deducido prácticamente, como consecuencia de sus ensayos con aeroplanos de su invención, que todos los valores anteriormente citados eran pequeños, y en su folleto *Les calculs* llega á afirmar que los valores obtenidos por Renard, Cannovetti, etc , era necesario hacerlos ocho ó diez veces mayores, pues él obtenía K = 700 gramos; pero tanto este experimentador como Armengaud, que dá K = 300, lo que obtienen es el valor de 2 . K (por razones que no son del momento) y por tanto, en vez de obtener los valores K = 700 gramos y K = 300 los que en realidad han obtenido son: K = 350 y K = 150, notoriamente superiores de toda suerte á los demás.

Resumiendo: podemos clasificar estos diferentes valores en tres grupos: 1.°, los que dan para K un valor inferior á 0,08 en kilogramos;

2.°, los que lo dan comprendido entre 0,08 y 0,09, y 3.°, los que asignan á K un valor mayor que 0,09.

PRIMER GRUPO

Rayleigh	0,055
Recknagel	0,070
Hagen	0,071
Cailletet y Colardeau	0,071

SEGUNDO GRUPO

Morin	0,084
Langley	0,084 á 0,90
Piobert	0,084
Renard	0,080 á 0,85
Didion	0,082
Le Dantec	0,081
Cannovetti	0,08 á 0,09
Eiffel	0,08

TERCER GRUPO

Borda	0,096
Huton	0,112
Faccioli	0,120
Sweaton	0,125
Goupil	0,125
Lœssl	0,125
Morey	0,125
Armengaud	0,150
Ferber	0,350
Söessel	0,102
Von Lössel	0,107 á 0,127

Ante tan gran confusión, es difícil sustraerse á un cierto temor al elegir el coeficiente y al mismo tiempo ocurre preguntar á qué puede ser debida tal variedad de resultados.

No es difícil, sin embargo, darse cuenta de las causas productoras de dicha disparidad de resultados; en primer lugar la ley de Newton no es exacta, según demostramos, y por tanto, K no puede ser constante y además no es posible operar siempre con superficies de formas y dimensiones idénticas de igual pulimento, moviéndose en una atmósfera igualmente densa y completamente tranquila, á lo cual se unen varios errores de experimentación debidos á que el movimiento no sea totalmente ortogonal, á las inexactitudes de los aparatos de medida empleados y á otras varias causas que es necesario tener en cuenta, pues pueden falsear notablemente los resultados.

En vista de ésto, es necesario conocer cómo se ha hecho cada experiencia y en tal concepto el grupo más digno de fé es el segundo, por la calidad de los experimentadores y la forma y cuidado en que se han realizado las experiencias muy repetidas (1) y por tanto puede decirse que para *velocidades inferiores á 40 metros por segundo y planos menores de un metro cuadrado, el coeficiente K está probablemente comprendido entre 0,08 y 0,09* y de todos modos, si se quiere tener mayor probabilidad de acierto deben hacerse los cálculos en cada caso, tomando el coeficiente de K más desfavorable de los dos que pueden considerarse como límites $K = 0{,}08$ y $K = 0{,}125$.

En vista de esta variedad de valores de K se ha tratado de ver si podía encontrarse una fórmula práctica que substituyese á la de Newton: se ha intentado substituirla por una función de la forma

$$R = K S V + K S V^2$$

que no es más que un caso particular de una función

$$R = K S f(V)$$

que desarrollada en serie según la fórmula de Mac-Laurin, nos dará:

$$R = K S [a V + b V^2 + c V^3 + ...]$$

en las cuales se vé que para grandes valores de V la resistencia crece más rápidamente que el cuadrado de la velocidad.

Cannovetti ha obtenido experimentalmente la fórmula

$$R = 0{,}0324 V^2 + 0{,}432 V$$

para una superficie de 2 metros cuadrados.

Otros experimentadores han tenido la idea de hacer K variable con la velocidad, escribiendo la fórmula de Newton así

$$N = K_1 \frac{d}{g} S V^2,$$

siendo, según Didion,

$$K_1 = 0{,}0659 + 0{,}282 V^{-2}$$

y según Thibault

$$K_1 = 0{,}922 + 0{,}282 V^{-2}.$$

En ambos casos K disminuye cuando V aumenta.

(1) Sobre todo las de Langley, Renard y las recientes de la torre Eiffel.

Duchemin fué el primero que escribió la fórmula

$$R = K S V^2 (f V),$$

pero obtuvo un valor erróneo para $f(V)$. El valor verdadero está representado por una curva análoga á la de la figura 4; en ella se vé que para velocidades inferiores á 100 metros ó superiores á 500, $f V$ es constante y por lo tanto puede aplicarse la fórmula de Newton, resultado conforme con el obtenido por Langley y otros experimentadores. Así, pues, aceptaremos la proporcionalidad de la resistencia al cuadrado de la velocidad, como suficientemente aproximada para aeronáutica y aviación.

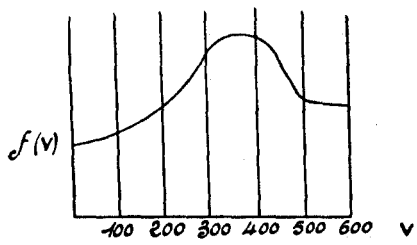


Fig. 4.

Respecto á la variación de la resistencia con la extensión y forma de las superficies, se ha admitido por Hutton, Abuisson, Hervé, Mangon y otros que podía representarse por

$$R = K S^{1,1} V^2;$$

pero esta fórmula ha sido ya deshechada.

Cannovetti encontró $K = 0{,}084$ á $0{,}009$ para discos de 20 decímetros cuadrados y 0,08 con discos de 7 decímetros cuadrados.

Morey dedujo que K aumenta con la relación entre la superficie y el perímetro, pero el abate Dantec obtuvo un resultado completamente distinto y formuló una ley, diciendo «que para una misma superficie el aumento de resistencia es proporcional al aumento de perímetro».

De todos modos, siendo en las experiencias de laboratorio hechas hasta ahora las dimensiones de los planos poco diferentes, los resultados tampoco han podido ser muy diferentes y por lo tanto mientras no se hagan experiencias metódicas y repetidas sobre planos, que además de tener formas muy distintas, sean de dimensiones notablemente diferentes, no podrá encontrarse cuál es la función del área y perímetro de la superficie que debe entrar en la fórmula de Newton. Recientemente Eiffel y Rith han realizado experiencias con planos algo variables de forma y dimensiones, indicándose en el siguiente cuadro algunos resultados obtenidos durante los años 1905 á 1908.

CÍRCULO DE 0m,282 DE DIÁMETRO			CÍRCULO DE 0m,798 DE DIÁMETRO		
Velocidad.	Resistencia.	Relación $\frac{R}{S V^2}$	Velocidad.	Resistencia.	Relación $\frac{R}{S V^2}$
Metros.	*Kilogramos.*		*Metros.*	*Kilogramos.*	
19,04	1,41	0,063	18,88	13,8	0,078
26,44	2,86	0,065	25,40	25,40	0,079
32,06	4,08	0,064	30,10	35,50	0,079
36,51	5,17	0,062	33,30	42,9	0,077
39,22	6,12	0,064	35,29	48,6	0,078

Esta tabla demuestra claramente que para las velocidades experimentadas puede aceptarse la proporcionalidad de la resistencia al cuadrado de la velocidad, pero que no puede decirse lo mismo respecto á la de R á la superficie.

Por numerosas series de experiencias pudo notar que el coeficiente de V no era exactamente igual á dos más que para un valor particular V = 33 metros, pero que se le aproxima mucho en las velocidades experimentadas. En cuanto á la influencia de la forma de la superficie, el siguiente cuadro demuestra que el coficiente K aumenta con el perímetro de la superficie, aunque lentamente.

FORMA	DIMENSIONES				
	1/16 de m.2	1/8 de m.2	1/4 de m.2	1/2 de m.2	1 m.2
	K	K	K	K	K
Círculo.....	0,068	0,071	0,074	0,077	—
Cuadrado.....	0,070	0,072	0,075	0,077	0,079
Rectángulo.....	—	0,073	0,075	—	—
Paralelógramo.....	0,073	0,074	—	—	—

Como resultado de las experiencias de Eiffel, Alejandro Lee propone que en vez de la fórmula de Newton se emplee esta otra:

$$R = 0{,}079\, S^{1{,}05}\, V^2,$$

y nosotros creemos que una fórmula sencilla y bastante aproximada será la siguiente:

$$R = 0{,}08\, S^{1{,}08}\, V^2,$$

pero puede emplearse la primitiva fórmula de Newton, siempre que no se necesite una gran aproximación, dando á K un valor comprendido entre 0,8 y 0,125.

De la naturaleza y el pulimento de la superficie no hablamos, por haber demostrado la experiencia su poca importancia relativamente á los factores principales de la resistencia.

Hay que advertir, por último, que los valores de la resistencia obtenidos para una cierta densidad del aire, habrán de venir multiplicados para otra densidad por la relación de ésta á aquélla, por la evidente comprobada proporcionalidad de la resistencia á la densidad del aire en el que se verifica el movimiento.

Superficie plana que se mueve oblícuamente.

Cuando el movimiento del centro de gravedad del plano no se verifica según una normal á él, es aún mayor la confusión y más difícil poder obtener teórica ó prácticamente fórmulas que tengan suficiente exactitud y un carácter de generalidad indispensable para su útil aplicación.

Fué también Newton quien formuló las primeras leyes que han servido de fundamento á los estudios posteriormente verificados, que han modificado aquéllas. El ilustre físico inglés no las demostró; no hizo más que formularlas en conversaciones científicas, en la siguiente forma:

1.ª ley.—La resistencia que un fluído opone al movimiento oblícuo de un plano, es normal á éste.

2.ª ley.—Dicha resistencia es proporcional al cuadrado de la velocidad de traslación.

3.ª ley.—Es también proporcional á la densidad del fluído en que el plano se mueve.

4.ª ley.—Es proporcional al cuadrado del seno del ángulo que forma el plano con la dirección de marcha, que se llama *ángulo de incidencia.*

5.ª ley.—Es, por último, proporcional á el área de la superficie en movimiento.

Vamos á ver la exactitud de cada una de estas leyes, cuya verificación y estudio han sido emprendidos por Borda, d'Alembert, Dubnat, Bossut, Hutton, Avanzini, Joëssel, Thibault, Duchemin, Langley, Lilienthal, Tatin, Renard, Cannovetti, Soreau, etc.

1.ª ley. En teoría puede aceptarse esta ley teniendo en cuenta la movilidad grande de las moléculas de un fluído gaseoso, pues se concibe que todo aumento de presión que aquéllas sufran por efecto del movimiento del plano se traducirá siempre en un esfuerzo normal á la super-

ficie resistente. Ahora bien, este razonamiento no tiene en cuenta la inercia de las moléculas gaseosas, de la cual no se debe prescindir, pues existe y es causa de que las presiones sean mayores en la parte anterior que en la posterior del plano, hecho completamente probado por cuidadosas experiencias. Si no existiera la inercia de las moléculas y la movilidad de éstas fuera extremada debía coincidir el punto de aplicación de la resultante de todas las presiones con el centro de figura de la superficie plana; pero la experiencia ha demostrado se encuentra más próximo al borde anterior de ésta que al posterior.

Sin embargo, aun demostrado que la ley no es exacta podemos afirmar, como consecuencia de los numerosos experimentos realizados, que es suficientemente aproximada en general para las necesidades del ingeniero aeronauta, que no debe tener reparo alguno en aceptarla sin la menor modificación.

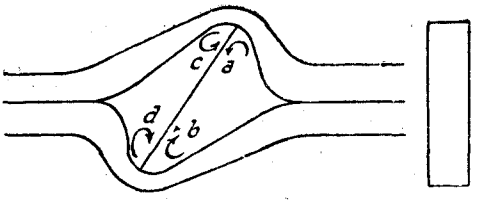


Fig. 5.

2.ª ley. Pasemos á examinar la segunda ley; lo que hemos dicho al tratar de análoga proporcionalidad en el movimiento ortogonal podemos aplicarlo en general al movimiento oblícuo, pudiendo por tanto afirmar la inexactitud de la ley teóricamente, por no tener en cuenta los remolinos que se producen en *a*, *b*, *c* y *d* (fig. 5), variables con la inclinación del plano y la velocidad de marcha. Las numerosas experiencias han demostrado, sin embargo, que puede admitirse en la práctica esta segunda ley de Newton.

3.ª ley. La teoría y la práctica, de acuerdo, demuestran que esta ley es sensiblemente verdadera si se prescinde del rozamiento de los filetes fluídos, el cual no puede afirmarse sea proporcional á la densidad, pero como este rozamiento es muy pequeño y además debe variar casi proporcionalmente á aquélla, puede admitirse la ley en todos los problemas de aeronáutica y aviación.

Los valores de la resistencia cuando otra cosa no se especifique se suponen obtenidos al nivel del mar y á 0° de temperatura.

4.ª ley. De ésta podemos empezar haciendo la categórica afirmación de que es completamente falsa, tanto para grandes como para pequeños ángulos.

Se ha tratado de demostrar por el siguiente razonamiento.

Supongamos una superficie plana *a b* (fig. 6) de sección circular, que se mueve en el aire con un ángulo de ataque *i*, y otra *a' b'* cuyo án-

gulo de ataque sea i'; la masa de aire puesta en movimiento por el disco será proporcional al número de filetes que encuentre éste, ó sea á su proyección sobre un plano perpendicular á la dirección $e f$ del movimiento, es decir, que tendremos para el plano $a\,b$

$$R = \mu\,\pi\,\overline{b\,d}^2$$

y para el plano $a'\,b'$

$$R' = \mu\,\pi\,\overline{b'\,d'}^2$$

ó sea

$$\frac{R}{R'} = \frac{\overline{b\,d}^2}{\overline{b'\,d'}^2} = \frac{\operatorname{sen}^2 i}{\operatorname{sen}^2 i'}.$$

Sin embargo, fácil es ver que esta demostración tiene entre otras varias causas de falsedad, la de no tener en cuenta que además de que al disminuir la inclinación disminuye el número de filetes desviados por el plano, son menores también las desviaciones experimentadas por éstos.

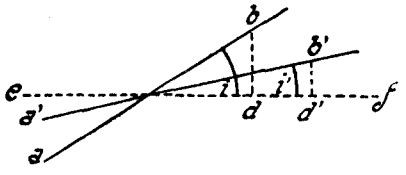


Fig. 6.

Se ha tratado por algunos de tener en cuenta estas desviaciones suponiéndolas proporcionales al seno del ángulo de incidencia, en cuyo caso la resistencia sería proporcional al cubo del seno, ley falsa por apoyarse en una hipótesis gratuita.

Hay que tener en cuenta que de aceptarse esta ley que estudiamos sería imposible explicarse el vuelo de las aves, pues si se admite la *teoría ortogonal del vuelo*, es decir, la que explica la sustentación del ave por rápidos movimientos de las alas se llega con Navier al absurdo de que cada golondrina necesita desarrollar 0,08 Hp. para sostenerse en el aire, y admitiendo la *teoría del vuelo plano*, que asimila el pájaro á un aeroplano, se llega por el cálculo, aplicando la ley del seno cuadrado, al absurdo de que el trabajo desarrollado es independiente del ángulo de incidencia y por tanto igual al dado por la teoría ortogonal del vuelo.

Los pájaros necesitarían, pues, para poder volar, poseer alas diez veces mayores que aquéllas de que se hallan dotados.

La ley es, por lo tanto falsa; luego diremos las fórmulas empíricas que han venido en su substitución.

5.ª ley. Otra ley falsa, según vamos á demostrar. En efecto, analicemos el fenómeno del movimiento oblícuo en un plano rectangular A B A' B' (fig. 7), el cual vamos á suponer ataca el aire unas veces con su arista A A' y otras con la A' B'; en el primer caso, los filetes que en-

cuentren al plano procurarán escaparse por uno ú otro lado en una de las siguientes formas: unos, como los *a*, se escaparán rozando la arista superior; otros, como los *b*, pasarán bajo la arista inferior, y otros, los *cc* (fig. 8) próximos á las aristas laterales se escaparán por uno y otro lado del plano; los *a* y *b* producirán una presión delante del plano y una aspiración detrás, funciones ambas del ángulo de ataque, y en cambio la presión y aspiración debida á los *c* será independiente de dicho ángulo, ó por lo menos la función que represente estas fuerzas será distinta de la correspondiente á la aspiración y compresión debida á los *a* y *b*, de modo que tendremos que la resistencia total estará compuesta de dos términos:

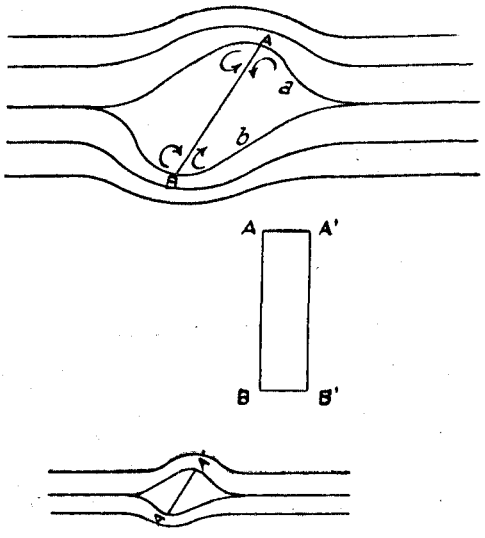


Fig. 7.

$$R = f(i)\, n + x(i)\, m,$$

designando por n el número de filetes que se escapan lateralmente y por m el de los que lo verifican por encima ó por debajo del plano; la relación entre m y n varía mucho como se ve en la figura, según que el rectángulo A B A' B' ataque al aire con uno ú otro de sus lados; de aquí se deduce que el valor de R variará, permaneciendo constante la superficie y por tanto no existe la proporcionalidad indicada en la ley:

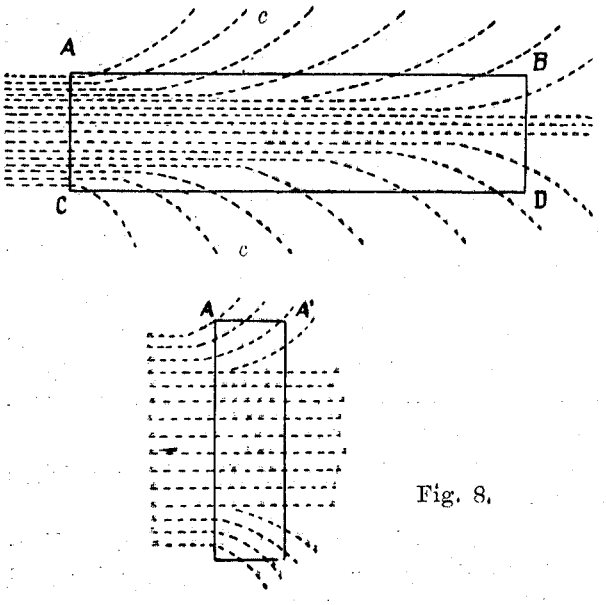


Fig. 8.

Por otra parte, supongamos dos rectángulos iguales de lados l y h moviéndose de modo que cada uno ataque el aire con uno de éstos; aquél cuyo lado de ataque sea h se habrá apoyado al cabo de un tiempo t sobre una superficie fluída

$$A = h\,v\,t$$

y aquél que ataque el aire con su lado l sobre otra

$$A' = l\,v\,t$$

y como el área de la superficie es la misma y las superficies de apoyo variables, variables deben ser también los efectos producidos.

Pero además de esta variación con la posición del plano y las debidas á la forma que demostramos al tratar del movimiento ortogonal, no hay razón para admitir que superficies semejantes, desplazándose semejantemente en un fluído, experimenten por parte de éste una resistencia proporcional á la relación de sus áreas, pues no se conoce aún lo suficiente la mecánica de los fluídos. La experiencia ha comprobado la inexactitud de la ley y que las cosas parecen pasar como acabamos de decir.

Resumiendo vemos que deben considerarse falsas las leyes segunda, cuarta y quinta, y ciertas, ó muy aproximadas, las otras dos; vamos á examinar los resultados de las experiencias, procurando encontrar una fórmula que pueda substituir á la que resume las cinco leyes de Newton:

$$R_i = K\,d\,S\,V^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \qquad [a].$$

siendo R_i la reacción normal al plano; cuya fórmula [a] hemos demostrado no ser exacta.

La anterior fórmula de Newton que Euler consideraba exacta y que se puede poner bajo la forma

$$R_i = R \operatorname{sen}^2 \alpha$$

ha sido completamente desmentida por las experiencias de Beaufoy, Marey, Langley, etc., y análoga suerte han corrido las

$$R_i = R \operatorname{sen}^2 \alpha \qquad [b]$$

debida á Löessel, y la

$$R_i = R \operatorname{sen}^3 \alpha \qquad [c]$$

sin embargo, luego veremos, al examinar los resultados de las experiencias, que la fórmula [b] interpreta bien los resultados para valores pequeños del ángulo de ataque. Observemos que en estas fórmulas sólo se atiende á tener en cuenta este ángulo, prescindiendo de la velocidad de

marcha y de la forma y dimensiones de la superficie. Respecto á la velocidad, las experiencias han demostrado que, lo mismo que en el movimiento ortogonal, puede admitirse la proporcionalidad de la resistencia al cuadrado de la velocidad; pero respecto á la forma y dimensiones, no puede admitirse la proporcionalidad que Newton indicaba en su quinta ley, aunque hay muchos experimentadores que creen que las variaciones son pequeñas. Sin embargo, no hay datos suficientes para planos de grandes dimensiones, con los cuales no se han hecho experiencias sistemáticas, y respecto á la forma, las experiencias de Langley han comprobado los razonamientos que hicimos en páginas anteriores y demostrado que la resistencia de un plano rectangular puede variar del simple al quíntuplo, según ataque al aire, con uno de sus lados mayores ó con uno de los menores.

Entre las muchas fórmulas empíricas propuestas, elijamos las mejores y veamos hasta qué punto interpretan los resultados obtenidos por las distintas experiencias, y como, entre éstas, las mejores y aceptadas universalmente son las de Langley, á ellas nos referiremos.

El Coronel Duchemin obtuvo la siguiente fórmula:

$$R_i = R \frac{2 \operatorname{sen} i}{1 + \operatorname{sen}^2 i} \qquad [d]$$

la cual, como veremos, da resultados casi exactos para el plano cuadrado.

El Coronel Renard dedujo de un análisis profundo y detenido de las experiencias de Vince, Hutton y Thibaut:

$$R_i = R \operatorname{sen} i \, [a - (a - 1) \operatorname{sen} i] \qquad [e]$$

siendo a un número comprendido entre 1,67 y 1,72; sin embargo, para aproximarse á los resultados obtenidos por Duchemin, modificó este valor de a haciéndolo igual á 2, con lo cual la fórmula [d] se convierte en

$$R_i = R \operatorname{sen} i \, (2 - \operatorname{sen}^2 i) \qquad [f]$$

Lord Rayleigh dió la fórmula

$$R_i = R \frac{2 \pi \operatorname{sen} i}{4 + \pi \operatorname{sen} i} \qquad [g]$$

Louvrie da

$$R_i = R \frac{2 (1 + \cos i \operatorname{sen} i)}{1 + \cos i + \operatorname{sen} i} \qquad [h]$$

Joëssel

$$R_i = R \frac{\operatorname{sen} i}{2\,(0{,}195 + 0{,}305 \operatorname{sen} i)} \qquad [i]$$

Y Gerlach

$$R_i = R \frac{(4 + \pi) \operatorname{sen} i}{4 + \pi \operatorname{sen} i} \qquad [j]$$

La única fórmula que tiene en cuenta la forma de la superficie es la de Soreau:

$$R_i = R \operatorname{sen} i \left[\frac{1 - m \operatorname{tg} i}{\frac{1}{(1+m)^2} + \frac{2m}{1+m} \operatorname{tg} i + 2 \operatorname{tg}^2 i} \right] \qquad [m]$$

en la que

$$m = \frac{l - h}{l + h}$$

siendo l la longitud del lado perpendicular á la dirección del movimiento y h la otra dimensión del rectángulo. Para el plano cuadrado

$$m = o;$$

por tanto,

$$R_i = R \operatorname{sen} i \frac{2\,(1 + \operatorname{tg}^2 i)}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 i}$$

substituyendo $\operatorname{tg}^2 i$ por su igual $\frac{1 - \operatorname{sen}^2 i}{\operatorname{sen}^2 i}$ y simplificando se obtiene la fórmula de Duchemin.

Por último, merecen interés, por su gran sencillez, las recientes fórmulas de Eiffel, que dan con aproximación resultados conformes con los obtenidos en las cuidadosas experiencias hechas en la torre que lleva su nombre, y en las de Langley para el plano cuadrado; las fórmulas son:

$$\text{para } i < 30^\circ \quad » \quad R_i = R \frac{i}{30}$$

$$\text{para } i > 30^\circ \quad » \quad R_i = R.$$

Vamos á hacer un estudio gráfico de estas fórmulas, y para ello trazaremos las curvas que resumen las experiencias de Langley y las que interpretan las distintas fórmulas indicadas.

Para darse cuenta de cuáles de estas fórmulas nos dan resultados aproximados y cuáles no y poder elegir la que creamos más conveniente en cada caso, nada mejor que obtener una serie de valores numéricos de

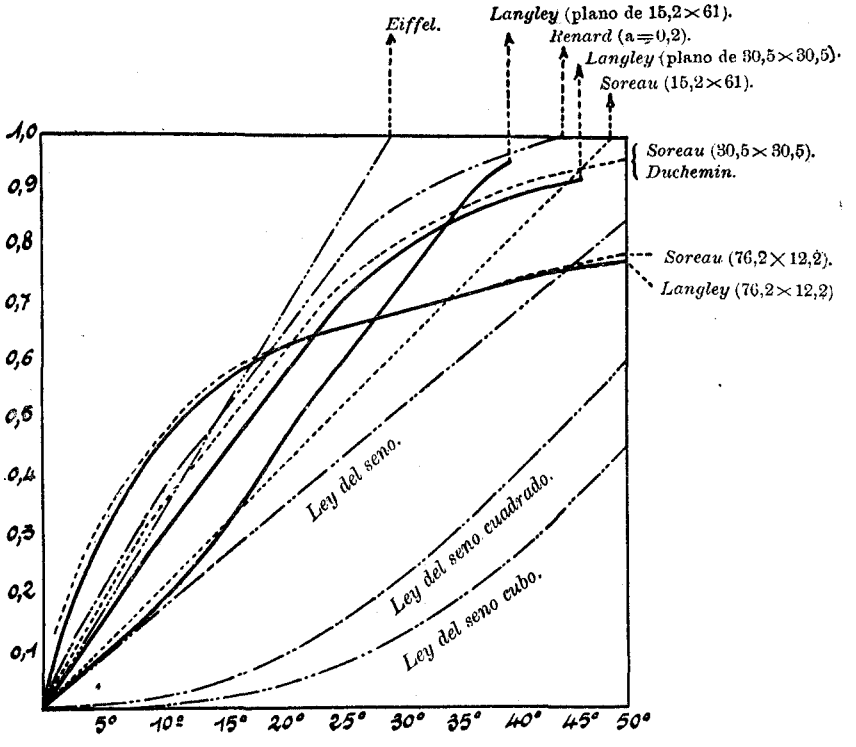


Fig. 9.

la resistencia en cada una de aquéllas, correspondientes á distintos valores de i y construir por puntos las curvas que representen esas fórmulas empíricas, comparándolas con otras curvas que representen los resultados de las experiencias de Langley.

Así hemos procedido en el *gráfico adjunto* (fig. 9), en el cual las abcisas representan los ángulos de ataque, y las ordenadas los valores que para la resistencia dan las distintas fórmulas y los obtenidos experimentalmente por Langley; en dicho gráfico se ve claramente que la fórmula de Soreau interpreta bien los resultados en todos los casos; que para el plano cuadrado, la de Duchemin es muy aproximada, y que para ángulos pequeños puede emplearse la ley del seno para planos de tal figura y, sobre todo, para planos rectangulares alargados atacando el aire con su lado menor.

La fórmula Eiffel también puede emplearse para planos cuadrados y ángulos no muy grandes; en cambio, las del sen^2 y sen^3 deben desecharse en absoluto.

Punto de aplicación de la resistencia.

Tan importante, por lo menos, como conocer la magnitud y dirección de la resistencia es conocer su punto de aplicación.

Este punto, en el movimiento ortogonal del plano, se encuentra en el centro geométrico de éste, hecho evidente en teoría y comprobado experimentalmente; no es fácil, en cambio, encontrarlo teóricamente en el movimiento oblícuo del plano; pues ya hemos visto al estudiar el fenómeno, que las presiones se repartían desigualmente en las distintas regiones de la superficie plana en movimiento, según las desviaciones que sufrían los filetes fluídos, las aristas por las que escapaban y los remolinos que se formaban delante y detrás del plano, y como los efectos producidos por estas diferentes causas no han podido hasta el presente sujetarse al cálculo, de aquí que sea imposible, como al principio del párrafo decimos, obtener analíticamente el punto de aplicación de la resistencia.

Fué Avanzini el primero que se preocupó de esta parte del problema enunciando la siguiente ley:

En todo plano oblícuo en movimiento, el punto de aplicación de la resistencia se aproxima tanto más al borde anterior del plano cuanto menor sea el ángulo de ataque, siendo su distancia mínima á éste igual á un quinto de la longitud del plano. El distinguido Ingeniero naval Joëssel comprobó esta ley en experimentos muy completos que hizo con planos rectangulares moviéndose en el agua y designando por l la longitud del plano en sentido de la marcha, por d la distancia del punto de aplicación de la resistencia (centro de presión) á la arista de ataque obtuvo:

$$d = l\ (0{,}195 + 0{,}305 \operatorname{sen} i), \qquad [n]$$

que puede ponerse, como lo hace Tatin, bajo la forma más sencilla y suficientemente aproximada

$$d = l\ (0{,}2 + 0{,}3 \operatorname{sen} i); \qquad [p]$$

pero esta fórmula, en una ú otra forma, tiene el vicio de origen de estar obtenida para el agua, fluído incompresible, no pudiendo generalizarse sus resultados para el aire, fluído elástico; además, no se tiene en ellas en cuenta el alargamiento.

De análogos defectos puede tacharse á la fórmula obtenida por Soreau

deducida de las experiencias hechas en el Sena con planos cuadrados:

$$d = l \frac{0{,}25 + \operatorname{tg} \alpha}{1 + 2 \operatorname{tg} \alpha} \qquad [q]$$

la fórmula general que indique el resultado de las experiencias hechas también en el Sena, con planos rectangulares de varios alargamientos, no ha sido dada á conocer aún por Soreau.

Para el aire no se han publicado más resultados de experiencias que las de Langley, las de Kummer y las de Finzi y Soldati; como consecuencia de las primeras, el Coronel Vallier dió una nueva fórmula que interpreta bastante bien los resultados obtenidos por Langley

$$d = l\,(0{,}5 - 0{,}162 \cos^2 \alpha).$$

En la siguiente tabla hemos colocado los valores obtenidos para $\frac{d}{l}$ por los experimentadores que acabamos de citar y los que dan las fórmulas para distintas inclinaciones del plano $\frac{d}{l}$:

α	EXPERIENCIAS			FÓRMULAS		
	Langley.	Kummer.	Finzi y Soldati.	Soessel.	Soreau.	Vallier.
5°	—	—	0,211	0,220	0,278	0,338
10°	—	—	0,280	0,248	0,312	0,343
15°	—	—	0,343	0,273	0,328	0,351
20°	0,353	0,238	0,387	0,302	0,355	0,357
28°	0,374	—	—	—	—	—
30°	0,379	0,408	0,417	0,347	0,403	0,378
35°	0,399	—	—	—	—	—
45°	0,417	—	—	0,410	0,417	0,419

De esta tabla se deduce que las fórmulas de Joëssel, Soreau y Vallier pueden aplicarse, á falta de otras mejores, pues nos dan una aproximación suficiente en muchos casos. Otras fórmulas, como las de Rayleigh, son algo más complejas sin ser más aproximadas.

La fórmula verdadera sería:

$$d = \mathrm{K}' f(i)\, l,$$

siendo K' una constante y $f(i)$ una función creciente de i que habría que determinar experimentalmente. Mientras esto se realiza, conformé-

monos con las fórmulas antes citadas ó con el siguiente método gráfico empleado por Tatín:

Sea (fig. 10) un plano O A que se mueve en la dirección indicada por la flecha F, y supongamos que este plano pueda girar alrededor de un eje situado en él y proyectado en O hasta ocupar la posición O A', normal á la dirección del movimiento; tracemos una semicircunferencia tangente en O á O A y cuyo diámetro O a sea igual á $\frac{3}{10}$ O A; tomando después una longitud $a\,b = \frac{2}{10}$ O A la llevaremos sucesivamente sobre las distintas posiciones de O A á partir de los puntos a', a'', a''' ... etc., en que cortan estas rectas á la circunferencia trazada, estos puntos así obtenidos nos darán uniéndolos una curva que será el lugar geométrico de las posiciones del centro de presión.

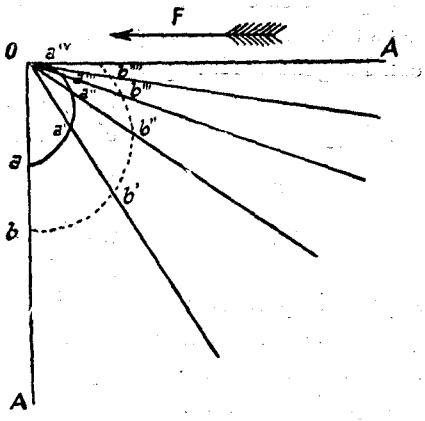


Fig. 10.

Hemos considerado superficies moviéndose de tal modo que tuvieran un plano de simetría pasando por la trayectoria de su centro de figura, de no ser así no bastaría la determinación de la distancia d para fijar su centro de presión, pues no habría datos bastantes para fijar su posición, cosa que no sucede en los casos considerados.

Para terminar, en vista de que en muchos casos se quiere calcular la distancia del centro de presión al de figura y que muchos autores ponen esta distancia en función de la semilongitud del lado del rectángulo paralelo al plano de simetría de la marcha, damos las fórmulas transformadas, siendo y aquella distancia y h la semilongitud de éste.

Joëssel, $y = h \times 0{,}61\ (1 - \operatorname{sen} i)$.

Rayleygh, $y = h\ \dfrac{3 \cos i}{8\ (4 + \pi \operatorname{sen} i)}$.

Soreau, $y = h\ \dfrac{1}{4\ (1 + 2 \operatorname{tg} i)}$.

Vallier, $y = h \times 0{,}324 \cos^2 \alpha$.

Superficies curvas.

Tanto en la construcción de aeroplanos como en la de los timones y superficies estabilizadoras empleadas en los dirigibles, se substituyen las superficies planas por otras curvas, que en general son cilíndricas con las generatrices perpendiculares á la dirección del movimiento. Además, el estudio de la resistencia de las superficies curvas se impone para establecer la teoría ó cálculo de una hélice ó de otro propulsor.

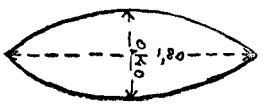


Fig. 11.

Claro que parece á primera vista que bastará hacer la integración de las resistencias ó reacciones correspondientes á cada elemento de superficie para obtener la resistencia total; pero como aun suponiendo que conociéramos exactamente aquellas reacciones no es fácil encontrar la forma de integrar, de aquí que haya habido necesidad de recurrir á la experimentación.

Poncelet estableció la ley siguiente. *En toda superficie cilíndrica cóncava, moviéndose en dirección perpendicular á sus generatrices, la reacción del aire es proporcional á la extensión de la superficie.* Esta ley es falsa y ni aun puede aceptarse como aproximada para ángulos pequeños, pues da valores notoriamente deficientes para la resistencia según demostró Thibault. Este experimentador encontró que la resistencia de una superficie cilíndrica de revolución con un *arco de curvatura de 20° era mayor en un 25 por 100 que la de la superficie plana de igual área.* Estos estudios no fueron bastante completos por hacerse sobre superficies de tela (montada sobre armaduras rígidas) que algunas veces formaban bolsas y á las que era muy difícil conservar la forma que se trataba de ensayar, siendo imposible por esta misma causa experimentar con pequeños ángulos de ataque. Phillips hizo en 1891 nuevas experiencias, y posteriormente Lillienthal realizó otras sobre pequeñas superficies de medio metro cuadrado y de un metro cuadrado cuya forma era la indicada en la figura 11 con perfiles de curvaturas diversas.

Midió primero la reacción de la superficie plana, obteniendo

$$K = 0{,}130$$

después dió á las superficies distintas formas y á algunas de ellas doble curvatura, por último se detuvo más especialmente en una curvatura de perfil de arco de circunferencia tal que la relación de la flecha á la cuerda subtendida por aquél era próximamente $\frac{1}{12}$ por ser esta superficie la más conveniente bajo el punto de vista de la sustentación de los

aeroplanos, objeto de sus trabajos. Sin embargo, en posteriores experiencias hechas con superficies grandes, de muchos metros cuadrados, obtuvo que la superficie óptima era aquélla en que la relación de la flecha á la cuerda era $\frac{1}{18}$. Los métodos experimentales eran algo rudimentarios, obteniendo valores que no concuerdan con los de Langley y algunos erróneos evidentemente; sin embargo, por la mayoría de los aeronautas se consulta la tabla de la página siguiente, obtenida por Lillienthal operando sobre la superficie cuya flecha es $\frac{1}{12}$ de la cuerda.

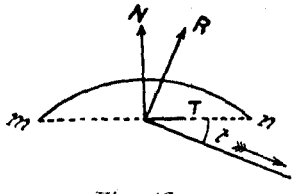


Fig. 12.

Llamaba ángulo de ataque i (fig. 12) al formado por la cuerda $m\,n$ con la dirección del movimiento, y descomponía la reacción R, que encontró no era perpendicular á $m\,n$ en dos: una N normal á esta cuerda y otra T en su dirección.

$$N = K\,S\,V^2\,\eta.$$
$$T = K\,S\,V^2\,\theta.$$

Hay que tener en cuenta al hacer uso de dicha tabla que suponiendo Lillienthal K = 0,130 hay que multiplicar los valores η y de θ por 1,53 si se admite K = 0,085, como es lo general que se haga.

Se vé según la tabla que la resultante es normal á la cuerda cuando el ángulo de ésta con la dirección del movimiento es de 3°, de 32° ó de 90°; que para valores de i inferiores á 3° la componente T está dirigida en sentido del movimiento, y, por último, que esta componente alcanza su máximo igual á $\frac{1}{12}$ de N para $i = 15°$.

Los hermanos Wright, en sus experiencias hechas en Dayton han encontrado valores que difieren notablemente de los de Lillienthal, bien es verdad que operaban sobre superficies de forma distinta. Sin embargo, parece, según los resultados por ellos obtenidos, que los valores de μ de Lillienthal son demasiado grandes para pequeños ángulos de ataque, y que hay que afectarlos de coeficientes iguales á $\frac{1}{2}$ para valores de i próximos á 0°, iguales á $\frac{1}{8}$ para los próximos á 3°, siendo exactos para $i = 5°$. En cuanto á los valores de θ son, según los Wright, grandes hasta $i = 10°$, y el cambio de signo se verifica no para $i = 3°$ sino para $i = 7°$.

TABLA *numérica de las funciones de Lillienthal.*

i	η	θ	i	η	θ
— 9°	+ 0,000	+ 0,070	16°	+ 0,909	— 0,075
— 8°	0,040	+ 0,067	17°	0,915	— 0,073
— 7°	0,080	+ 0,064	18°	0,919	— 0,070
— 6°	0,120	+ 0,060	19°	0,921	— 0,065
— 5°	0,160	+ 0,055	20°	0,922	— 0,059
— 4°	0,200	+ 0,049	21°	0,923	— 0,053
— 3°	0,242	+ 0,043	22°	0,924	— 0,047
— 2°	0,286	+ 0,037	23°	0,924	— 0,041
— 1°	0,322	+ 0,031	24°	0,923	— 0,036
0°	0,381	+ 0,024	25°	0,922	— 0,031
1°	0,434	+ 0,016	26°	0,920	— 0,026
2°	0,489	+ 0,008	27°	0,918	— 0,021
3°	0,546	+ 0,000	28°	0,915	— 0,016
4°	0,600	— 0,007	29°	0,912	— 0,012
5°	0,650	— 0,014	30°	0,910	— 0,008
6°	0,696	— 0,021	32°	0,906	0,000
7°	0,737	— 0,028	35°	0.896	+ 0,010
8°	0,771	— 0,035	40°	0,890	+ 0,016
9°	0,800	— 0,042	45°	0,888	+ 0,020
10°	0,825	— 0,050	50°	0,888	+ 0,023
11°	0.846	— 0,058	55°	0,890	+ 0,026
12°	0,864	— 0,064	60°	0,900	+ 0,028
13°	0,879	— 0,070	70°	0,930	+ 0,030
14°	0,891	— 0,074	80°	0,960	+ 0,015
15°	0,901	— 0,076	90°	1,000	0,000

Para curvaturas dobles de las ensayadas por Lillienthal eran completamente inaplicables los valores obtenidos para μ y θ.

Los resultados obtenidos por experiencias de Hargrave concuerdan con los obtenidos por Wright.

Punto de aplicación de la resultante.

Según Spratt, en la superficie estudiada por Lillienthal de flecha igual á $\frac{1}{12}$ de la cuerda, el *centro de presión* está situado muy próximo á la arista posterior m (fig. 12) cuando el ángulo i es nulo, se va aproximando al centro de figura cuando i crece, pasa por este centro para $i = 17°$, se aproxima á la arista anterior hasta $i = 30°$ y retrocede desde éste á coincidir nuevamente con el centro de figura para $i = 90°$.

Para $i = 30°$, la distancia á la arista de ataque es igual á 0,415 de la dimensión del plano en sentido de la misma.

Cuando la flecha es igual á $\frac{1}{24}$ de la cuerda el centro de presión, que está para $i = 0°$ más próximo aún que anteriormente á la arista posterior, pasa por el centro de figura para $i = 10°$, avanza hasta $d = 37\,l$ para $i = 30°$ y retrocede al centro de figura para $i = 90°$.

Conclusiones análogas á las anteriores de Spratt han sido formuladas por los Wright como resultado de sus experimentos.

De todo lo anterior se deduce que es necesario hacer experiencias metódicas que nos den á conocer leyes ó fórmulas empíricas, que hoy no existen, para las superficies curvas, y que mientras tanto pueden emplearse para obtener una primera aproximación las tablas de Lillienthal y los valores de Spratt y Wright. Los resultados obtenidos no serán exactos, pero con ellos hemos de conformarnos mientras esta parte de la aerodinámica no avance hasta colocarse siquiera á la altura de la del plano.

Hablaremos, para terminar lo referente á las superficies, de las experiencias hechas por Cannovetti con objeto de hallar la resistencia de *superficies planas discontínuas ó perforadas.* Obtuvo que la resistencia de una tela metálica de anchas mallas era 0,9 de la correspondiente á la verdadera deducidos los claros, la de una tela metálica fina 0,84 y la de un plano agujereado con agujeros de 55 milímetros, 0,80. Estos experimentos deben proseguirse, pues sus resultados han de servir de base al cálculo de la resistencia de varios órganos de los dirigibles.

Sólidos de revolución.

En la imposibilidad de hacer la integración que, al tratar de las superficies curvas indicamos, de las resistencias correspondientes á todos los elementos de la superficie del sólido, se han tratado de encontrar empíricamente fórmulas que nos den la resistencia total en función de la velocidad y de la *cuaderna maestra* ó sección máxima perpendicular al eje mayor del sólido.

Para los globos esféricos el Coronel Renard propuso la fórmula

$$R = 0{,}326\, S\, V^2,$$

que puesta en función del diámetro D se transforma en

$$R = 0{,}0256\, D^2\, V^2.$$

Para que salte más á la vista la resistencia relativa de las distintas carenas aéreas, se compara la resistencia de cada una de éstas con la de su cuaderna maestra considerada como plano moviéndose ortogonalmente; en tal hipótesis el *coeficiente de reducción* para un globo esférico será:

$$\frac{0{,}0326}{0{,}085} = 0{,}38,$$

á este coeficiente se le designa por σ.

Citaremos entre las numerosas experiencias hechas, las de Renard y Cannovetti.

El primero comunicó á la Academia de Ciencias la siguiente tabla, dando los valores de σ correspondientes á distintas carenas ensayadas perfectamente pulimentadas.

Plano ortogonal	$\sigma = 1$
Esfera	0,1585
Semiesfera hueca con la concavidad hacia delante	1,288
Semiesfera hueca con la concavidad hacia atrás	0,392
Cilindro marchando con las generatrices perpendiculares á la trayectoria	0,596
Carenas simétricas empleadas para dirigibles de meridiano parabólico.	
1.° Alargamiento $\frac{l}{r} = 2$ (1) marcha longitudinal	0,0733
2.° » 3	0,0321
3.° » 2 marcha transversal	0,433

Los resultados obtenidos por Cannovetti concuerdan con los de Renard, excepto para la esfera hueca con la concavidad hacia atrás, en que obtiene $\sigma = 0{,}300$, valor notablemente superior al obtenido por Renard.

Eiffel practica en la actualidad cuidadosos experimentos, de los cuales sólo conocemos el valor de $\sigma = 0{,}0186$, correspondiente al cono cuyo ángulo en el vértice sea de 60° y el que corresponde á la semiesfera que presenta la concavidad hacia delante, que es sólo de 0,950 á 1,1; es decir, casi igual al plano ortogonal.

Este último resultado parece á primera vista extraño, como también llaman la atención lo pequeñas que resultan las resistencias de las carenas; sin embargo, podemos explicarnos esto recordando lo que sucedía cuando un plano se movía ortogonalmente en un fluído (fig. 13); la re-

(1) l = longitud eje mayor.
r = diámetro cuaderna maestra.

sistencia total se componía de tres sumandos: el debido á la compresión del aire confinado delante del plano en *a b c*, el producido por el enrarecimiento y consiguiente aspiración en *b c d* detrás de la superficie y el correspondiente á los remolinos marginales *r r* y *s s*. Ahora bien, con la proa separamos más suavemente los filetes fluídos, evitando que el aire se confine en *a b c* y suprimiendo los remolinos anteriores, y con la popa se evita el enrarecimiento posterior y se suprimen los remolinos *s s;* además, eligiendo convenientemente la forma del sólido (fig. 13 inferior), puede conseguirse que los filetes al encontrar al sólido detrás de la cuaderna maestra den una componente N, en sentido de la marcha, que tenderá á hacer menor la resistencia total.

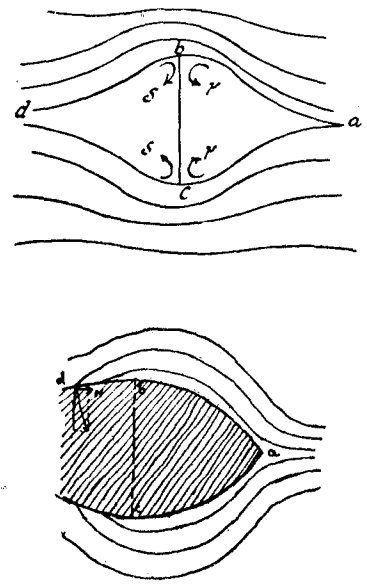


Fig. 13.

Por esta causa se concibe que pueda ser la resistencia de la semiesfera cóncava igual ó aún menor que la del plano (fig. 14); pues si bien el valor de la resistencia debida á la compresión delante de la superficie habrá aumentado, no será muy grande este aumento gracias á la formación de una proa fluída *a b c* y en cambio la resistencia de la cara posterior habrá disminuído notablemente.

De aquí resalta la importancia que para esta parte de la aerodinámica tiene el determinar teórica ó experimentalmente las curvas de desviación de los filetes fluídos en relación con la velocidad y con la forma y dimensiones de las superficies; datos que serían de capital interés, no tan sólo para los estudios de dirigibles sino también en la aviación, pues á poco que se profundice en estos estudios se ve que para el aeroplano del porvenir que pretenda realizar velocidades grandes de 150 ó 200 kilómetros por hora, la resistencia debida á los planos sustentadores será despreciable relativamente á la de las *resistencias parásitas*, llamando así á las de la barquilla, tripulantes, tubos del bastidor, etc.

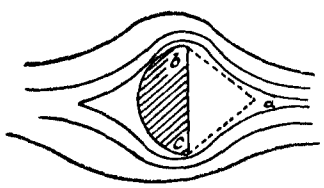


Fig. 14.

Este estudio ha sido hecho como preliminar necesario al de los distintos problemas que hemos de examinar en la segunda parte; hemos procurado recopilar cuanto útil hemos encontrado sin detenernos á dar cuenta de los aparatos y procedimientos de experimentación á pesar de la ingeniosidad de muchos de ellos, porque los límites de este trabajo nos vedaban extendernos más.

SEGUNDA PARTE

Estudio de los globlos dirigibles.

Quizás ningún problema haya apasionado y apasione mayor número de inteligencias, más ó menos cultivadas, que el de dirigirse libremente en el espacio.

Las leyendas de Dédalo é Icaro nos muestran que ya en remotos tiempos apasionaba el asunto. En el siglo IV, antes de J. C., Archytas de Tarento construyó un aparato volador, imitando á los pájaros, y desde entonces son innumerables las máquinas de volar que se han construído y proyectado, é incalculable el caudal de inteligencia y trabajo derrochados.

Todos estos aparatos ó máquinas eran, sin excepción, hasta el siglo XVII más pesados que el aire, pues aunque parece imposible que desde que se enunció por Arquímedes el célebre principio que lleva su nombre, y, sobre todo, desde que Otto de Guericke demostró experimentalmente que dicho principio era aplicable al aire no apareciesen los globos, el hecho es que hasta mediados del siglo XVII no se aprovechó tal propiedad de los fluídos para la sustentación aérea, á pesar de su sencillez y de su empleo análogo en la navegación sobre el agua.

Sólo el 1670 el padre Lana de Brescia imaginó una máquina de volar, suspendida de cuatro esferas de latón huecas, en cuyo interior habría de hacerse el vacío. Un siglo más tarde, en 1783, se elevó en la villa de Annonay el primer globo, construído por los hermanos Montgolfier, que aplicaron los estudios y trabajos de muchos hombres de valer: Pristley, el padre Galien de Avignon, Cavendish, Black y otros.

Desde la experiencia de Annonay, dos escuelas distintas se disputaron la resolución del problema de la navegación aérea; algunos, fieles á los procedimientos antiguos, desdeñaban el globo y pretendían obtener la sustentación por medios mecánicos, más ó menos ingeniosos; otros, seducidos por la sencillez del procedimiento, empleaban el globo como medio de sustentación, y sólo se preocupaban de la propulsión mecánica.

Los partidarios de «lo más pesado que el aire» y los de «lo más ligero que el aire» han sostenido apasionadas polémicas, y visto las filas de sus adeptos aclararse ó apretarse alternativamente, según el éxito de los experimentos realizados y el entusiasmo de sus respectivos apóstoles. Nosotros no nos afiliamos á una ni otra escuela; eclécticos en este punto, creemos que la resolución definitiva y total del problema, si ha de venir, como esperamos, vendrá, probablemente, por aparatos más pesados que el aire; pero mientras ese día llega y aun después, los globos dirigibles tienen y tendrán ancho campo abierto, sembrado de numerosas aplicaciones, principalmente militares.

Un sucinto resumen cronológico de los principales globos dirigibles proyectados ó construídos nos hará ver los jalones, merced á los cuales se ha podido llegar á establecer una teoría de ellos bastante exacta para que cualquier Ingeniero pueda en un proyecto calcular los elementos principales, sin mucha mayor indeterminación, ni más probabilidades de error, que las que son inevitables en otros muchos problemas de ingeniería.

El Teniente de Ingenieros francés Meusnier ideó una máquina aerostática, ó globo dirigible, apenas llegó á su noticia la experiencia de Annonay. Notabilísimo en grado sumo el proyecto, por cuanto en él se ven en principio resueltos muchos problemas parciales, por procedimientos imitados después por la mayor parte de los inventores, no fué, sin embargo, llevado á la práctica por su enorme coste. Sin embargo, los estudios por él hechos hacen que el nombre ilustre de Meusnier ocupe un lugar muy preferente en la aeronáutica.

A los hermanos Robert corresponde la gloria de haber construído el primer globo alargado dirigible, ó que pretendía serlo; pero algunos defectos serios de construcción y el deficiente aparato de propulsión, consistente en dos remos movidos á brazo, hicieron fracasar el sistema. Guyton de Morveau, con su aparato provisto de alas batientes; Lenox (1834), con sus remos especiales, y Enbriod (1839), con sus molinetes, todos movidos á brazo, no pudieron llegar á ningún resultado práctico, pues el *motor humano* es demasiado pesado para ser aplicable á un medio de locomoción en que la ligereza desempeña tan importante papel. Prescindimos de los muchos inventores que han tratado de emplear las *velas* como propulsor, error en que incurrieron también los hermanos Montgolfier.

Fué Julien (1850) el primero que prescindió del motor humano, sustituyéndolo por un mecanismo de relojería, y el primero también que empleó la hélice como propulsor. Pero realmente la navegación aérea no había avanzado apenas desde Meusnier, cuando en 1851 el joven y no-

table Ingeniero francés Giffard proyectó su globo con motor de vapor, tan meditada y racionalmente construído, que obtuvo en la práctica resultados idénticos á los que teóricamente había calculado. Su velocidad era, sin embargo, notoriamente insuficiente, pues no excedía de 2,50 metros por segundo; además carecía el globo de cámara de aire (ballonet), suspensión rígida y otras muchas cosas ya ensayadas.

Un segundo globo, construído tres años más tarde, llegó á alcanzar, también con motor de vapor, una velocidad propia de 4 metros por segundo; pero este aumento de velocidad fué conseguido á expensas de la estabilidad, que resultó deficientísima y peligrosa por efecto del gran alargamiento del globo.

A subsanar varios de los inconvenientes puestos en evidencia en los globos Giffard acudió Dupuy de Lôme, construyendo un globo muy cuidadosamente estudiado, con cámara de aire interior, con un ingenioso sistema de suspensión de la barquilla, sustituyendo ventajosamente la red por una camisa de tela, y reduciendo, por último, el alargamiento, con lo que mejoraba la estabilidad. Todas estas ventajas fueron perdidas casi, por el error de emplear hombres para mover las hélices. De todos modos el dirigible estaba muy bien estudiado, y puede servir como modelo en su género, haciendo caso omiso del motor.

El motor eléctrico fué empleado por primera vez por Baumgarten y Wölfert (1882) en Charlottenburg con mal éxito. En cambio, los hermanos Alberto y Gastón Tissandier, que emplearon también el motor eléctrico en el globo que construyeron y ensayaron en 1883 y 1884, obtuvieron buen éxito, pues alcanzaron velocidades de 4 metros por segundo.

Pero estas experiencias, muy bien conducidas, fueron obscurecidas por la aparición de otra *aeronave* construída por los oficiales aerosteros franceses Renard y Krebs.

Los partidarios de la solución del problema de la dirigibilidad de los globos estaban algo desalentados, y su número se reducía de día en día, pues á pesar de los trabajos y experiencias realizados, el hecho era que no podía decirse que un globo fuera dirigible hasta tanto que, por lo menos *pudiera describir una trayectoria cerrada*, es decir, hasta que, saliendo de un punto, pudiera volver al mismo después de haber descripto en el espacio una curva cualquiera, resultado á que no había podido llegar ninguno de los globos de que acabamos de dar breve noticia.

Estaba reservado á los aerosteros militares franceses Renard y Krebs la gloria de ser los primeros que consiguieran realizar una trayectoria cerrada, presentando así en forma tangible la posibilidad del problema y dando nuevos ánimos á los devotos de la aeronáutica. La importancia evidente de este momento en la historia del descubrimiento de los glo-

bos dirigibles nos obliga á detenernos algo sobre el ingenioso invento de los aerosteros de Meudon.

El aeronave «La France», nombre dado á este primer dirigible militar, tenía (fig. 15) una figura alargada como sus predecesores, afectando la forma de un sólido de revolución sin plano-de simetría transversal; la parte anterior estaba engendrada por una parábola de segundo grado y

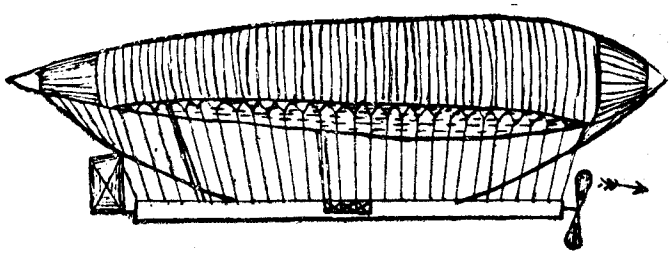


Fig. 15.

la posterior por una parábola de cuarto, siendo la popa más alargada que la proa en la relación de uno á tres. El diámetro de la cuaderna maestra era de 8,40 metros y la longitud total de 50,40 metros. El volumen resultante era de 1.860 metros cúbicos.

También en este globo se había substituído la red por una envolvente de seda, de la cual se suspendía la barquilla por el intermedio de suspensiones triangulares á lo Dupuy, aunque modificadas. La barquilla era realmente una larga viga armada de 33 metros de longitud, formada por cuatro bambús con travesaños y tirantes de cable de acero; estaba recubierta de seda perfectamente extendida, y sólo era accesible en parte de su longitud hacia el centro, parte reservada á los aeronantas.

El propulsor empleado era una hélice colocada en la parte anterior del globo, cual si lo remolcase en vez de empujarlo; era de dos paletas, con la armadura de madera recubierta de seda barnizada muy tendida; su diámetro era de 7 metros, y su paso de 9,30 metros. Esta hélice era accionada por una máquina Gramme algo modificada por Krebs para hacerla más ligera; pesaba 100 kilos y era de 8,5 Hp, substituyéndose luego por otro motor eléctrico estudiado por el mismo Gramme, que para igual peso daba 9 Hp.

El generador eléctrico era una pila inventada por Renard, llamada por él *clorocromica*, análoga á las de bicromato de potasa y ácido sulfúrico, pero que en vez de estos cuerpos tenía ácido crómico libre y ácido clorhídrico. Estas pilas tenían una capacidad doble y daban una potencia quíntuple que las mejores pilas conocidas hasta entonces, y si comparamos esta pila con los demás manantiales de energía empleados antes que

ella en aeronáutica, resulta que en cuanto á la fuerza motriz, sin tener en cuenta la duración de funcionamiento, eran cuatro veces más ligeras que la pila Tissandier y veinte veces más que el motor humano, y teniendo en cuenta la duración total de acción, resulta que para producir un caballo-hora se necesitaba un peso de pila Renard igual á la tercera parte del de pila Tissandier y á la doceava parte del de hombres.

Las pilas estaban colocadas en la parte posterior de la barquilla, en cuyo extremo un timón, maniobrando desde la parte central, permitía los cambios de dirección de la aeronave.

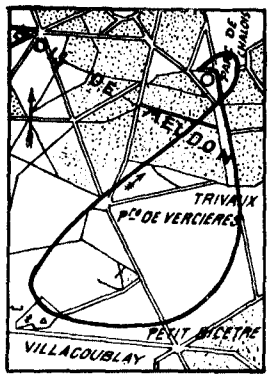


Fig. 16.

Con elementos tan bien estudiados no es extraño que los resultados fueran notables y que el día 9 de Agosto de 1884, fecha de la primera experiencia, señalara un día memorable en la historia de la navegación aérea, por ser en dicho día en el que, obedeciendo dócilmente á su inventor, que le conducía, el globo «La France» se elevó á las cuatro de la tarde en Chalais, volviendo á su punto de partida después de veintidós minutos de navegación, en los cuales había recorrido 7 kilómetros, 600 metros. La figura 16 indica el itinerario seguido por el globo dirigible en esta memorable ascensión.

Posteriormente hizo este globo otras seis ascensiones en los meses de Agosto y Septiembre; la tabla siguiente muestra los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Fecha.	Velocidad media.	OBSERVACIONES
9 Agosto 1884.....	4,58	Vuelve al punto de partida.
12 Septiembre 1884.....	5,45	Descenso en Velizy por avería del motor.
8 Noviembre 1884.....	6	Vuelve al punto de partida.
8 Noviembre 1884.....	3,82	Idem.
25 Agosto 1885.....	6	Descenso en Villacomblay, por no poder luchar contra el viento.
22 Septiembre 1885.....	6	Vuelve al punto de partida.
23 Septiembre 1885.....	5,12	Idem.

Se ve, pues, que de las siete veces, cinco volvió el dirigible al punto de partida; pero hay que tener en cuenta se eligieron para las experiencias días de calma, excepto el 25 de Agosto de 1895, que hacía un viento de 4 á 6 metros por segundo. De todos modos el paso importante estaba dado, siendo de lamentar no se continuaran las experiencias para sacar del globo toda la enseñanza posible.

Como obligada consecuencia de la resonancia grande que las experiencias de Meudon tuvieron en el mundo entero, se multiplicaron los proyectos de globos dirigibles; pero aunque se derrochó ingenio y perseverancia, la navegación aérea no dió un sólo paso en mucho tiempo.

Los alemanes comenzaron en esta época á disputar á Francia el cetro que innegablemente poseía de la aeronáutica y que les hacía y hace decir con patriótico orgullo que «la aeronáutica es una ciencia francesa», y con la perseverancia germánica bien conocida, no han cesado desde entonces en sus experiencias, sin reparar en dificultades y peligros ni economizar el dinero.

En 1883 el Doctor Wœlfert ensayó un dirigible algo más pesado que el aire, provisto de una hélice de sustentación; el motor era eléctrico, y la barquilla se unía al globo por listones de madera que lo atravesaban. Las experiencias no dieron buen resultado; pero se reanudaron varias veces, hasta que el 14 de Junio de 1897 hizo explosión el dirigible Deutschland, causando la muerte de su inventor y del mecánico Knabe.

Otro alemán, Schwhartz, ha construído un globo dirigible enteramente metálico. Patrocinado por el Kaiser y contando con el auxilio de los aerosteros militares, construyó en el Parque de Berlín un globo de forma cilíndrica, terminado en una de sus extremidades por un cono y en la otra por un casquete esférico de gran radio. La envolvente estaba formada de láminas de aluminio de 0,2 milímetros, soldadas entre sí y apoyadas en armaduras, distando entre sí 16 centímetros. La longitud total era 47,50 metros, la cuaderna maestra 132 metros cuadrados y el volumen 3700 metros cúbicos.

La barquilla estaba unida al globo por varillas rígidas formando un complicado sistema; era de armazón tubular recubierta de lámina delgada de aluminio; un motor Daimler de 12 Hp accionaba cuatro hélices de aluminio. La dificultad de llenar de hidrógeno un globo metálico se resolvió por medio de un globo de seda cauchotada, de la misma forma del metálico, que se introducía dentro de éste y se llenaba de hidrógeno hasta que había expulsado todo el aire por haber llenado por completo aquél, se cerraban las válvulas, se desgarraba el globo de seda y se sacaba vacío por un agujero de la envolvente metálica.

La operación era muy complicada, y fueron necesarios muchos ensayos para conseguirse un resultado aceptable; por fin, y después de la muerte de M. Schwartz, que no tuvo el gusto de ver elevarse su globo, éste evolucionó el 3 de Noviembre de 1897, obteniendo una velocidad de 7 metros por segundo, pero un descenso precipitado hizo que el globo se rompiera completamente.

Citemos, por último, los ensayos del Conde de Zeppelin, ensayos serios en que van gastados varios millones de marcos y en los cuales se han conseguido resultados que, si no concluyentes, hacen que sean dignos de estudio. Teniente general del Ejército alemán, con gran fortuna personal, protegido con entusiasmo por el Emperador Guillermo y el Rey de Wurtemberg, y seguido por muchos capitalistas que suscribieron en seguida todo el capital que consideró necesario para las primeras experiencias, estaba el Conde de Zeppelin en condiciones envidiables para sus ensayos cuando se decidió en 1895 á pasar de los estudios teóricos que le ocupaban dedes 1890, al terreno experimental.

Como los experimentos comenzados en el lago de Constanza, cerca de Friedrichshafen, puede decirse se prosiguen hoy día, pues los varios dirigibles que, por encargo del Gobierno Imperial, construye en estos momentos el General, sólo son variedades de su sistema primitivo, dejamos la descripción de este modelo de buque aéreo para la última parte de este trabajo, en el cual trataremos de «la Aeronáutica en el siglo XX», y lo mismo haremos con los dirigibles Santos-Dumont, que tanta celebridad dieron justamente al distinguido y valeroso *sportman* brasileño. Terminaremos aquí la historia y pasaremos á dar una teoría sucinta del problema de los globos dirigibles, que hará más fácil de comprender los inconvenientes y ventajas que presentan los distintos dirigibles, empleados en la actualidad, que describiremos.

Teoría de los globos dirigibles.

En la solución del problema de dirigirse en el espacio por medio de aparatos *más ligeros que el aire* (como impropiamente se les denomina), hay que considerar la cuestión bajo un aspecto relativo, pues si bien un globo de cualquier forma, que lleve en su barquilla un propulsor al que se le comunique movimiento por un medio cualquiera, *será siempre dirigible en aire calmado*, es decir, que le podremos imprimir una cierta marcha en cualquier dirección; en cambio, el mejor de los dirigibles, hoy día construído, no podría avanzar contra un viento huracanado de 100 kilómetros por hora.

Se yé, pues, que si bien bajo los demás aspectos del problema, estabilidad, resistencia, rigidez, etc., no deben tenerse en cuenta la velocidad

y dirección del viento, en cambio son factores importantísimos cuando se trate de la *velocidad propia* que ha de tener el dirigible.

Supongamos un globo dotado de una cierta velocidad propia v, moviéndose en una corriente atmosférica que posee otra cierta velocidad V.

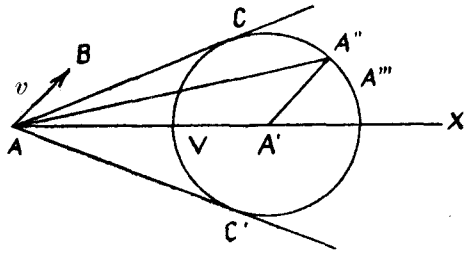


Fig. 17.

Si el dirigible marcha en la dirección de la corriente aérea, la velocidad resultante, con respecto á un punto situado en la superficie terrestre será:

$$V + v,$$

y si ambas direcciones son opuestas, la resultante será:

$$V - v,$$

y para que el globo sea dirigible en esta y en todas direcciones, es decir, para que siempre pueda para un cierto viento *volver al punto de partida,* describiendo una curva cerrada, *es condición necesaria y suficiente que la velocidad propia del dirigible sea superior á la del viento.*

Podría parecer que esta condición, si bien suficiente no es necesaria, y que por medio de *bordadas* podría un globo, como un barco de velas, marchar aún contra el viento. Vamos á demostrar que esto no es posible.

Supongamos, en efecto, un globo A (fig. 17) cuyo propulsor le imprime una velocidad v en dirección A B, y sean V y A X la velocidad y dirección del viento; al cabo de un segundo, el globo se encontrará en A'', en el extremo de la resultante A A'' de las dos velocidades V = A A' y v = A' A''. Si variamos la dirección del globo y hacemos análoga composición, obtendremos otro punto A''', que estará como el A'' en una circunferencia descripta desde A' como centro con la velocidad v como radio, es decir, que si salieran al mismo tiempo de A un globo libre y varios dirigibles, dotados de una misma velocidad v, al cabo de un segundo, el libre se encontraría en el centro de una circunferencia de radio v en la cual se hallarían todos los dirigibles, los cuales no podrán por tanto salir del ángulo C A C' formado por las dos tangentes, ángulo cuyo seno es $\frac{v}{V}$, y como esto sucederá en cada elemento de trayectoria, resulta que los dirigibles estarán condenados á navegar siempre dentro del citado ángulo, llamado *ángulo abordable.*

Hemos dibujado la figura suponiendo $V > v$; si $v = V$, la circunferencia de los puntos abordables pasará por el origen A (fig. 18), es decir, que el dirigible podrá dirigirse en cualquier dirección en la mitad del

horizonte, y si $v > V$, ya hemos visto que el globo es dirigible como nos comprueba la misma construcción (fig. 19).

Hay, pues, que estudiar el régimen de vientos y deducir la velocidad propia que hay que dar á un dirigible para que lo sea realmente el mayor número de días posible.

De experiencias hechas en España y Francia durante muchos años se deducen los siguientes datos: pueden considerarse excepcionales, vientos

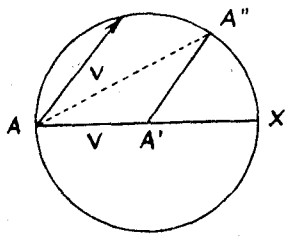


Fig. 18.

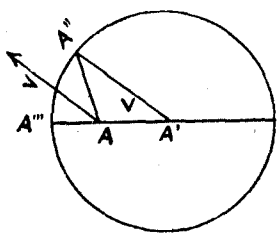


Fig. 19.

de más de 30 metros por segundo, pues su probabilidad en milésimas es de 997, es decir, que en cada año sólo hay un día en que el viento alcance tales velocidades; de cada mil días hay doce en que la velocidad del viento es mayor de 25 metros por segundo, treinta en que es mayor que 20 metros, sesenta en que excede de 18 metros, ciento diez en que pasa los 15 metros, ciento ochenta en que sobrepuja los 12, doscientos ochenta los 10, quinientos los 7, seiscientos cincuenta los 5 y novecientos los 2,50.

Es decir, que si se provee al dirigible de un sistema de propulsión que le comunique una velocidad propia de 2,50 metros, el globo podrá utilizarse un día de cada diez; si la velocidad propia es de 5 se podrá maniobrar tres días de cada diez; si es de 10, cinco de cada diez, y si de 12, ocho de cada diez.

Un globo que tuviera una velocidad mayor de 12 metros por segundo, puede maniobrar veinticuatro días de cada mes y puede considerarse ya práctico; pero es muy conveniente pueda obtenerse una velocidad de más de 15 metros por segundo, pues el dirigible que la obtuviera sólo diez días al año, no podría luchar con el viento y la mitad de los días podría marchar *contra el viento* á 18 kilómetros por hora.

No debe olvidarse que el viento está cambiando constantemente de intensidad y duración por *pulsaciones* que si no afectan gravemente á la velocidad del aeronave, deben tenerse muy en cuenta al estudiar la rigidez y la estabilidad.

FORMA

Un dirigible se compone esencialmente de: 1.°, *el globo*, propiamente dicho, *ó camara de gas* que contiene el hidrógeno ó gas necesario para la sustentación; 2.°, *la barquilla*, en la cual van los pasajeros, los motores, varios órganos accesorios, y, en general, los propulsores; 3.°, *la suspensión ó unión* de la barquilla al globo; 4.°, los órganos de estabilidad y maniobra, que estudiaremos luego.

Como el principal problema en los dirigibles es dotarles de la mayor velocidad posible, y ésta varía en razón inversa de la resistencia del conjunto para un mismo esfuerzo de propulsión, hay que estudiar las formas más convenientes para reducir ésta cuanto posible sea.

Siendo *el globo* la parte más voluminosa del conjunto, es á su forma á la que debe darse más importancia; pero no hasta el punto de despreciar las demás resistencias, como se ha hecho por muchos inventores, pues la siguiente tabla que Dupuy de Lôme, el notable Ingeniero francés, calculó para su dirigible, pone en evidencia que la resistencia del *globo* sin red era sólo la tercera parte de la del conjunto, y aunque los globos dirigibles modernos están mejor estudiados y presentan una resistencia mucho menor relativamente al conjunto, no debe olvidarse que el *coeficiente de reducción* en las carenas alargadas es notablemente superior al de los cilindros, planos y otras superficies que constituyen la barquilla, la suspensión y los restantes órganos.

PARTES DEL DIRIGIBLE	Superficie de la cuaderna maestra en metros cuadrados.	Resistencia por m.² á 2,22 metros por segundo de velocidad.	Coeficiente de reducción.	Productos. — *Kilogramos.*
Globo sin red	172,00	0,665	1/30	3,830
Barquilla	3,25	»	1/5	0,432
Hombres	3,00	»	1/5	0,400
Tubos	6,40	»	1/5	0,850
Cuerdas pequeñas	10,00	»	1/5	3,325
Cuerdas grandes	9,90	»	1/3	2,194
RESISTENCIA TOTAL				11,031

La sección por un plano perpendicular á la dirección de marcha del *globo*, propiamente dicho, debe ser circular, á ser posible, cosa evidente

por ser el círculo la figura de mayor área entre las isoperímetras. Si sólo se atendiera á la fuerza ascensional, también debía ser circular su sección por un plano cualquiera, resultando el globo esférico; pero como hemos visto al tratar de la resistencia de los sólidos, que el coeficiente de reducción σ que era para la esfera $\sigma = 0{,}1585$, descendía en los sólidos alargados á 0,0733, y aun á 0,0321, se ve que es necesario dar al globo un perfil alargado, y como al mismo tiempo hemos estudiado en el mismo sitio la conveniencia de proveer al sólido de una proa y popa parabólica para separar los filetes fluídos, y que al reunirse nuevamente no se produzcan vacíos parciales ni remolinos, resulta que, en términos generales, la forma del globo será la de un sólido de revolución, engendrado por una línea mixta, con una parte rectilínea central y dos curvas parabólicas en los extremos, girando alrededor de un eje paralelo á la recta central. Esta parte rectilínea puede no existir, y entonces el sólido se compondrá sólo de dos paraboloides de revolución.

No han sido estas las formas que se han dado siempre al perfil de los globos dirigibles; el General Meusnier adoptó la de un elipsoide bastante alargado; Schwartz sustituye el hiperboloide de proa por un cono alargado; en algunos modernos alemanes é ingleses el cilindro central termina en dos casquetes semiesféricos; pero las experiencias realizadas han demostrado, de acuerdo con las consideraciones teóricas que en Aerodinámica expusimos, que la forma más conveniente para obtener la mínima resistencia es la que antes definimos, quedando libertad al Ingeniero para elegir la parábola más conveniente, que puede ser de grado superior, como la de popa del «La France», y más ó menos alargada.

Esta cuestión del alargamiento de las puntas y del total del globo es asunto que merece un detenido estudio. A primera vista parece que cuanto mayores sean ambos alargamientos, menor será la resistencia total, además al mismo tiempo la fuerza de sustentación del dirigible va creciendo, lo que permite aumentar el número de caballos del motor ó el radio de acción que depende de la provisión de lastre y combustible, y, por tanto, sería conveniente extremar el alargamiento. Hay dos razones principales que limitan éste sin embargo; en primer lugar, las cuestiones de estabilidad que más adelante estudiaremos, unidas á la dificultad de suspensión, y en segundo lugar, que contra lo que parece á primera vista, la resistencia no disminuye indefinidamente cuando el alargamiento crece.

En efecto; la resistencia del aire sobre el globo consta de dos sumandos: uno de ellos, el que hasta ahora hemos estudiado, proporcional á la superficie de la cuaderna maestra, y otro segundo sumando el rozamiento del aire sobre el globo; este segundo crece evidentemente con el alar-

gamiento total, y, por lo tanto, la resistencia total se compondrá de dos términos y estará representada por la fórmula:

$$R = K s V^2 f(l) + K' \Sigma V^2 \varphi(l),$$

siendo l la longitud total del globo, s el área de la cuaderna maestra y Σ la superficie total de la envolvente. Examinando las funciones $f(l)$ y $\varphi(l)$ se ve que la primera decrece cuando l crece, y, á partir de un cierto límite, se hace prácticamente constante; $\varphi(l)$, por el contrario, crece con l, y, á partir de un cierto valor, se hace proporcional á esta variable, por lo tanto, necesariamente debe existir un alargamiento, para el cual sea mínima la resistencia total R, cuyo alargamiento será distinto para las velocidades diferentes que se trate de obtener y para las distintas formas de proa y popa, pues estos datos harán variar los valores de V y K, que hemos supuesto constantes en nuestro razonamiento anterior.

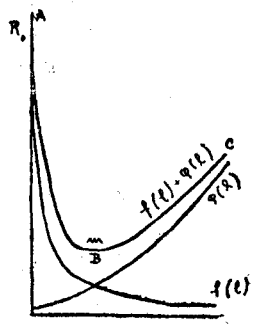


Fig. 20.

Representando gráficamente las funciones $f(l)$ y $x(l)$ para un caso particular (fig. 20), se comprende perfectamente cuanto antes expusimos, y se ve claramente el mínimo de la función R' en el punto m.

Así, pues, no hay ventaja bajo el punto de vista de disminuir la resistencia al avance en acudir á grandes alargamientos, y como además la suspensión de la barquilla se hace más difícil y necesita un mayor número de tirantes ó cuerdas, que aumentarían los otros sumandos de la resistencia total, pues no hay que olvidar que la del globo, propiamente dicho, no es más que uno de los términos de dicha resistencia, se deduce bien clara la conveniencia de estudiar detenidamente este problema en cada caso particular ó en cada proyecto de dirigible, teniendo presente además las limitaciones que al exagerado alargamiento imponen la necesidad de una estabilidad y rigidez perfecta.

En cuanto á las formas de proas y popas y á sus dimensiones relativas á las de la parte cilíndrica, caso de existir ésta, ó entre sí, en caso contrario, citaremos unas experiencias hechas recientemente por los aerosteros italianos, como resultado de las cuales publicó el Capitán Castagneris unas figuras que á continuación reproducimos, y que indican bien claramente las zonas de presión y contrapresión que se producen en las distintas partes de un dirigible en marcha.

Para las distintas formas ensayadas se han representado (fig. 21) por

trazo lleno las zonas en que el globo experimenta una presión de dentro afuera, y por trazo punteado las zonas de presión.

Se notan delante y detrás de las formas cilíndricas zonas de presión

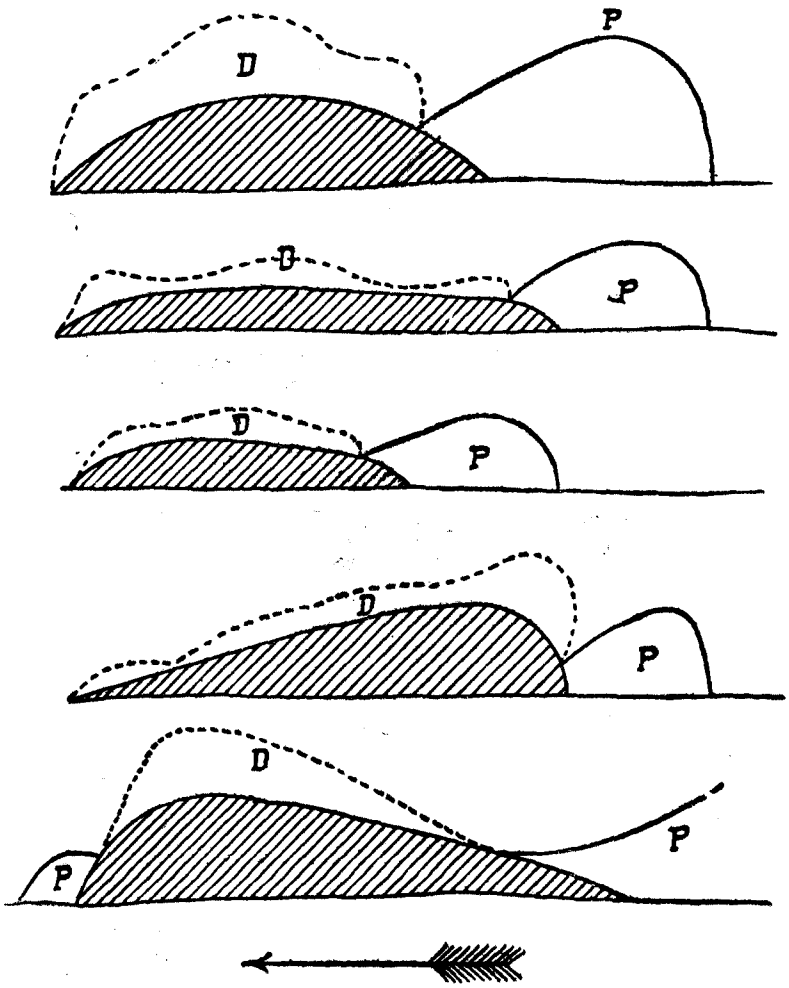


Fig. 21.

poco extensas, pero bastante potentes la de popa, y á lo largo de las paredes zonas de depresión bastante extensas, pero débiles.

En cambio, en las formas restantes hay zonas de presiones y depresiones bastante extensas y potentes, y de aquí resulta ventajoso el empleo de las primeras, pues así se evita el que al efecto de la presión in-

terior se reuna el de las zonas de depresión en la tela que forma la envolvente, produciéndose en ella unos esfuerzos peligrosos.

No conviene dar un alargamiento exagerado á las parábolas de proa y popa, pues se disminuye la fuerza ascensional del conjunto, porque á partir de una cierta sección transversal próxima á las puntas, éstas tienen una fuerza ascensional inferior al peso de la envolvente, y es evidente que serán tanto menor estos trozos perjudiciales á la sustentación cuanto menor sea el alargamiento de la proa.

Respecto á la elección de parábola ó curva análoga debe hacerse un estudio detenido en cada caso, teniendo en cuenta que en las parábolas de la forma general

$$y = a\left(1 - \frac{x^n}{b^n}\right)$$

cuanto mayor sea m para una relación dada de los parámetros a y b, tanto más bombeada hacia el vértice es la parábola, dato que hay que tomar en cuenta para aumentar la fuerza ascensional de la proa sin separar, no obstante, demasiado bruscamente los filetes aéreos.

Renard, después de un detenido estudio, eligió para la proa una parábola de segundo grado, en la que $b = 3\,a$, y para la popa una de cuarto grado, en la que $b = 9\,a$, con objeto de ganar fuerza ascensional, pues si hubiera hecho de segundo grado la popa, hubiera tenido un volumen de 1.120 m.^{3}, y haciéndola de cuarto grado obtuvo un volumen de 1.479 m.^{3}, ó sea una diferencia de 359 m.^{3} que, como se ve, no es despreciable.

En la práctica, los alargamientos que se han dado han sido muy variables; designando por alargamiento la relación del eje longitudinal del globo al eje transversal máximo, ó sea al diámetro de su cuaderna maestra tenemos:

Giffard (1852), $a = 3{,}66$; Giffard (1855), $a = 7$; Dupuy de Lôme, $a = 2{,}43$; Tissandier, $a = 3{,}04$; Renard, $a = 6$; Santos Dumont núm. 1, $a = 7$; Santos Dumont núm. 3, $a = 3$; Santos Dumont núm. 6, $a = 5{,}5$; Lebady, $a = 5{,}6$; Patrie, $a = 5{,}7$; Zeppelin núm. 3, $a = 10{,}7$; Parseval, $a = 6{,}3$; Ville de París, $a = 6$; Clement-Bayard, $a = 5{,}3$; Republique, $a = 5{,}6$; Gross, $a = 5{,}8$; Italiano, $a = 6$.

Tenemos estudiada la forma general del globo, propiamente dicho; vamos á ocuparnos de la de los demás órganos. Poco podremos decir, en general, de la colocación y forma de las hélices ó propulsores, de los timones y de los órganos de estabilidad, pues en cada caso particular habrá que estudiarla, teniendo en cuenta los coeficientes de reducción de los distintos sólidos que hemos dado en Aerodinámica y las fórmulas re-

lativas á los planos y superficies curvas que también allí dimos. La barquilla deberá procurarse presente una forma alargada y esté recubierta por tela bien extendida ó chapa delgada de aluminio, con objeto de disminuir su resistencia, procurando salgan al exterior de ella sólo los órganos motores ó de dirección absolutamente indispensables. Por último, los cables de suspensión se harán, á ser posible, metálicos para disminuir su resistencia.

Pasemos de la forma á las dimensiones: parece que debe haber ventaja en hacer los globos del mayor volumen posible en la práctica, porque aumentando la fuerza ascensional como el cubo del diámetro del globo, suponiendo globos semejantes y aumentando, en general, como la segunda potencia del mismo, la superficie de la envolvente, cuanto mayor fuera el diámetro, mayor sería la *fuerza ascencional remanente*, y si en vez de la hipótesis hecha, suponemos que la cuaderna maestra es constante y sólo aumenta la longitud, siempre sucederá que al hacerse ésta n veces mayor, se habrán hecho también el mismo número de veces mayor el volumen y la superficie, y, por tanto, la fuerza ascensional remanente, que es la diferencia entre aquél y éste, multiplicados cada uno por una constante, se habrá hecho n veces mayor. Pero el alargamiento ya hemos dicho no puede ser muy grande, y la sección tampoco puede aumentarse demasiado, pues á poco que se profundice en el razonamiento que al principio de este párrafo hicimos, se ve que puede llegar á ser contraproducente el aumento de volumen, pues si bien es verdad que la superficie aumenta como el cuadrado del diámetro de la cuaderna maestra, suponiendo globos semejantes, es decir, del mismo alargamiento y la misma forma, no hay que olvidar que los esfuerzos que sufre la envolvente, varían también proporcionalmente al diámetro, y como la impermeabilidad también es función de aquél, es decir, que cuanto mayor sea el globo, mayor espesor de materia impermeabilizadora necesita la envolvente, tendremos que, en resumen, el peso de la envolvente varía aproximadamente como la cuarta potencia del diámetro, y algo análogo sucede con algunos elementos de la suspensión y estabilidad; por ello se ve que no conviene aumentar demasiado el volumen. Pero además limitan éste las dificultades de construcción, lo caro que resultaría el llenar un globo demasiado grande, y, sobre todo, la dificultad de anclarlo á campo raso cuando se vea precisado á descender á tierra lejos de un barracón por averías ú otra causa cualquiera.

Así, pues, creemos que el problema de construir el *globo, propiamente dicho,* exige un estudio detenido y sereno; primero debe elegirse la forma y calcular los pesos de los distintos elementos en función del diámetro de la cuaderna maestra, ver entonces el volumen necesario para que

el globo pueda obtener una cierta velocidad de marcha, derivada del número de caballos que hayamos supuesto por metro cuadrado de sección y del coeficiente de reducción total del dirigible, y si el volumen necesario no es exagerado y permite además el número de horas de marcha que nos proponemos conseguir, aceptarlo aumentándolo algo por prudencia; en caso contrario, procurar reducir resistencias y pesos, ó de no ser posible, conformarnos con una velocidad menor ó con un *radio de acción* más pequeño.

Los límites entre los que á nuestro entender debe variar el volumen de un dirigible que pueda hacer con cinco personas 15 metros por segundo de velocidad, y sostener esta marcha durante seis ú ocho horas, son 2.500 y 5.500 metros cúbicos; aumentando el volumen se podrá llegar á obtener 20 metros por segundo durante un número de horas de marcha mayor; pero su maniobra sería difícil y un descenso en día de algún viento llevaría consigo quizás la pérdida del globo.

He aquí los volúmenes de algunos globos experimentados:

Giffard (1852), V = 2.500 m.^{3}; Giffard (1855), V = 3.200; Dupuy de Lôme, V = 3.450; Tissandier, V = 1.060; Renard, V = 1.864; Zeppelin núm. 1, V = 12.377; Santos Dumont núm. 6, V = 622; Lebandy, V = 2.658; Patrie, V = 3.500; Zeppelin núm. 1, V = 13.000; Parseval I, V = 2.900; Parseval II, V = 3.700; Clement-Bayard, V = 3.500; Republique, V = 3.700; Gross, V = 4.800; Militar italiano, V = 2.600.

Excepto los de Zeppelin, necesariamente grandes por el sistema de construcción, y algunos de Santos-Dumont, hechos con una finalidad esportiva determinada, pero sin aplicación práctica fácil, los demás globos que han dado buen resultado han tenido un volumen comprendido entre los límites que hemos fijado.

RIGIDEZ

En un globo alargado, como la suspensión de la barquilla no ocupa toda su longitud, quedan en sus dos extremidades dos porciones, en las que la fuerza ascensional está sin equilibrar por ningún peso, y, por consiguiente, dichas extremidades se doblarán hacia arriba si no se dota de rigidez al conjunto. Los inconvenientes de esta deformación es inútil enumerarlos.

Para dotar de rigidez al globo se han empleado vigas armadas, con el inconveniente que llevan consigo las piezas rígidas.

Nosotros entendemos que basta con una presión interior en el globo para obtener la rigidez, como vamos á demostrar en seguida.

La figura 22 representa la mitad de un globo alargado, con la parte

c O de barquilla correspondiente; sea M N la sección más allá de la cual no existe suspensión; P la fuerza ascensional (descontando el peso de la tela) de la porción M N A aplicada en un punto G distante una distancia *l* de la sección M N. El momento que tiende á deformar el globo será

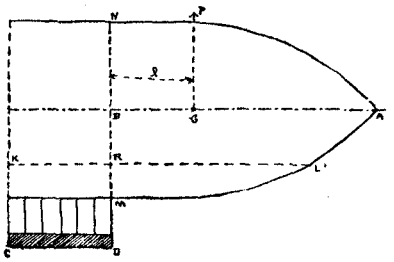


Fig. 22.

$$P \times l.$$

Este momento decimos que puede ser contrarrestado por la presión interior; en efecto, si *h* es la presión interior en milímetros de agua y *r* el radio del globo, la tensión longitudinal sufrida por éste será

$$h \times \pi r^2,$$

y la tensión por unidad de longitud

$$\frac{h \times \pi r^2}{2 \pi r} = \frac{h}{2} r,$$

y, por consiguiente, en cada elemento de la circunferencia será

$$\frac{h r}{2} d s.$$

Estas tensiones son fuerzas, cuyos momentos se oponen á la deformación, por consiguiente, bastará igualar la suma de los momentos de estas tensiones al momento de la fuerza P.

Supongamos que la tela es inextensible; al doblarse el globo es lógico que en una cierta sección horizontal del mismo los hilos no sufran cambio de longitud, ó sea que haya fibra neutra, como sucede en las vigas; pero si esta fuera la K L, y el punto R permaneciera fijo, las fibras inferiores á ella tendrían que alargarse, lo cual es contrario á la hipótesis de ser inextensible la tela. La deformación se hará, pues, siendo la fibra neutra la más inferior, y, por lo tanto, permaneciendo fijo el punto M; éste será aquél, con respecto al cual hay que tomar los momentos. Si llamamos *x* á la distancia de un elemento *d s* á la horizontal que pasa por M, el momento de cada elemento será

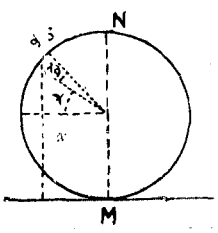


Fig. 23.

$$\frac{h\,r}{2}\,d\,s \times x,$$

pero como se ve en la figura 23,

$$d\,s = r \times d\,\alpha$$

$$x = r + r \operatorname{sen} \alpha = r\,(1 + \operatorname{sen} \alpha),$$

de donde el momento elemental será

$$\frac{h\,r}{2}\,r \times d\,\alpha \times r\,(1 + \operatorname{sen} \alpha) = \frac{h\,r^3}{2}\,(1 + \operatorname{sen} \alpha)\,d\,\alpha,$$

y la suma de los momentos será

$$\frac{h\,r^3}{2}\int_0^{2\,\pi} (1 + \operatorname{sen} \alpha)\,d\,\alpha = \pi\,h\,r^3,$$

igualándolo al momento de la fuerza P

$$\pi\,h\,r^3 = l\,\mathrm{P},$$

de donde

$$h = \frac{l\,\mathrm{P}}{\pi\,r^3},$$

será la presión mínima para que el globo se mantenga rígido.

Vemos que l debe ser lo menor posible para reducir la presión interior. Como P, prescindiendo del peso de la tela, varía como el cubo de r, y l en globos del mismo tipo varía como r la presión variará como r, ó sea que *en globos del mismo tipo la presión necesaria para que se mantengan rígidos es sensiblemente proporcional á la raíz cúbica del volumen.*

Si la tela, como ocurre en la práctica, no fuera inextensible, la presión necesaria sería mayor, pues la fibra neutra sería algo superior á la que hemos supuesto, cosa que hace disminuir el momento resistente; pero el aumento de presión que da la teoría sería muy pequeño. En cambio, como es sabido, en la parte superior del globo es mayor la presión, circunstancia favorable que no hemos tenido en cuenta.

ESTABILIDAD

Las condiciones de equilibrio de un globo dirigible son:

1.ª La resultante de las fuerzas que sobre él obran debe ser nula.

2.ª La suma de los momentos de dichas fuerzas con respecto al centro de gravedad del sistema ha de ser igualmente nula.

Si se cumple solamente la primera condición, el centro de gravedad

se moverá según una trayectoria rectilínea y uniformemente; pero al no ser nula la suma de los momentos, las fuerzas darán lugar á un par que ocasionará un movimiento del sistema alrededor de su centro de gravedad.

Las fuerzas que actúan sobre un globo dirigible en marcha son: la fuerza ascensional del gas, la fuerza ascendente ó descendente producida por el timón de profundidades, si existe en el dirigible, el peso del sistema, el empuje de la hélice y la resistencia del aire. Las tres primeras son verticales; las dos últimas, en marcha ordinaria, son iguales y directamente opuestas. Para que se cumpla la primera de las condiciones expuestas al principio del presente capítulo, será necesario que la suma de las proyecciones de las fuerzas sobre un eje vertical y uno horizontal sean cero, ó sea que el peso del sistema sea igual á la fuerza ascensional del gas más la componente vertical del timón de profundidades, suponiéndola ascendente, y, por otra parte, que el esfuerzo de tracción de la hélice sea igual á la resistencia al avance. Los tres primeros términos son variables á voluntad, por consiguiente, si la fuerza ascensional disminuye, podremos mantener el equilibrio, bien (estáticamente) arrojando lastre, bien (dinámicamente) aumentando el ángulo de ataque del timón de profundidades, con lo que aumentará la presión del aire sobre él, y, por lo tanto, su componente vertical, si aquél es menor de 45°. Si disminuye el peso total (cosa que ocurre constantemente por la continua pérdida de gasolina), se puede compensar la disminución por una pérdida de gas, con introducción en el globo de un volumen igual de aire, ó por una disminución del ángulo de ataque del timón de profundidades. En cuanto al esfuerzo de la hélice y la resistencia al avance se hacen iguales al establecerse automáticamente la velocidad de régimen.

Cumplidas estas condiciones, el centro de gravedad del dirigible se moverá según una trayectoria rectilínea y horizontal.

Si se quiere alterar la trayectoria en sentido vertical, bastará variar cualquiera de las tres fuerzas que obran en ese sentido, cosa fácil de conseguir utilizando la válvula ó el lastre, ó maniobrando el timón de profundidades. Si se quiere alterar la dirección en sentido horizontal, como las dos fuerzas que en ese sentido obran son siempre iguales y de dirección opuestas, no hay más remedio que introducir una fuerza que tenga un momento suficiente para hacer girar todo el sistema, consiguiéndose que el eje de la hélice actúe en una nueva dirección, dando un esfuezo que, compuesto con la resistencia al avance, dará una resultante que determine la nueva dirección del globo. La introducción de aquella fuerza se consigue por medio del timón de dirección.

Pero no bastan estas condiciones en un globo dirigible; es preciso,

además, que su eje permanezca horizontal, lo cual se verifica si la suma de los momentos de todas las fuerzas con respecto al centro de gravedad es nula.

Agruparemos la fuerza ascensional del gas y la producida por el timón de profundidades en una sola fuerza F (fig. 24), aplicada á un cierto punto, é igual á la suma de ambas; sea P el peso del sistema aplicado al centro de gravedad; T el esfuerzo de la hélice, y R la resistencia al avance, que es sensiblemente horizontal, y que estará situada por debajo del eje del globo. Las fuerzas dichas darán dos pares, cuyos momentos deben ser iguales y de signo contrario. Según esto, si el árbol de la hélice está más bajo que el centro de presión del aire, como ocurre en la figura, el par formado por T y R tiende á hacer girar al globo en el sentido de las agujas de un reloj, luego el par F P debe ser de signo contrario, por tanto, la fuerza P debe estar aplicada delante de F; *el centro de gravedad debe estar, pues, delante del punto de aplicación de la fuerza ascensional, siempre que el árbol de la hélice esté por debajo del punto de aplicación de la resistencia al avance y recíprocamente.* Se puede conseguir prácticamente que la fuerza R coincida con la dirección del empuje de la hélice, bien elevando ésta, bien bajando el punto de aplicación de aquélla, suspendiendo una resistencia debajo del árbol de la hélice.

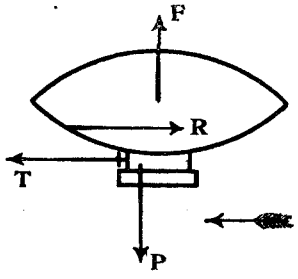


Fig. 24.

Entonces las fuerzas F y P deben tener un momento nulo; luego el centro de gravedad debe corresponderse verticalmente con el punto de aplicación de la fuerza ascensional. En este caso habrá equilibrio á todas las velocidades, incluso cuando el dirigible no estuviese en marcha, cosa que no sucede en los demás casos, pues siendo el par F P sensiblemente constante durante un viaje, si se supone inmutable el centro de gravedad, y el par T R esencialmente variable con la velocidad, el globo tomará una inclinación para cada velocidad. Así, en el caso de la figura 24, al aumentar la velocidad aumentará el par T R, predominando sobre el P F, y el globo girará levantándose de proa, hasta que el centro de gravedad avance lo suficiente para que el último par se haga igual al primero.

Si se quiere que el globo vaya horizontal á la velocidad de régimen, será preciso, pues, que la partida, con el motor parado, se haga con la proa inclinada hacia abajo. Lo contrario sucedería si la fuerza R estuviese más baja que la T.

Este inconveniente puede subsanarse, bien ideando una disposición para desplazar el centro de gravedad, bien disponiendo al extremo del

globo un plano de inclinación constante, en el que el viento produciría una componente vertical variable con la velocidad que nos daría un suplemento de momento resistente que compensara el aumento del par T R. Ya trataremos más adelante de este plano, que constituye la *cola* del dirigible.

Causas exteriores que alteran el equilibrio.

Hemos supuesto hasta aquí que la marcha del globo se efectuaba con su eje horizontal; en la práctica no sucede así, sino que, aunque existan órganos como los últimamente citados, puede por cualquier circunstancia variar el centro de gravedad bruscamente, puede detenerse el motor ó pueden encontrarse corrientes de aire de distinta dirección é intensidad que de ordinario. En este último caso el movimiento relativo del globo con respecto al aire ambiente, dejará de verificarse según el eje de aquél, ó sea que este eje estará más ó menos inclinado con respecto á la trayectoria; en los dos primeros casos se alterarán los momentos antes considerados, y el globo tomará una inclinación conveniente para la igualdad de momentos. Vemos, pues, que el eje del globo tiende á variar de dirección con respecto á la marcha, por varias causas.

Estudiaremos por separado la *estabilidad longitudinal*, que trata del movimiento del eje en un plano vertical, y la *estabilidad de ruta*, que estudia su movimiento en un plano horizontal.

Estabilidad longitudinal.

Un globo esférico que se mueve en el aire experimenta una resistencia independiente de la orientación que tenga; no ocurre lo mismo con un globo alargado, pues éste experimentará una resistencia variable, al serlo con la orientación la sección que opone al viento.

Si el globo marcha en dirección de su eje, la resistencia que opone estará dirigida por simetría, según aquél; pero si no sucede así, si el globo se inclina de modo que su eje forme con la horizontal un cierto ángulo, sin salir de su plano vertical, ya no hay la razón de simetría, y la presión resultante dejará de coincidir con el eje, tomando una dirección que no podemos conocer *a priori*, pero que desde luego podemos descomponer en dos: una, según el eje del globo, que será contrarrestada por la hélice, y otra perpendicular, que llamaremos *presión normal*. Esta presión normal es función creciente del ángulo del eje del globo con la trayectoria y su punto de aplicación variable con dicho ángulo, aunque prácticamente para pequeños ángulos puede considerarse fijo. La presión normal tendrá un momento, con respecto al centro de gravedad del sistema, que tenderá á hacer girar al globo de modo que aumente el ángulo

que forma su eje con la dirección de marcha; pero con el aumento del ángulo se verifica un desplazamiento del centro de gravedad que tiene por efecto aumentar el momento del par formado por el peso del conjunto y la fuerza ascensional, par que se opone al aumento del ángulo y que en ciertas condiciones llega á predominar; desde el momento que esto sucede, el ángulo decrecerá, decreciendo con él el momento perturbador y el antagónico de la gravedad; pero más rápidamente éste, de modo que aquél llega á predominar, iniciándose de nuevo el crecimiento del ángulo.

Sucederá, por lo tanto, que el globo tomará un movimiento oscilatorio alrededor del centro de gravedad, dependiente no sólo de las fuerzas en juego y del momento de inercia, sino de la resistencia del medio en que se encuentra, resistencia que, como en un péndulo ordinario, amortigua las oscilaciones. Este movimiento constituye el *cabeceo* (tangage) del globo dirigible.

Otro de los efectos de la presión normal es desplazar el sistema verticalmente, pues con su aparición se rompe el equilibrio entre las fuerzas verticales.

La fuerza que produce el cabeceo es creciente con el ángulo α del eje con la dirección; pero el punto de aplicación se aproxima al centro de gravedad al crecer α; para pequeños ángulos, Renard encontró que el punto de aplicación era sensiblemente el mismo; los Capitanes Crocco y Ricaldoni, del Ejército italiano, demostraron experimentalmente que siempre que α sea menor de 30°, el punto de aplicación puede considerarse invariable y está situado en la extrema proa del globo. Según esto, el momento será creciente con α hasta $\alpha = 30°$; si $\alpha > 30°$ el par sigue creciendo, pero menos rápidamente, pues ya empieza á hacerse sensible la disminución del brazo de palanca; sigue este crecimiento hasta alcanzar el valor máximo y decrece en seguida hasta cero, lo cual tiene lugar cuando la presión normal pasa por el centro de gravedad. Esto ocurre para un valor de α comprendido entre 45° y 90° dependiente de la forma del globo.

Para valor del par perturbador, Renard encontró

$$M_1 = n \alpha v^2$$

y Crocco

$$M_1 = K \lambda_1 \alpha v^2,$$

que es idéntica á la anterior sin más que poner de manifiesto los dos factores: λ_1 brazo de palanca y $K \alpha v^2$ la presión normal.

Si suponemos que el centro de gravedad está muy próximo á la ver-

tical del punto de aplicación de la fuerza ascensional, cosa que ocurre siempre en la práctica, el par debido á la gravedad y á la fuerza ascensional será, designando por θ el ángulo del eje del globo con el horizonte,

$$M_2 = P\,\delta\,\theta. \qquad [1]$$

Aquí ocurre la siguiente observación: al inclinarse el eje del globo, levantándose éste de proa, por ejemplo, el gas más ligero tiende á elevarse hacia la punta anterior, así como el más pesado y el aire de la cámara de aire (que en general no va llena) tienden á ir hacia la popa; de aquí que se alteren el centro de gravedad y el de aplicación de la fuerza ascensional, alterándose el valor de M_2. Se evita este inconveniente dividiendo el globo y la cámara de aire en varios compartimentos por medio de tabiques perpendiculares al eje. De todos modos, esta perturbación no es de gran importancia cuando el globo está á bastante presión, con tal que la cámara de aire esté tabicada, aunque no lo esté la cámara de gas.

El *par resistente* originado por la resistencia del medio es de la forma

$$M_3 = C_0 \left(\frac{d\,\theta}{d\,t}\right)^2$$

que indica que es proporcional al cuadrado de la velocidad angular.

El Capitán Crocco obtiene experimentalmente y demuestra teóricamente con cierta exactitud que

$$M_3 = C_p\, v\, \frac{d\,\theta}{d\,t};$$

es decir, que el par es proporcional á la velocidad del globo y á la angular de cabeceo, á partir de un cierto valor apreciable de la primera.

La acción de esta fuerza ha sido siempre desdeñada, hasta que el sabio oficial de ingenieros italiano demostró su importancia.

Efectos de los planos de cola.

Hasta ahora hemos supuesto al globo desprovisto de *planos de cola* (planos horizontales situados muy á popa), y hemos visto que sin la acción de la gravedad el momento de la presión normal no sería contrarrestado. Con un plano de cola, el punto de aplicación de la presión normal retrocedería muy rápidamente al crecer el ángulo α, y para un valor muy pequeño de éste se anularía el momento; vemos, pues, el efecto favorable á la estabilidad, del plano de cola.

Sea K' un coeficiente proporcional á la superficie del plano de cola, λ

su distancia media al centro de gravedad, tendremos que el par que nace al inclinarse el plano un ángulo α, será para pequeños ángulos

$$M_4 = - K' \lambda v^2 \alpha$$

con el signo menos por ser de signo contrario al M_1.

El par perturbador resultante será

$$M_5 = M_1 + M_4 = (n - K' \lambda) v^2 \alpha = C_l v^2 \alpha \qquad [2]$$

si se calcula el plano de cola de modo que

$$K' \lambda = n,$$

el par será nulo á todas las velocidades y no existirá causa perturbadora debida á la resistencia del aire.

La presión normal producida por el plano de cola es de la forma

$$K' \alpha v^2,$$

y, por tanto, la presión normal total será

$$p = (K + K') \alpha v^2 = K_1 \alpha v^2.$$

También dará un par resistente de la forma

$$M_6 = C'_\rho v \frac{d\theta}{dt},$$

que, sumado al M_3, da

$$M_7 = M_3 + M_6 = (C_\rho + C'_\rho) v \frac{d\theta}{dt} = C_r v \frac{d\theta}{dt}. \qquad [3]$$

Efecto de los timones de profundidades.

Como ya hemos dicho, los globos dirigibles llevan un timón de eje horizontal, que puede estar colocado bien en el centro del globo, bien á proa, bien á popa. Si llamamos i al ángulo que el plano del timón forma con la trayectoria, ángulo variable á voluntad del piloto, cuando i sea nulo, el timón hará un efecto semejante al del plano de cola, y nos dará un par que se sumará al par estabilizador dado por éste, si aquél está á popa, y se restará si está á proa, siendo nulo en el caso de que esté colocado en su centro. También dará lugar á una presión normal y á un par resistente.

Estos elementos los suponemos para simplificar, tenidos en cuenta al estudiar el efecto del plano de cola.

Cuando i es nulo, las fórmulas anteriores indicarán todas las fuerzas en juego; cuando i tenga un cierto valor, hay que considerar además el par dado por el timón, que será de la forma

$$F \lambda_1 = K'_1 \lambda_1 v^2 i$$

y la presión normal

$$F = K'_1 v^2 i. \qquad [4]$$

En resumen, los *elementos característicos* de la estabilidad del globo son:

Par debido á la gravedad

$$P \partial \theta.$$

Par debido á la presión normal

$$M_5 + F \lambda_1 = C_l v^2 \alpha + K'_1 \lambda v^2 i.$$

Presión normal

$$K_1 v^2 \alpha + K'_1 v^2 i.$$

Par resistente

$$C_r v \frac{d\theta}{dt},$$

expresiones en las que

$$C_l = K l - K' \lambda.$$
$$K_1 = K + K.$$
$$C_r = C_{\dot{\theta}} + C_{\dot{v}}$$

todos los números que figuran en los segundos términos de estas expresiones han sido determinados experimentalmente por Crocco y Ricaldoni para casos particulares por procedimientos especiales.

Tenemos, pues, en definitiva un par perturbador, contrarrestado por el par resistente y por el debido á la gravedad, que hace tomar al globo un movimiento de péndulo y la presión normal que le da un movimiento ascendente ó descendente.

Estos dos movimientos están ligados entre sí, y no se pueden estudiar separadamente, pues las fuerzas ó pares que las originan son funciones del ángulo α, ángulo que, á su vez, depende de la trayectoria, ó sea de los dos movimientos que la componen.

Ecuación diferencial del cabeceo.

Supongamos que la trayectoria forme un ángulo θ con el horizonte,

sea θ el que el eje del globo forma con aquél; el ángulo α del eje del globo con la trayectoria será

$$\alpha = \theta - \delta.$$

Por otra parte, la ecuación del movimiento que producen los pares será llamando I al momento de inercia del sistema, según un eje perpendicular al plano vertical de marcha, y que pase por el centro de gravedad

$$M_5 - M_7 - M_2 + \lambda_1 F = I \frac{d^2 \theta}{d t^2},$$

que expresa que la suma algebráica de los momentos es igual al momento de inercia ya indicado, multiplicado por la aceleración angular.

La ecuación del movimiento ascensional ó descensional producido por las presiones normales se obtiene igualando la suma de éstas al producto de la masa por la aceleración contada en sentido vertical. Llamando u á la componente vertical de la velocidad, tendremos que

$$\delta = \frac{u}{v},$$

ó bien

$$u = v \delta,$$

y, por lo tanto,

$$\frac{d u}{d t} = v \frac{d \delta}{d t}$$

será la aceleración que buscamos; llamando m á la masa, la ecuación será

$$m v \frac{d \delta}{d t} = K_1 v^2 \alpha + F$$

substituyendo M_2, M_5 y M_7 por sus valores dados por las fórmulas [1], [2] y [3] y α por $\theta - \delta$, quedarán convertidas las ecuaciones en las siguientes

$$I \frac{d^2 \theta}{d t^2} + C_r v \frac{d \theta}{d t} + P \delta \theta - C_l v^2 (\theta - \delta) = \lambda_1 F \qquad [5]$$

$$m v \frac{d \delta}{d t} - K_1 v^2 (\theta - \delta) = F. \qquad [6]$$

Tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos variables θ y δ, podemos eliminar cualquiera de las dos. Eliminemos δ, para lo cual sacamos $\theta - \delta$ de la [6] y lo substituímos en la [5]; después derivamos esta última

con respecto á t y eliminamos $\frac{d\,\delta}{d\,t}$ entre esta derivada y la ecuación [5] después de la substitución de $(\theta - \delta)$. Se llega á

$$\frac{d^3\theta}{dt^3} + \left[\frac{C_r}{I} + \frac{K}{m}\right] v\,\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left[\frac{P\,\delta - C_l\,v^2}{I} + \frac{K_1\,C_r\,v^2}{m\,I}\right]\frac{d\,\theta}{dt} + \\ + \frac{P\,\delta\,K_1}{m\,I}\,v\,\theta + \frac{K'_1\,v}{m\,I}\left[\frac{C_l}{K_1} - \lambda_1\right] F = 0$$

poniendo para simplificar

$$m\,C_r + K_1\,I = \varepsilon$$
$$K_1\,C_r - m\,C_l = \Delta$$
$$\frac{C_l}{K_1} = L$$

se tiene

$$m\,I\,\frac{d^3\theta}{dt^3} + v\,\varepsilon\,\frac{d^2\theta}{dt^2} + (m\,P\,\delta + \Delta\,v^2)\,\frac{d\,\theta}{dt} + P\,\delta\,K_1\,v\,\theta - K'_1\,v\,F\,(\lambda_1 - L) = 0 \quad [7]$$

para la ecuación diferencial general del cabeceo.

Velocidad crítica.

Si suponemos al globo en marcha ordinaria, ó sea que el ángulo i de timón sea nulo, F será cero y la ecuación [7] se reducirá á una ecuación diferencial lineal de tercer orden, con término independiente igual á cero. Su ecuación característica será

$$x^3 + \frac{\varepsilon}{m\,I}\,v\,x^2 + \frac{P\,m\,\delta + \Delta\,v^2}{m\,I}\,x + \frac{\frac{P}{m}\,\delta\,K_1\,v}{I} = 0. \quad [8]$$

Si las tres raíces x_1, x_2, x_3 son reales, el valor de θ será de la forma

$$\theta = \theta_0\,(Q\,e^{x_1 t} + M\,e^{x_2 t} + N\,e^{x_3 t}) \quad [9]$$

si dos de las raíces son imaginarias

$$\theta = \theta_0\,[Q\,e^{x_1 t} + e^{\alpha t}\,\mathrm{sen}\,(\beta\,t + \mu)] \quad [10]$$

en que las raíces imaginarias son de la forma

$$\alpha \pm \beta\,\sqrt{-1}\ (1)$$

(1) Claro está que α y β no representan ya lo que anteriormente.

Un globo dirigible será inestable cuando θ tienda á aumentar indefinidamente; para que esto no suceda, en el primer caso las tres raíces han de ser negativas para que los tres términos tiendan hacia cero al crecer t, pues si cualquiera de ellas fuese positiva, el término correspondiente crecería indefinidamente, al paso que los otros dos se hacen cero, y θ crecería fuera de todo límite. En el segundo caso, además de esta condición, será necesario, por idéntica razón, que α sea negativo; por lo tanto, *para que un dirigible sea estable es necesario que la ecuación característica que le corresponda no tenga raíces positivas, y que la parte real de las raíces imaginarias sea negativa.*

La ecuación [8] es fácil ver que tiene una raíz negativa; sea ésta la x_1. Sea

$$x_2 + x_3 = 2\alpha.$$

Como

$$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = -\frac{\frac{P}{m}\delta K_1 v}{I}$$

es negativo, y como x_1 también lo es, x_2 y x_3 serán del mismo signo, y, por lo tanto, del mismo signo que su suma 2α.

Ahora bien:

$$x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{\varepsilon v}{m I}$$

substituyendo quedará la expresión

$$2\alpha = -\frac{\varepsilon v}{m I} - x_1,$$

α será positiva ó negativa, según que $\frac{\varepsilon v}{m I}$ sea en valor absoluto menor ó mayor que x_1. Como la condición de estabilidad es que $\alpha < 0$ si las raíces son imaginarias ó $x_2 < 0$ y $x_3 < 0$ si no lo son, ó lo que es lo mismo

$$x_2 + x_3 = 2\alpha < 0,$$

aquella condición será siempre que $\alpha < 0$, ó bien

$$\frac{\varepsilon v}{m I} > x_1.$$

Por otra parte, como para $x = 0$ la ecuación [8] es positiva, todos los valores de x mayores en valor absoluto que x_1 harán negativo al primer miembro de la ecuación; como $-\frac{\varepsilon v}{m I}$ está en ese caso, si el dirigible es

estable, hecha la substitución de este valor de x se llega á la condición de estabilidad, después de simplificada,

$$\frac{\Delta\,\delta\,v^2 + C_r\,P\,m\,\delta}{\varepsilon} < 0,$$

en caso contrario, el dirigible será inestable.

La ecuación

$$\Delta\,\delta\,v^2_c + C_r\,\rho\,m^2\,\delta = 0$$

marcará el límite para el cual dejará de ser estable el globo, y de ella sacamos

$$v_c = \sqrt{-\frac{m^2\,\rho\,C_r}{\Delta}}.$$

A este valor de la velocidad se le llama *velocidad crítica;* es aquélla por encima de la cual es inestable el dirigible.

La estabilidad depende, pues, del valor de Δ; si $\Delta < 0$, V_c es real y el dirigible será estable hasta la velocidad crítica; si $\Delta = 0$ $v_c = \infty$ y el dirigible será estable á todas las velocidades; $\Delta > 0$ V_c será imaginario y el dirigible inestable á cualquier velocidad.

Velocidad característica.

El valor de θ hemos visto que tenía una de las formas

$$\theta = \theta_0\,[Q\,e^{x_1 t} + e^{\alpha t}\,\text{sen}\,(\beta\,t + \mu)]$$
$$\theta = \theta_0\,(Q\,e^{x_1 t} + M\,e^{x_2 t} + N\,e^{x_3 t})$$

según que las raíces de la ecuación característica fueran imaginarias ó reales; en este último caso, como las raíces x_1, x_2 y x_3 son negativas, si suponemos estable al dirigible, θ tenderá hacia cero al aumentar t, siendo, por lo tanto, aperiódico el movimiento del cabeceo; por el contrario, si las raíces no son reales, el primer término de la fórmula correspondiente será decreciente al aumentar t, conservando su signo; pero el término sinusoidal, aunque decreciente, cambiará de signo periódicamente; el movimiento será, pues, periódico, aunque es de advertir que su ley de variación no será sinusoidal mientras no sea despreciable el primer término.

La ecuación [8] tendrá raíces reales ó imaginarias, según sean los valores de v; por lo tanto, el movimiento de cabeceo será periódico ó aperiódico, según el valor de la velocidad; la de tránsito de uno á otro se llama *velocidad característica.*

Esta velocidad se llega á determinar por medio de una ecuación bicuadrada.

El Teniente Crocco ha trazado las curvas de estabilidad (fig. 25) tomando en abscisas distintas superficies de plano de cola y en ordenadas las velocidades características correspondientes, para un globo de 2.500 metros cúbicos de un determinado tipo; así ha formado la curva de velo-

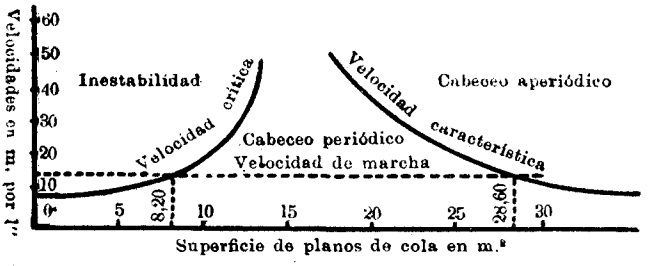


Fig. 25.

cidades características; análogamente formó la curva de velocidades críticas.

Con ellas se puede determinar la superficie de cola que necesita un dirigible, siempre que se conozca la velocidad máxima á que debe marchar. Para ello bastará trazar una paralela al eje de abcisas por el punto correspondiente á la velocidad máxima; por ejemplo en el 15, si es 15 metros por segundo dicha velocidad. La abscisa del punto donde corte á la curva de velocidades críticas nos dará la superficie del plano de cola necesario para hacer estable el dirigible, y la del punto en que corte á la curva de velocidades características será el número de metros cuadrados de la misma, necesario para que el movimiento sea periódico.

En el caso que examinamos, el globo es inestable si la cola es menor de 8,20 m.²; estable con movimiento periódico desde 8,20 m.² á 28,60 m.², y estable con movimiento aperiódico desde 28,60 m.² en adelante.

Estabilidad de ruta.

De un modo análogo á como hemos estudiado la estabilidad longitudinal podríamos, aplicando los mismo razonamientos, establecer las leyes de la estabilidad de ruta. Pero hay una diferencia esencial, y es que no tiene influencia el par estático dado por el peso del sistema y la fuerza ascensional del gas.

Según lo dicho, bastará para obtener la ecuación diferencial de la estabilidad hacer en la [7] $P\,\delta = 0$, y se llegará á la siguiente

$$m\,I\,\frac{d^3\,\theta}{d\,t^3} + \varepsilon\,v\,\frac{d^2\,\theta}{d\,t^2} + \Delta\,v^2\,\frac{d\,\theta}{d\,t} = K_1\,v\,F\,(\lambda_1 - L) \qquad [11]$$

en la que I es el momento de inercia con respecto al eje vertical que pasa por el centro de gravedad, y claro está que todos los elementos característicos se refieren á la estabilidad de ruta.

Si suponemos nula la inclinación del timón, F será nulo y la ecuación se convierte en

$$m\,I\,\frac{d^3\theta}{dt^3} + \varepsilon\,v\,\frac{d^2\theta}{dt^2} + \Delta\,v^2\,\frac{d\theta}{dt} = 0,$$

multiplicando por dt é integrando, queda

$$m\,I\,\frac{d^2\theta}{dt^2} + \varepsilon\,v\,\frac{d\theta}{dt} + \Delta\,v^2\,\theta = G,$$

siendo G la constante de integración. Poniendo

$$\theta = y + \frac{G}{\Delta\,v^2}$$

quedará

$$m\,I\,\frac{d^2y}{dt^2} + \varepsilon\,v\,\frac{dy}{dt} + \Delta\,v^2\,y = 0,$$

que es una ecuación diferencial lineal de segundo orden, cuya ecuación característica es

$$x^2 + \frac{\varepsilon\,v}{m\,I}\,x + \frac{\Delta\,v^2}{m\,I} = 0,$$

en la cual es fácil reconocer que las dos raíces son reales, y por lo tanto la integral será

$$y = M\,e^{x_1 t} + N\,e^{x_2 t}$$

de la cual deducimos, como al tratar de la estabilidad longitudinal, que las dos raíces deben ser negativas para que exista la estabilidad; pero una de ellas es negativa por tener signo más los dos primeros términos de la ecuación característica; la otra será negativa, por lo tanto, si lo es el último término, es decir, si $\Delta < 0$.

La condición necesaria y suficiente para que exista la estabilidad es que $\Delta < 0$ lo mismo que en la estabilidad longitudinal; se ve, pues, la importancia que Δ tiene en la estabilidad.

Hemos visto, al tratar de la estabilidad longitudinal, que el ángulo θ se hacía igual á cero al cabo de cierto tiempo; ahora no sucede así; en efecto:

$$\theta = y + \frac{G}{\Delta\,v^2}$$

substituyendo y por su valor queda

$$\theta = \frac{G}{\Delta v^2} + M e^{x_1 t} + N e^{x_2 t}$$

que, en las hipótesis antedichas, tiende hacia el límite

$$\theta_f = \frac{G}{\Delta v^2},$$

por lo tanto, cuando existe una causa exterior perturbadora, no se restablece automáticamente la dirección, como sucedía en el caso del cabeceo en un plano vertical, sino que toma el globo una nueva dirección (dependiente de Δv y una constante G difícil de determinar), á pesar de la existencia del plano vertical de cola.

La dirección será tanto más estable cuanto menor sea θ_f ó sea cuanto mayor sea Δ. Vemos, pues, que las condiciones de estabilidad de ruta son bien distintas á las de estabilidad longitudinal, pues para mejorar ésta conviene hacer Δ muy pequeño para que la velocidad crítica sea muy grande.

Sin embargo, la estabilidad longitudinal y la de ruta no son, como parece á primera vista, contradictorias, pues al valor de Δ correspondiente á la primera es distinto del correspondiente á la segunda.

Timón de dirección.

La importancia que el timón vertical tiene en un globo dirigible, es grande, no sólo para cambiar la dirección, sino como medio insustituible para conservarla, como acabamos de hacer ver.

La integral de la ecuación [11] es, llamando Q, el segundo miembro

$$m I \frac{d^2 \theta}{d t^2} + \varepsilon v \frac{d \theta}{d t} + \Delta v^2 \theta = Q t + G.$$

La integral de ésta será una suma de exponenciales, de exponente negativo, que tienden hacia cero al crecer t y de un término finito para cualquier valor de t que no sea ∞; al cabo de un cierto tiempo, cuando se haya establecido el movimiento de régimen, el valor de θ será

$$\theta_f = \frac{Q}{\Delta v^2} t + B,$$

siendo:

$$Q = K_1 (\lambda_1 - L) v K'_1 v^2 i \qquad L = \frac{C_l}{K_1} \qquad B = \text{constante.}$$

La ecuación [6] dará integrada un valor de $\theta - \delta$ compuesto de términos exponenciales y de un término constante (1); aquéllos se anulan cuando se restablece el movimiento de régimen, y quedará, por tanto, al terminar el período variable $\theta_f - \delta_f =$ constante.

Si llamamos ρ al radio de curvatura de la trayectoria que describe el globo, la velocidad angular será $\frac{v}{\rho}$; por otra parte ésta será

$$\frac{d\,\delta_f}{d\,t}$$

ó sea

$$\frac{d\,\theta_f}{d\,t}$$

puesto que δ_f y θ_f se diferencian en una constante, tendremos

$$\frac{v}{\rho} = \frac{d\,\theta_f}{d\,t} = \frac{Q}{\Delta\, v^2},$$

de donde

$$\rho = \frac{\Delta}{K_1\,(\lambda_1 - L)\,K'_1\,i},$$

cantidad constante. Por lo tanto *el globo describirá, bajo la acción del timón, una circunferencia de radio independiente de la velocidad.*

Claro es que, al afirmar esto, prescindimos del período variable del movimiento, pero éste es de poca duración y apenas modifica la trayectoria.

En la expresión anterior se ve que ρ es tanto mayor cuanto mayor sea Δ, es decir, cuanto más estable sea el globo.

Si se hace $\lambda_1 = L$, ρ será infinito; es decir, que si se coloca el timón en un punto tal que su centro de empuje diste del centro de gravedad la distancia $L = \frac{C_l}{K_1}$, no hará ninguna acción. Este punto está situado delante del centro de gravedad si el dirigible es estable, pues para que $\Delta = K_1 C_r - m C_l < 0$ es preciso que $C_l > 0$, y, por lo tanto, $L > 0$.

Por lo tanto, el timón de dirección se debe colocar lo más alejado po-

(1) Aunque la ecuación citada se refiere á movimientos en un plano vertical, no hay inconveniente en extenderla al caso presente, siendo ahora θ_f el ángulo que el eje del globo forma con la dirección primitiva de marcha y δ_f el que con ésta forma la nueva dirección de la trayectoria y substituyendo las fuerzas que allí suponíamos verticales por las correspondientes horizontales.

sible de este punto. Generalmente se coloca, bien junto al plano de cola *(timón de popa)*, bien en la extrema proa *(timón de proa)*.

Para obtener la fórmula correspondiente al primer caso, bastará poner $\lambda_1 = -\lambda$ y queda

$$\rho_c = -\frac{\Delta}{K_1 (\lambda + L) K'_1 i}$$

y para el segundo caso poniendo $\lambda_1 = l$ queda

$$\rho_v = \frac{\Delta}{K_1 (l - L) K'_1 i},$$

Como L hemos dicho que era positivo y $\lambda = l$ aproximadamente, si el globo es simétrico, vemos que el timón de popa es más sensible que el de proa, y por lo tanto más conveniente, puesto que podrá ser menor la superficie del timón para obtener el mismo efecto.

En la fórmula del timón de popa vemos que este producirá tanto más efecto cuanto mayor sea λ ó sea cuanto mayor sea la distancia de la popa al centro de gravedad. He aquí la razón de que algunos dirigibles sean disimétricos con objeto de avanzar el punto de aplicación de la fuerza ascensional, y con él, el centro de gravedad. Con esta disposición se consigue aumentar, además, el efecto del plano de cola, puesto que aumenta el brazo de palanca de la presión normal que origina.

Sustentación dinámica.—Como ya hemos indicado, los globos dirigibles llevan un timón de eje horizontal, que proporciona dinámicamente los mismos efectos que estáticamente originan el lastre y la válvula; esto es, cambio de la altura de navegación y conservación de la misma á pesar de los desequilibrios que pueden producirse entre las fuerzas que obran.

Estos timones pueden estar colocados á proa ó á popa, como los timones de dirección, pudiendo además estar colocados centralmente, de modo que no originen inclinación del eje del globo, sino solamente un desplazamiento vertical de éste; por esta razón no llamaremos timones á estos últimos, sino *planos móviles*.

Integrada la ecuación [7] y despreciando, como siempre, los términos exponenciales, tendremos

$$\theta_f = \frac{F}{P \delta} (\lambda_1 - L) \qquad [12]$$

en la que

$$L = \frac{C_l}{K_1} \quad \text{y} \quad F = K'_1 v^2 i_1$$

El segundo miembro de esta ecuación es nulo para

$$\lambda_1 = L = \frac{C_l}{K}$$

luego colocando el timón de modo que su centro de presión diste $\frac{C_l}{K}$ del centro de gravedad del globo el eje de éste no sufrirá inclinación alguna; cualquiera que sea el ángulo del timón con la trayectoria; este punto está situado delante del centro de gravedad, cosa que se demuestra fácilmente razonando como lo hemos hecho al tratar de los timones de dirección.

La investigación de este punto es de gran interés, pues en él se puede aplicar cualquier fuerza sin que se altere la horizontalidad; por ejemplo, hélices ascensionales, amarras, etc.; dicha investigación no tiene dificultad conociendo las características del globo.

Timón de popa.—Las fórmulas referentes al timón de popa se obtienen substituyendo en la [12] λ_1 por $-\lambda$, lo que equivale á suponer el centro de presión del timón confundido con el de la superficie total del plano de cola, en la que el mismo timón está incluido, haciendo la substitución al mismo tiempo que la de L y F por sus valores, y C_l por el suyo $Kl - K'\lambda$ se obtiene después de simplificar teniendo en cuenta que $K_1 = K + K'$, lo siguiente

$$\theta_f = -\frac{K'_1}{K_1} \quad \frac{K(\lambda + l)}{P\delta} v^2 i \qquad [13]$$

que nos da la inclinación que toma el eje del globo cuando se da al timón de popa una inclinación i.

De la ecuación [6] se obtiene, despreciando términos exponenciales:

$$\epsilon_f = \theta_f + \frac{K'_1}{K_1} i,$$

substituyendo θ_f por su valor queda

$$\epsilon_f = \frac{K'_1}{K_1} \left[1 - \frac{K(\lambda + l) v^2}{P\delta} \right] i \qquad [14]$$

que da la pendiente con que sube el globo para una inclinación i del timón.

Existe un cierto valor de v que anula la expresión entre corchetes de la última fórmula, y hace por lo tanto $\epsilon_f = o$, lo que nos dice que existe una cierta velocidad para la cual la pendiente es nula, cualquiera que sea i; es decir, para la cual es insensible el globo al timón. Esta velocidad

es la que determina la separación entre los valores que hacen positiva y negativa la cantidad entre corchetes; por lo tanto, al pasar esta velocidad habrá que cambiar el sentido de la inclinación para que cambie i de signo y θ_f conserve el mismo.

El valor de la velocidad citada, que se llama *velocidad de inversión*, se obtiene igualando á cero la cantidad entre corchetes, y sacando el valor de v; tendremos

$$v_i = \sqrt{\frac{P\,\delta}{K\,(l+\lambda)}}$$

que es independiente de las superficies del timón y del plano de cola. Tomando para los valores de las cantidades de estas fórmulas los datos del globo dirigible de 2.500 metros cúbicos, ya citado, se obtiene para v_i un valor próximo á 7 metros por segundo.

Estudiemos ahora el efecto del timón cuando ocurra un desequilibrio entre las fuerzas verticales que actúan sobre el dirigible.

Considerando en las ecuaciones [5] y [6] el período de régimen, ó sea θ y θ constantes con respecto al tiempo, sus derivadas serán nulas y se reducirán después de hacer $\lambda_1 = -\lambda$

$$\left.\begin{aligned}(P\,\delta - C_l\,v^2)\,\theta &= -K'_1\,\lambda\,v^2\,i\\ K_1\,v^2\,\theta + K'_1\,v^2\,i &= f\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad [15]$$

en la segunda de las cuales se ha introducido el desequilibrio f; habiéndose hecho $\theta = 0$ para indicar que la trayectoria es horizontal.

De ellas se saca fácilmente, haciendo simplificaciones

$$\theta = \frac{\lambda}{K\,(l+\lambda)\,v^2 - P\,\delta}\,f$$

que nos dice que el globo debe inclinarse un ángulo θ para contrarestar dinámicamente un desequilibrio f; este ángulo es proporcional al desequilibrio, si la velocidad es constante.

De las mismas fórmulas se saca

$$f = K'_1\,v^2\,i\left[1 = \frac{K_1\,\lambda\,v^2}{P\,\delta - C_l\,v^2}\right] \qquad [16]$$

Timón de proa.—Las fórmulas relativas al timón de proa se obtienen haciendo en las generales $\lambda_1 = l$, lo que indica que se suponen colocados á la extrema proa del dirigible. Haciendo esta substitución en las

ecuaciones [5] y [6] quedará

$$P\,\delta\,\theta - C_l\,v^2\,(\theta - \epsilon) = K'_1\,l\,v^2\,i$$
$$K_1\,v^2\,(\theta - \epsilon) + K'_1\,v^2\,i = 0$$

despreciando los términos exponenciales.

Eliminando θ entre estas ecuaciones, y poniendo en vez de C_l su valor, se llega de un modo análogo al indicado al tratar del timón de popa á la expresión

$$\epsilon_f = \frac{K'_1}{K_1}\,i\left[1 + \frac{(K' - K'_1)\,(l + \lambda)\,v^2}{P\,\delta}\right] \qquad [17]$$

La cantidad entre corchetes no puede ser nula, de donde se deduce que no existe velocidad de inversión cuando se emplee timón de popa.

Para obtener las fórmulas correspondientes á la sustentación por timón de proa, basta hacer en las [15] $l = \lambda$, obteniéndose dos ecuaciones, de las que se saca

$$\theta = \frac{l}{(K' - K'_1)\,(l + \lambda)\,v^2 + P\,\delta}\,f$$

que nos da la inclinación que toma el globo cuando se quiere compensar una sobrecarga f por medio del timón de proa.

De las mismas ecuaciones se deduce fácilmente

$$f = K'_1\,v^2\,i\left[1 + \frac{K\,l\,v^2}{P\,\delta - C_l\,v^2}\right] \qquad [18]$$

Planos móviles centrales.— Estos planos se suponen colocados en el punto singular antes definido; las fórmulas que le corresponden son:

$$\left.\begin{aligned} \theta_f &= 0 \\ \epsilon_f &= \frac{K'_1}{K_1}\,i \\ f &= K'_1\,v^2\,i \end{aligned}\right\} \qquad [19]$$

que se deducen fácilmente poniendo $\theta = 0$ en las ecuaciones generales.

Comparación de los distintos sistemas de timones.

Para hacer esta comparación partiremos de la base de que en cualquiera de los sistemas empleados la suma de las superficies de timón y plano de cola sea la misma, y que el grado de estabilidad Δ sea igual en todos ellos; con estas dos condiciones se obtienen otras tantas ecuacio-

nes que nos determinan las superficies de timón y plano de cola para un globo determinado.

En estas condiciones, Crocco ha determinado estas superficies para el globo ya citado de 2.500 metros cúbicos, con una superficie total de 45,60 metros cuadrados; con estos datos, y con ayuda de las fórmulas [14] [17] y [19], ha construído el gráfico de la figura 26, suponien-

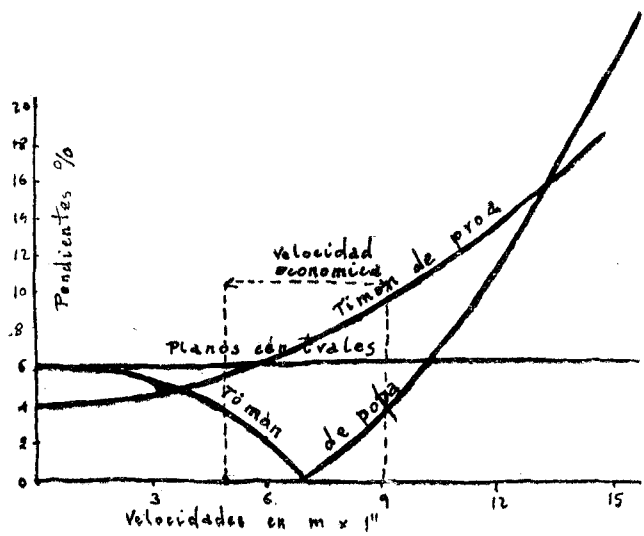


Fig. 26.

do $i = 30°$. En él están como ordenadas las pendientes que se pueden subir ó bajar á distintas velocidades.

En él se ve que la pendiente que se puede obtener es mayor para pequeñas velocidades con el timón de popa que con el de proa; para velocidades medias se pierde la ventaja de aquél, haciéndose notablemente inferior en las inmediaciones de la velocidad económica; se entiende por velocidad económica aquella con la cual puede un globo hacer mayor recorrido para un gasto dado de combustible. Para los dirigibles actuales está comprendida entre 5 y 10 metros por segundo; para la velocidad de inversión es nula la pendiente con el de popa, empezando á crecer rápidamente cuando se pasa esta velocidad; por último, para grandes velocidades vuelve á ser este superior al timón de proa.

Los planos móviles son superiores á las dos clases de timones para pequeñas velocidades; al llegar á la económica son inferiores á los timones de proa, siendo inferiores á los de cola, también para velocidades grandes.

Con ayuda de las fórmulas [16] [18] y [19] se puede construir el gráfico de la figura 27, en el que se toman como ordenadas los valores de f, y como abscisas los de v.

En él se ve que para pequeñas y medias velocidades, hasta más allá de la económica, son notablemente inferiores los esfuerzos sustentadores

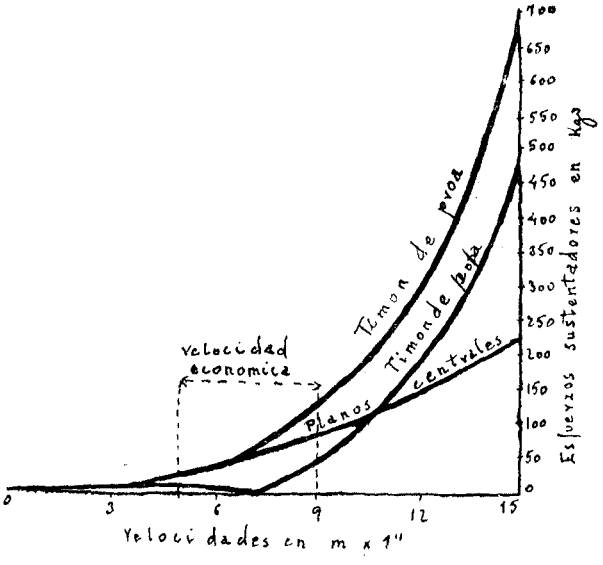


Fig. 27.

dados por el timón de cola, y que á todas velocidades son superiores los timones de proa bajo el punto de vista de la sustentación.

En resumen, podemos afirmar que, por lo menos, para las velocidades alcanzadas hasta hoy son ventajosos los timones de proa bajo los dos puntos de vista estudiados, pues hacemos omisión de la inferioridad que para pequeñas velocidades tienen bajo el punto de vista de las pendientes que con él se pueden alcanzar. Claro es que su colocación en la misma proa es imposible en la práctica, debiendo procurarse esté lo más cerca de ella que la construcción permita.

Ventajas de la sustentación dinámica.

Terminaremos el estudio de los timones, haciendo resaltar las ventajas de la sustentación dinámica.

Si por cualquier causa ocurriera un desequilibrio, si una nube, por ejemplo, hiciese descender el globo, no existiendo medio de sustentación

dinámica, habría que arrojar una cantidad de lastre inútilmente, pues una vez pasada la nube vuelve á calentarse el gas, elevándose de nuevo el globo hasta alcanzar su capa de equilibrio, á menos que se dé salida á parte de él. En cambio, existiendo timón de profundidades bastará aumentar su inclinación durante el paso de la nube.

Tienen el inconveniente estos sistemas de exigir un suplemento de fuerza motriz; pero este suplemento es despreciable, pues es fácil ver que en el globo antes considerado se puede contrarrestar 100 kilos de sobrecarga á una velocidad de 15 metros por segundo, maniobrando el timón de proa, sin más que un exceso de potencia de 2,5 H P. *Se podría, pues, estar navegando cien horas antes de consumir un peso de esencia, equivalente al lastre arrojado.*

Creemos además preferible el empleo de los timones de profundidades bajo el doble punto de vista de la sustentación y de la trayectoria al seguido por algunos inventores, consistente en hacer variar el centro de gravedad del sistema por el desplazamiento de un peso móvil ó por la inyección de aire en cámaras de aire, situadas próximas á las puntas. El estudio teórico se haría de un modo análogo al expuesto.

PROPULSIÓN

Consideraciones preliminares.

Hemos visto que para que un globo sea dirigible contra un viento de una cierta intensidad, es necesario que posea una *velocidad propia* superior á la de aquél.

Es, pues, preciso dar gran importancia al sistema *moto-propulsor*, siendo quizás el problema que con más cuidado hay que estudiar en un dirigible y aquél en el que más pueden ponerse en evidencia los conocimientos y la inteligencia del constructor aeronauta.

Se han empleado multitud de propulsores: *las velas* tuvieron gran predicamento en el período heróico de los dirigibles, siendo extraño que no ya empíricos ó *demi-savants*, sino hombres de ciencia, no comprendieran la inutilidad de las velas por no existir el viento para los globos; los *remos* ó *paletas* movidos á brazo por los hombres de la tripulación, hemos visto han sido empleados con medianos resultados, debidos tanto al pequeño rendimiento específico del motor humano, como á lo deficiente del propulsor; *alas* análogas á las de las aves también se han empleado con el mismo resultado, como debía suceder, dado que el ala y el remo no constituyen más que variedades de un mismo propulsor, y también han

fracasado otras variedades ingeniosas que de él se han presentado; en fin, apareció *la hélice*, que es el propulsor universalmente adoptado hoy y único que estudiaremos en consecuencia.

Como indicamos incidentalmente al principio de este trabajo, la teoría de la hélice aérea está aún por hacer, debido al desconocimiento de las leyes de la aerodinámica y á que, aún dando por supuesto que se conociera el esfuerzo producido por el aire en movimiento sobre un elemento diferencial de hélice, no sabríamos en general extender por integración este resultado á la hélice entera; hay, pues, que acudir á la experimentación para fijar puntos de partida sobre los cuales edificar una teoría, sin dar á las fórmulas y leyes que obtengamos más alcance que el que nos permita las condiciones en que se han realizado los experimentos fundamentales.

No se crea tampoco que este método experimental está exento de dificultades, pues las medidas son muy delicadas por efecto de la pequeñez de los esfuerzos que hay que medir y de las numerosas resistencias pasivas que los aparatos de experimentación introducen.

Aunque parece que la teoría ha de ser la misma en las hélices *sustentadoras* y las *propulsoras*, no es así, como veremos.

Una hélice se compone de varias *paletas*, cada una de las cuales está unida por medio de su correspondiente *brazo*, al *árbol* ó *eje de la hélice*, alrededor del cual gira todo el sistema.

Las paletas suelen afectar la forma de superficies helizoidales, regladas ó no, y su espesor puede despreciarse al comenzar el estudio teórico.

La superficie más comunmente empleada es el *helizoide alabeado regular*, superficie engendrada por una recta A B (fig. 28), que se mueve apoyándose sobre otra recta X Y y sobre una hélice C E trazada sobre un cilindro de eje X Y, conservándose siempre paralela á un plano perpendicular á la directriz X Y. Desarrollando el cilindro sobre el que se halla la hélice, ésta se transformará en una recta C′ E′.

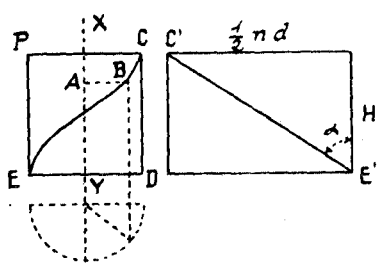


Fig. 28.

Se llama *paso* de la superficie helizoidal el de la hélice directriz; entre aquél, el diámetro d del cilindro y el ángulo α que las generatrices de éste forman con los elementos de la hélice existe la relación

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\pi d}{H}.$$

Una *paleta* de hélice está constituída (fig. 29) por una porción de helizoide limitada interior y exteriormente en su intersección con dos superficies cilíndricas concéntricas de diámetros d y D, y verticalmente por las secciones hechas por dos planos perpendiculares al eje X X′, distantes entre sí una magnitud E. Las intersecciones de los cilindros con la superficie que estudiamos serán dos hélices $a\,d$ y $b\,c$ del mismo paso y de inclinaciones α variables con los diámetros; y las secciones hechas por los planos perpendiculares al eje serán generatrices del helizoide, formando entre ellas un ángulo que llamaremos θ; la relación

$$\frac{E}{H} = \frac{\theta}{2\pi}$$

representa la *fracción del paso* correspondiente á la paleta, la cual se dice posee una *fracción de paso constante.*

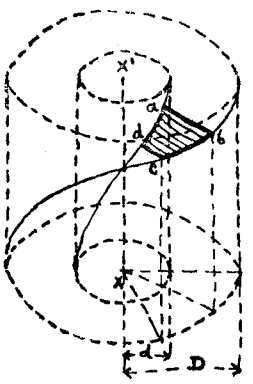


Fig. 29.

Si en lugar de suponer la generatriz rectilínea supusiéramos fuera una curva cualquiera A B (fig. 30), situada en un plano perpendicular al eje X X engendraríamos un *helizoide irregular.*

Supongamos ahora que la curva directriz en vez de ser una hélice es una curva cualquiera situada en el cilindro, cuyo eje es X X′ (fig. 31),

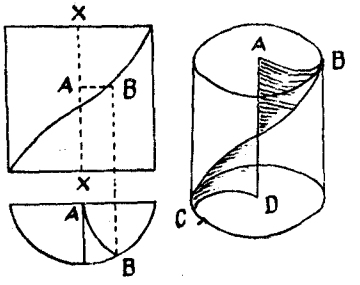


Fig. 30.

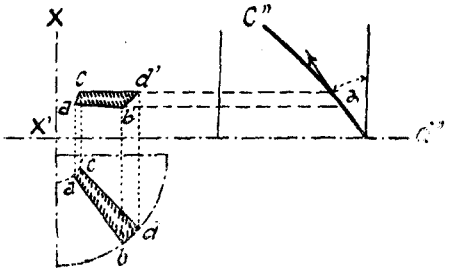


Fig. 31.

y consideremos primero que la generatriz sea una recta $a\,b$ perpendicular al eje.

Examinando la figura se ve que á lo largo de una generatriz $a\,b$, ó sea á lo largo de la paleta, el paso es constante, puesto que su valor

$$H = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \alpha}$$

no varía por ser α constante en cada generatriz. Pero como este ángulo cambia de valor á lo largo de la directriz, según se ve en el desarrollo, en el que la directriz se halla representada en c'' d'', resultará el paso variable á lo largo de la directriz, ó sea á lo ancho de la paleta. Habremos, pues, construído una paleta de *hélice de paso variable, según la anchura.*

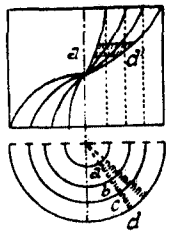


Fig. 32.

Si consideramos, por último, una serie de hélices M, N, P, Q....., trazadas sobre cilindros concéntricos, según una ley determinada, por los puntos en que una recta horizontal *a b* corta á cada uno de aquéllos, el conjunto de todas estas hélices (fig. 32) engendrará si el número de cilindros es infinito, una superficie, en que el paso será constante sobre cada hélice, ó sea según la anchura de la paleta, y variable al pasar de un cilindro á otro, ó sea según la longitud de aquélla. La paleta de hélice que hemos engendrado será *de paso variable, según la longitud.*

Estudio mecánico de las hélices sustentadoras.

El Coronel Renard realizó hace más de veinte años en Chalais una serie de experimentos con la hélice del dirigible *La France*, y sobre los resultados obtenidos edificó una teoría de gran utilidad para darse cuenta de la importancia relativa que los diferentes factores y elementos de construcción tienen en el rendimiento; la teoría, sin embargo, es incompleta por dos razones: primera, porque en los experimentos, aunque realizados con gran cuidado, no se han podido eliminar todas las numerosas causas de error debidas á las resistencias parásitas de los aparatos de medida; y segunda, por haberse limitado al estudio de hélices que no tenían movimiento de traslación en el sentido del eje, y sí sólo el de rotación alrededor de éste. Es decir, que la teoría se refiere sólo á las hélices sustentadoras.

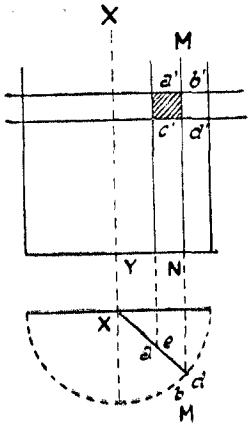


Fig. 33.

La paleta de hélice más sencilla está constituída por un plano rectangular *a b c d*, que gira alrededor de un eje X Y (fig. 33), y que se mueve ortogonalmente, pues podemos considerar dicho plano como un helizoide engendrado por una recta *a b* que, permaneciendo paralela á un plano, se apoya sobre el eje X Y y sobre la generatriz M N de un cilindro, cuya generatriz no es más que

una hélice, cuyo ángulo α es nulo. Si además suponemos que el radio del cilindro se hace infinitamente grande, tendremos la paleta reducida á un plano que se mueve ortogonalmente.

Designando por S la superficie de dicho plano, por V su velocidad de marcha, y por R la resistencia que el aire opone á su movimiento tendremos, suponiendo éste uniforme:

$$R = K S V^2 \qquad [a]$$

El trabajo que se emplea en un segundo en sostener este movimiento es:

$$T = R \cdot V = K S V^3 \qquad [b]$$

y eliminando V entre [*a*] y [*b*]:

$$\frac{R^3}{T^2} = K S$$

ó

$$T^2 = \frac{R^3}{K S} \qquad [c]$$

tenemos, pues, tres fórmulas que nos relacionan entre sí el trabajo, el esfuerzo de propulsión y la velocidad, de la última de las cuales deducimos que el trabajo crece más rápidamente que el esfuerzo, y que siendo éste constante, el trabajo *varía en razón inversa de la raíz cuadrada de la superficie.*

Para comparar entre sí sustentadores de una misma superficie sería conveniente ver cuál es en cada caso la relación del trabajo gastado al esfuerzo aprovechado; pero como

$$\frac{R}{T} = \sqrt{\frac{K S}{R}}$$

es variable, no puede tomarse como término de comparación, sin embargo, es de gran utilidad determinar para cada sustentador construído dicha relación $\frac{R}{T}$, llamada *eficacia* del sustentador.

Esta eficacia varía en razón inversa de la velocidad, pues dividiendo [*a*] y [*b*] se tiene

$$\frac{R}{T} = \frac{1}{V}.$$

Renard ha tenido la idea de ver si las leyes y fórmulas del sustentador plano son aplicables al sustentador hélice, y para ello ha partido de los datos del siguiente cuadro, donde está contenido el fruto de sus experiencias de Chalais:

Número de la experiencia	Trabajo en watios.	Trabajo sobre el árbol de la hélice T	Número de revoluciones N	Empuje R	Eficacia E	Potencia $\frac{R^3}{T^2}$	E N
1	495	27	17	8	0,296	0,70	5,04
2	1045	70	24	15	0,214	0,69	5,14
3	2000	150	32	25	0,173	0,78	5,53
4	3220	242	35	35	0,145	0,73	5,08
5	4850	364	40	47	0,129	0,78	5,17
6	7900	617	48	64	0,104	0,69	5,00

en la última columna se ve que los productos E N son prácticamente iguales, y, por tanto, que la eficacia es inversamente proporcional á la velocidad; se ve también en la penúltima que la *potencia* $\frac{R^3}{T^2}$ es constante, pues las pequeñas diferencias entre unos y otros valores pueden atribuirse á los errores de las medidas, y por la columna de las eficacias se ve que decrecen regularmente con la velocidad.

La asimilación es completa, y pueden formularse para las hélices sustentadoras las tres leyes siguientes:

1.ª *El esfuerzo es proporcional al cuadrado de la velocidad angular.*

2.ª *La relación del esfuerzo al trabajo llamado eficacia es inversamente proporcional á la velocidad angular.*

3.ª *La relación del cubo del esfuerzo al cuadrado del trabajo es constante.*

Esta relación era para el sustentador plano igual á K S; para el sustentador helizoidal se puede, por analogía, escribir:

$$\frac{R^3}{T^2} = K S',$$

siendo S' una superficie desconocida, que se llama *superficie ficticia de la hélice*, que podrá definirse también como *el área del sustentador plano que produce el mismo efecto que la hélice.*

Esta superficie no puede determinarse teóricamente; pero su determinación experimental es fácil con una solo experimento, en el cual se midan el trabajo y el esfuerzo correspondientes á una velocidad cualquiera.

La relación

$$\psi = \frac{R^3}{T^2} = K S'$$

se llama *potencia del sustentador*.

Renard designó por *cualidad de una hélice* la relación de la superficie ficticia que le corresponde al área del círculo descrito por las aletas en su movimiento de rotación alrededor del árbol, y por *cualidad de una paleta* la de la superficie ficticia al área de la paleta.

Experimentando, por medio de ingeniosos aparatos que no podemos detenernos á describir, sobre hélices bien construídas en las que el paso era igual á las tres cuartas partes del diámetro, y comparando entre sí hélices del mismo tipo, llegó á los siguientes resultados:

$$A = 0{,}026\ n^2\ x^4 \qquad [\alpha]$$
$$T = 0{,}01521\ n^3\ x^5 \qquad [\beta]$$
$$H = 8{,}85\ x^{2/3}\ y^{2/3} \qquad [\gamma]$$

en las que A es el esfuerzo de tracción en kilogramos sobre una paleta, H el esfuerzo total en kilogramos en el árbol de una hélice con dos paletas, T el trabajo de rotación absorbido por cada paleta expresado en kilográmetros, n el número de vueltas que da la hélice en un segundo, x su diámetro en metros é y el número de caballos del motor, suponiendo además que las dos paletas absorban el 90 por 100 del trabajo motor.

Estudio mecánico de las hélices propulsoras.

Las fórmulas que vamos á estudiar no son la expresión exacta de la realidad, pues como se verá haremos uso de hipótesis que no son rigurosamente exactas. Sin embargo, nos servirán para deducir propiedades importantes y para estudiar con bastante aproximación lo relativo al rendimiento de las hélices propulsoras.

Consideremos primeramente el caso de una hélice de paso constante H y cuyo espesor de paleta sea nulo. Un elemento de esta hélice, limitado por dos superficies cilíndricas concéntricas, infinitamente próximas, y dos generatrices consecutivas, estará situado en el plano osculador, y, por lo tanto, lo podemos representar en proyección sobre el plano tangente, por una recta A B (fig. 34).

Sea M el punto de aplicación del empuje en este elemento; este punto estará animado de dos velocidades perpendiculares entre sí, que son: la de marcha M C y la debida á la rotación de la hélice M D, que es variable en cada elemento; dichas velocidades dan al componerse una

resultante M E, que representaremos por W, la que forma un cierto ángulo i con la recta A B; este ángulo i será el ángulo de ataque si suponemos la hélice fija y el aire animado de una velocidad W. Este producirá una presión normal á la superficie, cuyo valor d N será

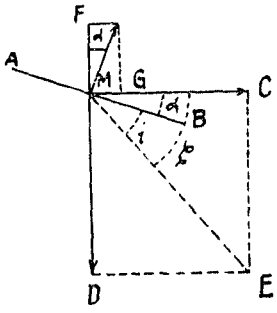


Fig. 34.

$$d\,N = K\,\lambda\,d\,r\,W^2\,\text{sen}\,i \qquad [1]$$

(admitiendo la ley del seno como consecuencia de la pequeñez de los ángulos de ataque); $d\,r$ es la diferencia de los radios de las superficies cilíndricas que limitan el elemento de hélice, y λ la otra dimensión de dicho elemento. Dicho esfuerzo se descompone en dos: uno de ellos en la dirección de la marcha que nos produce el trabajo útil, y otro perpendicular, que ha de equilibrarse necesariamente con un par que es dado por el motor.

En la figura 34 están representadas estas componentes por M G y M F; teniéndose

$$\frac{M\,G}{M\,F} = tg\,\alpha = \frac{2\,\pi\,r}{H}$$

de donde

$$M\,F = M\,G\,\frac{H}{2\,\pi\,r} = d\,P\,\frac{H}{2\,\pi\,r}.$$

El momento correspondiente será

$$d\,M = d\,P\,\frac{H}{2\,\pi\,r}\,r = d\,P\,\frac{H}{2\,\pi} = d\,P\,\varphi\,H_1$$

$H_1 = \dfrac{H}{2\,\pi}$ recibe el nombre de *paso reducido* y es el paso correspondiente á la unidad de ángulo.

El trabajo motor será, siendo u la velocidad de rotación

$$d\,T_m = \omega\,d\,M = \omega\,d\,P\,H_1.$$

El trabajo útil es

$$d\,T_u = V\,d\,P$$

y el rendimiento del elemento

$$R = \frac{d\,T_u}{d\,T_m} = \frac{V\,d\,P}{\omega\,H_1\,d\,P} = \frac{V}{\omega\,H_1} = \frac{u_1}{H_1}$$

representando por a_1 á la cantidad $\frac{V}{\omega}$, que se llama *avance reducido* de la hélice con respecto al aire ambiente y que no es otra cosa que el avance por unidad de ángulo; llamando a al avance teórico es evidente que

$$\frac{a_1}{H_1} = \frac{a}{H}$$

y, por lo tanto,

$$R = \frac{a}{H}.$$

Se ve, pues, que el rendimiento elemental es independiente de la superficie del elemento y del radio correspondiente.

Empuje y rendimiento propulsor totales.

Sea f la fracción de paso correspondiente al ancho de la paleta, tendremos

$$f = \frac{h}{H}$$

siendo h la distancia entre los planos que limitan la paleta, tendremos

$$h = H f = 2 \pi f H_1$$

pero

$$\lambda = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{2 \pi f H_1}{\cos \alpha}$$

substituyendo en la [1]

$$d N = K \cdot 2 \pi f H_1 W^2 \operatorname{sen} i \, d r \, \frac{1}{\cos \alpha}.$$

La componente útil en dirección de la marcha es

$$d P = d N \operatorname{sen} \alpha = K \lambda \pi f H_1 W^2 \operatorname{sen} i \operatorname{tg} \alpha \, d r$$

luego

$$P = K \, 2 \pi f H_1 \int_{r_0}^{r_1} W^2 \operatorname{sen} i \operatorname{tg} \alpha \, d r$$

siendo r_1 y r_0 los radios de los cilindros que limitan la paleta.

En esta expresión todos los elementos son conocidos, pues por la

figura 34 vemos que

$$W^2 = V^2 + \omega^2 r^2$$

y que

$$\operatorname{tg} i = \operatorname{tg} (\beta - \alpha) = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}$$

pero

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{MD}{MC} = \frac{\omega r}{V} = \frac{\omega r}{\omega a} = \frac{r}{a_1} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{2\pi r}{H} = \frac{r}{\frac{2\pi}{H}} = \frac{r}{H_1}$$

luego

$$\operatorname{tg} i = \frac{\frac{r}{a_1} - \frac{r}{H_1}}{1 + \frac{r^2}{a_1 H_1}} = \frac{r(H_1 - a_1)}{r^2 + a_1 H_1}.$$

Este es el valor del ángulo de ataque al que habíamos hecho alusión sin determinar por el momento su valor.

Conociendo tg i deducimos sen i, el cual lo substituimos en la fórmula anterior juntamente con los valores de W y tg α, con lo que llegaríamos á la expresión

$$P = K\, 2\pi f r^2 \frac{H_1 - a_1}{a_1^2} \int_{r_0}^{r_1} r^2 \sqrt{\frac{r^2 + a_1^2}{r^2 + H_1^2}}\, dr =$$

$$= K_1\, 2\pi f V^2 \frac{H_1 - a_1}{a_1^2} \varphi (r_1\, r_0\, a_1\, H_1)$$

que nos da el esfuerzo total producido por el movimiento de la hélice.

En cuanto al rendimiento, siendo para cada elemento constante é igual á $\frac{a}{H}$ este mismo número será el rendimiento total de la paleta.

Caso en que se tenga en cuenta el rozamiento.

Este caso se resolvería del mismo modo que el anterior, sin más diferencia que en vez de una fuerza única normal al elemento de paleta, existe además otra según el plano de ésta, cuyo valor es

$$K_f \lambda\, dr\, W^2 \cos i$$

dirigida en sentido contrario al movimiento.

Dicha fuerza da una componente d P' que se opone al movimiento de avance y otra que se ha de contrarrestar con el par del motor, cuyo mo-

mento es $d\,M$. El trabajo útil será

$$d\,T_u = r\,(d\,P - d\,P')$$

y el motor (hallado de un modo análogo al del caso en que prescindíamos del rozamiento)

$$d\,T_m = \frac{\omega}{H_1}\,(H_1^2\,d\,P + r^2\,d\,P')$$

luego

$$R = \frac{d\,T_u}{d\,T_m} = \frac{r\,H_1}{\omega}\,\frac{d\,P - d\,P'}{H_1^2\,d\,P + r^2\,d\,P'} = a_1\,H_1\,\frac{d\,P - d\,P'}{H_1^2 + d\,P + r^2\,d\,P'}$$

vemos que en este caso el rendimiento elemental no es independiente de r.

El rendimiento total será la relación de la suma de los trabajos elementales útiles á la de los trabajos motores correspondientes.

$$R' = a_1\,H_1\,\frac{\int (d\,P - d\,P')}{\int (H_1^2\,d\,P + r^2\,d\,P')}.$$

Retroceso.

Si consideramos un tornillo penetrando en su tuerca, avanzará en cada vuelta una cantidad exactamente igual al paso; esto mismo sucedería en el caso de una hélice aérea asimilándola á un tornillo cuya rosca fuese el aire, siempre que el avance de la misma no implicara el desarrollo de ningún esfuerzo. Si suponemos que no sucede así, sino que, como ocurre en la práctica, la hélice está destinada á suministrar un esfuerzo para desplazar una carena, por ejemplo, venciendo la resistencia que el aire le opone, entonces no podrá avanzar una cantidad igual al paso en cada vuelta, pues, de suceder esto, las aletas se moverían en la superficie helizoidal de que ellas mismas forman parte; estarían, pues, en un caso análogo al de la plana que se desplace sin salir de su plano, y, por lo tanto, no existiría presión del viento normal á la superficie del ala que nos diera una componente según el eje de la hélice, la cual integrada con las producidas por todos los elementos de las aletas proporcionara el esfuerzo motor que nos fuera necesario para la propulsión de la carena.

Para que este esfuerzo motor exista es necesario que el avance por vuelta sea menor que el paso para que las paletas corten el aire bajo un cierto ángulo, originándose el fenómeno llamado *retroceso (recul)* de la hélice.

Todo esto que decimos se puede ver con más claridad examinando la figura 35, en que A B representa un elemento de ala que gira con una velocidad lineal representada por M C; sea M D' la velocidad de la hélice según el eje; esta velocidad compuesta con la M C nos da la resultante M G, que nos produce sobre el elemento A B una presión M E, que á su vez nos da una componente M F igual al esfuerzo propulsor elemental; esta componente es tanto mayor cuanto mayor es la incidencia i. Resulta, pues, que cuanto mayor sea el esfuerzo que se le pida á la hélice, tanto mayor ha de ser la incidencia i y, por consecuencia, menor la velocidad M D', pues A B tiene una dirección invariable y á M C la suponemos constante; por consiguiente, cuanto mayor sea el esfuerzo que tiene que desarrollar una hélice menor será la velocidad de avance y, por lo tanto, mayor el retroceso.

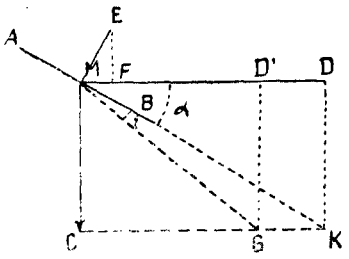


Fig. 35.

Si suponemos el caso ideal de una hélice, moviéndose sola en la atmósfera, el esfuerzo motor será nulo y por consiguiente el ángulo de ataque i; la velocidad de avance será M D, satisfaciéndose la relación

$$\frac{M\,C}{M\,D} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{2\,\pi\,r}{H},$$

ó sea que el avance por vuelta será igual á un paso, y, por tanto, el retroceso no existirá, como ya teníamos dicho.

Llamando a al avance por vuelta de la hélice, el retroceso se define por la expresión

$$C = \frac{H - a}{H} = 1 - \frac{a}{H}.$$

Hemos dicho que cuanto mayor es el esfuerzo motor menor es el avance por vuelta M D' (aunque hasta aquí M D' y M D (fig. 35) hemos supuesto que eran los avances totales práctico y teórico, de aquí en adelante supondremos que son los avances por vuelta, con lo que introduciremos un simple cambio de escala en la figura). Al aumentar el esfuerzo disminuirá a, aumentando el retroceso ρ; este valor de a puede, para una incidencia $i = 90 - \alpha$, llegar á ser nulo, como puede verse en la figura, y entonces $\rho = 1$; éste es el caso de las hélices sustentadoras; puede ocurrir también, cuando $i > 90 - \alpha$, que a cambie de signo y que el retroceso sea mayor que la unidad. Los dos últimos casos no pueden nunca ocurrir en un globo dirigible, porque a no puede ser nulo, pues si así

fuera la resistencia de la carena sería nula al serlo su velocidad y, por lo tanto, no habría retroceso.

El rendimiento de una hélice hemos dicho que era, prescindiendo del rozamiento del aire,

$$R = \frac{a}{H} = 1 - r.$$

Por consiguiente, *para una cierta hélice, girando á una velocidad dada, el rendimiento será tanto menor cuanto mayor sea el retroceso, ó sea cuanto mayor sea el esfuerzo que ha de desarrollar.* Su valor varía desde la unidad, en el caso teórico de que no hubiese resistencia, hasta cero, en el caso de hélices sustentadoras.

En todo lo dicho hemos supuesto que la velocidad M C era constante; es evidente que nos pudiera convenir variarla en la práctica si queremos aumentar el esfuerzo motor sin perjuicio del rendimiento. En efecto, el rendimiento tiene por expresión

$$R = \frac{a}{H} = \frac{c\, s_1}{c\, K}$$

(fig. 35); éste tendrá un valor constante siempre que lo sea la incidencia i, ó sea que se tiene constantemente el mismo rendimiento en estas condiciones independientemente de la velocidad de giro y por tanto del valor del empuje, pues éste varía proporcionalmente al cuadrado de la velocidad de giro de la hélice.

En resumen, llegamos á la consecuencia de que *una hélice dada, girando á una cierta velocidad, no puede convenir más que á un cierto globo,* decayendo notablemente el rendimiento cuando se aplica á otra carena mayor; pero también hemos visto *que la misma hélice puede convenir á otro globo mayor que aquél para el cual está calculada, siempre que se aumente convenientemente su velocidad de giro.*

Terminaremos lo referente al retroceso haciendo notar que no es el mismo el retroceso medido experimentalmente que el retroceso real. Esta discrepancia se explica porque el aire que rodea á un dirigible se encuentra más ó menos agitado á su paso, y la barquilla, junto á la cual suelen trabajar las hélices, arrastra una masa de aire á una cierta velocidad; consecuencia de esto es que la velocidad de avance de la hélice, con respecto al aire que le rodea, sea menor que la velocidad propia del globo, y, por lo tanto, el retroceso aparente, deducido de la velocidad del globo, será menor que el retroceso real.

Hélice de ángulo de ataque óptimo.

Expuesta la teoría general de las hélices propulsoras, vamos ahora á ocuparnos de una hélice de gran rendimiento y á calcular las proporciones y forma más convenientes de una hélice aérea.

Cuando un plano es cortado por una corriente de aire, se originan dos esfuerzos: uno P normal á la dirección del aire, y otro f en su dirección. La relación $\frac{f}{P}$, según demuestra la experiencia, de conformidad con la teoría, varía con la incidencia i, pasando por un mínimo; si llamamos μ á este mínimo

$$\mu = \frac{f}{P} \quad » \quad f = \mu P.$$

Supongamos ahora un elemento de hélice A O B (fig. 36) que se mueva según la dirección de su eje con una velocidad O C de avance y una O D de rotación; la velocidad relativa del elemento, con respecto al aire, será O E.

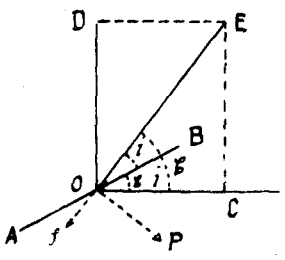


Fig. 36.

Supongamos que el elemento de paleta está en una dirección que forme con O E un ángulo i tal que el valor de μ correspondiente sea mínimo, ó sea que consideramos una *hélice de ángulo de ataque óptimo*. El movimiento del plano A B, según la dirección O E, dará lugar á las dos componentes antes indicadas P y f; la suma de las proyecciones de estas fuerzas sobre el eje O C es:

$$P \operatorname{sen} \delta - f \cos \delta = P \operatorname{sen} \delta - P \mu \cos \delta = P (\operatorname{sen} \delta - \mu \cos \delta),$$

valor que será el esfuerzo motor útil, y, por consiguiente, el trabajo útil será

$$T_u = V P (\operatorname{sen} \delta - \mu \cos \delta).$$

La suma de las proyecciones de f y P sobre el eje O D es

$$P \cos \delta + f \operatorname{sen} \delta = P (\cos \delta + \mu \operatorname{sen} \delta)$$

si r es la distancia del elemento al centro de la hélice, el trabajo motor ha de ser evidentemente

$$T_m = 2 \pi n r P (\cos \delta + \mu \operatorname{sen} \delta).$$

El rendimiento será

$$R = \frac{T_n}{T_m} = \frac{P\,V\,(\operatorname{sen}\delta - \mu\cos\delta)}{2\,\pi\,n\,r\,P\,(\cos\delta + \mu\operatorname{sen}\delta)};$$

pero V esta representado por O C y $2\,\pi\,n\,r$ por o D, luego

$$\frac{V}{2\,\pi\,n\,r} = \frac{OC}{OD} = \frac{1}{\operatorname{tg}.\,\delta}$$

y de aquí

$$R = \frac{\operatorname{sen}\delta - \mu\cos\delta}{(\cos\delta + \mu\operatorname{sen}\delta)\operatorname{tg}\delta} = \frac{\operatorname{tg}\delta - \mu}{(1 + \mu\operatorname{tg}\delta)\operatorname{tg}\delta}.$$

Para hallar el rendimiento máximo, derivemos con respecto á tg δ y tendremos

$$\operatorname{tg}^2\delta - 2\,\mu\operatorname{tg}\delta - 1 = 0,$$

de donde tomando la solución positiva

$$\operatorname{tg}\delta_m = \mu + \sqrt{1 + \mu^2}.$$

Este valor substituído en el valor de R da después de simplificar

$$R_m = \frac{1}{(\mu + \sqrt{1 + \mu^2})^2}$$

para valor del rendimiento máximo.

Este valor decrece muy rápidamente al aumentar μ; se ve, pues, la importancia que tiene en un globo dirigible la regularidad del motor, pues como la velocidad de aquél es, por su inercia, sensiblemente constante, el ángulo de ataque variará siempre que cambie la velocidad del motor, dando valores para μ, separándose más ó menos del mínimo, con perjuicio del rendimiento; *para cada régimen de marcha en un mismo globo la velocidad de giro de la hélice ha de ser determinada, si se quiere obtener un rendimiento elevado.*

Esto que acabamos de decir parece en contradicción, á primera vista, con lo que dijimos al hablar del retroceso respecto á los cambios de velocidad de la hélice, pues afirmamos que convenía aumentar la velocidad de la hélice cuando aumentara la resistencia para mantener el rendimiento elevado; lejos de estar en contradicción ambas ideas las dos se corroboran, pues debemos recordar que el ángulo de ataque lo hacíamos permanecer constante, y, por consiguiente, lo sería el valor de μ á todas las velocidades. Lo que sucede es que ahora suponemos que se trata del mismo globo y á una misma velocidad, ó sea que el esfuerzo resistente sea constante, y antes suponíamos el caso opuesto de que variara éste.

El valor mínimo de μ, deducido de la fórmula de Duchemin, de conformidad con las experiencias de Langley, es

$$\mu = 0{,}044 \text{ (1)},$$

á cuyo valor corresponde la incidencia óptima

$$i = 1^{\circ}\,50'.$$

Sustituyendo este valor en el de R_m, tenemos

$$R_m = 0{,}916$$

y para valor de R

$$R = \frac{\operatorname{tg} \delta - 0{,}044}{(1 + 0{,}044 \operatorname{tg} \delta) \operatorname{tg} \delta}.$$

Si tomamos en abscisas los valores de tg δ, y en ordenadas las de R, obtenemos la curva (fig. 37); en ella vemos que para valores de tg δ menores que 0,044 el rendimiento es negativo; nulo para tg $\delta = 0{,}44$, y positivo para los demás valores; se ve en la misma figura que el rendimiento sube en seguida rápidamente hasta que para tg $\delta = 0{,}50$ se hace igual á 0,9, creciendo desde este punto menos rápidamente hasta el máximo 0,916 para decrecer en seguida lentamente hasta cero, valor á que se llega para tg $\delta = \infty$.

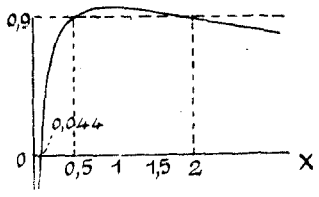


Fig. 37.

Para valores de tg δ, comprendidos entre 0,5 y 2, el rendimiento es mayor que 0,9, por lo tanto, conviene calcular la hélice de modo que tg δ satisfaga á aquella condición.

Ahora bien;

$$V \operatorname{tg} \delta = 2 \pi n r$$

de donde

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{2 \pi n r}{V}$$

Se ve, pues, que la parte de paleta próxima al eje es perjudicial. El radio mínimo y el máximo de la paleta se calcularán por las ecuaciones

$$0{,}5 = \frac{2 \pi n r_1}{V} \qquad 2 = \frac{2 \pi n r_2}{V}$$

(1) Según algunos $\mu = 0{,}04$ solamente.

de donde

$$r_2 = \frac{V}{\pi n} \quad » \quad r_1 = \frac{0{,}5\ V}{2\pi n} = \frac{r_2}{4}.$$

En estas condiciones, el paso más conveniente es, según se podría determinar por cálculo, teniendo en cuenta datos experimentales

$$H_m = 1{,}066\ \frac{V}{n}.$$

Nos queda solamente por determinar la anchura de la paleta, ó mejor dicho, la fracción de paso que ésta debe ocupar. El cálculo puede hacerse bajo dos puntos de vista distintos, que son: conociendo el trabajo que han de desarrollar las paletas ó conociendo el trabajo motor de que se dispone.

Para uno ú otro caso nos valemos de las fórmulas

$$d\,T_u = P\,V\,(\operatorname{sen}\delta - \mu\cos\delta)$$
$$d\,T_m = P\,V\,(\cos\delta + \mu\operatorname{sen}\delta)\operatorname{tg}\delta;$$

pero P, que es la presión sobre un elemento de paleta, tendrá por expresión

$$P = \lambda\,W^2\,l\,dr$$

en la que W y dr representan valores que ya conocemos, l el ancho del elemento y λ un coeficiente; ahora bien

$$W = \frac{V}{\cos\delta}$$

luego

$$P = \frac{\lambda\,V^2}{\cos^2\delta}\,l\,dr,$$

substituyendo

$$d\,T_u = \lambda\,V^3\,\frac{\operatorname{sen}\delta - \mu\cos\delta}{\cos^2\delta}\,dr$$

$$d\,T_m = \lambda\,V^3\,\frac{\cos\delta + \mu\operatorname{sen}\delta}{\cos^2\delta}\operatorname{tg}\delta\,l\,dr$$

además tenemos la ecuación

$$2\pi n r = V\operatorname{tg}\delta,$$

Existen, pues, para la resolución del problema dos ecuaciones: esta última y una de las dos que le preceden, según el caso de que se trate; en estas ecuaciones hay tres variables: 6, l y r, y, por lo tanto, el sistema será indeterminado. Para determinarlo bastará conocer la relación en que varía l con respecto á r, dato que se obtiene por experiencia, con lo cual tenemos el problema resuelto, pues contamos con tres ecuaciones, que serán, en el caso de que se conozca el trabajo útil que hay que desarrollar

$$d\,T_u = \lambda\,V^3\,\frac{\operatorname{sen} 6 - \mu\cos 6}{\cos^2 6}\,l\,d\,r$$

$$2\,\pi\,n\,r = V\,\operatorname{tg}.\,6$$

$$l = f(r).$$

En los cálculos anteriores solamente nos hemos ocupado de las hélices regulares, no ocupándonos de las demás porque conducen á cálculos muy complicados en general aunque factibles siempre. Solamente indicaremos entre las hélices irregulares ó de paso variable, la hélice sistema *Drzewiecki* ó de ángulo de ataque constante. Basándose sobre los resultados generales precedentes y con sólo suponer que tg i = constante, es fácil llegar á la conclusión de que el rendimiento de estas hélices es bastante bueno.

Para terminar, indicaremos algo sobre las hélices no rígidas de Parseval. Como las hélices aéreas tienen que girar á gran velocidad, la fuerza centrífuga que originen será muy grande, hasta el punto de contarse por toneladas en algunos casos; según esto, cada elemento radial de una hélice tenderá á colocarse en la dirección de la resultante de la fuerza centrífuga y el empuje correspondiente. Se concibe, pues, que si á una hélice flexible (de tela, por ejemplo) se le colocan en la periferia pesos convenientemente estudiados, cada elemento de hélice tenderá á colocarse en una posición preconcebida, dando un conjunto que sea el deseado para forma del propulsor. Este es el fundamento de las hélices Parseval.

Respecto á la construcción de las hélices, una vez calculadas, no ofrece dificultad alguna, y sólo haremos observar que es conveniente hacer trabajar los materiales que se empleen con un gran coeficiente de seguridad para tener en cuenta la fatiga molecular que las vibraciones producen en todas las piezas del mecanismo y contar al par con los efectos de inercia producidos por irregularidades del motor. El acero, el aluminio y la madera son los materiales que además de la tela se emplean generalmente, habiendo dado muy buenos resultados las hélices de madera.

Motores.

Pasemos al estudio de los motores empleados en los globos dirigibles: ya hemos dicho que se empleó durante bastante tiempo el motor *hombre*, olvidando que la condición primordial á que han de satisfacer los motores de aeronáutica es la ligereza, sin comprometer por ella el buen funcionamiento, regularidad y solidez.

Giffar inventó el primer motor ligero de vapor en 1852, el cual pesaba 83 kilogramos por caballo-hora. En 1883 los Tissandier, y en 1885 Renard y Krebs aplicaron los motores eléctricos, reduciendo estos últimos á 30 kilogramos el peso por caballo-hora efectivo.

Aún era un peso excesivo, que Santos-Dumont redujo á la tercera parte en su dirigible, construído diez y ocho años después (1902), y á la décima en 1907, en su primer aeroplano, gracias al adelanto de la industria de automóviles.

Bien conocidos son los motores de explosión, hoy universalmente empleados en la navegación aérea, y saldría de los límites que nos hemos fijado el describir algunos tipos; citaremos entre los más empleados: los *Antoinette*, de M. Levavasseur, de 2 kilogramos por Hp. aproximadamente, de 8 ó 16 cilindros, según la potencia, sin carburador, con el carter y otras piezas de aluminio y con una disposición de engrase muy bien entendida; su enfriamiento se hace por circulación de agua; el *R. E. P.* (Robert Esnault Pelterie) está basado en principios realmente ingeniosos, tiene siete cilindros, enfriamiento por aletas, bielas de sección doble T, y, en general, una construcción racional de todas las piezas; el *aéro-motor* Farcot, el Gobrón, el Aster y los Panhard, Renault, Miesse y otra porción, son motores cuyo número de cilindros oscila entre 4 y 16, y cuyo peso por caballo está comprendido entre 2 y 6 kilos; pero la mayoría de los motores extraligeros son aún poco regulares y se calientan demasiado, no siendo, por tanto, prudente dejarse deslumbrar por una extraordinaria ligereza, obtenida á expensa de otras condiciones no menos necesarias en los motores de Aeronáutica. Conformémonos por hoy con los motores de 4 ó 5 kilos por caballo que, como los Panhard, Daimler, N. A. G., Clement-Bayard, Koertin, etc., son sumamente regulares.

Es, pues, hoy el motor de explosión el que se impone; no desesperemos, sin embargo, de ver avanzar algún día al de vapor, cuya *elasticidad* de *marcha* lo hace el motor ideal en toda clase de locomoción, y no olvidemos que el del *Avión*, de Ader, pesaba sólo 3,5 kilos por caballo hora, sin contar, claro es, el agua.

La electricidad puede también esperarse progrese bajo el aspecto de la ligereza, y otros varios manantiales de energía, como el ácido carbó-

nico líquido ensayado por Vuia, pueden dar buen resultado en el porvenir.

El cálculo de la potencia del motor una vez conocidas; la velocidad que se desea obtener, las resistencias á esta velocidad, la hélice y la pérdida por transmisiones, etc., es un sencillo problema de Mecánica.

La aeronáutica en el siglo XX.

Con la terminación de la pasada centuria coincidió la del período de tanteos y ensayos por el que los globos dirigibles, como la mayoría de los grandes inventos, tuvo necesariamente que pasar antes de entrar en el campo bien extenso de sus aplicaciones. En el corto número de años que van transcurridos del siglo actual, han sido tan numerosos los proyectos y ensayos de dirigibles, que en nuestro propósito de no alargar desmesuradamente este trabajo, y dado que la casi totalidad de los proyectos fracasados ó no llevados á la práctica no ofrecían adelantos serios sobre los existentes, nos vemos precisados á limitarnos á dar noticia tan sólo de los dirigibles que han sido experimentados con éxito satisfactorio en las distintas naciones, y que constituyen sus actuales *flotas aéreas*. Comenzaremos por Francia, por ser el país en el cual la aeronáutica ha nacido.

En Francia.

Dirigibles Lebaudy.— En 1899 el ingeniero Henry Julliot, director técnico de la Refinería de Azúcar de MM. Lebaudy, recibía encargo de éstos de hacer el estudio detallado de un globo dirigible al cual se aplicara un motor de explosión.

El distinguido ingeniero se dedicó en cuerpo y alma al asunto, y puede decirse que en el proyecto detallado y completo que presentó como fruto de sus estudios, nada había sido dejado al azar; todo había sido cuidadosamente estudiado.

Se empezó por elegir un vasto aerodromo en una posesión de los hermanos Lebaudy, situada en la península de Moisson, á 20 kilómetros de Mantes, en la cual se edificó un barracón de 60 metros de longitud por 12 de ancho y 15 de altura, con una excavación en el terreno para que la barquilla entrase en ella guiada por dos carriles paralelos; una fábrica de electricidad para el alumbrado y la fuerza necesaria á los talleres; un generador de hidrógeno, con bien estudiados lavadores y purificadores, y los numerosos locales destinados á talleres, observatorio meteorológico, palomar, etc., demuestran que si bien Julliot ha sido el que ha dado vida con su ciencia al dirigible, MM. Lebaudy, no han retrocedido ante

ningún gasto, sacrificando cerca de dos millones de francos en bien de la ciencia aeronáutica.

El primer *Lebaudy*, construído en gran parte en los talleres de Surconf, hizo su primer ensayo el 2 de noviembre de 1902, un mes después de la catástrofe del *De Bradsky*.

Desde aquel día su popularidad fué extraordinaria en Francia y en el extranjero, siendo bautizado por el público con el nombre de *Le Jaune* por el color de su envolvente, que era de tela cauchotada recubierta exteriormente por una pintura amarilla de cromato de plomo, material poco usado entonces en Francia, aunque ya era muy empleado en Alemania, España y otros países.

El *Jaune* tenía 2.284 metros cúbicos de volúmen, 56 metros de longitud y 9,80 metros de diámetro en su cuaderna maestra. Esta no coincidía con la sección transversal media, sino que era la situada á 25 metros de la proa.

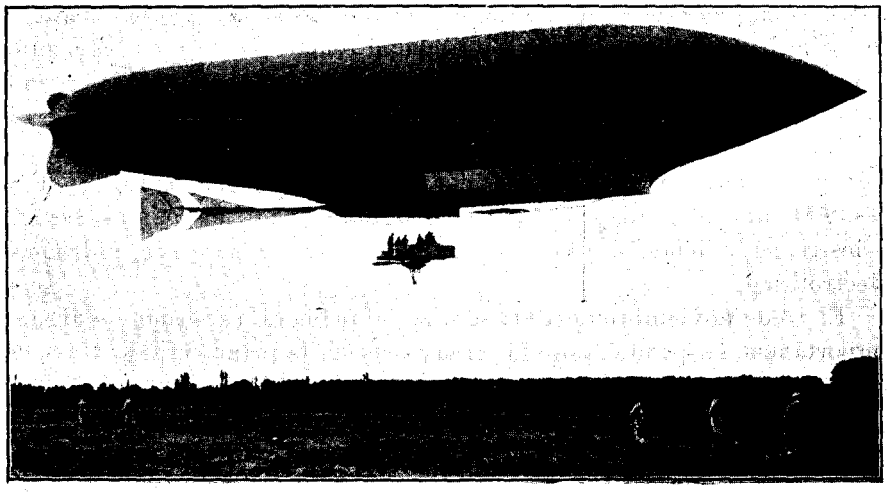
El inventor se preocupó de hacer solidarios íntimamente globo y barquilla, de conseguir una buena repartición de pesos y obtener una rigidez satisfactoria; para ello recurrió al procedimiento de substituir la parte inferior de la envolvente por una *plataforma rígida*, formada de tubos y cables de acero, á la cual se suspendía la barquilla por medio de varios cables y de una armadura rígida de tubos de acero, llamada *cuadro de empuje*, situada en su parte anterior. Esta plataforma rígida presenta muchas ventajas bajo los puntos de vista de la repartición de pesos, de la rigidez y de la unión íntima de la barquilla y el globo; tiene, sin embargo, serios inconvenientes por ser muy pesada y robar una parte importante de la fuerza ascensional, y además de hacer muy difícil el transporte del dirigible desinflado y de hacer trabajar desigualmente la tela de la envolvente cuando la presión interior sea pequeña.

La forma del globo era, según parece en el proyecto, la de un sólido de revolución, cuyo eje pasaba por ambas puntas, truncado en la parte de la plataforma; pero á consecuencia de un defecto en la repartición de pesos, las puntas se levantaron algo, y el contorno aparente superior apareció, como se ve en la figura, cóncavo en su centro hacia la parte superior.

El sistema moto-propulsor estaba constituído por un motor de esencia de 40 Hp. Daimler-Mercedes, girando á 1.200 revoluciones por minuto, el cual movía dos hélices de acero de dos paletas, girando á la misma velocidad del motor, en sentido contrario una de otra. El diámetro de cada hélice era 2,44 metros, y el paso variable á lo largo de las paletas, siendo el medio de 1,50 metros. El motor pesaba 376 kilogramos.

Sobre la plataforma se encontraba la cámara de aire, de forma cilín-

drica, terminada por dos casquetes esféricos y con varios tabiques en su interior; medía 340 metros cúbicos, ó sea $^1/_7$ del volumen total, y la circulación de aire estaba asegurada por un ventilador de gran gasto, accionado por el motor del dirigible, y una válvula de seguridad, abriéndose



Dirigible tipo Lebaudy.
Fig. 37.

á 20 milímetros de agua de presión. Otras dos válvulas llevaba el dirigible para dar salida al hidrógeno: una automática, abriéndose á una presión de 22 milímetros de agua; y otra en la parte superior y algo hacia proa, que se maniobraba á mano desde la barquilla.

La multiplicidad de los órganos de estabilidad prueba la gran importancia que Julliot ha dado á esta parte del problema; entre los órganos fijos que á tal objeto tienden figura la plataforma oval, recubierta de tela; plataforma de forma ovoide, cuyo eje mayor, ligeramente cóncavo, medía 22 metros, y el menor 6, reforzada por una viga armada vertical, recubierta también de tela en su parte anterior, formando una especie de quilla, que contrarresta los giros alrededor del eje longitudinal y contribuye poderosamente á conservar la estabilidad de ruta. La plataforma fija se terminaba en su parte posterior por un trapecio de tubos metálicos, recubierto de tela, girando alrededor de su base menor, formando un timón de profundidades; otro timón de eje vertical, de 9 metros cuadrados, sirviendo para la dirección, completaba el sistema de planos de este dirigible. La barquilla tenía la forma de un pontón, de 4,80 metros de longitud por 1,60 metros de ancho, recubierto de tela de alu-

minio muy delgada; en su interior se encontraba el motor, cuyo tubo de escape desembocaba debajo de su fondo, convenientemente protegido para evitar el peligro de un incendio; con este mismo objeto, la tela que recubría la plataforma y quilla era ignífuga, y el depósito de esencia se había colocado, también, bajo la barquilla. Ésta terminaba, en su parte inferior, en una especie de pirámide de tubos de acero, que le daba rigidez y facilitaba la orientación del globo al tomar tierra y en las maniobras, librando además de choques bruscos en los descensos los órganos del dirigible.

El peso total del conjunto, que era de 1.580 kilogramos, se distribuía así: parte aerostática, 480; plataforma, 300; barquilla, motor y hélices, 800; quedaban disponibles 100 kilogramos para aeronautas, esencia y lastre, suponiendo el globo al nivel del mar é inflado con hidrógeno electrolítico.

El 13 de noviembre de 1902 se hizo la primera ascensión de alguna importancia, suspendiéndose los ensayos hasta la primavera de 1903, en la cual realizó el *Jaune* muy concluyentes experiencias, regresando al punto de partida en todos los viajes, excepto en el de 15 de mayo, y pudiendo comprobarse que la velocidad propia del dirigible oscilaba entre 9 y 10 metros por segundo. La siguiente campaña se verificó en otoño del mismo año, terminando con un accidente ocurrido en el polígono de Chalais-Meudon por irse sobre unos árboles el dirigible al tomar tierra, desgarrándose la envolvente, sin que afortunadamente los tripulantes, que eran Juchmes, el excelente piloto y colaborador de Julliot en las experiencias, y el mecánico Rey, sufrieran daño.

Inmediatamente se comenzó la construcción de un nuevo dirigible del mismo tipo, con pequeñas modificaciones hijas de la experiencia. La cuaderna maestra no se varió, pero se aumentó algo la longitud, que se llevó á 57,75 metros, y la popa, en vez de la forma afilada que antes tenía, recibió la de un elipsoide; el volumen resultó 2.266 metros cúbicos. La envolvente se recubrió interiormente de una ligera capa de caucho, para librar á la tela del efecto de las impurezas del hidrógeno.

La presión máxima interior de marcha se elevó á 30 milímetros, á cuya presión estaban graduadas las válvulas de seguridad, que eran cuatro en este modelo, dos para el hidrógeno y dos para el aire. El volumen de la cámara de aire era de 500 metros cúbicos, y el ventilador inyectaba 60 por minuto, estando provisto de un motor eléctrico para poder mantener la presión en caso de avería en la propulsión del dirigible.

La plataforma media 21,50 metros de largo por 6,05 metros de ancho, y la quilla se aumentó de longitud considerablemente.

El timón de profundidades fué substituído por dos planos en forma

de V articulados en el extremo posterior de la quilla, y en este mismo punto se encuentra el eje de giro del timón de dirección, que ahora mide 12,75 metros cuadrados. En fin, la estabilidad se aumentó por una armadura, consistente en dos planos, uno vertical y otro horizontal, colacados en la popa del dirigible y recubiertos de tela en su parte exterior.

El motor empleado seguía siendo de 40 Hp. y las hélices medían, como antes, 2,44 metros de diámetro y 1,50 metros de paso.

El 14 de agosto se inauguraron las experiencias de este segundo *Lebaudy*, y en todo ese mes se hicieron experiencias con muy buen resultado hasta el 28, en cuyo día, poco después de descender se escapó á los hombres de maniobra, siendo recogido á 70 kilómetros de su punto de partida, desgarrado por unos árboles. Este accidente demuestra que se ha descuidado en este globo, como en la generalidad, el importante problema de su maniobra en tierra y el modo de anclarlo fuera de su barracón, cuando sea necesario.

Las averías no fueron, por fortuna, muy largas de reparar, y el 11 de octubre se encontraba el navío aéreo en disposición de seguir realizando sus proezas aeronáuticas.

Provisto de un faro potente de acetileno de un millón de bujías, y ventajosamente modificado su sistema estabilizador, realizó el *Lebaudy* número 2 curiosos viajes nocturnos, alcanzando una velocidad propia de 9 á 10 metros por segundo, realizando descensos sin auxilio y sin arrojar lastre, valiéndose de su sistema estabilizador y de la cuerda freno pesada y corta llamada *serpiente* que poseía el dirigible.

El 24 de diciembre se desinfló el *Lebaudy* número 2, y en los meses que mediaron hasta la primavera de 1905 se aumentó algo el volumen, llevándolo á 2.950 metros cúbicos, aumentando al mismo tiempo el diámetro de la cuaderna maestra, que tesultó de 10,30 metros, con lo cual el alargamiento disminuyó algo, y substituyendo el motor por otro de 50 Hp.

Las experiencias fueron intervenidas por el Ministerio de la Guerra, el cual comisionó con dicho objeto á los Oficiales de Ingenieros Comandante Bouttieaux, Comandante Wiart y Capitán Voyer, los cuales tomaron parte en numerosas ascensiones, terminándose la campaña de experiencias de este verano por un accidente análogo al que antes relatamos, pues se escapó el globo á los soldados que lo sujetaban durante un alto en el campo de Chalons, después de un soberbio viaje de 98 kilómetros sin escalas, á una velocidad de 10 metros por segundo.

No se desanimaron los propietarios del globo ni retrocedieron ante numerosos gastos, y el 8 de octubre se elevaba en Toul el dirigible reconstruído y realizaba una serie de experiencias de carácter militar, que

dieron como resultado se aceptara por el Ministerio de la Guerra el generoso ofrecimiento de MM. Lebaudy, que cedieron al Estado el dirigible, encargando al mismo tiempo á dichos señores la construcción de un nuevo globo militar que había de llamarse *Patrie*, del mismo tipo que el *Lebaudy* número 3, con ligeras modificaciones.

El *Patrie* cubicaba 3.140 metros cúbicos, el diámetro de su cuaderna maestra era 10,50 metros y su longitud 59,75 metros; la plataforma era desmontable para la facilidad en los transportes, sus planos de estabilización se aumentaron, la cámara de aire se hizo de 650 metros cúbicos para permitir elevarse á mayores alturas, y el motor Mercedes se substituyó por un Panhard-Levasor de 70 Hp.

Después de varias experiencias realizadas en el final del año 1906, se desinfló el 17 de diciembre, y no se volvió á llenar hasta mediados de Junio del año 1907, siendo la campaña de este verano muy feliz, realizándose frecuentes y numerosos viajes, eclipsados posteriormente todos por el de Meudon á Verdun, realizado el 23 de noviembre, recorriendo en siete horas los 236 kilómetros que separan ambas localidades, ó sea obteniendo una velocidad *práctica* de 34 kilómetros por hora.

Desgraciadamente, un nuevo accidente se produjo el 29 de noviembre, escapándose el *Patrie*, como sus hermanos mayores, de las manos de los soldados que lo sujetaban en un descenso, que á consecuencia de una avería en el motor tuvo que verificar no lejos de su barracón de Verdun.

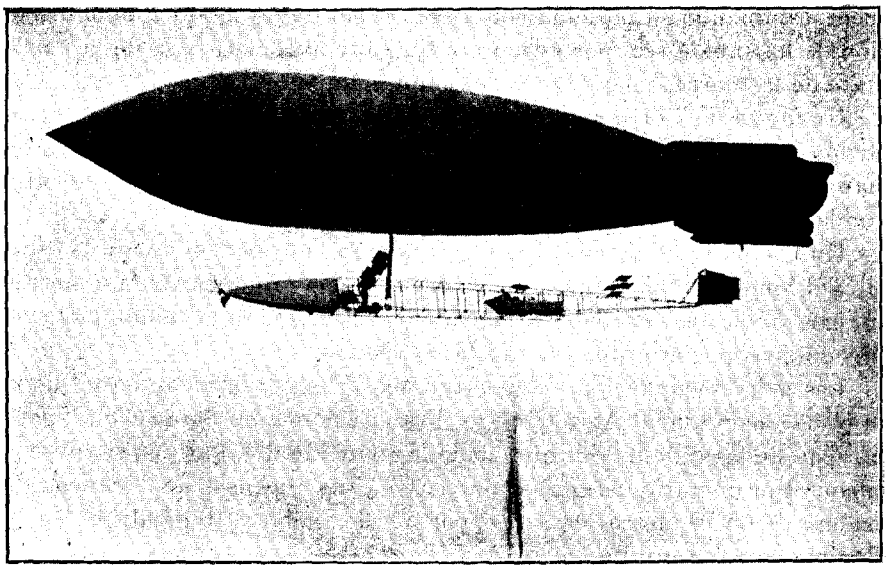
El globo, después de elevarse á gran altura, atravesó el mar; pasó á Inglaterra, donde tocó tierra dos veces, internándose por último en dirección al Océano Glacial Ártico. Este accidente vino á recordar una vez más la necesidad de estudiarse la maniobra en tierra de los dirigibles, único problema aún no resuelto.

Al *Patrie* siguió el *Republique*, que no difiere de él más que en algunos detalles; su volumen es de 3.700 metros cúbicos, su longitud 61 metros y el diámetro de la cuaderna maestra 10,80 metros; la barquilla, más espaciosa, lleva el motor, un Panhard 70, como en el *Patrie*, pero más fácilmente desmontable.

Después de las ascensiones de ensayo previstas en el pliego de condiciones, el globo fué aceptado por la autoridad militar el 27 de julio de 1908, y el 31 del mismo mes marchó á buscar su barracón de Chalais-Meudon, por vía aérea, realizando nuevos viajes de instrucción del personal durante el resto del verano.

Tres nuevos globos del mismo tipo han sido encargados por el Gobierno francés, el primero de los cuales, el *Liberté*, hará sus pruebas de recepción á principios de verano. El volumen se ha aumentado hasta 4.000 metros cúbicos, y el motor se ha llevado á 100 Hp.

DIRIGIBLES «ASTRA». — Deutsch de la Meurthe, el generoso Mecenas de la aeronáutica, encargó al conocido ingeniero Víctor Tatin el proyecto de un globo dirigible, y éste construyó un 2.000 metros cúbicos de *seda de China*, que después de varias transformaciones y á pesar del ingenio



Dirigible Ville de Paris.
Fig. 38.

del inventor, hubo de ser desechado por no dar en la práctica satisfactorios resultados. Entonces el propietario encargó en 1906 á M. Surcouf la construcción en sus excelentes talleres de un nuevo modelo, que no tiene semejanza con el primitivo á pesar del nombre.

Este dirigible tiene una forma que recuerda al *La France;* su longitud es 60,42 metros, su cuaderna maestra tiene 10,50 metros de diámetro, la superficie total es de 1.828 metros cuadrados, pesando 830 kilogramos, y su volumen total 3.195 metros cúbicos.

Inspirándose en las ideas del Coronel Renard, construyó el «empennage» mneumático que se distingue claramente en la fotografía adjunta (fig. 38), consistente en cuatro pequeños globos de forma cilíndrica colocados en la popa del dirigible con otros cuatro superpuestos, llenos todos de hidrógeno, constituyendo un *estabilizador* suficiente á condición de que la presión en estos pequeños globos en comunicación con la cámara de gas no descienda por bajo del límite necesario á la rigidez, el cual estabilizador presenta demasiada resistencia al avance.

Una viga armada de 32 metros de largo constituye la barquilla, estando unida á la envolvente por medio de una suspensión triangulada análoga á la de Dupuy de Lôme; en la parte anterior de esta viga armada se encuentra una hélice de dos ramas y de 6 metros de diámetro, que ofrece la particularidad de que las paletas están articuladas sobre el árbol, cambiando su posición con la velocidad de tal modo, que la dirección de los brazos sea, por este procedimiento automático, la de la resultante de la fuerza centrífuga y del empuje de la hélice.

Un motor de 70 Hp. mueve esta hélice por el intermedio de una transmisión que reduce la velocidad á la quinta parte, y como el régimen de marcha económico del motor es de 900 revoluciones por minuto, resulta que la hélice da sólo 180 en el mismo tiempo.

Un timón doble situado á popa sirve para la dirección y para la estabilidad longitudinal, y una cámara de aire, con tabiques, de 500 metros cúbicos y con un ventilador accionado por el motor, inyectando 120 metros cúbicos por minuto, asegura la rigidez.

Las primeras inflaciones de ensayo del *Ville de París* tuvieron lugar en el barracón que el Aero Club de Francia poseía en Saint-Cloud, pero en vista de las dificultades que, dado lo reducido del Parque, se presentaban, el propietario del globo construyó á sus expensas un barracón de madera de 65,50 metros de largo por 11 de ancho y 16 de altura en la planicie de Sartrouville.

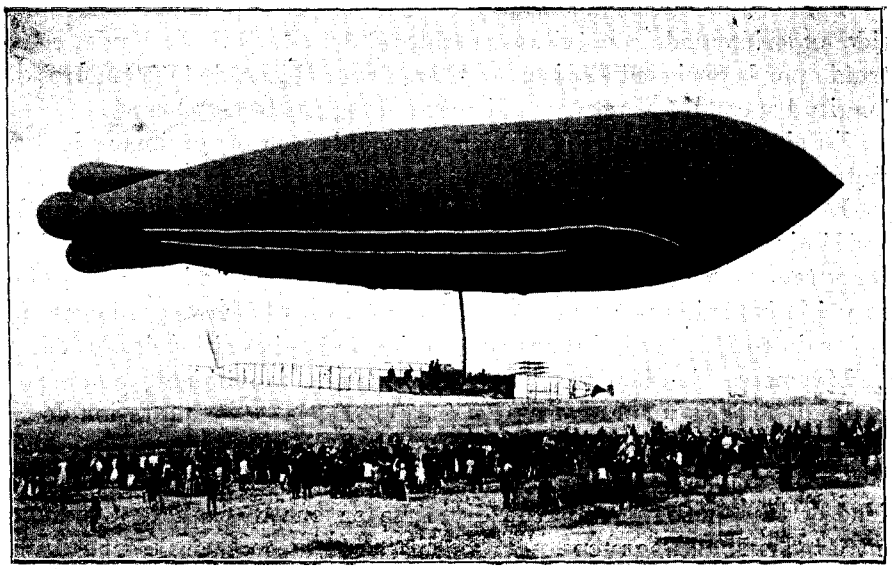
La única salida ejecutada en 1906 tuvo lugar el 11 de noviembre, yendo el globo tripulado por Surcouf, Kapferer, el ilustrado ingeniero de Deutsch, colaborador de Surcouf, y dos mecánicos; un entorpecimiento en el carburador convirtió el globo en libre, descendiendo sin avería como un esférico ordinario.

Reanudadas las experiencias el 9 de agosto de 1907, se hicieron numerosos viajes durante el verano sin averías de consideración hasta el fin de septiembre, en que fué desinflado; durante estos viajes, numerosos invitados del propietario, entre ellos el Príncipe de Mónaco y el Comandante Bouttieaux, pudieron apreciar la estabilidad y seguridad de la aeronave. La velocidad obtenida fué de 11 á 12 metros por segundo.

Ofrecido también generosamente al Gobierno de la vecina República por su propietario, y aceptado por aquél, se trasladó por vía aérea en nueve horas y dieciocho minutos, de Sartrouville á Verdum, el día 5 de enero de 1908, y allí ha quedado afecto á dicha plaza fuerte.

En vista del buen resultado de este dirigible, se formó en París una Sociedad anónima de Construcciones aeronáuticas «Astra», dedicada á la venta de dirigibles y á otros asuntos análogos; esta Sociedad ha construído hasta ahora dos globos: el *Clement-Bayard* y el *Ville de Bordeaux*,

hoy *Ville de Nancy*, y está terminando para el Gobierno francés otro de 4.000 metros cúbicos, que se llamará probablemente *Colonel Renard*. Como sólo varían las dimensiones y el motor, describiremos sólo el *Cle-*



Dirigible tipo Astra.
Fig. 39.

ment-Bayard, que es el único hasta ahora experimentado, con satisfactorio éxito, por la Sociedad «Astra».

La envolvente es de la misma forma y material (tela doble cauchotada) que la del *Ville de Paris*, con un volumen de 3.500 metros cúbicos; su sistema estabilizador de popa se ha modificado, como se ve claramente en la fotografía (fig. 39), pues sólo se compone de cuatro globitos cónicos alargados, terminados por casquetes esféricos, y este sistema, llamado «estabilizador de ángulo original», parece ha resultado más ventajoso que el del *Ville de Paris*.

Las válvulas automáticas están mejor regladas, y además pueden todas manejarse desde la barquilla; se ha agregado una *banda de desgarre* que hace posibles los descensos y desinflaciones á campo raso. La hélice es de madera, tipo Chauviere, y está movida por un motor Clement-Bayard de 100 Hp.

La velocidad máxima obtenida ha sido 13 metros por segundo.

Los órganos de estabilidad y dirección se han aumentado con un timón de profundidades triplano de 20 metros cuadrados de superficie, co-

locado algo delante del centro del globo, posición que, como hemos estudiado, es la mejor.

Empleado únicamente este dirigible bajo un aspecto deportivo, ha realizado viajes preciosos sin averías de importancia.

Para completar los modernos globos franceses, citaremos, por haber sido experimentado con éxito aceptable, el del *Conde de la Vaulx*, construído por la Sociedad Zodiac, de 720 metros cúbicos, de 32,50 metros de longitud y con 6,50 metros de diámetro de la cuaderna maestra.

La circulación de aire está bien entendida con una cámara de 120 metros cúbicos.

El peso del globo es de 230 kilogramos; una larga viga, formada por láminas de madera unidas formando un cilindro, sirve para la rigidez y reparte los pesos á lo largo de la envolvente, estando unida al globo y á la barquilla por cables de acero. En esta última se encuentra un motor de 16 Hp., y en el extremo anterior de la viga cilíndrica la hélice de 2,30 metros de diámetro, á la cual transmite movimiento aquél por medio de árboles y engranages de ángulo. En la parte posterior de la viga se encuentra un timón vertical de 6 metros cuadrados de superficie.

La particularidad más notable que caracteriza á este globo es la facilidad de transporte, pues puede dividirse en cuatro paquetes, pesando entre todos 555 kilogramos.

Desde la primera experiencia, verificada el 30 de junio de 1906, se vió que el globo evolucionaba bien cuando el viento era muy débil; pero como su velocidad no era más que de 6 metros por segundo, no podía considerarse como un dirigible práctico más que para aplicaciones deportivas.

El aeronave mixto *Malecot* lo citaremos á título de ser el aparato que ha dado mejor resultado de los *mixtos*, es decir, de los que llevan un globo para la substentación, pero son sin embargo algo más pesados que el aire, obteniéndose la diferencia de substentación necesaria por una especie de aeroplano solidario con el globo.

Consiste esta disposición en un globo de 1.000 metros cúbicos de capacidad, de 33 metros de largo por 7,30 metros de diámetro de cuaderna maestra, en cuyo interior lleva una cámara de aire. Sobre una viga armada triangular, suspendida del globo, va un aeroplano de 20 metros de longitud y 140 metros cuadrados de superficie total, y bajo ella se encuentra la barquilla con la hélice de aluminio de 2,65 metros de diámetro, girando á 1.200 revoluciones por minuto, por la acción de un motor de 28 Hp. de esencia.

Tiene además una particularidad, que consiste en otra barquilla, la cual va suspendida de los extremos de la viga, produciendo un efecto es-

tabilizador análogo al de los contrapesos móviles; y además el de variar, tirando de los cables de proa y popa, la inclinación del globo, y como consecuencia el ángulo de ataque del aeroplano.

El *Malecot* ha realizado numerosos viajes en Issy-les-Moulineaux durante el año 1908, pero los resultados han distado mucho de ser satisfactorios. Una Comisión del primer regimiento de Ingenieros, de guarnición en Versalles, ha dado informe que no conocemos, pero que no creemos sea favorable, al Ministerio de la Guerra francés.

En Alemania.

Para no alargar este capítulo, nos limitaremos, como lo hemos hecho hasta ahora, á dar cuenta tan sólo de los globos dirigibles que han sido experimentados con éxito satisfactorio.

En Alemania estudiaremos tres: el *Zeppelin*, el del *Luffschifart Batallon* y el *Parseval*.

Dirigibles «Zeppelin». — El General Conde de Zeppelin, de que ya hablamos en la historia de los dirigibles, ha perseverado con ejemplar constancia en la resolución del problema, dentro del sistema genuinamente alemán de *globos con armaduras interiores rígidas*, en los cuales éstas son las encargadas de la rigidez y el mantenimiento de la forma, cosas ambas que en los restantes globos se consiguen por un exceso de presión interior siguiendo la escuela que Meusnier inauguró, concibiendo el *ballonet*.

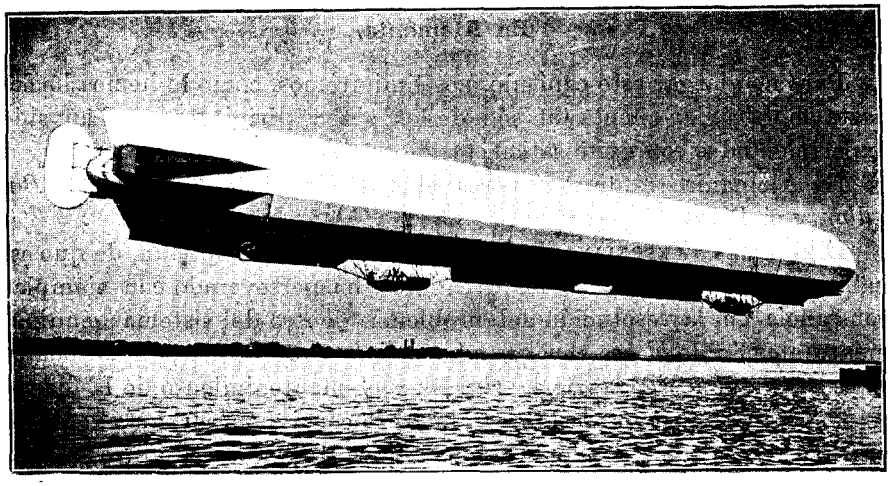
En 1895 se decidió el Conde de Zeppelin á construir un globo dirigible, fruto de sus ideas y experimentos, creándose una Sociedad por acciones con capital de un millón de marcos, de los cuales la mitad pertenecía á la fortuna personal del inventor.

En Manzell, posesión real, próxima á Friedrichshafen, puesta á disposición del Conde por el Rey de Wurtemberg, se instaló el establecimiento aeronáutico de la Sociedad, compuesto de numerosos edificios y de un barracón flotante de 142 metros de largo por 23 de ancho y 21 de altura, comenzándose la construcción de un gigantesco navío aéreo, que después de muchas modificaciones pudo elevarse y realizar su primer viaje el día 2 de julio de 1900, resultando deficiente su estabilidad, por lo cual se modificó el globo, aumentando sus órganos estabilizadores.

Cuatro globos tipo Zeppelin se han ensayado hasta el presente; perfeccionamientos sucesivos, hijos de la experiencia, han mejorado notablemente este dirigible en multitud de detalles de construcción, siendo digno de notarse la importancia creciente que á los órganos estabilizadores de todo género se ha venido dando en los diferentes sistemas. Des-

cribiremos uno cualquiera de ellos, pues como los principios esenciales no han variando, incurriríamos en enojosas repeticiones de describirlos todos, siendo preferible describir el único que en la actualidad se halla en condiciones de prestar servicio, y que ha sido adquirido por el Gobierno alemán (figs. 40 y 41).

Una armadura de aluminio, constituída por vigas armadas longitudinales, unidas por otras transversales de forma poligonal, todo muy arriostrado con gran número de tirantes, está recubierta por una tela



Dirigible tipo Zeppelin.

Fig. 40.

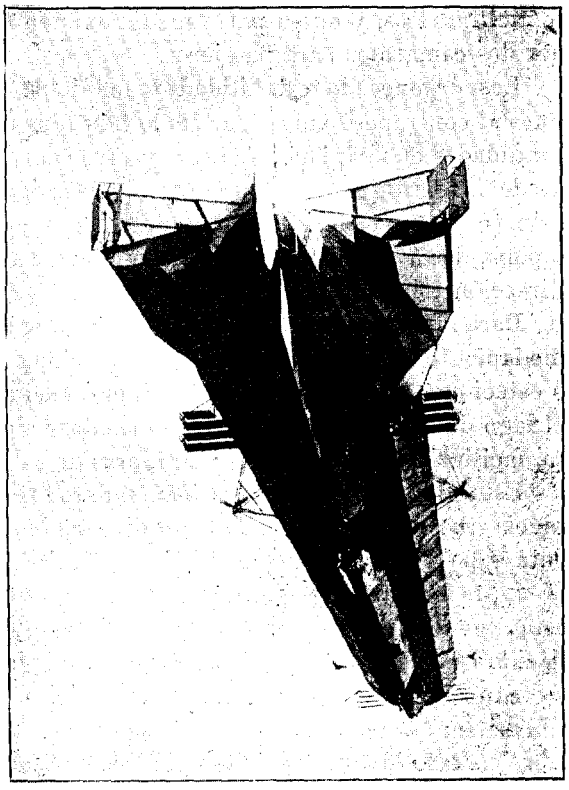
impermeable al agua, pero no al hidrógeno, y contiene en su interior 17 globos de tela cauchotada, provistos casi todos ellos de una válvula de seguridad muy sencilla. Entre cada dos de estos globos, que se llenan incompletamente de hidrógeno, va un saco impermeable, destinado á contener el lastre líquido, maniobrándose su vaciado desde las barquillas.

No se limita á esta armadura y á las barquillas, que son dos, situadas á proa y popa del globo, el número de órganos rígidos de este dirigible, pues une ambas barquillas una larga viga armada de sección triangular, de 60 metros de longitud, unida solidariamente á la armadura; viga que existe también á proa y popa, respectivamente, de la primera y segunda barquilla.

Las dimensiones del globo son: volumen, 13.000 metros cúbicos; longitud, 136 metros, y diámetro de la cuaderna maestra, 11,70 metros; la

sección es poligonal, de gran número de lados, y la forma general es un prisma ó cilindro redondeado en sus dos extremos.

Las barquillas, como las vigas armadas, van recubiertas de tela impermeable, estando preparadas para flotar en el agua, y están provistas en su parte inferior de resortes neumáticos para amortiguar los choques.



Dirigible tipo Zeppelin.
Fig. 41.

La de proa lleva en su interior un motor Daimler de 100 Hp., que da movimiento á dos hélices de tres ramas y de 2 metros de diámetro, girando en sentido contrario á 1.200 revoluciones por minuto; estas hélices están colocadas á uno y otro lado del globo, algo más elevadas que el meridiano inferior de éste y á 5 metros sobre la barquilla.

Desde la misma barquilla se manejan: el lastre, las válvulas de maniobra á mano, que son varias; los timones de profundidad y dirección y el contrapeso móvil, de que luego hablaremos. Un sistema de señales entre ambas barquillas, un portapliegos movido á mano, alguna herramienta y los órganos necesarios para conducir el globo completan el equipo de esta barquilla.

En la de proa va otro motor Daimler de 100 Hp., que mueve otras dos hélices, situadas de un modo idéntico á las dos de proa, y lleva, además de un sistema de señales análogo al de la otra barquilla y de la maniobra del contrapeso, todas las piezas de recambio y útiles de reparaciones en gran cantidad.

De la parte de viga armada inferior que está delante de la barquilla

de proa van suspendidas: la cuerda-freno, el ancla y el cono ancla; y en la parte comprendida entre ambas ruedas, sobre carriles, un contrapeso móvil, destinado á modificar la situación del centro de gravedad para corregir defectos de estabilidad; ambos extremos del corredor que forma esta viga central, recubierta de tela, van cerrados con puertas giratorias semicilíndricas, y en su parte media existen á uno y otro lado del corredor dos camarotes para pasajeros.

Los órganos de estabilidad y maniobra son múltiples y variados, pues al contrapeso móvil ya citado hay que añadir: dos timones de profundidades cuadriplanos á proa, y otros dos á popa, que se maniobran desde la barquilla anterior, estando provistos de indicadores de posición sus órganos de maniobra; cuatro grandes aletas de estabilidad, fijas á popa, dos á cada lado del globo, y entre cada par de éstas un timón de dirección triplano.

Para albergar este colosal navío aéreo, en el cual pueden navegar cómodamente 20 personas, ha sido necesario construir enormes barracones ó estaciones en Friedrichshaffen; una de las cuales se hizo flotante sobre el lago de Constanza para que se orientase siempre en dirección al viento, facilitándose con ello las maniobras de salida y entrada del globo.

Este globo posee indiscutiblemente todos los *records* de duración, distancia recorrida y velocidad propia, teniendo bastante estabilidad de ruta y poco cabeceo; su equilibrio vertical es precario, en cambio; debido á que los varios globos de hidrógeno que van dentro de la armadura están generalmente llenos sólo parcialmente y el equilibrio del globo flácido es más inestable que el del globo lleno.

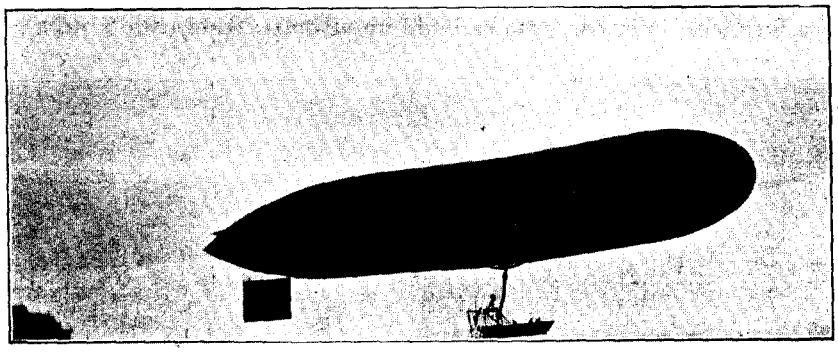
El principal inconveniente de este dirigible no es esta falta de equilibrio, sino su carencia de condiciones para tomar tierra y acampar al aire libre en caso de avería; el inventor espera conseguir dotar á su globo de estas cualidades que reconoce le faltan, pero mientras esto no se consiga, creemos que este globo no puede considerarse un dirigible militar, como sus diversos accidentes lo han demostrado. En el aire es el mejor dirigible actual y en tierra uno de los peores.

Dirigibles «Parseval».—El Mayor Von Parseval, uno de los inventores del *globo-cometa* empleado en la mayoría de los ejércitos, ensayó en Berlin en mayo de 1906 un globo dirigible, fruto de sus detenidos estudios y de su reconocido ingenio.

El dirigible se diferenciaba esencialmente de todos los existentes en no tener armadura interior, viga armada ni otro órgano análogo, estando confiados el mantenimiento de la forma y la rigidez, exclusivamente á la sobrepresión interior.

Cubicaba este primer modelo 2.300 metros cúbicos, midiendo 48 me-

tros de longitud y 8,57 de diámetro en su cuaderna maestra. La barquilla era muy pequeña, de sólo 5 metros de longitud, y distaba 9 metros de la parte inferior del globo, llevando en su interior un motor Daimler que giraba á 1.100 revoluciones por minuto, transmitiendo su movi-



Dirigible tipo Parseval.
Fig. 42.

miento á una hélice de 4,20 metros de diámetro de cuatro ramas, presentando la gran originalidad de que estas ramas eran flexibles, estando constituídas por superficies de tela fuerte, sobre las cuales iban distribuídas varillas de plomo para que, por efecto de la fuerza centrífuga, tomasen al ponerse en movimiento la forma calculada para su mejor rendimiento.

Un timón de dirección, dos aletas de popa para la estabilidad y los aparatos y órganos de maniobra comunes á todos los sistemas completaban el equipo del dirigible, el cual llevaba además una disposición de cámaras de aire y válvulas de entrada y salida análoga á la que, más perfeccionada, llevan los actuales globos de este tipo, y que luego describiremos.

La primera salida se verificó el 26 de mayo de 1906, evolucionando el globo con gran facilidad, llevando á su bordo al inventor, al Capitán Von Krogh y á los Sres. Müller y Keidel.

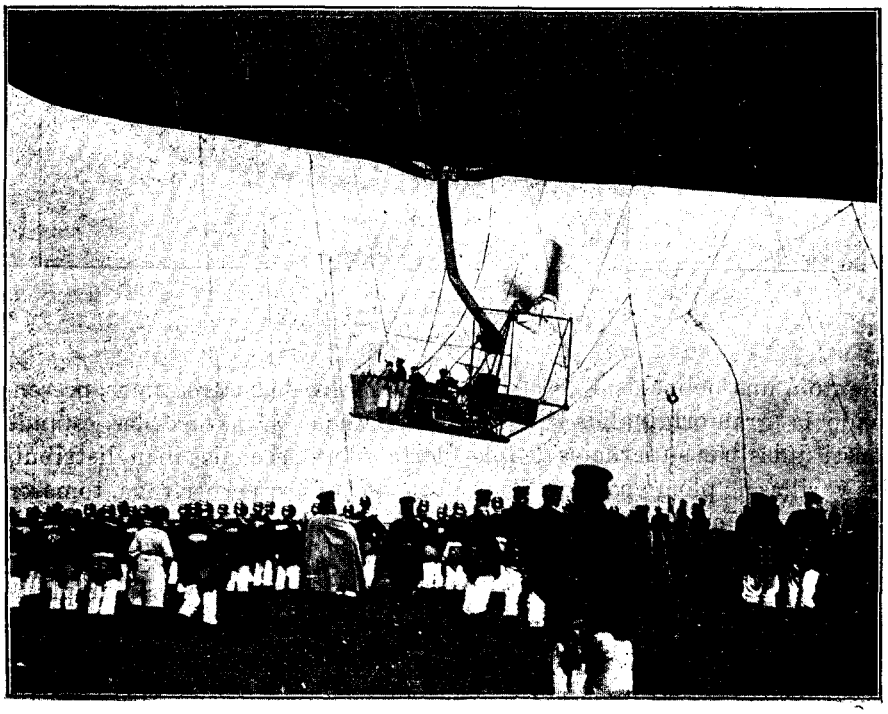
Como consecuencia de los buenos resultados obtenidos en éste y en los siguientes viajes aéreos, se constituyó en Berlín una Sociedad de estudios y construcciones aeronáuticas bajo la razón social «Motorluftschiffer Studien Gesellschaft», la cual se dedica principalmente á construir dirigibles bajo la dirección y con arreglo á las ideas del Mayor Parseval.

Entre los varios modelos construídos por la Sociedad describiremos el *Parseval* número 2, que además de ser el que ha realizado los mejores viajes ha recibido la sanción del Ministerio de la Guerra prusiano, que

lo ha adquirido para el servicio militar después de unas rigurosas pruebas de recepción.

El *Parseval* número 2 (fig. 42 y 43) tiene 3.700 metros cúbicos de capacidad, siendo sus dimensiones 59,50 metros de longitud, y 9,42 metros de diámetro de su cuaderna maestra.

La forma de la envolvente es la de un cilindro terminado á proa por



Dirigible Parseval.

Fig. 43.

un casquete casi semiesférico y á popa por otro ojival: lleva dos bandas de desgarre colocadas hacia ambos extremos del globo y una válvula de gran gasto situada en el centro del meridiano superior, cuya válvula puede abrirse de tres maneras: á voluntad del piloto, tirando de la cuerda correspondiente; por una ingeniosa disposición automática que la hace abrirse á la presión para que se ha graduado previamente y de un modo análogo á como funciona la *válvula de cabeza* del globo cometa al vaciarse la cámara de aire por dilatarse el gas del globo, sin más diferencia que en el *Parseval* existen dos cámaras de aire, una á proa y otra á popa, y la maniobra de la válvula central superior se hace cuando se han vaciado am-

bas cámaras ó momentos antes de haber expulsado todo el aire que contenían.

La presión interior se mantiene por medio de un ventilador de gran gasto, que inyecta aire en una ú otra de las dos cámaras, con objeto de restablecer el equilibrio ó inclinar á voluntad el eje del globo. La manga del ventilador desemboca en la *válvula de conmutación*, que consiste en una caja ó depósito de aire, provisto de orificios en comunicación con ambas cámaras, con el ventilador y con la atmósfera, los cuales se abren ó cierran automáticamente por medio de válvulas, de tal modo que esté siempre la cámara de aire que tenga menor presión en comunicación con el ventilador, y la otra con la atmósfera, por el intermedio de una válvula graduada, pudiendo además maniobrarse á mano dichas válvulas para conseguir que al hacerse la presión de la primera cámara, igual ó superior á la de la segunda, no se invierta el funcionamiento de las válvulas, si se desea aumentar la presión en aquélla, y, por consiguiente, en el globo, obligando á salir al aire de la otra cámara, obteniendo por este medio el aumento de peso de una de las puntas del globo relativamente á la otra.

La suspensión, análoga á la del globo cometa, está constituída por una serie de *pies de gallo* que, partiendo de una banda de amarre, van á reunirse en cuatro anillas metálicas, situadas dos delante y dos detrás de la barquilla; las dos anillas de cada costado se unen entre sí por un cable que pasa por una serie de poleas colocadas en la barquilla, la cual puede correr libremente sobre ellos, manteniéndose siempre paralela al eje del globo, merced á cuatro cables que por el intermedio de *pies de gallo* la unen á la parte central de la banda de amarre. Esta ingeniosa suspensión realiza el doble objeto de contribuir á la estabilidad por desplazarse el centro de gravedad del sistema al cambiar el esfuerzo de tracción y de poder inclinar el eje del globo con rapidez y gasto relativamente mínimo de potencia.

Como órganos estabilizadores y de maniobra lleva un timón de dirección y tres planos fijos colocados á popa: dos horizontales y uno vertical inferior, los cuales van siempre rígidos por efecto de la presión producida por el aire en el saco formado por las dos telas que recubren la armadura.

La barquilla es muy corta y lleva en su interior un motor N. A. G. (Neues Automóvil Gesellschaft), de seis cilindros, con carburación independiente cada grupo de dos, desarrollando una potencia de 100 Hp. á 1,100 revoluciones por minuto. Este motor pone en movimiento dos hélices *no rígidas* de cuatro ramas, situadas á ambos lados de la barquilla, y casi á la altura del meridiano inferior del globo.

Este globo tiene cualidades militares muy apreciables, pudiendo inflarse y vaciarse á campo raso, equiparse y desequiparse rápidamente, transportándose en dos carros y pudiendo acampar como un globo cometa.

Ha realizado magníficos viajes bajo la dirección del excelente piloto Capitán Von Kehler, desde el 13 de agosto de 1908 en que efectuó el primero con un recorrido de 88 kilómetros, obteniendo 12 metros por segundo de velocidad propia, hasta que fué aceptado por el Ministerio de la Guerra prusiano en septiembre de dicho año, después de haber realizado un viaje de doce horas, navegado á 1.500 metros de altura, descendido sin ayuda exterior y obtenido 12 metros por segundo de velocidad propia; condiciones todas estas impuestas en el pliego redactado por el batallón de Aerosteros de Berlín. En todas las ascensiones probó el globo sus condiciones maniobreras, notándose sólo en alguna, falta de rigidez por efecto de disminuir la presión interior.

Se construyen en la actualidad un globo de 5.600 metros cúbicos del mismo tipo, provisto de dos motores N. A. G., de 100 Hp., y otro de 2.500 metros cúbicos para un Aéro Club alemán. Estos globos se ensayarán en Bitterfeld (á 60 kilómetros al Sur de Berlín), donde la *Luftfarthzneg Gesellschaft* ha construído un gran barracón por disponer allí de hidrógeno á precio reducidísimo.

Dirigibles «Gross». — En el año 1906 recibió orden de su Gobierno el Jefe del batallón de Aerosteros prusiano, Mayor Gross, de proyectar y construir un globo dirigible que tuviera notorias cualidades militares. Con la colaboración del Ingeniero Bassenach y del Mayor Sperling, y la ayuda inteligente y entusiasta de los restantes Oficiales é Ingenieros del Servicio Aerostático construyó un pequeño modelo de capacidad pequeña, que llegó á navegar bastante bien en los varios viajes realizados durante el año 1907.

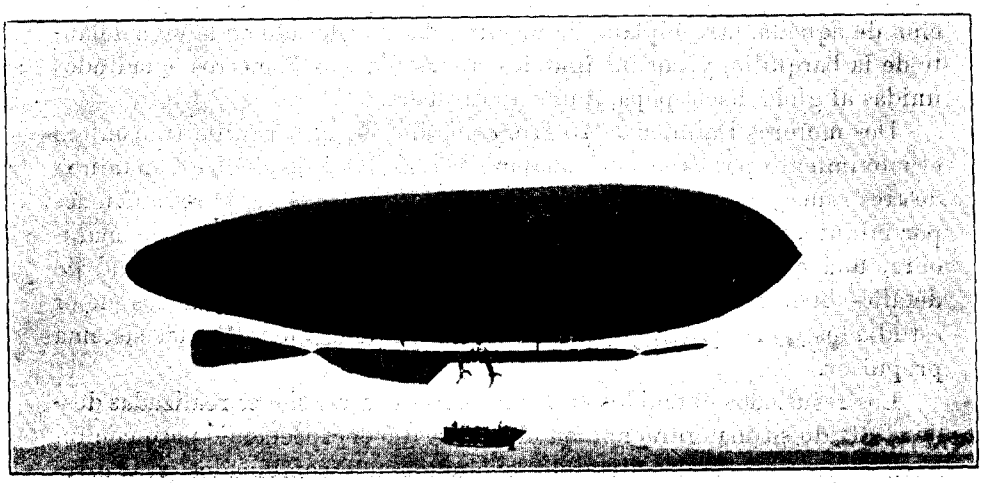
Se modificó la envolvente de este dirigible en dicho año; se ensayaron distintos órganos de estabilidad y maniobra, y se estuvo en condiciones al comenzar el 1908 de construir un nuevo modelo de suficiente capacidad para poder ser empleado con éxito en campaña.

Es digna de notarse en este globo la particularidad de que no habiendo inventores propiamente dichos, sino sólo ingenieros constructores, no ha habido las obstinaciones hijas del amor propio que en los otros dirigibles han paralizado su perfeccionamiento, por tratar los autores de sostener á todo trance disposiciones originalísimas, pero que la práctica aconsejaba abandonar.

Muy otra ha sido la conducta seguida en el batallón de Aerosteros de Berlín. Como el globo *Lebaudy*, era al recibir el Mayor Gross el encargo

de su Gobierno de construir un dirigible, el que indiscutiblemente había realizado mayores proezas y el más militar de todos, en él se inspiró con muy buen acuerdo al comenzar el primer modelo.

Modificaron luego órganos y disposiciones que consideraron perfecti-



Dirigible militar Gross.

Fig. 44.

bles, aumentaron la potencia por unidad de sección máxima, ensayaron nuevos propulsores y suprimieron por último la plataforma oval, que consideraron un defecto del *Lebaudy*.

El 13 de agosto por la tarde se elevaba por primera vez, en el Parque aerostático de Tegel, el *Gross* 2.°, que vamos á describir. La envolvente fusiforme, más afilada á proa que á popa (fig. 44), mide 65 metros de longitud, siendo 11,20 metros el diámetro de su cuaderna maestra y 4.800 metros cúbicos su capacidad. Dos cámaras de aire situadas á proa y popa bastante cerca de las puntas del globo reciben el aire de un ventilador de gran potencia adosado á la parte inferior de la envolvente, estando provista cada una de su válvula automática, maniobrable también á mano, desde la barquilla. Otras tres válvulas lleva el globo para dar salida al gas. Una grande no automática, situada hacia el centro del meridiano superior, y otras dos automáticas sin maniobra á mano, colocadas á popa simétricamente y muy próximas al meridiano inferior. Una banda de desgarre completa el sistema de órganos de vaciado.

De una banda de amarre que da vuelta al globo van suspendidas: la barquilla, que es corta y sólida, recubierta de tela en su proa y dividida en tres compartimentos, y una viga armada de sección triangular forma-

da por tubos de aluminio y de acero, recubierta de tela por completo, que contribuye á facilitar la conservación de la forma y la rigidez, además de servir para sostener la cuerda freno y los principales órganos de maniobra y estabilidad. Son éstos una quilla que va unida á la viga en su parte de popa, un timón de dirección monoplano situado en prolongación de aquélla, otro biplano de profundidades colocado en la viga delante de la barquilla, y por último dos aletas fijas de 5 metros cuadrados unidas al globo hacia popa, á uno y otro lado.

Dos motores Daimler de 75 Hp. colocados en la barquilla transmiten el movimiento por cables de cáñamo sin tensores á dos hélices metálicas de tres ramas, que giran en el mismo sentido ambas á 1.000 revoluciones por minuto, teniendo 2,30 metros de diámetro. Varias cuerdas de maniobra, una cuerda freno, dos depósitos de lastre líquido y multitud de detalles bien estudiados completan este globo, que es uno de los mejor estudiados y más prácticos, salvo algunos pequeños detalles del sistema propulsor.

Los resultados obtenidos en las numerosas ascensiones realizadas desde el día de su inauguración, en el cual se dió el espectáculo poco común hasta el presente de dos dirigibles evolucionando combinados (el *Parseval* y el *Gross)*, hasta el mes de abril que se desinfló, han sido en extremo satisfactorios, comprobándose que su velocidad propia era de 12 metros por segundo, que podía navegar á 1.500 metros sobre el mar, y que pudo realizar un viaje sin escalas de trece horas.

Otros dirigibles de este tipo se construyen en la actualidad, que junto con los nuevos *Zeppelin* y *Parseval* y los que se anuncian por todas partes, entre los que se distingue por su seriedad el que construye con gran secreto la Casa Siemens Schukert, colocarán la Flota Aérea Alemana á la cabeza de todas las del mundo, teniendo en cuenta además que con prudencia que les honra se han preocupado los alemanes de sembrar de barracones ó puertos de refugio todo el país, comenzando por los puntos estratégicos próximos á las fronteras ó en las líneas de invasión.

En Italia.

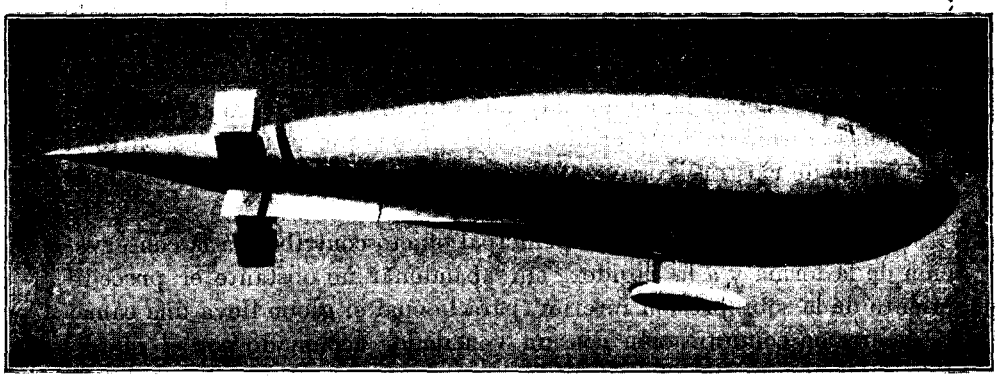
Desde 1904 se ocupa en Italia el Conde Americo da Schio de construir un dirigible ayudado moral y materialmente por los soberanos italianos y por el país en masa.

El dirigible *Italia*, fruto de sus estudios, tiene un volumen de 1.208 metros cúbicos, siendo tan pequeño por tratarse de un modelo; la envolvente tiene la particularidad de estar substituída la tela de su parte inferior por una lámina de caucho de algún espesor, que permite por su

elasticidad cambiar de volumen al globo, disposición que tiene por objeto poder prescindir de la cámara de aire; esta parte elástica de la envolvente es de 40 metros cuadrados, y permite un gran aumento de volumen.

Respecto á las válvulas automáticas, suspensión, viga armada, etc., no presentan particularidad alguna importante.

Un motor Buchet 12 Hp. acciona una hélice sistema Tatin de 4,50



Dirigible militar italiano
Fig. 45.

metros de diámetro colocada en la parte anterior de la viga, en el otro extremo de la cual se encuentra el timón vertical.

La primera salida se verificó el 21 de junio de 1905. sin que el éxito fuera satisfactorio, y en vista de que en los posteriores viajes no fueron mejores los resultados alcanzados, se substituyó el motor por un 24 Hp. Antoinette, con el que tampoco se obtuvieron velocidades suficientes ni rigidez satisfactoria, cambiándose nuevamente el motor, sin que hasta hoy se hayan reanudado los ensayos.

DIRIGIBLE MILITAR. — La Brigada especialista italiana cuenta en la actualidad con escogidos Oficiales y recursos suficientes para tener los servicios que le están encomendados á una gran altura; desde hace tiempo se han venido dedicando, como sabemos, al estudio teórico y experimental de la aerodinámica, y sus trabajos notables han tomado forma en un globo dirigible que hace pocos meses ha surcado por primera vez los aires en la campiña romana.

El dirigible militar italiano (fig. 45) presenta una forma exageradamente afilada hacia popa, que se aproxima bastante á la óptima teórica obtenida en el Laboratorio de Aerodinámica italiano, pero que tiene todos los inconvenientes que en otro lugar señalamos; el volumen del glo-

bo es de 2.600 metros cúbicos; su cuaderna maestra de 10 metros de diámetro se halla situada al cuarto de la longitud total hacia proa, y por último, el globo mide 60 metros de largo.

La parte inferior de la envolvente, que es de seda barnizada recubierta de polvo de aluminio, está constituída por dos telas, entre las cuales va una armadura metálica análoga á la del *Zeppelin*, pero que no comprende más que el tercio inferior del globo. Con objeto de poder sacar é introducir esta armadura, la tela exterior de las dos citadas va abierta por el meridiano inferior, cerrándose una vez dentro aquélla, por cuerdas que pasan por ojetes distribuídos en ambos bordes de la abertura.

La viga se compone de dos largueros tubulares de acero al níquel siguiendo la forma de dos meridianos del globo, que van unidos entre sí por medio de riostras y travesaños curvos, según líneas geodésicas de la superficie de la envolvente.

Esta armadura tiene por principal objeto contribuir á la conservación de la forma y á la rigidez, sin abandonar no obstante el procedimiento de la sobrepresión interior, para lo cual el globo lleva una cámara de aire en comunicación con un ventilador accionado por el motor. Pero además esta armadura facilita la colocación de los órganos de estabilidad y maniobra y la suspensión de la barquilla, lo cual se hace por un corto número de cables de acero unidos á los largueros de la armadura.

Dentro de la barquilla, que es una lancha dispuesta para navegar en caso de un descenso acuático, va un motor Clement-Bayard de 100 Hp., que transmite su movimiento á dos hélices situadas á uno y otro lado, y más elevadas que los bordes de la barquilla.

Estas hélices son de acero, de dos ramas y de 2,50 metros de diámetro; giran en sentido contrario una de otra á 1.300 revoluciones por minuto, y su paso puede hacerse variar desde la barquilla hasta conseguir la marcha atrás, cuya propiedad se utiliza en los descensos, que pueden hacerse así más fácilmente y con mayor precisión. Lleva además en su interior la barquilla, el mecanismo de embrague del ventilador, la manivela de maniobra á mano del mismo en caso de avería del motor, las palancas de carburación y encendido de éste, una cuerda freno, los volantes de maniobra de los timones, los aparatos y los útiles y piezas de recambio.

Como órganos estabilizadores lleva este dirigible: una quilla de gran longitud inferior al globo, tres timones de popa de dirección de gran eficacia, uno á continuación de la quilla y dos laterales, y por último dos triplanos de profundidades, colocados también hacia popa á uno y otro lado del globo.

Este dirigible realizó su primer viaje el día 5 de septiembre de 1908,

y pocos días después realizó una excursión ya algo más seria desde el aerodromo militar del lago Brascciano, donde tenía la estación, hasta Roma, evolucionando sobre esta ciudad y regresando sin el menor contratiempo al punto de partida después de un recorrido de 80 kilómetros, despertando gran entusiasmo la precisión de sus evoluciones, que fueron presenciadas desde el Vaticano por Su Santidad, y desde el Palacio del Quirinal, las terrazas, paseos y calles por los Reyes de Italia y todo el pueblo romano.

El período de experiencias fué corto, y no hubo que luchar en ninguna de las ascensiones con vientos fuertes; la velocidad propia obtenida fué de 9 á 10 metros, y la estabilidad, tanto de ruta como vertical, bastante buena.

En la actualidad están modificando el globo, agrandando el diámetro de la cuaderna maestra hasta 10,40 metros para obtener un volumen de 3.400 metros cúbicos. Los ensayos del dirigible, así modificado, tendrán lugar á principios del próximo verano, bajo la dirección del Mayor Moris, el inteligente Jefe de la brigada, secundado eficazmente por toda su brillante Oficialidad, y, en particular, por los Capitanes Crocco y Ricaldoni, inventores del sistema, los cuales esperan dotar al globo de cualidades militares, de que hoy carece, hasta conseguir que pueda acampar con vientos de 40 á 50 kilómetros por hora.

En Inglaterra.

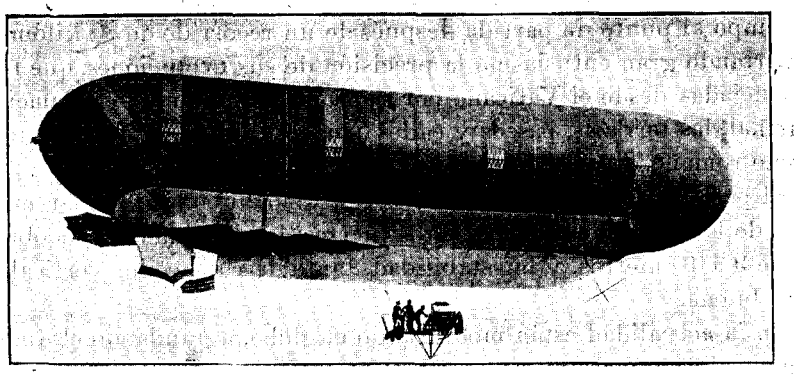
A pesar de que el War-Office no ha escatimado los recursos necesarios para dotar á la Gran Bretaña de una flota aérea, es lo cierto que este país ha quedado retrasado con respecto á otras naciones desde el punto de vista aeronáutico, á pesar de disponer en el establecimiento militar de Farmborough, dirigido por el Coronel Cappei, de una Oficialidad inteligente, de un personal obrero escogido y de talleres provistos de toda clase de elementos.

Desde los trabajos del Dr. Burton, tan lamentablemente terminados, no se había vuelto á intentar de un modo serio la construcción de un dirigible hasta que la opinión empezó á darse cuenta de la importancia que para Inglaterra, como para nación alguna, tiene la resolución del problema de la Navegación aérea.

En 1907 comenzó á construirse en la «Balloon Factory» un dirigible (fig. 46) que se ensayó por primera vez el 10 de septiembre del mismo año.

Cubica el dirigible militar (bautizado por los periódicos con el nombre de *Nulli-Secundus)* 2.400 metros cúbicos, tiene 9,30 metros de diá-

metro de la cuaderna maestra y 60 metros de longitud, su forma es cilíndrica, terminada á proa y popa por casquetes esféricos, su envolvente



Dirigible militar inglés.
Fig. 46.

es de tripa de buey *(baudruche)* en vez de ser de tela cauchotada ó barnizada.

Suspendida de cuatro bandas blancas de lona que envuelven el globo, por el intermedio de tirantes metálicos va una viga armada ó bastidor de sección triangular, á la cual va unida la pequeña barquilla de tubo de acero de 7,20 metros de longitud, provista de una pirámide inferior, como el *Lebaudy* francés con un motor de 50 Hp.

Timones celulares horizontes de proa y popa y el vertical de forma exagonal, que se vé en la figura con bastante claridad, completan el conjunto. La rigidez se obtiene por un ventilador que inyecta aire en la cámara que lleva en su interior el globo.

La primera expedición se hizo con facilidad y fué audaz, pues como primer viaje recorrieron 80 kilómetros en tres horas treinta minutos, desde el Polígono de Aldershot á las inmediaciones del *Cristal-Palace*, en Londres; pero cuando quisieron regresar se vió que la velocidad del dirigible era inferior á la del viento, y decidieron descender desinflando el globo. Otras nuevas experiencias se hicieron sin que dieran resultado, y en vista de que el globo había sufrido mucho, se hizo por los Coroneles Capper y Templer, secundados por sus Oficiales, un nuevo globo, que creemos ha dado mejores resultados que el primero, del cual no difiere más que en su volumen mucho mayor y en dos grandes planos equilibradores colocados bajo el globo.

En la actualidad construyen un tercer dirigible, algo mayor, provisto de un motor inglés de 100 Hp.

Citaremos el globo de Spencer, análogo á alguno de los Santos-Dumont, que describiremos, con 566 metros cúbicos de capacidad. La habilidad del aeronáuta ha suplido alguna vez la insuficiencia del motor de 3,5 Hp. y los defectos del aparato, realizando ascensiones con regreso al punto de partida en días de poco viento.

En el Brasil.

No pueden olvidar los brasileños que á un compatriota suyo, Bartolomé Lorenço de Gusmao, se atribuye el invento que los hermanos Mongolfier dieron á conocer en Annonay; Severo y Santos Dumont se han encargado de conservar la tradición aeronáutica de este país.

Santos Dumont, cuyo nombre debe figurar en primer término en el *Libro de Oro* de la Navegación aérea en todos sus aspectos, ha construído *catorce* dirigibles de variadas formas y dimensiones, con la mayoría de los cuales ha realizado notables viajes.

El 18 de septiembre de 1898 se elevaba en el Jardín de Aclimatación de París el *Santos Dumont núm. 1*, pequeño globo de 180 metros cúbicos, cuya envolvente de seda del Japón barnizada tenía una forma cilíndrica terminada por un cono en cada extremo, siendo su longitud total 25 metros y su diámetro máximo 3,50 metros. En el interior iba una pequeña cámara de aire alimentada por una bomba de bicicleta.

Suspendida de una banda de amarre, que este globo llevaba en su parte media, iba una pequeña barquilla de mimbres que contenía un motor Dion de 1,75 Hp., el cual daba movimiento directamente á una hélice de dos brazos de un metro de diámetro que giraba á 1.200 revoluciones dando un esfuerzo de tracción de 11 kilogramos.

Como órganos de estabilidad y dirección llevaba tan sólo un timón vertical triangular situado á popa, una cuerda freno móvil y sacos de lastre, suspendidos á proa y popa, que se podían meter á voluntad en la barquilla, descargando así la proa ó la popa, según conviniera.

Este globo tenía varios defectos: su gran alargamiento, la carencia de viga y de suspensión indeformable, el gran par perturbador, etc., á pesar de lo cual, la gran habilidad y la sangre fría del inventor hicieron prodigios, realizando viajes bastante felices, hasta que habiéndose elevado un día hasta 400 metros, el globo se plegó al descender, por insuficiencia del gasto de la bomba encargada de sostener la sobrepresion interior.

Algunos de los defectos señalados se corrigieron en el *Núm. 2*, de 200 metros cúbicos, que fué destrozado por el viento en su primera y única ascensión.

El *Núm. 3*, de 500 metros cúbicos de volumen, 20 metros de longitud y 7,50 metros de diámetro máximo, llevaba una especie de viga rudimentaria, constituída por un bambú de 10 metros, que servía de intermediario entre la barquilla y el globo. Este dirigible parece alcanzó 6 metros por segundo de velocidad propia, pero la carencia de cámara de aire y ventilador constituían un error grave y peligroso.

En el *Núm. 4* ya la viga se hizo una verdadera quilla, formada por varias piezas verticales y horizontales de bambú arriostradas por cables. El aeronáuta, que como en todos ha sido siempre el mismo inventor, iba montado en un sillín de bicicleta, no existiendo barquilla.

Todos los anteriores dirigibles estaban movidos por motores de escasa potencia, y como además el reducido volumen del globo no permitía llevar lastre ni esencia para mucho tiempo, resultaban necesariamente de muy poco recorrido las ascensiones hasta entonces efectuadas. Con la mira de realizar verdaderos viajes aéreos, construyó en 1901 el *Núm. 5* de 550 metros cúbicos, con una longitud de 33 metros y un diámetro máximo de 6,50 metros. En este modelo existía una larga viga armada, de sección triangular, análoga á la del *La France*, en la cual iba un motor Buchet de 16 Hp., girando á 1.600 revoluciones, que accionaba por medio de una transmisión demultiplicadora una hélice de 4 metros de diámetro girando á 140 vueltas por minuto.

Después de una caída en una posesión de M. Rothschild, el globo se destrozó definitivamente en el techo de los hoteles del Trocadero, salvándose milagrosamente Santos Dumont.

Los accidentes han tenido siempre la propiedad de animar la nunca desmentida audacia de Santos, no siendo pues de extrañar que al muy poco tiempo del serio accidente que acabamos de reseñar obtuviera el *sportman* brasileño un triunfo de gran resonancia mundial, ganando el *premio Deutsch*, de 100.000 francos, por haber realizado en media hora el recorrido aéreo «Parque del Aero-Club-Torre Eiffel-Parque del Aero-Club». La velocidad obtenida en esta prueba fué de 7,50 metros por segundo, y el recorrido total excedió de 11 kilómetros.

Puede decirse que aquí termina el papel importante que la Providencia tenía, sin duda, reservado á Santos-Dumont en esta rama de la navegación aérea. Poco importa la descripción del *Núm. 6*, que apenas difiere del *Núm. 5*, ni su *aeronave de carrera (Núm. 7)*, de 1.257 metros cúbicos, con un motor de 60 Hp.; ni *el omnibus* (Núm. 10), de 2.010 metros cúbicos; ni aun *el mixto* (Núm. 14), que no dió buenos resultados; todos presentan particularidades interesantes, detalles bien estudiados, ideas ingeniosas; pero realmente no son dirigibles prácticos, y quizás ninguno de ellos está en condiciones de recibir inmediatas aplicaciones

militares, por ejemplo. No disminuye por ello la importancia del papel desempeñado por Santos-Dumont en la Historia Aeronáutica, pues sólo el haber reanimado á los inventores, amilanados por fracasos y catástrofes, y el haber demostrado la posible fecunda aplicación del naciente motor de explosión á la navegación aérea, le hacen acreedor al nombre y la consideración de que goza justamente en el Mundo entero. En la imposibilidad de presentar fotografías de los numerosos Santos Dumont, damos (fig. 47) la del número 9, el que mayor popularidad alcanzó en París, sobre todo por sus viajes por las grandes avenidas, descendiendo á la puerta del domicilio de su dueño, y por sus precisas evoluciones sobre Longchamps el 14 de julio de 1908.



Dirigible Santos-Dumont número 9.
Fig. 47.

En otras naciones.

Como nos hemos propuesto reseñar solamente los dirigibles que hayan sido ensayados con buen éxito, y que sean susceptibles de aplicaciones serias, no nos detendremos más que á citar algunos de los numerosos ensayos realizados en los restantes países, pues realmente nada serio y definitivo se ha hecho en ellos en materia de globos dirigibles.

En Austria, desde los experimentos de Paul Haenlein en 1872, no se ha vuelto á ensayar ningún globo dirigible. En Bélgica se construye, por el Comandante Clement de Saint-Marcq, un 4.000 metros cúbicos, provisto de dos motores de 100 Hp. cada uno. En los Estados Unidos se han celebrado dos concursos de dirigibles, en San Luis (Misuri), á los que han concurrido varios globos, de los cuales ninguno ha obtenido velocidades aceptables, y para no hacer interminable este resumen, podemos afirmar que la mayoría de los países, entre ellos el nuestro, se han preocupado del problema que estudiamos, pudiendo afirmarse que en plazo muy breve toda potencia de primero ó segundo orden contará con una flota aérea susceptible de aplicaciones militares.

CONCLUSIÓN

Creemos haber demostrado que el globo dirigible existe, y que ha entrado ya en el dominio de la práctica; vamos á tratar de examinar sus principales aplicaciones.

Son éstas de cuatro clases: científicas, militares, comerciales y deportivas.

Desde el punto de vista científico puede el globo dirigible, en su estado actual, prestar utilísimos servicios en la exploración de territorios desconocidos, en levantamientos de planos ó mapas, en trabajos meteorológicos, en comprobación y obtención de leyes de aerodinámica, etc. Ya se trata de aplicarlo al descubrimiento del Polo por el americano Wellman y por los entusiastas de Zeppelin.

Es innegable, sin embargo, que las principales aplicaciones actuales de los globos automóviles son al arte de la guerra, siguiendo en esto el mismo camino que la mayor parte de los inventos modernos, cuyas primeras aplicaciones han sido militares, originando éstas nuevos progresos en dichos inventos y estableciéndose así la estrecha reciprocidad existente entre la Ciencia y la Guerra.

Las aplicaciones militares de los dirigibles son de dos clases principales: en unas, la exploración táctica y estratégica, reconocimiento de posiciones, levantamientos rápidos topográficos, transmisión de órdenes, establecimiento de comunicaciones entre dos ejércitos separados por accidentes orográficos de importancia ó entre una plaza sitiada y el ejército de socorro ó el resto de la nación, etc., etc., el globo es empleado como medio auxiliar ó instrumento utilísimo en manos de un General que sepa sacar de él todo el partido posible; en otras en el lanzamiento de explosivos sobre las plazas fuertes (permitido hoy por las leyes internacionales) ó sobre campamentos y escuadras, en la persecución y destrucción de globos cautivos y libres, etc., es empleado el dirigible como arma ofensiva.

Sin despreciar, ni mucho menos, estas segundas aplicacienes militares, y creyendo, por el contrario, que puede ser grande no sólo el efecto material de los explosivos, sino el moral, por la intranquilidad que en una plaza sitiada ó en un campamento ha de producir la seguridad de que todas las noches surcará su atmósfera varias veces un dirigible que lanzará granadas, con preferencia sobre sus depósitos de pólvora y municiones, sobre las tiendas ó edificios de los cuarteles generales, etc., cree-

mos sin embargo que la importancia actual del dirigible está sobre todo en las primeras aplicaciones señaladas en el párrafo anterior.

La cada día mayor extensión de los frentes de batalla modernos, el alcance creciente de las armas de fuego y la gran importancia que ha tomado el aprovechamiento de los accidentes del terreno en el combate, ha hecho, como consecuencia, más difícil la exploración, siendo necesario disponer de toda clase de instrumentos exploradores. De aquí la conveniencia del empleo de los globos, y sobre todo del dirigible, como instrumento dotado de una gran movilidad, que puede sin peligro y con extraordinaria rapidez efectuar reconocimientos á gran distancia y en sitios donde la caballería y la infantería tropezarían para llegar con mil obstáculos, que no delata la situación de las tropas amigas y que permite al general en jefe efectuar por sí los reconocimientos y revistar las posiciones de ambos ejércitos. La observación del tiro de la artillería amiga, la de los movimientos de las tropas enemigas y la transmisión de órdenes serán las principales aplicaciones del dirigible durante la batalla, y cuando ésta termine, si ha sido favorable el resultado para sus tropas, seguir al enemigo en su retirada, observando las nuevas posiciones que tome, y en caso desfavorable vigilar la aproximación de refuerzos y los movimientos envolventes del enemigo y transmitir á las diferentes fracciones de su ejército las órdenes de repliegue.

Esto en cuanto al papel del dirigible en una batalla campal; en el sitio de una plaza fuerte ó marítima tiene importantísimas aplicaciones, tanto para denunciar al sitiado la aproximación del ejército ó escuadra enemigos, sus movimientos y trabajos de aproche, sus medios ofensivos y trenes de sitio, establecer comunicaciones regulares con el exterior, etcétera; como para hacer conocer al sitiador los medios de defensa de que la plaza dispone, examinar sus fortificaciones y artillado, la situación y número de los buques que constituyan la defensa móvil de los puertos, la disposición de los arsenales, de las baterías de costa y estaciones de torpedos, delatar la aproximación de ejércitos de socorro ó de reacciones ofensivas del sitiado y otras varias que sería prolijo señalar.

Todas las aplicaciones que reseñadas quedan pueden considerarse *tácticas;* quedan aún por citar las *estratégicas,* realizadas por medio de globos dirigibles que se internen en país enemigo para sorprender los planes de movilización, las fortificaciones de la frontera, la constitución de sus ejércitos invasores ó defensivos, seguir los movimientos de éstos procurando sorprender sus planes de campaña y cuantos datos el General en jefe juzgue conveniente conocer.

No son idénticas las condiciones que necesita el dirigible que ha de desempeñar misiones tácticas que las que debe reunir el que ha de des-

empeñar papeles estratégicos; de aquí que ya empiece á dibujarse la tendencia á construir dos tipos de globos dirigibles: el *estratégico*, de gran radio de acción, y por consiguiente de gran volumen y no excesiva potencia de motor; y el *táctico*, cuyo volumen es más pequeño para poder reponer sus provisiones de gas, lastre y combustible al cabo de cierto número de horas y disponiendo de gran motor que le imprima gran velocidad, no teniendo tanta importancia en éstos como en los estratégicos el consumo horario de esencia.

Unos y otros necesitan como complemento indispensable un cierto número de *estaciones* distribuídas por las líneas de invasión, en las cuales puedan guarecerse los dirigibles en casos de viento fuerte ó de averías en su mecanismo.

Vamos á decir dos palabras sobre la vulnerabilidad de los dirigibles: todavía no se han hecho experiencias en ningún país de tiro contra globos dirigibles, y sí sólo en varios, entre ellos en el nuestro, sobre globos cautivos ó libres en días de calma. No pueden, por tanto, hacerse deducciones comparativas, pues la movilidad del dirigible es su mejor defensa.

Puede, sin embargo, afirmarse que con las piezas actuales de artillería de campaña y con los medios ordinarios, el globo sería *totalmente* invulnerable á cualquier distancia, con sólo navegar á más de 800 metros de altura, y si la artillería emplea algunos artificios, su invulnerabilidad sería absoluta navegando á 1.500 metros de altura, siempre que el dirigible se encontrase á menos de tres kilómetros ó á más de seis de la pieza.

Se construyen actualmente cañones de campaña montados sobre automóviles que pueden tirar con inclinaciones hasta de 70°, teniendo un alcance vertical de más de cuatro kilómetros. No creamos mucho, sin embargo, en el poder ofensivo de piezas montadas sobre automóviles, cuyas ballestas tendrían que soportar el retroceso de piezas que tiran casi verticalmente, y recordemos que el problema mucho más sencillo del cañón automóvil de tiro horizontal no ha sido aún resuelto. La velocidad del automóvil deberá ser muy grande para poder seguir á un dirigible que marche en línea recta por carreteras, que no estarán totalmente despejadas, ni mucho menos.

No es, además, la principal dificultad del tiro contra globos la imposibilidad de tirar con grandes ángulos; las artillerías de sitio disponen de piezas pudiendo tirar con ángulos superiores á 45°, y no obstante, no se ha pensado hasta ahora en utilizar estos cañones contra los dirigibles. Dos son las defensas de éste contra la artillería: la gran movilidad del blanco, y la dificultad de la observación y corrección del tiro.

No podemos extendernos en examinar al detalle estos dos interesantes puntos que dejamos á la consideración de nuestros lectores, los cuales pueden examinar los resultados de numerosas experiencias de tiro contra globos cautivos en Alemania, publicada por la Comisión de Artillería de Juterborg, los análogos de Francia y Austria y los obtenidos en España resumidos en una Memoria por el Coronel Vives, y una vez examinados, establecer la diferencia que existe entre un globo cautivo dotado de una movilidad prácticamente nula y un dirigible que en pocos minutos puede cruzar la zona peligrosa y hacerse invulnerable al situarse sobre las baterías enemigas.

En último término, si el dirigible navega en la zona peligrosa por convenir así al que lo emplee, no olvidemos que *vulnerable* y *alcanzado* distan mucho de ser palabras sinónimas, y que no existirían las guerras si se excluyesen de ellas las tropas, navíos y elementos que no se reputasen completamente invulnerables.

Nos quedan por examinar las aplicaciones deportivas y comerciales: las primeras son grandes, estando sólo limitadas por el excesivo coste de los navíos aéreos y sobre todo del hidrógeno. Cuando el de éste abarate, ¿serán posibles los transportes en común de pasajeros y mercancías en casos particulares? No parece vislumbrarse aún ese día, pero sería aventurado negar su posibilidad.

En el siglo xx, y en especial en navegación aérea, todo puede esperarse; nada debe sorprendernos.

FUNCIÓN TÉCNICO-SOCIAL DEL INGENIERO

FUNCIÓN TÉCNICO-SOCIAL

DEL

INGENIERO

CONFERENCIA

leida ante la 6.ª Sección del

CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

POR EL

EXCMO. É ILMO. SR. D. JOSÉ MARVÁ Y MAYER

GENERAL DE BRIGADA,

DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y DEL INSTITUTO DE REFORMAS SOCIALES

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1909

FUNCIÓN TÉCNICO-SOCIAL DEL INGENIERO

PRÓLOGO

Origen de los conflictos entre el capital y el trabajo.—Organización corporativa y régimen de libre competencia.—Corolario acerca de la solidaridad entre los contratantes del trabajo.—Rapidez de las fortunas creadas merced á la labor colectiva.—Reivindicaciones.—Surgen los antagonismos.—Intervención del Ingeniero en la acción conciliadora.—Pertinencia del tema.

Trazando á grandes rasgos la evolución del trabajo y de la industria en el siglo XIX, aparece el *origen de los conflictos entre el capital y el trabajo.*

En los siglos precedentes, estos factores tienen una organización corporativa, viven en un régimen de colectivismo. La corporación (puramente patronal) tiene por objeto reclutar obreros, organizar metódicamente el trabajo, uniformar la producción, en fin, monopolizar el oficio, la fabricación y la venta, y defenderse contra la producción exterior.

Los obreros no están incluídos, no forman parte de la corporación en tanto sean aprendices ó compañeros y no lleguen á la categoría de maestros. Estos educan á los aprendices y el aprendizaje dura muchos años.

Pero á la organización corporativa, *monopolizadora de la industria y del trabajo*, sucede el régimen de la *libre competencia*; y este régimen, fomentado por la poderosa arma llamada *máquina-herramienta*, por el *maquinismo*, trae por consecuencia el concentrar la producción en núcleos, en focos, más poderosos.

Fué desapareciendo el gran número de talleres corporativos que todavía funcionaban en el siglo XVIII y aun en el XIX, y entró en escena *la gran industria*, régimen caracterizado por esas fábricas colosales, constituídas las más de las veces en forma de sociedades anónimas, por

acciones, que emplean ejércitos de obreros, recogen, condensan los capitales disponibles y restituyen el producto en forma de dividendos, no á la masa de trabajadores reducidos á salario fijo, á veces insuficiente, sino á los capitalistas privilegiados que han confiado sus ahorros, y su supérfluo, á los fundadores de esas vastas empresas.

Y así se constituyó, en el orden industrial, una especie de feudalismo capitalista análogo al feudalismo comercial de los *grandes almacenes*, tan temido por el pequeño comercio, ó al feudalismo financiero de esas sociedades bancarias cuyo capital se cuenta por centenares de millones y que tratan de potencia á potencia con los Estados pedidores de dinero.

Hay quien dice que ese pretendido feudalismo es hasta cierto punto democrático, porque permite que las modestas fortunas, incluso la del obrero, puedan aportar sus ahorros, convertir sus economías en acciones ú obligaciones, y pasar á la categoría de capitalistas.

Cierto; pero no lo es menos, que el régimen industrial moderno está muy lejos de haber contribuído á la nivelación de las fortunas, que es en lo que consiste la verdadera riqueza; no en qué haya unos cuantos poderosos entre millones de miserables; antes bien, ese régimen, más en Norte América que en Europa, ha servido para la formación rápida de fortunas inmensas.

Corolario de estos hechos, el más grave, desde el punto de vista social, es haberse roto los moldes en que se desenvolvía la antigua industria, y desaparecido la solidaridad real que, bajo *el antiguo régimen*, ligaba amenudo el patrón al obrero. En la *gran industria*, la distancia es inmensa entre el patrón y los obreros; con frecuencia el patrón es un ente impersonal, una sociedad, una federación de capitales, representada por un simple agente, un director, ejecutor de las decisiones del Consejo de Administración ó de la Asamblea general de accionistas.

En tal clase de organizaciones, merced á la labor colectiva, el obrero ve formarse rápidas fortunas, que provocan reivindicaciones vehementes, cuando no justificadas.

Se presenta, de modo crudo y escueto, por un lado el *capital*, por otro el *trabajo*, surgiendo entre ambos esos enconados antagonismos que de la gran industria se han extendido á la pequeña, y que se agudizan y envenenan con riesgo de llegar á sangrientas violencias si no existiera

un poder conciliador y arbitral, interpuesto entre las fuerzas rivales, un elemento de paz social que, por medio de legislación previsora, tiende á mejorar la condición del obrero aun al precio de ciertos sacrificios consentidos ó impuestos por la ley.

Uno de los elementos llamados naturalmente á intervenir en esa acción conciliadora, es el Ingeniero, cuya virtud de pacificación reviste innegable eficacia, ya por su inteligencia, que pone al servicio del mejoramiento de las condiciones en que el obrero ejecuta su trabajo; ya por la superioridad de sus conocimientos que emplea en difundir la enseñanza profesional; ya como fiel guardador de la legislación tutelar del obrero; ya, en fin, por el ascendiente que, como resultante de todo esto, puede y debe alcanzar sobre los obreros cuyo trabajo dirige.

En este rápido bosquejo se vislumbra el objeto de la presente conferencia, cuyo título *Función técnico-social del Ingeniero*, necesitaría, para su desarrollo, mayor tiempo, y mejor intérprete.

El tema encaja perfectamente en el cometido y propósitos de la Sección de Ciencias aplicadas, pues desde el punto de vista social, el Ingeniero y Arquitecto, por razón de su profesión, está constantemente en contacto inmediato con el obrero, cuyos trabajos organiza, dirige y ordena, y no puede dejar de interesarse en los problemas sociales. En lo técnico, tiene relación con el progreso de las ciencias y de sus aplicaciones, lema y objeto de la naciente Sociedad, fórmula y signo de la cultura nacional.

Añadamos también que en algunos progresos de las ciencias aplicadas ha ejercido influencia la necesidad de resolver problemas de orden social, y existe cierto paralelismo entre el desarrollo de la legislación tutelar del obrero y los adelantos de la tecnología industrial y del trabajo.

Expuestos ya sumariamente los prolegómenos de la cuestión, voy á entrar en materia, lamentando que al hacerlo no me acompañen las altas cualidades oratorias que son nesarias, no ya para cautivar vuestra atención ilustrada, sino para justificar siquiera el uso de mi palabra en el seno de esta docta Asociación.

II

Del Ingeniero en sus relaciones con la masa obrera.

El Ingeniero tiene ancho campo de influencia social.—Necesidad de conservar el contacto con el obrero.—Cualidades que debe desarrollar en su trato con éste.—Aspectos de la función social del Ingeniero desde los puntos de vista material, moral é intelectual.—Instrucción profesional del obrero.—Aprendizaje y Escuelas técnicas.—Necesidad de abandonar procedimientos arcáicos.—Leyes tutelares del obrero.—Su lamentable desconocimiento en España.—Elevada finalidad de estas leyes.—Su cumplimiento es, para el Ingeniero, labor de la más alta importancia.—Virtualidad que ha de encontrar en ellas para prevenir y conjurar los conflictos sociales.

El Ingeniero está encargado de la dirección facultativa de la fabricación y del trabajo en general por lo relativo á las manipulaciones de las materias, entretenimiento del material y edificios, vigilancia del personal obrero, y de otras funciones, que ya expondremos. Pero aun limitando á lo expuesto su cometido, tiene ancho campo donde poder ejercitar su influencia social.

Para adquirir y conservar legítima influencia sobre el obrero que tiene á sus órdenes, para hacerse querer y respetar, es preciso que no escatime el contacto con él en sus frecuentes visitas á los trabajos; que el operario vea en el Ingeniero un sér de mayor ilustración y conocimientos profesionales, pues nada existe que barrene tanto el respeto y la disciplina como el convencimiento de que el superior no está á la altura de su cometido.

Ha de dar muestras de bondad y benevolencia, que se concilian y compadecen con la firmeza en el mantenimiento de la disciplina y la resistencia á toda pretensión exagerada. Ha de atender las reclamaciones y reivindicaciones; no debe impedir las moderadas manifestaciones de estos sentimientos de protesta, y lejos de cohibir el derecho de reclamación, ha de escuchar con ánimo graciable la que le dirigen sus obreros.

El papel del Ingeniero y de todo director técnico de un trabajo, sea el que fuere, no es solamente velar por la buena ejecución de ese trabajo y la baratura de la mano de obra; es preciso también que se ocupe, y

preocupe, del mejoramiento de las condiciones materiales, morales é intelectuales, de los obreros á cuyo frente está.

Ha de demostrar al obrero el interés que le inspira su salud, su vida, su bienestar, su enseñanza profesional.

El accidente del trabajo ocasiona al obrero un daño económico al par que un daño físico. Prescindamos de aquellos accidentes que le convierten en inválido del trabajo, y aun en aquellos otros, menos graves, que le incapacitan temporalmente; la reparación pecuniaria (medio jornal, asistencia facultativa, etc.) no le recompensa, porque la aptitud física queda siempre resentida, mermada, después de un accidente de cierta importancia; y toda disminución de capacidad para el trabajo equivale á una disminución de salario para el porvenir.

La falta de higiene conduce, aunque más lentamente, á las mismas consecuencias; crea ó agudiza las enfermedades profesionales que acortan la capacidad para el trabajo, y conducen al hospital.

Por todo esto, á la indiferencia en tales asuntos, endémica en nuestro país, debe reemplazar sentimientos generosos de humanidad; y al atender á ellos el Ingeniero, poniendo á su servicio sus conocimientos, su solicitud, su posición, conseguirá los mejores efectos en las relaciones sociales de obreros y patronos, y vendrá á ser un elemento de paz social. Lo mismo digo de cuanto tienda al bienestar material de la clase obrera.

Se dirá que el Ingeniero, ya como funcionario oficial en manufacturas ú obras del Estado, ya como técnico al servicio de una empresa ó de un particular, carece, en ocasiones, de autonomía suficiente para contribuir á tan bellos ideales.

Mayores facilidades tiene para todo esto el Ingeniero en obras y manufacturas del Estado, porque en ellas los operarios suelen gozar de ventajas excepcionales desde el punto de vista de regularidad del trabajo, seguridad, instituciones de asistencia y socorros, retiros, etc. De aquí el que el reclutamiento sea más fácil y las demandas de trabajo más numerosas aún con salarios menores á veces.

Y como no tienen *participación de intereses* en los resultados financieros de la industria y, por ende, su interés no es antagónico con el de los obreros, su situación tiene garantías que la industria privada tal vez no pueda ofrecer.

Y aun cuando la Administración no disponga de los fondos ó créditos indispensables para ejecutar las obras necesarias á la seguridad é higiene del trabajo, y á otros fines conducentes al bienestar del obrero, el Ingeniero está en el deber de proponer lo necesario é incluirlo en los presupuestos de obras y servicios, ya para establecer lo que no existe, ya para mejorar lo existente. Así eludirá toda responsabilidad moral.

Por otra parte, el *Estado patrono* no ha de poner, en general, inconvenientes, ni pretender substraerse á las obligaciones que impone á los particulares; esto equivaldría á proclamar nulas para él las leyes que estima buenas para la industria privada.

Los particulares (patronos) tal vez ofrezcan resistencia mayor; pero el Ingeniero debe ejercer su influencia para conseguir tales propósitos, demostrando su conveniencia social y desvaneciendo preocupaciones que algunas veces son hijas de la ignorancia ó desconocimiento de los asuntos.

Los Ingenieros al servicio de Sociedades anónimas se encuentran en peor situación. En lucha, á veces, con gerentes ávidos de rendimientos, vienen á ser la *cabeza de turco*, están en el laminador, entre el capital que exige y el obrero que reclama y resiste. Deben cumplir su deber con el primero, pero sin olvidar al segundo.

Y en último término, cábeles el recurso de hacerse fuertes por la Asociación, para no admitir imposiciones antagónicas con las leyes obreras y con su misión técnico-social. Ya que los Ingenieros se asocian para fines profesionales de interés particular, en grupos y *grupitos*, ¿por qué no unirse para esta obra de paz?

En otras naciones, han sentido los Ingenieros la necesidad de salir de su aislamiento, de agruparse, para coadyuvar á los fines sociales, que se van cumpliendo á favor de esta valiosa cooperación técnica.

El obrero no es tan solo modesto auxiliar de máquinas que ejecutan automáticamente la parte más difícil del trabajo; no lo es ni aun en aquellas máquinas de la gran industria, verdaderamente maravillosas, á las que no falta más que hablar, como esos colmos de perfección de algunas máquinas americanas que, dicen algunos, hace inútil todo aprendizaje. No; para el trabajo á la máquina, como para el trabajo á mano, la habilidad profesional del obrero es un importante factor de la bondad de la obra ejecutada.

¿Y cómo puede adquirir el obrero esa habilidad profesional? Dos procedimientos hay:

Aprendizaje en el taller.

Aprendizaje en Escuelas técnicas, elementales y superiores.

Para ciertos trabajos, sobre todo en las pequeñas industrias, el aprendizaje en el taller es indispensable para perfeccionar la técnica del oficio.

Pero no la forma arcáica del aprendizaje en el taller, tal como se practica entre nosotros, tomando al aprendiz como criado, recadero y porteador de fardos, y haciendo que la enseñanza sea para él un fruto exclusivo de su propia observación. Podrá con ella adquirir cierta habilidad manual; pero no teniendo á su lado quien le enseñe, carecerá de las

ideas fundamentales de las operaciones que practica. Ignorando las causas influyentes en el resultado, ¿cómo podrán adelantar los oficios?

Véase, por ejemplo, un aprendiz de litógrafo. Asiste á la parte mecánica de ese arte; observa las operaciones manuales de una estampación y tirada, el graneado, apomazado, grabado, engomado y demás detalles operatorios; pero ignora la influencia de la clase de la piedra, del graneado más ó menos fino, y la acción sobre aquélla de la goma, las grasas, los ácidos, etc., así como la aplicación de todos estos detalles al mejor resultado de las operaciones practicadas.

Es preciso condenar la ausencia de educación profesional preparatoria del obrero joven, y abrir de día en día más campo á la combinación de la enseñanza práctica en el taller y de la enseñanza teórica en la escuela. Así han obtenido Alemania y Suiza excelentes resultados.

Esta enseñanza, tan útil para el obrero, corresponde al Ingeniero, que puede desplegar su actividad en bien de éste, como profesor en las Escuelas técnicas, elementales ó superiores; y aún será más fructífera, desde el punto de vista social, su acción, si esa enseñanza se organiza en la misma fábrica, para la gran industria, en las Asociaciones obreras, gratuitamente, mucho más que si lo hace en Escuelas oficiales sostenidas por el Estado, Diputaciones ó Municipios, mediante una remuneración.

Esto ha de establecer un contacto saludable entre el Ingeniero y el obrero, é infundirá en éste sentimientos de respeto y afecto hacia el primero.

El obrero, en general, siente anhelos de instrucción, y esto se patentiza con frecuencia. El que tiene el honor de dirigiros la palabra, ha sido invitado por los obreros, repetidas veces, ha dar en el Círculo, como lo ha hecho, conferencias sobre asuntos profesionales, litografía y artes gráficas, carretería, panadería, etc., y ha podido observar en todo momento el más vivo interés y la mayor atención á las explicaciones. Ejemplo laudatorio de este interés lo dan actualmente los carpinteros de armar en la Universidad Popular de Madrid: estos dignos hijos del trabajo consagran una parte de su jornal á la constitución de un fondo común que invierten en invitar á un Profesor á que les sirva de *cicerone* en las excursiones que con dicho fondo realizan á distintos puntos no lejanos de la Corte. ¡Edificante muestra de amor al estudio, digna de imitación y de loa!

Se podrá haber ennegrecido el cuadro por algunos; pero es lo cierto que el mal existe: la lucha entre el capital y el trabajo está patente en los principales centros industriales, y el legislador ha tenido que intervenir, en interés de la paz social, por medio de legislación intervencionista.

El cruzarse de brazos, la abstención, conducirá á catástrofes, á crisis económicas y sociales temibles. Ya que el Estado ha intervenido con leyes, á todos toca su cumplimiento, y el Ingeniero debe, dentro de su radio de acción, hacer que se cumplan con la mayor fidelidad posible, pues nada es de peor efecto, y de más tristes consecuencias, que el incumplimiento de las leyes sociales, ya que engendra el descreimiento en la masa obrera y la arrastra á belicosas actitudes y á determinaciones violentas.

Ahora bien; grande es el desconocimiento de las leyes de protección al obrero; pero es mayor aún la tibieza en su cumplimiento por parte de los Ingenieros españoles. Tal persona culta, celosa cumplidora del más nimio bando municipal, considera las leyes sociales como letra muerta, como *desideratum* teórico, sin reflejo en la realidad. Este concepto, tan extendido en España, ha invadido también la opinión profesional, y es lastimoso que algunos de nuestros Ingenieros se dejen arrastrar por esas corrientes de ignorancia, desconociendo, no sólo cuanto se ha hecho en España sobre codificación del trabajo, pero ni siquiera los grandes progresos realizados á este respecto en el extranjero. Así, cuando por consecuencia de la ponderación anormal entre los factores del trabajo surgen conflictos sociales, el Ingeniero queda sorprendido ante ellos, se reconoce incapaz de prevenirlos, y hállase inerme para conjurarlos.

El conocimiento de las leyes del trabajo es, para el Ingeniero, el auxiliar más poderoso de su técnica en punto á la transcendente misión de dignificar al obrero y de contribuir á la paz social. Su elevado cometido en la equitativa determinación de la jornada reguladora; en la distribución de descansos y hora laborables; en el selectivo señalamiento de sexos, edades y condiciones fisiológicas requeridos para cada clase de labor; en la juiciosa prescripción de defensas contra los peligros del maquinismo; en la elección de medidas que inmunicen al operario expuesto á la toxicidad de algunos procedimientos tecnológicos; en las interesantes precauciones precauciones que aseguran la higiene del taller; finalmente, en la observancia cuidadosa de las leyes tutelares, halla el Ingeniero ancho campo al desenvolvimiento de su tarea progresiva y bienhechora. Esta celosa y oportuna intervención profesional, ¡cuántas vidas economiza, cuántos odios sofoca, cuántos brazos desarma, cuántos conflictos aleja!

Sólo de este modo conquistará la confianza de los obreros; y cuando estas relaciones de confianza se hayan alcanzado, podrá también, en muchas ocasiones, atajar en su origen, y antes que se hayan envenenado, situaciones difíciles, pretensiones y recriminaciones no bien fundadas.

III

Seguridad é higiene.

El campo de la Industria es un campo de batalla.—Cuadro sumario de los accidentes anuales en Europa.—Sus causas y manifestaciones en los distintos órdenes de la actividad industrial.—Las fuerzas sometidas por el hombre se vengan de su domador.—La necrología de las enfermedades, es aún mayor que la de los accidentes.—La higiene obrera en nuestros días comparada con la de otras épocas.—Los accidentes no son inevitables.—Eficiencia de los medios preventivos.—Carácter remuneratorio de los cuidados prodigados al obrero.—Ejemplo que á este propósito ofrece el operario norteamericano.—Misión redentora del Ingeniero.

Entre todos los puntos expuestos de, intervención del Ingeniero en los problemas sociales, aparece en lugar preferente, por su importancia y consecuencias, el relativo á la higiene y seguridad del trabajo, y del cual voy á ocuparme con alguna detención.

La grande industria, y también la pequeña, es decir *el campo de la actividad industrial, del trabajo*, ha sido comparado por algunos á un campo de batalla, que presenta el cuadro sangriento de centenares de millares de muertos, heridos, mutilados é inválidos. No producen estas bajas la emoción pública, la impresión punzante, aguda, de la noticia de una batalla cruenta, como las modernas de Mukden y de Tsushima ó como el relato de las napoleónicas de Moskowa y Trafalgar; pasan muchas de ellas obscuramente, silenciosamente, y tan sólo á intervalos, como toques de llamada, para cuantos tienen el deber moral, y el deber legal, de ocuparse de estos asuntos, anuncia el telégrafo catástrofes del trabajo que tienen las proporciones de hecatombes; una explosión de grisú en las encrucijadas obscuras de una mina que asfixia y abrasa, ó aplasta, á centenares de mineros; una caldera de vapor que estalla y siembra la muerte; una avalancha de tierra, de piedra ó de agua, que en el fondo de una trinchera, de un túnel, anega ó sepulta á los trabajadores; una enorme detonación de violento explosivo que destroza y mutila.....; estas son las terribles batallas del trabajo, las truculentas jornadas donde el obrero, blandiendo el útil ó asiendo la palanca, lucha por el progreso y cae arro-

llado por el ímpetu de las fuerzas naturales, pereciendo obscuramente sin provecho, sin honores y sin gloria.

Enorme es el número de víctimas que anualmente se producen en las rudas labores de la actividad industrial. Pasan anualmente de *un millón*, y cuenta que los últimos adelantos arrebatan á la muerte un número incalculable de luchadores.

En *Alemania* (y hablo en primer término de este país porque va á la cabeza de Europa, y aun del mundo, en el interés con que atiende á disminuir las bajas) puede estimarse la cifra total en 300.000, número que asombra y da la medida de lo que cuestan los avances de la Industria.

En *Francia* (año 1907):

Población obrera, 4 millones.

Bajas, 306.860; de las cuales

Muertos	2.912
Incapacitados permanentes	5.907

En *Inglaterra* (1907):

Accidentes seguidos de muerte, 4.460.

Sólo en minas y canteras, cuya población obrera elévase á 1.060.034,

Muertos	1.368

En *Austria* (1904), los accidentes fueron 75.048, de ellos 595 seguidos de muerte.

En *España*, la última estadística (1907) hecha por el Instituto de Reformas Sociales, arroja un total de accidentes superior á 30.000; pero la estadística es incompleta, porque muchos patronos no cumplen el deber de remitir los partes del accidente á las autoridades locales y gubernativas. Puede estimarse en 40.000 y más por año para una población obrera de unos 900.000.

En la industria de transportes por ferrocarril, el accidente, en los muchos obreros que emplea, se repite con dolorosa frecuencia, y sus resultados son de tal gravedad, que ciertas funciones se clasifican entre las que dan más alto coeficiente de riesgo de herida ó muerte.

Vía y obras, tracción, movimiento, material, todos los servicios son tan arriesgados como penosos, especialmente los citados en segundo y tercer término.

En 1888, en una Asociación fraternal norte americana de *guarda-frenos*, ocurrieron accidentes en número tan considerable, que se dedujeron que para cada miembro de la Sociedad había probabilidad de herida cada nueve años; y que contra una probabilidad de morir de muerte natural había cinco de morir de muerte violenta.

Así, pues, los Ingenieros deben llevar á este asunto de accidentes toda la gran atención que imponen las consideraciones de humanidad y la importancia económica, atención que ha de ir acompañada de un profundo espíritu de análisis, para organizar los trabajos y modificar los procedimientos.

Son causas de accidentes en las minas los desprendimientos y derrumbamientos de techos y paredes, las explosiones de grisú, las mil averías fortuitas en los pozos de extracción por roturas de cables y cadenas, por caídas de las jaulas y otras varias causas; en la pega de barrenos, por los accidentes á que da lugar el almacenamiento, transporte y empleo de los explosivos, modos de dar fuego, proyecciones y otros incidentes de dichas materias; añádanse los de la explotación de vías férreas subterráneas, planos inclinados, servicio de máquinas de desagüe, de extracción; fuera de la mina, en todos los trabajos manuales, y por máquina, en talleres, oficinas de transformación de productos, etc.

En las canteras los peligros son:

En el interior.—Derrumbamientos; empleo de los explosivos; ascenso y descenso; ruptura de cables y cadenas; máquinas; explosión de calderas, caminos y transportes; varios.

En el exterior.—Máquinas; líquidos calientes, metales fundidos ú otras substancias; explosión de calderas; comunicaciones y transportes; varios.

En las construcciones.—Caídas del operario desde andamios, puentes de servicio ó partes de la construcción; caída de materiales ú otros objetos sobre el operario; accidentes debidos á las máquinas elevatorias; ídem ocurridos en el transporte, carga y descarga de materiales ó elementos de la construcción.

En fábricas y talleres.—Accidentes producidos por los motores en marcha, al ponerlos en actividad ó detenerlos; por las transmisiones, correas, poleas y demás órganos; por las máquinas-herramientas, etc.

He aquí la demostración irrebatible del sinnúmero de víctimas del trabajo.

El hombre ha dominado, ha domesticado y puesto á su servicio fuerzas que, á las veces, toman la revancha. La enorme energía potencial que el químico ha sabido acumular en un puñado de substancia explosiva, no espera siempre el mandato de su creador para desarrollar su fuerza, y se rebela produciendo espontáneas y formidables explosiones.

El vapor de agua tiene sus rebeldías y sus cóleras. La electricidad dominada, encauzada, agente dócil, invisible, tiene también sus venganzas.

La gravedad no funciona siempre con la oportunidad y finalidad deseadas.

Esas poderosas herramientas, martillos-pilones de centenares de toneladas, esas prensas de millones de kilogramos, esas tijeras, taladradoras y demás formidables creaciones mecánicas que obedecen tan dócil y fácilmente á la maniobra de una pequeña palanca, á veces á la simple presión ejercida en un botón; los ingeniosos mecanismos, los aparatos de transmisión....., se revuelven frecuentemente contra su domador, su amo y dueño, para mutilarlo cruelmente.

Pero con ser tan considerable este número de víctimas del trabajo, aún lo es más, en proporción enorme, el que no se ve, el de las víctimas, aún más escondidas, de los trabajos insalubres, que mueren en sus camas ó en el hospital por afecciones contraídas en el trabajo.

Sucede lo mismo que en las campañas; el número de muertos, inutilizados é inválidos que producen las enfermedades es, con mucho, superior al de los campos de batalla.

Y no me refiero á las enfermedades que en toda ocasión puedan aquejar á cualquier sér, ni siquiera á las de carácter profesional que son consecuencia inevitable del trabajo, dado que no hay profesión que no tenga sus enfermedades. Me refiero á aquellas que inevitablemente se adquieren por el hecho mismo del trabajo, por la naturaleza especial de éste.

Y no hablemos de esas industrias nuevas, ó cada vez más desarrolladas, insalubres, de otras que producen ó emplean los llamados *venenos industriales*.

Desde el punto de vista higiénico, la existencia del obrero estaba en otro tiempo mucho más garantida que al presente, porque la vida de fábrica era excepcional: el trabajo se hacía más al aire libre, como el trabajador generalmente dedicado á las labores de la tierra.

Hoy la fábrica despuebla las tierras; el obrero no respira el aire vivificador del campo, y vive en temperaturas anormales, en medio de polvos, gases y vapores mortíferos, demora en atmósferas malsanas, lejos del sol y á veces lejos de la luz del día, en medio de las entrañas del planeta.

Las estadísticas demuestran que el desarrollo del maquinismo multiplica las ocasiones de accidentes; que el progreso de ciertas industrias, la naturaleza y desenvolvimiento de ciertos trabajos, aumenta el número de aquéllas y son causas de degeneración de la raza.

Motivo hay para detenerse ante esas estadísticas que encierran tanto sufrimiento y condensan en cifras el dolor humano.

Pero, ¿es que todos estos males son por completo inevitables? ¿Constituyen los accidentes industriales una contribución sangrienta del tra-

bajo, mal fatal, inevitable, ídolo al que han de sacrificarse fatalmente millares de existencias?

¿Acaso el obrero es tan sólo un simple instrumento de producción, una simple prolongación de la herramienta ó del mecanismo, que pueda verse destrozado con la misma indiferencia que un diente de engranaje ó un árbol de transmisión? No; el obrero es un colaborador, es un miembro de la familia industrial.

Tampoco está justificada la punible indiferencia ante los accidentes del trabajo, fundada en *lo inevitable*. La mayor parte de los accidentes no reconocen causas misteriosas. La experiencia ha acreditado que una gran parte de los peligros, una buena proporción de los accidentes, pueden ser evitados.

A esta conclusión consoladora se llega por el simple examen de la estadística, como lo prueban las cifras siguientes.

Estudiando el resultado obtenido por las Asociaciones de propietarios de calderas de vapor, se observa que, con regularidad constante, las explosiones son más raras de año en año, y, por consiguiente, las víctimas menos numerosas:

	POR CADA 10.000 CALDERAS		
	Número de accidentes.	Número de muertos.	Número de heridos.
De 1875 á 1879	3,9	4,2	5,0
De 1880 á 1884	3,5	3,7	3,5
De 1885 á 1889	3,1	2,7	2,1
De 1889 á 1892	2,8	1,8	1,2

Accidentes mortales (comparados) en las minas.

	TANTO POR 1.000 OBREROS			
	Prusia.	Inglaterra.	Bélgica.	Francia.
1866 á 1870	3,04	2,28	2,50	2,97
1904	1,80	1,25	0,93	1,07

En Bélgica casi $^1/_3$ en 1904.

Véase otro ejemplo, entre muchos, que pudiera presentaros relativos á higiene, aun en industrias reconocidamente insalubres: el *saturnismo*.

Disminución de casos de envenenamiento en Inglaterra:

	1896	1901
En fábricas de albayalde	239	189
En fábricas de porcelanas	432	113
TOTAL DE LOS CASOS DECLARADOS	1.090	863

Y la población obrera había aumentado en este lapso de seis años.

Es indudable la conveniencia, y la justicia, de indemnizar á un obrero, ó á su familia, siquiera sea con una pequeña reparación pecuniaria, del daño sufrido, de la vida perdida, tal vez, de la capacidad para el trabajo, amenguada en labores, con que ha contribuído á la riqueza de otros.

Por ahí han empezado las legislaciones extranjeras; y la nuestra, que va á la zaga, tiene su *Ley de accidentes del trabajo*, aunque su aplicación deja mucho que desear, y da margen á verdaderos abusos patronales; Ley acogida, naturalmente, bien por el obrero, con prevención por el elemento patronal, siendo juzgada por algunos como verdaderamente abusiva, pues una catástrofe en un taller puede arruinar para siempre al patrono sin que haya cometido falta ni imprudencia, lo cual no impide compadecer y mirar por la suerte del obrero que en un instante se ve privado del uso de sus miembros, de todo su capital para vivir, á consecuencia de un accidente acaecido en casa de un patrono á quien enriquecía con su trabajo. A éste le queda la vida y medios de ganarla, al otro no. Por un lado tenemos la individualidad; por el otro la colectividad.

Pero, ¿no es más lógico prevenir, evitar los accidentes, que reparar sus consecuencias? ¿No es de mayor interés é importancia preservar la vida y la salud de los obreros, que indemnizar á las víctimas del accidente una vez producido? Por ventura, ¿no es altamente redituable el dinero gastado en la evitación de una muerte, de una mutilación?

Pero suponiendo que se desoiga esta razón de humanidad, hasta por el mismo patrono, desde el punto de vista de sus intereses, es conveniente hacer menos peligroso la práctica manual de las operaciones industriales y toda clase de trabajos. Así no tendrá que pagar indemnizaciones que pueden arruinarle; y aun admitiendo que eluda este riesgo por el seguro, así tendrá que pagar menos primas á las Compañías, ya que los seguros se calculan por los riesgos probables.

Consecuencias favorables para un patrono de la aplicación de medidas de protección juiciosamente concebidas y aplicadas:

Una disminución de la prima.

Una influencia notable sobre la producción industrial, porque suprimiendo la mayor parte de los riesgos de accidentes, el obrero no tiene que ocuparse á cada momento del cuidado de su seguridad, y se entrega con toda libertad de espíritu á su función profesional.

Lo mismo puede decirse respecto á la higiene del trabajo, bien que por lo relativo á este extremo el patrono no se muestra tan propicio, por la razón de ver más alejado el peligro.

Cierto que la higiene del taller exige algunos sacrificios al fabricante; pero los ve compensados, porque las condiciones higiénicas en que se realiza el trabajo, al economizar las fuerzas y procurar la salud del obrero, hacen que la producción tenga mayor actividad y sea más remuneradora.

Los norteamericanos están orgullosos de producir el obrero *tipo superior (high grade)* hábil, capaz de realizar la más excelente y abundante mano de obra, permitiendo al patrono, á pesar de los buenos salarios, de las huelgas, etc., competir con Europa y el resto del mundo.

¿Y sabéis como lo consiguen? Comprenden los patronos que conservando á sus obreros en el mejor estado de salud, obtendrán el máximum de trabajo. Que desligándoles de todo cuidado contra el accidente por disposiciones preventivas acertadas, dedicarán toda su atención al trabajo; que interesándoles en la producción, se acrecentará ésta.

Por eso, multiplica las condiciones de higiene, los medios de bienestar fuera del taller; extiende su solicitud más allá de la fábrica. En semejante medio, el obrero encuentra, no tan sólo higiene y seguridad, sino la posesión de ciertas comodidades que en otros países están sólo al alcance de los afortunados.

Como se ve, es este un modo peculiar de apreciar el problema social y de comprender el lugar que corresponde al obrero en la cooperación.

A veces, hasta llegan á lo que en Europa se consideraría supérfluo, como es la existencia de salas de teatro, bibliotecas y salas de lectura, de conferencias, gimnasios. Fábricas hay que se establecen rodeadas de bosques y jardines.

Aquí entra el Ingeniero en acción; acción altamente reparadora, como vamos á ver, ya que él contribuyó á la creación de la fábrica, del taller y, por ende, al mal social que tiene dos manifestaciones principales: los accidentes del trabajo, la vida antihigiénica.

El Ingeniero, con su inteligencia, con su saber, ha erigido la fábrica que suprime en gran modo el trabajo á mano, lento, dispendioso, irregular; ha creado la máquina-herramienta que economiza tiempo y dinero y obtiene productos de superior calidad; pero á la vez ha dado origen,

con esto, al aumento de accidentes á que están expuestos los obreros en su continuo contacto con las herramientas, los artefactos, los mecanismos en marcha.

El Ingeniero ha contribuído por modo considerable al gran desarrollo de actividad industrial y de potencia productora, característica de los tiempos modernos; mas para llegar á esto, ha sido necesario aglomerar á los obreros, aumentar diariamente la densidad de la vida común, la intensidad del contacto humano. Y de este estrechamiento del espacio dedicado á cada individuo, de este rozamiento del hombre con el hombre, han nacido miserias sociales, productoras de infecciones contagiosas, enfermedades y vicios, que nuestros antepasados no tuvieron.

Pero enfrente de este cuadro desconsolador, puede ofrecerse otro de reparación, como dije antes. El Ingeniero ha sabido utilizar su inteligencia y su técnica, para forjar el escudo que ampare al obrero, que le defienda contra las amenazas de la máquina, y de la materia trabajada; del procedimiento insalubre y nocivo del trabajo, de los peligros anejos á toda aglomeración de séres.

El Ingeniero, en la lucha por la vida, persiguió un fin industrial: Ahora se le presenta otro de índole social, humanitario y enaltecedor. imagina disposiciones protectoras, crea métodos y aparatos preventivos ó atenuantes de los accidentes del trabajo y de su insalubridad, respondiendo así, en nombre de la Ciencia, al clamoroso llamamiento de las desdichas humanas.

IV

Lo que deben al Ingeniero la seguridad é higiene del trabajo.

SEGURIDAD DEL TRABAJO.—En el ramo de la construcción.—En el trabajo minero.—En las industrias de transportes.—En los establecimientos fabriles.—Máquinas-herramientas.—Ejemplos aducidos para ilustrar estos extremos.—HIGIENE DEL TRABAJO.—Instalación higiénica de los talleres.—Industrias insalubres.—Fósforo.—Plomo y sus compuestos.—Hidrargirismo.—Polvos nocivos.—Ejemplos de las más notables instalaciones higiénicas.

SEGURIDAD DEL TRABAJO

Es de tal modo vasto el campo donde el Ingeniero ha ejercitado su inventiva para procurar al trabajo la mayor seguridad posible, que sólo una mera disquisición sobre esta materia nos llevaría fuera de los límites impuestos á una conferencia. Así, pues, concretaremos esta parte del discurso á enumerar los distintos puntos contrayentes á esta cuestión, sobre los cuales ha versado la humanitaria y provechosa iniciativa del Ingeniero.

Construcción.—Prevenciones para evitar la caída de objetos y materiales sobre los obreros.

Idem para evitar la caída del obrero.

Andamios de todas clases; suspendidos y volantes; andamios para muros de piñón, torres, cúpulas, para los trabajos de plomeros, pizarreros, carpinteros.....

Medios ingeniosos para evitar los peligros á que dan lugar los aparatos y máquinas elevatorias de grandes pesos que á veces se vuelven contra el que los mueve; poleas, crics ó gatos, tornos, grúas, etc.

Montacargas, ascensores, planos inclinados.....

Precauciones é inventos para trabajos especiales. Citaremos, por ejemplo, la prevención de los accidentes en los trabajos por aire comprimido, que dan lugar á repetidos y graves accidentes, por las causas que siguen:

Por invasión del agua.

Por invasión de gases del suelo, que se mezclan al aire comprimido del cajón y lo hacen irrespirable.

Perturbaciones auriculares y respiratorias y otras que interesan profundamente al organismo, ya por aumentos rápidos de presión, ya por decompresiones rápidas.

Esto se ha de evitar á favor de los medios siguientes:

Juntas impermeables.

Picaportes y cerrojos de seguridad.

Decompresión gradual, pero rápida.

Minas.—Aparatos para el servicio de ferrocarriles y planos inclinados.

Lámparas de seguridad.

Aparatos que permiten afrontar sin peligro los gases irrespirables y deletéreos después de un incendio ó explosión.

Frenos, paracaídas y otras disposiciones de seguridad para evitar accidentes en las cajas de extracción.

Estudios nuevos y contínuos sobre los explosivos de seguridad y medios para la inflamación de las cargas.

En las industrias de la madera, en metalurgia y siderurgia; en las industrias textiles, del libro, de materiales, y principalmente en la industria de los transportes, se han realizado grandes invenciones y copiosos mejoramientos.

En establecimientos fabriles.—Calderas y recipientes de vapor.—Válvulas, aparatos de alimentación, indicadores de nivel, señales de alarma y cuanto tiende á evitar explosiones.

Motores de vapor y de todas clases.—Precauciones para puestas en marcha y detenciones instantáneas.

En engranajes, correas, etc., se han aportado numerosos inventos, y muchos más en punto á transmisiones.....

En gran número de establecimientos fabriles modernos, se emplean máquinas-herramientas unidas directamente á un electro-motor. Así se evitan los peligros de los órganos de transmisión (poleas, correas, árboles, embragues, etc.....), suprimiéndolos radicalmente y substituyéndolos por simples conductores eléctricos, con lo que aun tiempo se logra seguridad y mayor rendimiento de la fuerza motriz. Esta supresión da un aspecto de limpieza y seguridad á los talleres, que contrasta con los organizados según el sistema antiguo. Es, por otra parte, mejora transcendental, pues elimina una de las causas de peligro más difíciles de prevenir, y permite detener las máquinas casi instantáneamente por la simple presión de un llamador eléctrico.

En cuanto á las máquinas-herramientas, forman legión los inventos

para obtener seguridad en el trabajo; sería obra de todo un curso el describirlos, y no es de este lugar (1); pero sí diremos que para prevenir los accidentes del maquinismo se llega hasta el punto de preservar al obrero contra sus propias imprudencias. Algunos ejemplos lo demuestran.

La figura 1.ª representa una prensa de fricción de dos brazos, con aparato de seguridad Hiltmann y Lorenz, Maschinenfabrik. El rodillo de fricción *a*, moviéndose en sentido de la flecha *x*, hace girar el husillo de la prensa y ésta descenderá. Si, por el contrario, se pone en acción el rodillo de fricción *b*, girará el volante en sentido contrario y el husillo y la prensa subirán.

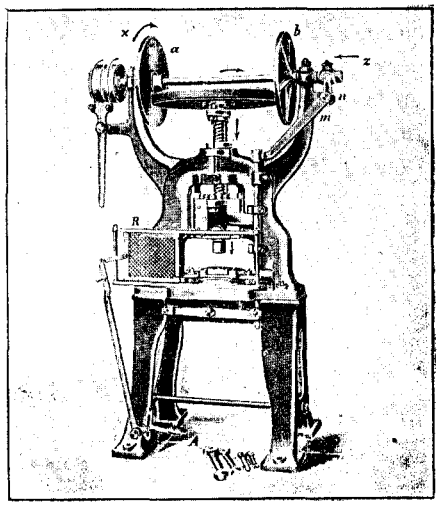


Fig. 1.

Para poner en acción uno ú otro de los dos rodillos de fricción *a* ó *b*, el eje en que están montados tiene movimiento longitudinal por medio de la palanca *m*, que gira en *n* y se mueve por el pedal *A*. En el juego de palancas intermedio está la rejilla *R*. Al pisar el pedal, se mueve el árbol de los dos rodillos de fricción en sentido de la flecha *z*, actúa el rodillo *a* y baja la prensa; pero al mismo tiem-

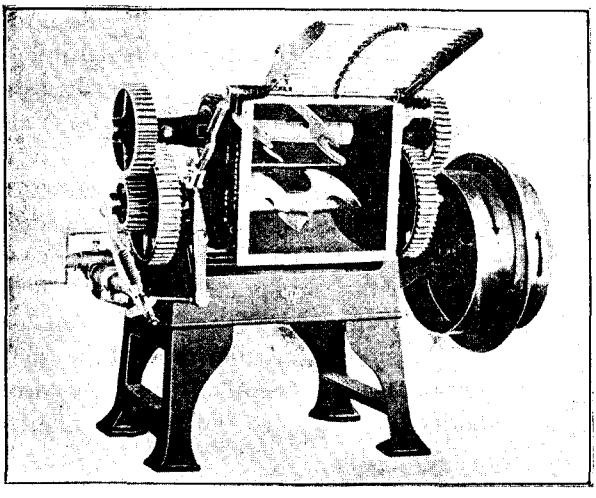


Fig. 2.

(1) Museos de higiene y seguridad del trabajo. Descripción de los más importantes de Europa, por D. José Marvá y Mayer.

po se corre á la derecha la rejilla *R* y separa las manos del obrero.

La figura 2.ª, representa una máquina mezcladora y amasadora, compuesta de una caja ó cuba, dentro de la cual se mueven, en rotaciones contrarias, paletas helizoidales. Mediante disposiciones automáticas de embrague y desembrague, al abrir la tapadera de la caja en que se mueven las paletas que pueden herir las manos del obrero, se detiene el movimiento rotatorio de aquéllas, porque la correa pasa de la polea fija al eje, á otra loca.

HIGIENE DEL TRABAJO

La simple enunciación de las materias, sugiere el concepto del grande haber del ingeniero en lo tocante á higiene y salubridad del trabajo.

En la instalación higiénica de los talleres, se ha atendido á que los locales de trabajo den, por obrero, el cubo de aire necesario á la salud, se ha estudiado cuidadosamente cuanto concierne á la ventilación, alumbrado, calefacción, aguas potables, retretes, evacuación de polvos, gases, vapores insalubres ó tóxicos, aguas residuarias, detritus orgánicos, etcétera. Se ha proporcionado á los obreros cuartos de vestir, lavabos, baños y duchas. Se han tomado minuciosas precauciones contra los incendios.

En las industrias insalubres, muy numerosas por cierto, no solamente se han extremado las precauciones higiénicas, sino que han surgido multitud de inventos dirigidos á modificar favorablemente los procedimientos de trabajo, ó á substituirlos radicalmente por otros. No es de este lugar el detalle de cuanto queda enunciado, pero pueden presentarse algunos ejemplos que acreditan las aserciones anteriores.

La industria del fósforo se ha hecho más higiénica por la separación de los talleres diversos, medidas adoptadas para la rápida eliminación de los vapores de fósforo, empleo de máquinas que automáticamente cortan las cerillas, mojan los extremos para formar las cabezas, y hacen la desecación y empaquetado. Además, el fósforo blanco, en casi todos los países del mundo, menos en España, ha sido substituido por pastas menos tóxicas empleadas en frío, entre otras el sesquisulfuro de fósforo. El ejemplo lo dió Dinamarca, aboliendo el empleo del fósforo blanco en 1874.

En las numerosas industrias del plomo y sus compuestos y oficios que dan lugar al saturnismo por contacto con el metal, ó aspiración de vapores y polvos plúmbicos, se ha hecho más higiénico el trabajo con el empleo de lavabos, duchas, vestidos de trabajo, guantes y blusas, suprimiendo manipulaciones peligrosas en la fabricación del albayalde, im-

pidiendo la formación de polvos que flotan en el aire y estudiando la substitución del blanco de plomo por el blanco de cinc. Estos perfeccionamientos han humanizado el trabajo de los fundidores, plomeros, pintores, tipógrafos, obreros en cerámica, etc. Para los tipógrafos, la máquina *linotipo* es otra conquista del ingenio humano alcanzada contra la toxicidad de los procedimientos industriales.

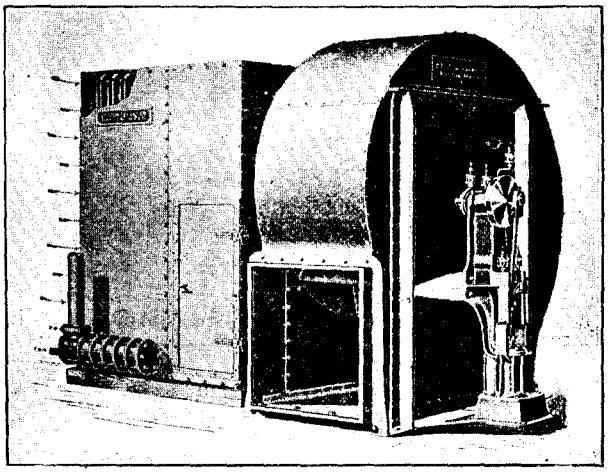


Fig. 3.

Los peligros del hidrargirismo se atenúan también empleando tratamientos metalúrgicos apropiados del cinabrio en hornos encerrados en herméticas envolventes de fundición ó de palastro para evitar salida de vapores, y, con el mismo objeto, haciendo que todo el circuito de gases y vapores mercuriales sea mantenido en depresión, mediante ventiladores, para impedir escapes al exterior.

Algunos ejemplos completarán las ideas expuestas acerca de las disposiciones creadas para higienizar el trabajo.

En los Estados Unidos de América la ventilación mecánica se extiende cada vez más. En el estado de Massachussets, la ley exige la instalación de ventiladores que proporcionen 51 metros cúbicos por hora y operario.

Generalmente los aparatos de ventilación sirven también para la calefacción; inyectan aire puro, lo calientan, y aspiran el aire viciado.

En el ventilador Sturtevant, muy generalizado (fig. 3), el aire aspirado pasa antes por una cámara prismática de calefacción, provista de numerosos tubos por los que circula vapor de agua, llega al ventilador propiamente dicho, de caja cilíndrica en donde giran paletas helizoidales ó cónicas, y sale al interior del taller por tubos ú otra suerte de desembocaduras.

Otro tipo de ventilador Sturtevant representa la figura 4. Aspira aire frío y caliente y los mezcla á voluntad mediante llaves.

La figura 5 pone á la vista la instalación de dos Sturtevant (izquierda de la figura) en un taller de 146 metros de longitud y 56 metros de luz, de la Compañía de construcción de carruajes de tranvía de Baltimore. Los ventiladores inyectan aire caliente en un gran tubo, situado según el eje del taller, por encima de los tirantes de las armaduras, y de aquí pasa al interior del local.

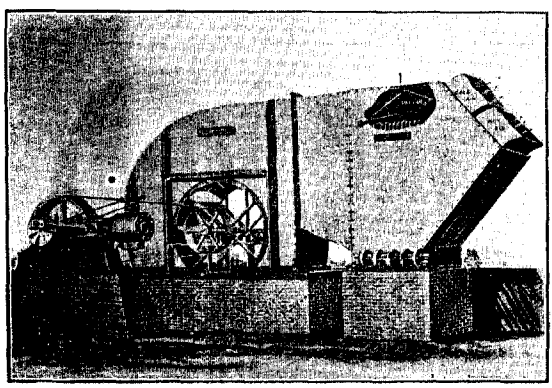


Fig. 4.

Para conservar en buenas condiciones térmicas los talleres, evitando grandes elevaciones de temperatura, se envuelven los tubos conductores de vapor, calderas, etc., con materias aisladoras, entre otras una preparación de base de kieselgühr (tierra de

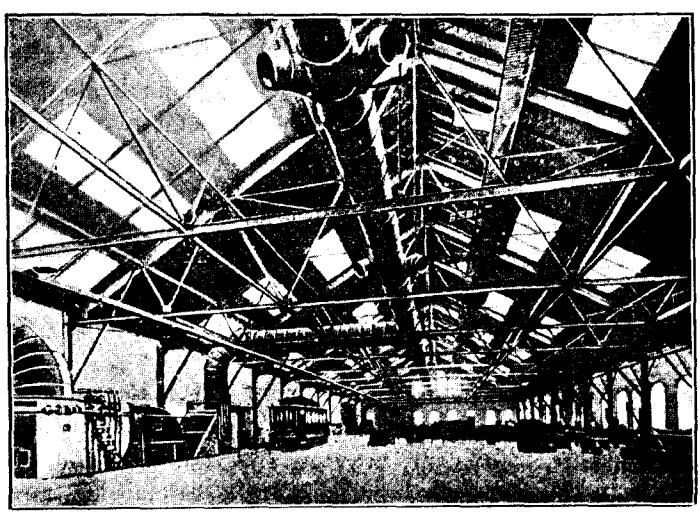


Fig. 5.

infusorios) con lo que se consigue que vapor á 145,4 grados centígrados no de, por el exterior de los tubos, más que 36,6 grados. Empléase, además, aparatos ventiladores delante de hornos. forjas vidrierias, etc.; en las forjas de Williams C.° de Brooklym (fig. 6) los tubos de ventilación

desembocan, entre los hornos y los martillos-pilones, encima, precisamente, de la plaza ocupada por los obreros.

Se pone, también, especial cuidado en eliminar de la atmósfera de los

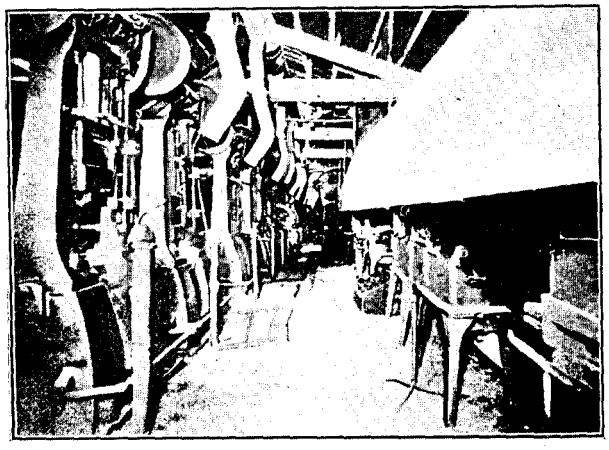


Fig. 6.

talleres los polvos, gases y vapores nocivos que se producen en la fabri-

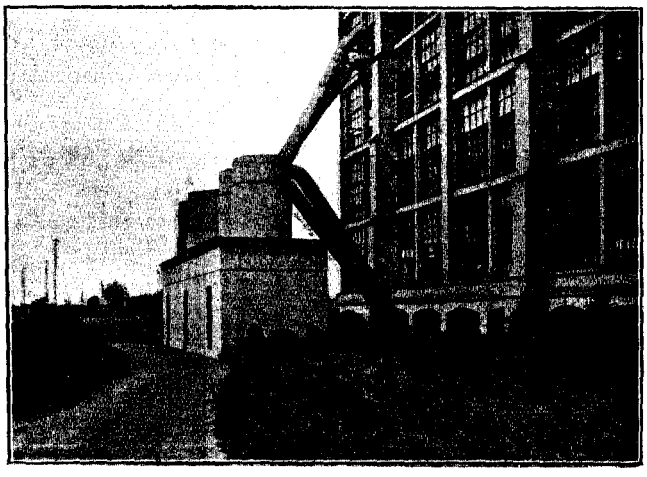


Fig. 7.

cación, mediante poderosas máquinas aspiradoras provistas de tubos que tienen sus bocas en los lugares en que se producen aquéllos.

En el trabajo de la madera, el serrín y virutas ligeras que producen

las sierras, acepilladoras, fresadoras y otras máquinas, son aspirados y conducidos por tubos colectores á depósitos metálicos, de donde se extraen para quemarlos.

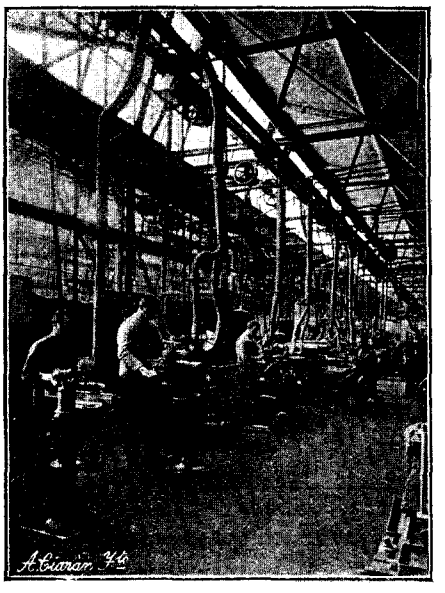


Fig. 8.

La figura 7 indica el edificio de los depósitos y los tubos colectores correspondientes de la gran fábrica de vagones Pullmann, de Chicago.

Los polvos metálicos que provienen del trabajo en las muelas son aspirados por tubos que los conducen á colectores colocados en la parte superior (fig. 8). Taller de la gran fábrica de automóviles Mercedes de Canstatt, cerca de Sturtgart) ó en otra situación.

En las algodonerías, el trabajo para separar el algodón de la semilla da origen á grandes cantidades de polvo y materias fibrosas ténues que flotan en el aire, con grave perjuicio de la salud de los obreros que los aspiran, como lo atestigua el aspecto consecutivo de éstos.

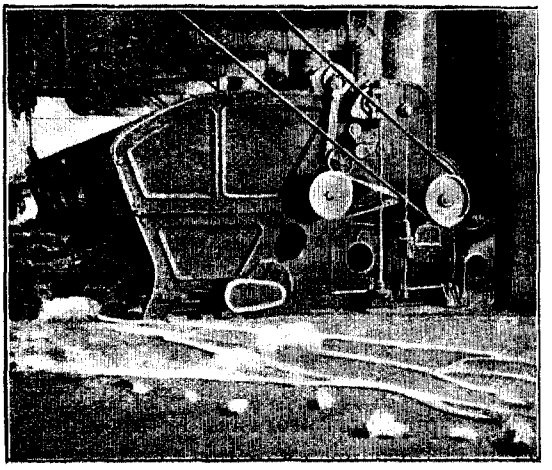


Fig. 9.

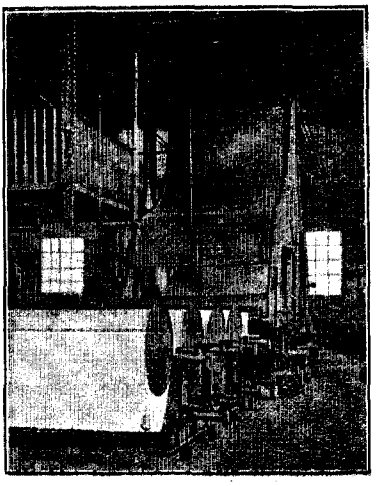


Fig. 10.

Para evitarlo, en las fábricas modernas del Rhode-Island y de Massa-

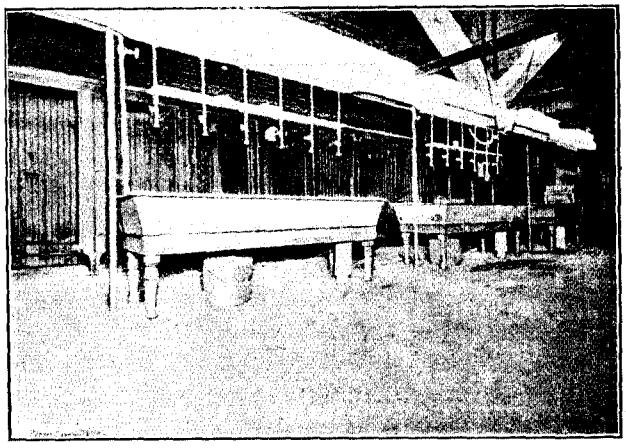


Fig. 11.

chussets, el algodón es aspirado directamente del vagón ó almacén por

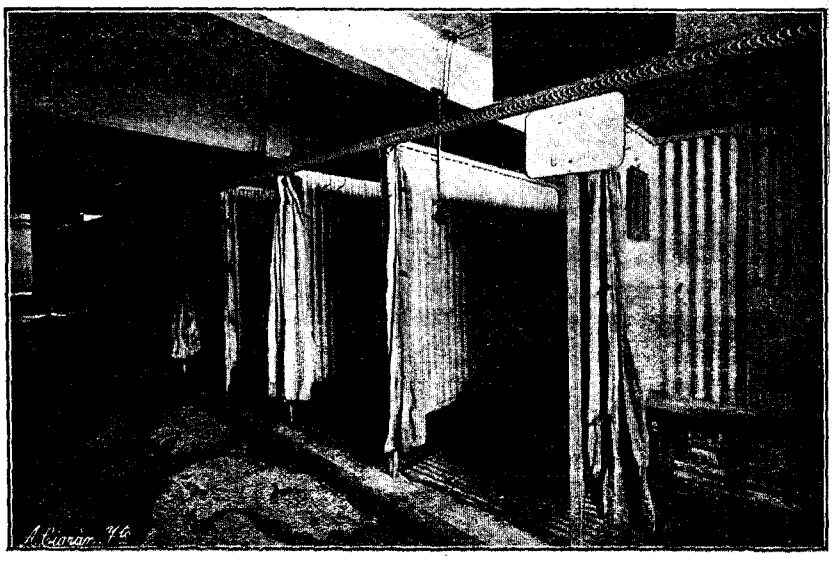


Fig 12.

medio de tubos que lo conducen á una primera máquina limpiadora ó separadora, y de ésta á otra segunda, en donde se aglomera en hojas, es-

tando contenidas en cajas herméticamente cerradas, provistas de vidrieras (fig. 9).

En sederías, algodonerías, filaturas, tintorerías, lavaderos y otros lo-

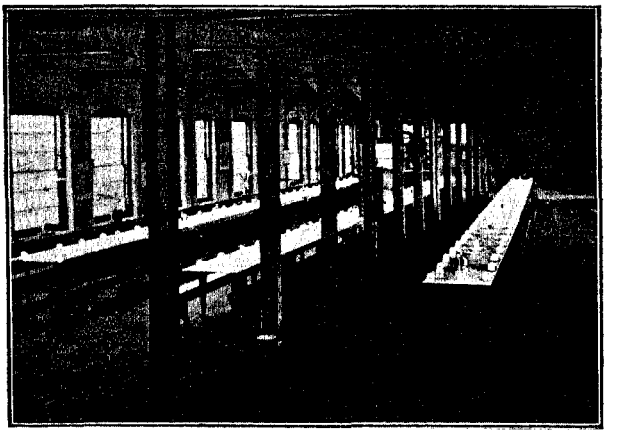


Fig. 13.

cales de trabajo en que se desprenden grandes cantidades de vapor de

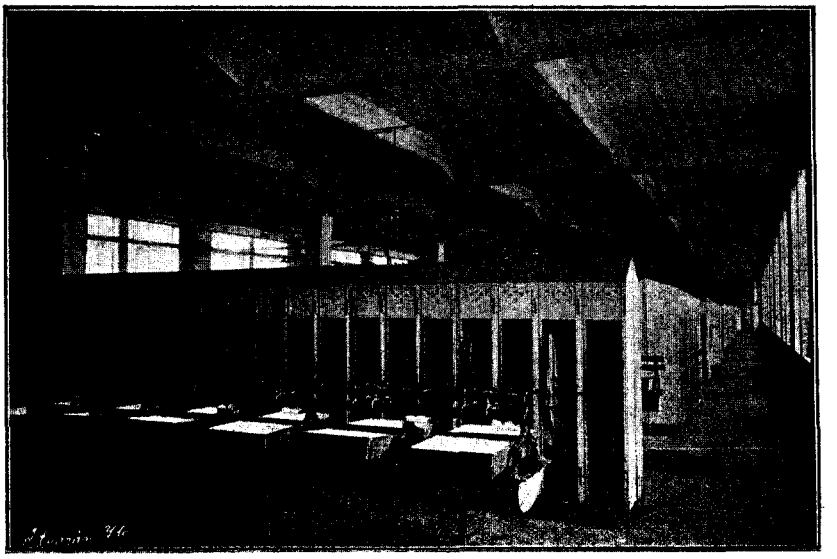


Fig. 13.

agua, empléanse procedimientos variados de ventilación. Sirva de ejem-

plo la algodonería de Londsdale (Providence. EE. UU.). El estirado de las piezas de algodón se hace por medio del vapor de agua; las bobinas están cubiertas por una gran chimenea (fig. 10), dentro de la cual gira un ventilador aspirador movido por la misma fuerza aplicada á las bobinas.

Para la limpieza de los obreros, dispónense lavabos provistos de agua caliente y fría, y en los talleres donde el obrero se ensucia el torso, los tubos de agua desembocan á la altura conveniente y terminan en regadera (fig. 11).

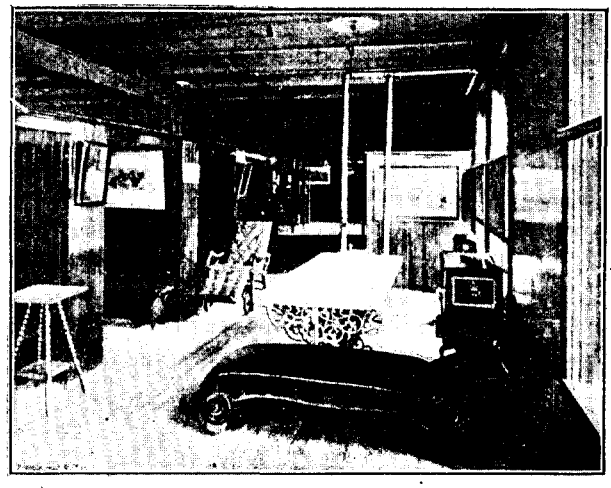


Fig. 15.

Algunos centros industriales tienen duchas en salas aparte, como las de la fábrica de automóviles Mercedes de Canstatt, antes citada (fig. 12), que también cuenta con armarios para los trajes de trabajo de los obreros situados á inmediaciones de los lavabos, y grandes comedores (figuras 13 y 14).

Como ejemplo de lo que se cuida en Norte América al obrero, hasta en su comodidad, puede citarse la gran fábrica de conservas de Heinr Pickle, de Pittsburg, que ocupa más de seis hectáreas cubiertas, con 2.700 obreros, la mitad de ellos mujeres uniformadas por la Compañía. Se les da una taza de café ó de té, se les proporciona todos los enseres de limpieza, lavabos, armarios; las mujeres tienen asientos, banquetas para los pies y cuartos de vestir, de que da una idea la figura 15.

V

La intervención del Estado y la iniciativa privada.

LA INTERVENCIÓN DEL ESTADO.—Licitud de esta intervención.—Opiniones respecto á este extremo.—La libertad del Trabajo y de la Industria no son óbice á dicha intervención.—Cómo debe realizarla el Estado.—Esfuerzos de la iniciativa privada en la prevención de accidentes.—Examen de los trabajos realizados en distintas naciones.—Asociaciones preventivas generales.—Ventajas de la iniciativa privada sobre la reglamentación oficial.—Eficacia del Ingeniero en esta labor.

Entre los teorizantes de las cuestiones sociales hay quien se opone á toda acción oficial en esta clase de problemas, invocando en su apoyo la *libertad del trabajo y de la industria*, y pidiendo que se deje al patrono exclusivamente, por su cuenta, la adopción de las medidas que juzgue oportunas.

El estado tiene sus derechos y sus deberes. El derecho individual—dice Stuart-Mille—permite hacer todo lo que no daña; el derecho social debe impedir todo lo que daña.

La libertad de comercio no es la libertad de vender con pesos falsos, ni de engañar al comprador sobre la naturaleza, cantidad y calidad de la mercancía. Estos fraudes son delitos condignos de sanción civil y aun penal, bien que sea difícil al consumidor apercibirse de estos fraudes en tiempo oportuno.

Por ello está justificado el sistema preventivo en sus manifestaciones más ordinarias: sistema oficial de pesos y medidas, marcas de origen impuestas á ciertos productos, inspección de los productos destinados á la alimentación, policía de almacenes, mercados, etc.

El principio de la libertad de la industria no puede llegar al extremo de que los industriales puedan comprometer la seguridad general y la salubridad pública. De ahí que el Estado, guardián de los intereses generales, tenga el deber de intervenir para reglamentar severamente las industrias peligrosas é insalubres. ¿Se podría permitir que una fábrica de productos químicos cuyas emanaciones envenenan el aire, y que una

fábrica de explosivos que puede hacer volar una ciudad, se establecieran en medio de ésta, sin adoptar género alguno de precauciones?

Pues si estas intuiciones de previsión elemental para los talleres se antojan imprescindibles de puertas afuera, ¿qué razón existe para no imponerlas de puertas adentro?

Pero, además de esto, el entregar al patrono la resolución de los problemas sociales equivaldría en muchas ocasiones á no resolverlos.

Esta es una verdad contrastada por la experiencia. Fuera de España, la iniciativa privada de la gran industria se ha mostrado fecunda; en cambio, en la pequeña industria la iniciativa privada no ha hecho nada, cediendo los patronos á razones de interés particular antagónicas con el cumplimiento del deber moral. En España la iniciativa privada carece de realidad, pues apenas si ha llegado á exteriorizarse.

Esto justifica la intervención del Estado, que en bien del procomún impone á los individuos los deberes morales que un interés mal comprendido puede hacerles olvidar.

Deber moral es defender la Patria. ¡Qué sería si no obligara el Estado á cumplirlo!

Esto no obsta para que en el extranjero, como ya veremos, la iniciativa privada haya realizado fructuosamente trabajos muy laudables en bien del obrero, adelantándose á la acción oficial.

El Estado ha intervenido, por medio de Reglamentos de seguridad é higiene impuestos á todo centro de trabajo. Unos, de carácter general, como en Francia; otros particulares para cada industria, y por tanto más minuciosos y completos, que es el sistema seguido en Alemania é Inglaterra.

En la redacción de dichos Reglamentos han intervenido, como es natural los ingenieros del Estado, siendo de notar que esta reglamentación comenzó por el trabajo de mujeres y niños, cabalmente lo único que en España se ha hecho.

Los primeros esfuerzos de la iniciativa privada fueron encaminados á la prevención de los accidentes dimanados de los generadores de vapor, accidentes numerosos en la época opulenta de dichos motores.

Se crearon, pues, muchas Asociaciones de propietarios de máquinas de vapor que perseguían un doble objeto:

Fin humanitario: evitar en lo posible, ó por lo menos disminuir, las verdaderas catástrofes á que dan lugar las explosiones de las calderas. Fin industrial: establecer seguros mutuos y estudiar los medios económicos de producción del vapor de agua.

Véase una noticia sumaria sobre las *Asociaciones de propietarios de máquinas de vapor:*

En Inglaterra.—La primera de todas en Manchester (creada por el famoso Fairbairn, 1855).

Otra en 1859, La *Boiter Insurance and Steam Company.*

Otras dos, pocos años después.

Alsacia-Lorena.—Una en 1878.

Alemania.—Numerosas, por el papel administrativo que se las ha dado, dispensándolas de la revisión oficial.

Suiza.—Una Asociación fundada en 1869.

Austria.—Una (1872).

En Bohemia.—Otra (1890).

Francia.—11 Asociaciones.

Italia.—15 Asociaciones.

En Europa.—Las Asociaciones vigilan más de 200.000 calderas de vapor.

Las *Asociaciones preventivas generales* fundáronse para prevenir toda clase de accidentes del trabajo, cualesquiera que fuesen las causas y en todas las industrias sin excepción.

La primera manifestación de la idea de prevención en materia de accidentes del trabajo, cuando ningún país había comprendido en sus leyes el principio de la prevención obligatoria, nació con la Asociación de Mulhouse, fundada en 1867 por el digno de renombre M. Engel-Dollfus.

Cumple su misión por las visitas de sus ingenieros inspectores en fábricas y talleres, por medio de publicaciones diversas, boletines, folletos, circulares, por anuncios impresos en gruesos caracteres, destinados á ser expuestos en el taller, ofreciendo constantemente á los ojos de los obreros y contramaestres lo que deben evitar y lo que deben hacer; por concursos internacionales destinados á la creación ó mejora de aparatos de seguridad y de higiene; por recompensas otorgadas á obreros, contramaestres, ingenieros ó directores que se hagan distinguir en la observancia y aplicación de las medidas aconsejadas, ó creen y perfeccionen disposiciones protectoras.

Hasta 1893 (treinta y seis años después de la Asociación de Mulhouse) no intervino en *Francia* el legislador. También los industriales normandos en 1880 y los parisienses en 1862 se adelantaron á la acción oficial.

En *Bélgica*, la Asociación de los industriales belgas se fundó en 1890, y hasta 1899 no se votó la ley relativa á la seguridad y salud de los obreros empleados en Empresas industriales y comerciales.

En *Holanda*, la Asociación noerlandesa data de 1890; el legislador reglamentó en 1895 la seguridad de obreros en fábricas y talleres.

En *España*, por el contrario, el Estado, y eso tardiamente, ha ido de-

lante de la iniciativa privada, la cual aún se resiste á seguir el movimiento.

La reglamentación oficial ¿dá todas las garantías de seguridad deseables en la organización de la prevención de accidentes y en la higiene del trabajo?

Cierto que, según antes he dicho, la reglamentación oficial, no solamente tiene el carácter de reglas generales de conducta en evitación de accidentes y en obsequio á la higiene, sino que hace reglamentos especiales para cada una de las industrias peligrosas ó insalubres, singularmente las que producen ó manejan los llamados *venenos industriales.*

Pero por completa que sea esa reglamentación oficial ¿contendrá todas las medidas que exige la higiene y la seguridad del trabajo?

No; las medidas y precauciones propias para evitar accidentes varían, no solamente para cada industria, sino aun dentro de una misma industria, según que el establecimiento esté en una posición salubre ó no, que aplique á la fabricación ó al trabajo tal ó cual procedimiento ó medio mecánico. Hay, en fin, numerosos detalles que no pueden entrar, por su variedad, en la reglamentación.

Existen, sí, algunas industrias en que las condiciones del trabajo no varían: por ejemplo, la explotación de minas y canteras y ferrocarriles, y algo de esto sucede en la industria de la construcción, importante por su universalidad, por el número considerable de obreros que emplea y por los numerosos accidentes á que da lugar.

Hay, no obstante, diferencias de procedimientos de construcción de región á región, y aun dentro de cada una; y esta variedad de condiciones de trabajo se opone al establecimiento de reglas preventivas constantes y uniformes.

El arte debe también modificarse y adaptarse á los materiales disponibles, á las condiciones climatológicas, á las del subsuelo. Al variar las circunstancias del trabajo, varían también las medidas que deben adoptarse para evitar los accidentes.

En suma; las causas de los accidentes son muy variados, y las condiciones en que se efectúa el trabajo muy diferentes.

De aquí las ventajas del enlace de la acción oficial con la privada. Por esto, la combinación de esta última, representada por Asociaciones industriales y por Ingenieros, con la oficial del Estado, es el sistema que garantiza mejor la prevención de los accidentes y da mayores garantías de higiene y seguridad.

Inútil es decir á cargo de quién está la parte técnica en esas Asociaciones. Los Ingenieros han sido y son el alma de tales Instituciones benéficas, y merced á su concurso, y con el solo fin de ser útiles, de evi-

tar dolorosas catástrofes, inventaban aparatos para hacer inofensivas las máquinas, escribían reglamentos é instrucciones, giraban visitas, daban noticias y consejos á los industriales, pronunciaban conferencias; en una palabra, eran el alma de la obra benéfica de esas Asociaciones. Y en verdad que nadie, con más razón que el Ingeniero, podría ejercer ese apostolado.

Las prescripciones preventivas son más eficaces cuando emanan de los que conocen los menores detalles de las industrias. El Ingeniero es la entidad más capacitada para conocer las causas que originan los accidentes. La gravedad es, en cierto modo, dato secundario; lo que importa conocer es el aparato que ha producido el accidente; la falsa maniobra que lo ha provocado; el incidente que lo produjo. Nadie mejor podrá saber la modificación que conviene á una máquina ya construída é instalada, y cada vez que se produzca un accidente le será fácil estudiar con detenimiento sus causas y los medios de evitar su repetición.



VI

Estado de la cuestión en España.

Inacción de la iniciativa privada.—Contraste con la del extranjero.—Industrias insalubres y peligrosas que debieran estimular la acción privada.—Explosivos de seguridad.—Reglamentación del trabajo de mujeres y niños.—Espectáculo que á este propósito presenta España.—Se instituye la Inspección del Trabajo.—Obstáculos que estorban su cometido.—Actitud indiferente ó prevenida de autoridades, patronos y particulares.—Los enemigos de la reglamentación oficial.—Futilidad de las razones que invocan.—Misión educativa y redentora del Ingeniero.

Según he indicado anteriormente, la iniciativa privada en España no ha revelado su existencia.

Nada se ha hecho que recuerde el hermoso cuadro de Asociaciones industriales, de patronos y de Ingenieros, que presentan los demás países.

En higiene, salubridad y seguridad del trabajo, el espectáculo que ofrece nuestra industria es desconsolador; la negligencia y la despreocupación en este punto rayan en absoluto y punible abandono.

Fábricas que son verdaderos focos de infección y centros de emanaciones pestilentes. Cubo de aire insuficiente. Atmósfera de talleres antihigiénica. Retretes inmundos.

¡Quién ignora las propiedades tóxicas del fósforo! Los obreros que preparan la pasta; los que realizan la operación de introducir las cerillas en aquélla para formar la cabeza del fósforo y los colocan después en los secadores, respiran vapores fosfóricos y se impregnan las manos con la materia nociva que manejan.

La colocación en cajas les expone también á iguales peligros.

El aire de los talleres está cargado de vapores de fósforos, en una proporción, según análisis, de 0,12 milígramos por 100 litros. Y si un adulto respira 500 litros de aire por hora, en diez horas de trabajo la absorción equivale á 6 milígramos de fósforo, sin contar con el que penetra en el organismo por la suciedad de las manos y el contacto con la boca.

Todo esto produce enfermedades internas, agudas y crónicas y temibles enfermedades externas (necrosis del fósforo).

Las medidas reglamentando el trabajo datan de fecha ya lejana para las naciones que se indican á continuación:

1847 (Canton de Zurich).

1857 (Prusia).

1870 (Suecia).

1878 (Inglaterra).

1890 (Bélgica y Francia).

Este trabajo se ha higienizado á favor de los preceptos siguientes:

Prohibiendo á los niños las operaciones de manipulación y empaquetar.

Separando las operaciones más insalubres en talleres distintos para que los vapores no pasen de unos á otros.

Cubo de aire grande, mayor de 10 metros cúbicos por obrero. Ventilación enérgica.

Limpieza de talleres; barridos fuera de las horas de trabajo. Pintado semestral de los muros.

Vestuarios protectivos. Lavabos.

Visita médica.

Prevención contra el incendio.

Contrastando con este necesario lujo de precauciones, se advierte en España la más lastimosa desidia aún en las industrias insalubres. Ausencia absoluta de toda precaución higiénica, no sólo con los adultos, sino con mujeres y niños. Existen fábricas de fósforos, y de construcción moderna, en las que no hay más ventilación que la natural; pavimento sembrado de fósforos, que estallan al pisar; barrido del suelo estando las obreras; ni una jofaina ni una toalla para lavarse las manos.

El *Hidrargirismo* es otro de los males que afligen á un gran contingente obrero, pues existen numerosas industrias expuestas á este daño: 24 señala Layet.

La principal es la extracción del mercurio.

En Idria (Carnolia), y en Rusia, las jornadas de los obreros pueden ser normales. En Almadén no deben ser más que de cuatro á cuatro horas y media y siete jornadas al mes. Para que el obrero trabaje en condiciones aceptables hay que combinar este trabajo con otro al aire libre, eliminador del hidrargirismo y compensador de la intoxicación.

Así se evitará el espectáculo de obreros jóvenes, de complexión robusta y talla elevada, aniquilados orgánicamente, bajo la influencia del envenamiento producido por más de 20 jornadas sucesivas en galería.

Lo mismo podría decirse de otras industrias que producen ó mane-

jan materias tóxicas y que dan lugar al hidro-carburismo, arsenicismo, sulfocarbonismo, sulfidrismo, septicemias carbuncosas, etc., etc.

Por lo relativo á seguridad, son casi desconocidos los procedimientos de protección contra los accidentes del trabajo.

¿Quién no ha visto esos andamios, que sólo por mecánica milagrosa no se vienen abajo?

¡Medidas de seguridad! Hace no mucho tiempo, un obrero fué muerto al pretender coser una correa, que ni siquiera se había tomado la precaución de colocar en la polea loca. ¡La transmisión estaba en marcha!

Hasta la catástrofe de la mina de Melendreros (Caborana, Oviedo), ocurrida en 6 de junio de 1904 que ocasionó la muerte de 14 obreros por explosión de grisú, no se atendió á la necesidad de emplear en el laboreo de las minas que desprenden grisú y polvo fino de hulla explosivos de seguridad (1) en substitución de la dinamita, goma explosiva y otros tan peligrosos por esos conceptos y capaces de producir la detonación de la mezcla de grisú y de aire.

Francia é Inglaterra desde 1877, Prusia desde 1880 y poco después Austria, Bélgica, etc., habían resuelto esta cuestión en Congresos internacionales.

En el extranjero, desde hace muchos años, son de fabricación corriente las llamadas pólvoras de seguridad y de empleo obligatorio, y está reglamentado el modo de dar fuego á los barrenos para que los procedimientos píricos que se empleen no produzcan, por chispas, llamas ó incandescencia prolongadas, la inflamación de la mezcla detonante.

Ya en 1802, Inglaterra se ocupó del trabajo de mujeres y niños; las manufacturas algodoneras empleaban más de 100.000 de éstos, algunos de seis y cinco años, que trabajaban catorce, dieciséis y más horas en talleres ant higiénicos; una verdadera explotación de los niños.

Francia empezó á estudiar la cuestión del trabajo de los niños en las minas en 1813. Y estas naciones, como Alemania, Italia, Bélgica, etcétera, se han entregado preferentemente á este asunto, elaborando leyes progresivas de protección.

En España, la ley tutelar del trabajo de mujeres y niños, yace incumplida. A pesar de ella, son excesivas las horas de trabajo y escasísimos los jornales; unos patronos proceden por avaricia, otros porque empleando procedimientos arcáicos de producción, no pueden luchar con la fabricación moderna, dotada del herramental y maquinaria novísimos, sino aumentando las horas de trabajo, empleando mujeres y niños con

(1) Las grisunitas, grisutitas y otras especies que al detonar no producen llama ni dan temperaturas elevadas menores de 2.000°

jornales irrisorios de 0,25 á 1 peseta. En ocasiones, este escasísimo jornal se grava con multas, con lo que al llegar el sábado reciben unos céntimos como retribución al trabajo de una semana.

Niños de ocho años se anemizan trabajando sesenta y nueve horas semanales, es decir, once horas y media diarias.

Fábricas hay en que, sin exigirlo la índole de la industria, el trabajo es continuo, con dos grandes grupos de obreros, uno de ellos desde las tres de la tarde hasta las tres de la madrugada y otro desde las tres de la madrugada á tres de la tarde ¡Y niños y mujeres menores de edad están sometidos á este régimen!

En trabajos nocturnos y subterráneos se vé también languideder á estos seres.

Niños de diez años, empleados en fábricas de flores artificiales, se intoxican lentamente con el manejo de los colores arsenicales para pintar telas y papeles; otros, no salidos aún de la infancia, llevan fardos y pesos desproporcionados á sus fuerzas y desarrollo.....

¡Tal es el panorama que se descubre á diario en el escenario de nuestra industria!

La ley protectora del trabajo de mujeres y niños, de 13 de marzo de 1900, encomendaba á unas *Juntas locales* de reformas sociales la vigilancia del cumplimiento de esa ley.

Esas Juntas puede decirse que no existieron hasta 1904, fecha en que el Instituto de Reformas Sociales, en tanto se organizaba el servicio de Inspección, quiso disponer de este instrumento, siquiera no tuviese gran fe en la virtualidad de sus servicios. Se dictaron, pues, numerosas disposiciones para la creación, nombramiento y funcionamiento de esas Juntas, se excitó por todos los medios imaginables el celo de las autoridades gubernativas y municipales.

El resultado no ha correspondido á los esfuerzos realizados, descontando honrosas y muy limitadas excepciones en algunas capitales de provincia, las Juntas no dieron señales de existencia, como no fuera para cobrar dietas los que tienen derecho á ellas, ni han hecho labor útil en cuanto se refiere á higiene seguridad del trabajo del obrero, trabajo nocturno, trabajos insalubres y peligrosos.

Pero se promulga la ley del Censo en agosto del año 1907. Por esta ley, un individuo de las juntas locales es el llamado á presidir las juntas del censo electoral; aparece un fin político, y entonces, lo que no habían logrado las leyes, Reales decretos, Reales órdenes, instrucciones repetidas, ni el celo desplegado por el Instituto, lo consigue la política, el caciquismo, y en dos ó tres meses el número de Juntas locales se eleva á 6.000.

En alguna provincia de que no tenía conocimiento el Instituto que existieran más que 4 á 10 juntas, aparecieron de pronto y como por ensalmo 300 ó 400.

Y no se crea que por este extraordinario crecimiento se haya notado adelanto alguno desde el punto de vista social.

Se organiza la Inspección del trabajo; los inspectores se reclutan entre lo más distinguido de los ingenieros y médicos. Las ideas en que se inspiró el Reglamento para su servicio eran de transigencia y tolerancia, convencidos de que era preciso proceder con prudente lentitud para no perjudicar á los centros de trabajo, en su mayor parte fuera de la ley desde el punto de vista social, pasando por transición brusca de un estado de verdadera anarquía al de un cumplimiento estricto de las leyes.

Los inspectores ejercieron su misión como apóstoles y propagadores de las leyes sociales, apelando luego al consejo, al apercibimiento después, al señalamiento de la infracción más tarde.....

¡Cuántos obstáculos han tenido y tienen que vencer!

Las autoridades gubernativas, en general, les prestan apoyo, y digo en general, porque en algunos casos su acción ha rayado en indiferencia, y en otros, han llegado á ponerse de parte de los infractores, so pretexto de que los informes adquiridos por agentes suyos eran opuestos á los manifestados por la Inspección, tendiendo á privar de su independecia á estos inspectores, pretendiendo ponerlos á sus órdenes, con el grave peligro de que el día de mañana pudiera convertirse en arma política, en agente del caciquismo odioso, lo que tiene misión social tan grande y elevada.

Las autoridades municipales, á este respecto, pueden presentarse como dechados de morosidad, y á veces como elementos de verdadera obstrucción, por su resistencia á facilitar datos de industrias de la localidad y á estimular el ejercicio de las Juntas locales que, ó no funcionan ó funcionan mal, y, lo que es peor, en algunas localidades esas Juntas pretenden absorber el servicio de inspección para el logro de fines particulares.

Por lo tocante á la esfera privada, se advierte en los patronos una perniciosa prevención contra las leyes tutelares del obrero. Domínales la desconfianza, sin que hagan nada por su parte, ven con recelo la ingerencia del Estado, extraña á sus costumbres, estimándola contraria á sus intereses. Toda medida de inspección la toman como fiscalización de su trabajo y beneficios, creyendo ver detrás al fisco con aumento de tributos.

En España, aunque sea sensible decirlo, hay que confesar que la in-

geniería ha hecho poco, en general, por la salubridad, seguridad y bienestar del obrero.

En punto á seguridad en el trabajo, el escaso fruto cosechado, de origen oficial, es el catálogo de mecanismos preventivos de accidentes; que como su nombre indica, como tal catálogo, es simplemente una relación de los mecanismos, aparatos y medios que podrían emplearse; pero por su misma generalidad y su carácter no obligatorio, carece de toda fuerza real y efectiva; ni resuelve nada ni obliga á nada.

De higiene huelga el hablar, pues no se ha establecido aún precepto alguno positivo.

Esta misma deficiencia de intervención oficial en tan interesante asunto, parece como que debiera haber despertado más vivamente la acción de la iniciativa privada; nada de eso, y aun se ha dado el caso de que personas cultísimas se hayan mostrado enemigos de la reglamentación de la seguridad y de la higiene por el singular razonamiento de que *no es práctico.*

¡Que no es práctico lo que tiende á mejorar la condición del obrero en salubridad y seguridad, lo que existe en todos los países del mundo, con excepción vergonzosa de España!

Débese esto, en primer lugar, á que abstraídos los profesionales por la parte técnica, lo mismo en las escuelas que en la práctica, no han entrado en el medio ambiente social que nos rodea, no han estudiado los preblemas sociales ni reconocido su importancia y consecuencias.

Pero hay otra segunda razón. Estamos en el país del cantonalismo, de la cofradía, del coto redondo, de la agrupación en núcleos aislados, y la ingeniería no podía escapar á ese tradicional y funesto achaque de la sociedad española; antes bien, en la lucha por la vida ha extremado la nota, formando grupos y asociaciones corporativas de ramos profesionales para disfrutar en el terreno privado los beneficios del ejercicio de la profesión en las aplicaciones particulares; y preocupados con estas ideas, todo lo que sea reglamentación oficial les parece atentatorio á la integridad de la parcela que cultivan, sin atender, como se merecen, problemas tan importantes como el que nos ocupa.

La industria de la edificación, que tan enorme contingente de accidentes da, las minas, canteras, calderas, electricidad, viabilidad, presentan el mundo parcelario de cotos cerrados, en cierto modo antagónicos á la evolución perfectible en la materia que nos ocupa.

Tal vez se antoje harto sombrío este cuadro, y se crea que al bosquejarlo he recargado las tintas á todo color; nada tan distante de la realidad.

Podíamos haber ido más lejos en la exposición de lamentables ejem-

plos para presentar en toda su desnudez la miseria fisiológica que invade á gran parte de la masa obrera española por causa de la ignorancia dominante en materia legal del trabajo y del desdén con que miran estos vitales problemas, no ya las mediocridades, sino algunos próceres de la inteligencia. Pero basta lo expuesto para llegar al objeto que me guía, el cual no es otro que requerir la atención de nuestros técnicos, de nuestros ingenieros, sobre la inmensa transcendencia que entrañan estas cuestiones sociales, invitándoles á estudiarlas, á discutirlas, á difundirlas, ya en el periódico, en el folleto y en el libro; ya en el círculo obrero, en la asociación patronal, en la conferencia; ya, en fin, en la cátedra superior y aun en la elemental, llevando á la integral de la instrucción primaria las ideas básicas de las leyes del trabajo.

Ese cuerpo de doctrina es hoy tan necesario al ingeniero como cualquiera otra derivación técnica de su facultad; penetrarse de esa doctrina, extenderla y aplicarla es afilar las armas de la profesión, elevar la condición del obrero, laborar por la paz social y contribuir por modo eficientisimo á los altos fines del movimiento humano.

VII

Intervención de los Ingenieros en el problema social.

Conocimientos económicos y sociales que debe poseer el Ingeniero.—Necesidad de introducir los estudios sociales en las Escuelas técnicas.—Lo que pueden hacer los Ingenieros en general en el problema social.

El Ingeniero moderno, para estar á la altura de su misión, no debe limitarse á poseer los conocimientos técnicos de la ingeniería; le son indispensables los conocimientos económicos y sociales, porque hoy, al dar los primeros pasos en el terreno de la práctica, se le presentan y tiene que resolver problemas de este género.

En el proyecto de una obra, fábrica ó empresa industrial, en la ejecución de cualquier trabajo, tiene que estudiar, no solamente las dificultades de la realización técnica, sino que ha de tener en cuenta las dificultades de orden económico y prevenir las que pueden proceder del personal obrero que ha de realizar los trabajos. Esta misión es tanto ó más difícil que la puramente técnica, y para prevenir los conflictos de todo orden, y salir airoso en circunstancias difíciles, no basta apelar á la inteligencia, prudencia y razón, es forzoso poseer conocimientos especiales.

Concretándonos al aspecto social, el Ingeniero ha de poseer conocimientos de economía social, á saber:

Salarios, sus modalidades. Contratos del trabajo.

Modos de interesar á los obreros en la obra que ejecutan (primas, salarios colectivos, etc.)

Cuanto tiende á asegurar el bienestar material, presente y futuro de los obreros.

Casas baratas, que muchas veces habrá que construir junto á las fábricas, cuando éstas se establecen en comarcas desprovistas de población obrera.

Modo de procurar recursos necesarios á la subsistencia del obrero: Economatos, Cajas de Ahorro, de Seguros y de Previsión.

Legislación del trabajo. Accidentes. Trabajo de la mujer y del niño. Duración del trabajo. Higiene y seguridad del mismo.

Huelgas. Tribunales de arbitraje y Consejos de conciliación.

Todos estos conocimientos, repito, son necesarios al Ingeniero. Con ellos, no solamente desempeñará cumplidamente su misión en el ejercicio profesional, sino que podrán figurar á la cabeza de los grandes movimientos económico-sociales, en la prensa, en el Parlamento.

Los Ingenieros son, en general, poco inclinados á esta clase de estudios, tan desemejantes á los de las ciencias abstractas y de aplicación puramente técnicas. Esto es un mal; entre otras cosas, porque el desconocimiento de estas cuestiones conduce al menosprecio de ellas.

Los estudios económico-sociales han de hacerse en las Escuelas técnicas. Estos conocimientos no son de los que pueden improvisarse; más tarde le faltarán al Ingeniero tiempo y Maestros, porque los Directores de Empresas industriales no han de transformarse en Profesores, además de que lo que buscan en el Ingeniero es un colaborador, no un discípulo.

En todas las naciones de Europa, en los Estados Unidos de América, hasta en el Japón, figura en los planes de enseñanza de las Escuelas técnicas el estudio de la economía política y de la economía social. Debe figurar también en las nuestras.

Se dirá que los programas están recargados, y que sería agravar el mal introducir nuevos estudios. Habría que revisarlos, y, seguramente, se encontraría alguna ó algunas teorías de escasa aplicación, que podrían ser substituídas, ventajosamente, por las antes enumeradas.

Las colectividades tienen sus miserias, padecen enfermedades, como los individuos, y como á éstos debe aplicarse un tratamiento apropiado. Ya que existe un mal social debe estudiarse el modo de curarlo, la terapéutica adecuada.

El problema se presenta á nuestra atencion de modo cada vez más apremiante; hay que luchar, y esa lucha no puede conducir á resultados eficaces sin la unión de todos los esfuerzos.

Es precisa la acción de los Poderes públicos; es indispensable la acción de la iniciativa privada; y coadyuvando eficazmente á estas dos acciones es utilísima la intervención del técuico, Ingeniero ó Arquitecto.

Los Ingenieros, estudiando la variedad de focos industriales y de trabajo; teniendo á su vista multitud de hechos y fases sucesivas de la vida del trabajo, observaciones múltiples, riqueza de hechos vistos ó recogidos de viva voz, pueden prestar un concurso inestimable á la resolución de problemas tan complejos como los sociales.

Así, de este modo, Estado, patronos, Ingenieros, higienistas, por esfuerzo común y continuo, procediendo con prudencia y por etapas graduadas, contribuirán á realizar la parte práctica y útil de las reivindicaciones sociales, sin trastornos, sin violentas transiciones, substituyendo progresivamente lo modificable para llegar á una situación legal, moral y práctica.

José Marvá.

APARATO PARA MEDIR LA FRECUENCIA DE LAS OLAS

APARATO

PARA MEDIR LA FRECUENCIA

DE LAS OLAS

POR

EDUARDO MIER Y MIURA

INGENIERO MILITAR



MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1909

Introducción.

Los instrumentos sismológicos de gran sensibilidad, por los varios trazados microsísmicos que proporcionan, acusan la existencia de misteriosos movimientos de la corteza terrestre que, desde larga fecha, preocupan intensamente á los sismólogos.

Aparte de los microsismos debidos á terremotos lejanos, señalados por instrumentos muy distantes del epicentro y de los que indican los sismógrafos instalados en el área epicentral, correspondientes á terremotos de escasa intensidad, señalan los sismogramas otros movimientos casi imperceptibles. Los de este último género, observados en Potsdam, los clasifica el Sr. Hecker (1) en estos cuatro grupos:

1.° Movimientos de muy corto período, en que la corteza terrestre oscila rápidamente, tardando unos 4 segundos en cada oscilación completa. Varían estas vibraciones de una manera bastante regular, según las horas del día, y parece que dependen de la actividad humana.

2.° Movimientos vibratorios algo más lentos, con un período de unos 7 segundos.

3.° Movimientos oscilatorios de unos 30 segundos de período; y

4.° Movimientos oscilatorios, con un período de uno ó más minutos.

No hemos de ocuparnos en este breve estudio ni de los movimientos del grupo 1.°, cuya probable causa ya se ha indicado, ni de los del 3.°, que suelen atribuirse al rozamiento de los vientos contra la tierra, ni de los del 4.°, de origen totalmente misterioso, que en la estación de Estrasburgo generalmente tienen períodos de 2 á 3 minutos.

Las perturbaciones microsímicas del 2.° grupo, verdaderas vibraciones, con períodos que, en general, varían de 5 á 10 ú 11 segundos, siendo el de unos 8 segundos el más común, observadas con mucha frecuencia, y que, aumentando unas veces y disminuyendo otras, duran en ocasiones muchos días, han sido objeto de gran número de trabajos de varios sismó-

(1) Seismometrische Beobachtungen in Potsdam in der Zeit 1 Januar bis 31 Dezember 1905.

logos y constituyen la constante preocupación de muchos, que desean averiguar el origen de ellas.

Estos movimientos, generalmente conocidos con los nombres de oscilaciones pulsatorias y barosismos, ya fueron notados á mediados del siglo XVII por Gassendi; pero, realmente, la observación científica y sistemática de ellos arranca de 1870: de los perseverantes estudios del Padre Bertelli, efectuados cerca de Florencia, en su observatorio de Alla Querce.

La amplitud variable de estas oscilaciones es siempre muy pequeña, y para formarse idea de ella bastará decir que en las observaciones efectuadas por los japoneses en Tokío, desde Julio de 1898 á Diciembre de 1899, la máxima amplitud no excede de 1,6 milímetros.

Esta pequeñez de los movimientos microsísmicos á que nos referimos dificulta su estudio, y ha sido causa de largas discusiones por atribuirlos muchos, como Monte, á oscilaciones de los péndulos, producidas por la acción directa sobre ellos del calor ó del viento y no á vibraciones del suelo. Pero hoy nadie niega ya la realidad de estas oscilaciones terrestres, y todos se afanan en dar la explicación satisfactoria de las causas que las originan.

Esas tempestades microsísmicas, lo mismo se presentan en países jamás agitados por terremotos cercanos que en regiones tan sujetas á ellos como las islas Filipinas y el Japón, y son más intensas en la superficie de la tierra, como lo demuestran los experimentos de Rossi y de Hecker. El primero de estos observadores afirma que en Rocca di Papa, á 18 metros de profundidad, las oscilaciones vienen á ser la mitad de intensas que en la superficie, y el segundo ha hallado igual resultado en Potsdam, en un terreno arenoso, á 25 metros de profundidad.

En una de esas borrascas microsísmicas, la duración de las oscilaciones es generalmente constante; pero no su amplitud, que crece gradualmente para ir decreciendo poco á poco, y luego vuelve á aumentar y disminuir, siempre paulatinamente, constituyendo de este modo grupos de muchas vibraciones, que se suceden á intervalos, cuya duración, como el período de las oscilaciones, también parece ser independiente de las amplitudes, y en muchos casos se mantiene sensiblemente constante.

No podemos entrar en minuciosos detalles acerca de los muchos estudios estadísticos y comparativos que se han establecido entre esas vibraciones y los fenómenos meteorológicos para buscar la causa de ellas.

Sí indicaremos, sin embargo, aunque no sea más que como una prueba de que la dominación española en Ultramar no era tan mala ni tan estéril para el progreso como algunos creen, que la única serie de observaciones continuas y encaminadas á esclarecer la relación entre los movi-

mientos microsísmicos y los fenómenos meteorológicos se debe á los Padres Jesuítas del Observatorio Meteorológico de Manila (1). Durante unos veinte años, desde 1882 á 1901, se han efectuado esos estudios, que por más que se realizaran con aparatos desprovistos de amortiguadores de las oscilaciones propias de los péndulos, tienen grandísimo valor, siendo lamentable su interrupción y abandono.

De ese gran número de datos se desprende cierta proporcionalidad entre la actividad microsísmica, el gradiente barométrico y la agitación de los mares próximos, especialmente del mar de la China.

Sin embargo, del cúmulo de observaciones y datos amontonados por diversas estaciones sismológicas, la verdad es que hasta hoy nada concreto puede sacarse, y sería temerario inclinarse á favor de una ú otra de las opiniones sustentadas acerca del origen de las oscilaciones pulsatorias.

Unos admiten que los cambios de presión barométrica, por su acción variable sobre la corteza terrestre, sean la causa de tales vibraciones; otros las atribuyen al viento, y Wiechert, con algunos sismólogos más, las suponen engendradas por el choque de las olas contra las costas.

El autor de este trabajo estima que esa disparidad de juicios es más aparente que de fondo, porque en realidad los cambios de presión barométrica están íntimamente ligados con las tempestades y los vientos, y éstos no se hallan menos enlazados con las olas que producen.

Además, á medida que se ahonde en este género de estudios, parece lo más probable que el problema se complique y no tenga la sencillez que hoy se admite. Las perturbaciones de la estabilidad de la corteza terrestre, sean de la importancia que quieran, desde los más violentos megasismos hasta las vibraciones más microscópicas, que hoy no llegan á revelar los instrumentos más perfeccionados, y mañana harán visibles otros aún más perfectos, deben obedecer á causas muy complejas. La tierra, moviéndose velozmente en el espacio, con ejes de rotación mudables, sujeta á acciones extratelúricas, á choques diversos y fenómenos varios, dotada además de una constitución heterogénea, que por esto mismo modifica en grados distintos la producción y propagación de ondas sísmicas, ha de estar vibrando constante y desigualmente, sujeta á leyes complejísimas, que sólo el tiempo, la observación directa y tenaz y el estudio asíduo podrán poner en claro algún día.

Sea de ello lo que quiera, es lo cierto que esta cuestión del origen de los llamados barosísmos fué una de las que se discutieron en la primera Asamblea general de la Asociación Internacional de Sismología, cele-

(1) Comte de Montessus de Ballore. *Le Science Seismologique*, pág. 387.

brada en El Haya, en Septiembre de 1907, y que después de tomar parte en ella sismólogos y sabios tan eminentes como Wiechert, el Príncipe Galitzine, Rudolph, Schuster, Lewitzky, Forel, Gerland, Omori y Klotz, quedó en claro que procedía decidirse por una investigación sistemática de las causas de esos movimientos, y que era del mayor interés multiplicar las observaciones acerca del ritmo con que las olas se estrellan contra las costas.

Hay en esos congresos internacionales la malhadada costumbre, contra la cual se ha revuelto el autor de esta Memoria más de una vez, de pronunciar discursos en varios idiomas, que luego resume, generalmente, el secretario en francés, y que obligan, á los que no somos políglotos, á reposar la atención, mientras llega el referido resumen.

En uno de esos forzados reposos de la misma sesión en que el señor Wiechert expuso la idea ya mencionada, el autor de este escrito, por vía de entretenimiento, ideó y dibujó á la ligera un aparato, que creyó podría llenar más fácil y seguramente que los usuales mareógrafos, y con menos gasto, el fin deseado de medir la frecuencia de las olas, asunto no sólo importante en sismología, sino también en arquitectura naval y en las construcciones hechas en el mar, del cual aparato dió conocimiento, en la misma sesión, á sus sabios amigos el Sr. Lecointe, Director científico del Observatorio de Bruselas y Delegado de Bélgica en el Congreso, y el R. P. Manuel M. Sánchez Navarro, Director del Observatorio Sismológico de Cartuja.

El aparato ideado se basaba en aprovechar los efectos de la inercia en un flotante, obligado á seguir los movimientos de las olas en sentido vertical, que oscilaba á lo largo de un pilote, y que, por medio de resortes y contactos eléctricos, convenientemente dispuestos, interrumpía un circuito eléctrico al paso de cada ola, para registrar estas interrupciones en la orilla.

Aunque tanto el Sr. Lecointe como el Sr. Sánchez Navarro, guiados por generosos impulsos de afecto personal hacia el autor, le excitaron para dar cuenta del aparato en aquella misma sesión, juzgó preferible el interesado aplazar la publicación de aquel proyecto hasta después de haber hecho un estudio de él algo más detenido, que acaso le hiciese variar las disposiciones ideadas y sacrificar una pequeña satisfacción, hija de las circunstancias, al deseo de dar con algo más meditado y de más seguros y generales resultados.

Posible es que tal decisión entrañe la pérdida de la prioridad; pero, aparte de que el autor ya está habituado á sufrir tales percances, con verdadera impasibilidad, hija de circunstancias, cuyo relato no es de este lugar, estimó preferible correr ese peligro con tal de tener tiempo

para comparar la solución ideada con otras que pudieran ocurrírsele, y acaso resultaran más eficaces.

De este estudio posterior nació el aparato que en esta Memoria, principalmente se describe, y otro más, con posible aplicación al aprovechamiento de la energía de las olas, que también se describe, aunque más á la ligera.

Tal es la historia del presente trabajo, que esperamos justifique y disculpe su publicación, tanto por el deseo que revela de procurar esclarecer un asunto científico de actualidad como por las circunstancias ya mencionadas, que exigían al autor corresponder de algún modo al cariñoso empeño de sus sabios amigos el Sr. Lecointe y el R. P. Manuel M. Sánchez Navarro, el último de los cuales, para obligarle aún más, dice en un estudio suyo, publicado en las actas del Congreso de Sismología de El Haya: «Peut-être, M. le Lientenant-Colonel du Génie E. Mier y Miura, délegué espagnol, pourra installer trés prochainement un instrument qu'il vient d'inventer pour l'enregistrement des périodes des vagues».

I

Aparato para transportar el movimiento de las olas á tierra firme.

En el aparato propuesto para medir la frecuencia de las olas se utiliza una modificación de los mareógrafos ideados hace tiempo por el autor, cuya teoría y descripción datan oficialmente del año 1895.

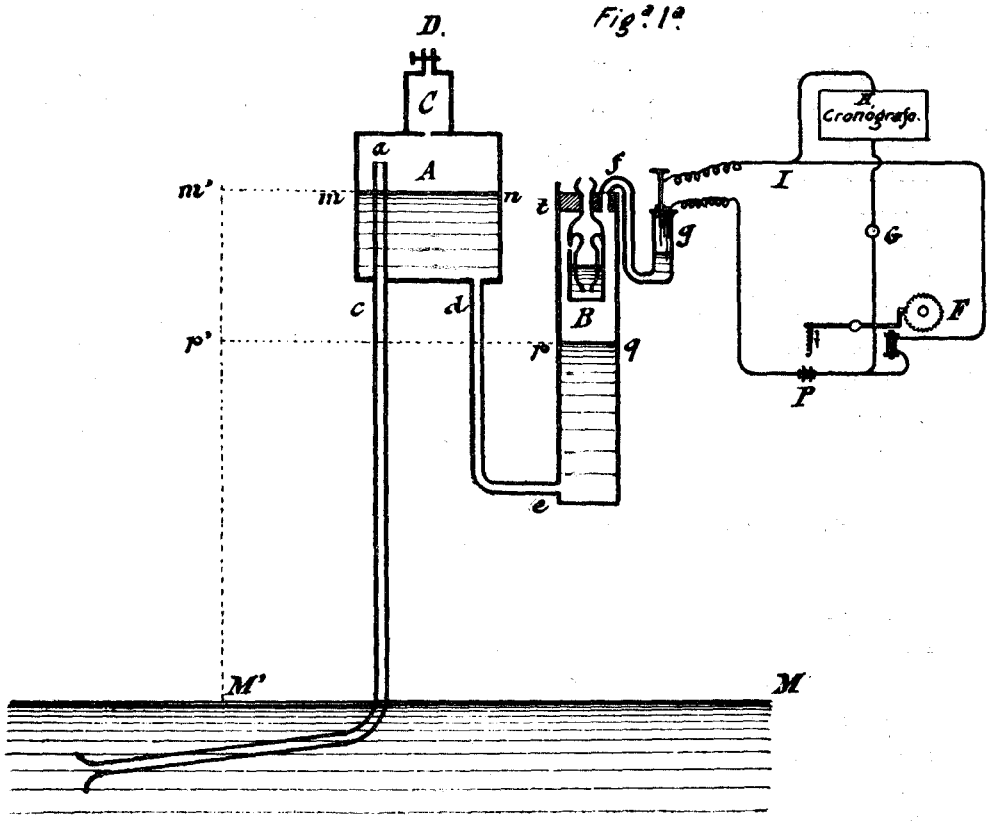
La parte de ese sistema de mareógrafos, utilizada en la aplicación especial de que se trata, consiste en una caja de fundición A (fig. 1.ª), cuyo fondo está atravesado por el tubo *a c b*, de hierro en su parte *a c*, y de plomo en la restante *c b*, por haber de estar la primera en contacto con mercurio, y la segunda con el agua del mar, que en el plomo produce menos deterioros que en otros metales.

Del fondo de la caja A parte otro tubo de hierro *d e*, que pone en comunicación la base de aquélla con la parte inferior de otro cilindro de fundición, B, abierto por su extremo superior.

La caja A tiene un tercer orificio en su base superior ó tapa, que la pone en comunicación con una pequeña cámara C, cuyas paredes laterales son de cristal, y en la tapa de la cual hay un tubo D, provisto de una llave especial para incomunicarla bien, cuando el caso llegue, con la atmósfera.

Para comprender el modo de funcionar de esos mareógrafos, en la parte que ahora interesa, indicaremos que se establecen, de ordinario, lle-

vando el extremo *b* del tubo *a b* á suficiente profundidad en las aguas del mar, no sólo para que no llegue á quedar al descubierto en las baja-



mares vivas, sino para que el influjo del oleaje deje sentir poco sus efectos en las presiones que determine en la boca, *b*, del tubo.

Después, se echa mercurio en el depósito A ó en el tubo B en suficiente cantidad, y para cargar el aparato basta hacer la necesaria succión, por medio de una bomba de mano, en la cámara D C. La presión atmosférica determina la subida del agua del mar por el tubo *a b*, cuyo extremo superior llega cerca de la base más alta del depósito A, y la ascensión del mercurio, que de B pasa en parte á esta caja A.

Una vez que esté llena de líquido toda la cámara C, se cierra la llave de D, y el aparato queda en disposición de funcionar.

II

Teoría del anterior aparato.

Para una posición determinada del nivel M' M de las aguas se harán equilibrio, por la combinación de sus esfuerzos, la presión atmosférica sobre la superficie $p\ q$ del mercurio, la columna de este metal, cuya altura sea la diferencia de nivel de los dos planos horizontales $m\ n$ y $p\ q$, la presión atmosférica sobre la superficie de las aguas del mar M' M y la columna de agua, cuya altura es la diferencia de nivel entre los planos M' M y $m\ m$.

Sobre todo, para la aplicación especial de que se trata, puede admitirse que se destruyan totalmente los efectos de esas dos presiones atmosféricas de que hemos hablado, aunque sea algo mayor la que se ejerce sobre el plano más bajo, que corresponde á las aguas del mar, así como puede prescindirse también de las variaciones que produzcan los cambios de temperatura. Tanto las correcciones que en sí llevan las fluctuaciones de la presión barométrica como las que proceden de las temperaturas ambientes, carecen realmente de positiva importancia, no sólo en el caso especial que examinamos, sino en la usual aplicación de los mareógrafos de sifón, debiendo tomarse sólo en cuenta, tanto unas como otras, solamente cuando se trate de efectuar con esos aparatos estudios de gran precisión, muy superior á la que proporcionan los mareógrafos de otros sistemas (1).

Esas dos columnas, de líquidos de diferente densidad, que se equilibran, tendrán alturas M' m' y $m'\ p'$ que, si designamos por d_m y d_a las densidades respectivas del mercurio y del agua del mar, estarán ligados por la relación:

$$\frac{m'\ p'}{m'\ \mathrm{M}'} = \frac{d_m}{d_a} \qquad \text{ó} \qquad m'\ p' = m'\ \mathrm{M}'\ \frac{d_m}{d_a},$$

que puede escribirse en esta forma:

$$m'\ p' = 13{,}3\ m'\ \mathrm{M}', \qquad [1[$$

para dar, con suficiente aproximación, en la casi totalidad de los casos, la relación numérica que liga las alturas de ambas columnas líquidas.

Para otra posición distinta de equilibrio se tendría análogamente:

$$m'_1\ p'_1 = 13{,}3\ m'_1\ \mathrm{M}'_1,$$

(1) Puede consultarse la obra *Marcómetros y Mareógrafos de Sifón*, por Eduardo Mier y Miura, en la que se estudia detenidamente la teoría de esos aparatos.

que, combinada con la anterior, produce:

$$(m' p' - m'_1 p'_1) = 13{,}3\ (m' M' - m'_1 M'_1),$$

ó sea designando por m la variación de altura de la columna de mercurio, y por a la del agua:

$$a = 13{,}3\, m \qquad \text{ó} \qquad m = 0{,}075\, a, \qquad [2]$$

que indica que á cada metro de variación de la altura de la columna de agua corresponde, aproximadamente, en la de mercurio, otra de 7,5 centímetros.

Si quiere deducirse el cambio de situación experimentado por la superficie $p\,q$, bastará observar que es de signo contrario al que sufre la otra superficie $m\,n$ del mercurio, y que se suman los valores absolutos de ambos para dar la total variación que acabamos de representar por m. En efecto, evidente es que si m_1 indica lo que haya bajado la superficie $m\,n$ y m_2 lo que, á su vez, haya subido la $p\,q$, la altura de la columna de mercurio habrá experimentado una variación total:

$$m = (m_1 + m_2). \qquad [3]$$

Como lo importante es relacionar las variaciones del nivel M' M de las aguas con las del mercurio de la cubeta B, observaremos que, en los cambios de posición experimentados por este último líquido, la cantidad de él en que aumente ó disminuya el depósito A es precisamente la misma en que disminuye ó aumenta la cubeta B, así es que si S designa la sección recta del líquido de A, y s la de B, podrá escribirse que:

$$m_1 S = m_2 s, \qquad [4]$$

expresión que, combinada con la anterior, eliminando m, da la:

$$m = m_2 \frac{s}{S} + m_2 = m_2 \left(1 + \frac{s}{S}\right). \qquad [5]$$

Por otra parte, las variaciones, a, de las alturas de las columnas de agua son el resultado de los cambios de nivel de la superficie líquida M M, que designaremos por n, y de las subidas ó bajadas experimentadas por la otra superficie $m\,m$, que hemos designado por m_1. Ambas variaciones de nivel se suman para producir la total a de la columna de agua, así es que se tendrá:

$$a = n + m_1 = n + m_2 \frac{s}{S}. \qquad [6]$$

Llevados estos valores de a y m á la expresión [2], proporcionan la:

$$n = \left[13{,}3\left(1 + \frac{s}{S}\right) - \frac{s}{S}\right] m_2 \qquad [7]$$

que liga las variaciones m_2 del nivel del mercurio en la cubeta B con las n del agua del mar y con los valores de las secciones rectas, llenas de líquido, de ambos depósitos de mercurio.

La escala en que se obtienen esas variaciones, dada por la cantidad que en la anterior fórmula figura como coeficiente de m_2, puede tener muy distintos valores, según sean los que á S y s se asignen; pero, como ni s puede ser cero ni S infinito, claro es que el máximo no podrá llegar á 13,3, que marca el límite superior de la escala.

Sin embargo, cabe acercarse bastante á ese límite, dando á los depósitos de mercurio dimensiones que ni siquiera lleguen á ser extraordinarias.

En efecto, con hacer $\frac{s}{S} = \frac{1}{10}$ ya resulta

$$n = 14{,}53\, m_2 \qquad \text{ó} \qquad m_2 = 0{,}069\, n,$$

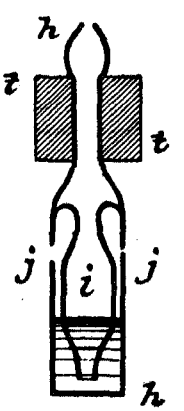
así es que, sin forzar el natural modo de ser de las cosas, puede llegar á conseguirse una variación de 7 centímetros, próximamente, en el nivel del mercurio, por cada metro que oscile el agua del mar.

III

Cierre hidráulico, manómetro, pilas, contador y cronógrafo del aparato.

En la boca de la cubeta B se ajusta un tapón de caucho, t, de dos orificios: de uno de ellos, que está en el centro, pende un cierre hidráulico especial, representado en mayor escala en la figura 2.ª; y el otro sirve de arranque á un tubo acodado, $f\,g$, cuya rama de la derecha se halla representada, también en mayor escala, en la figura 3.ª

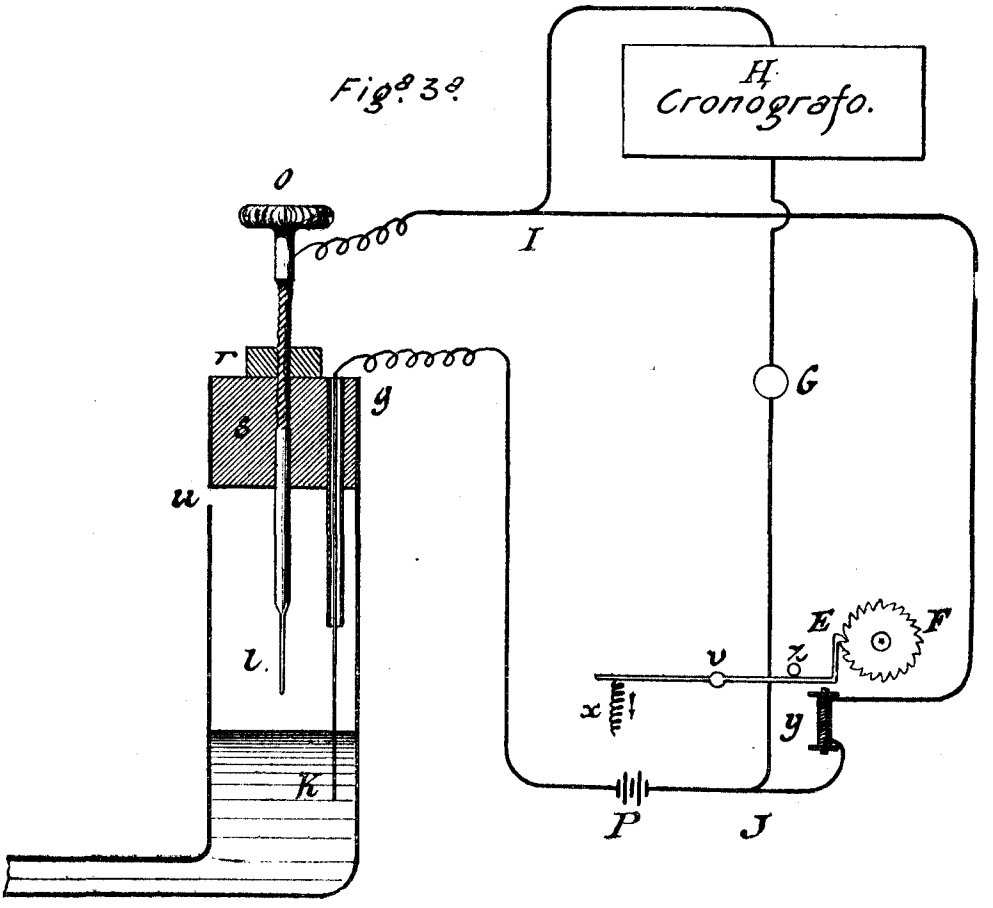
Fig.ª 2.ª



Ese cierre hidráulico (fig. 2.ª), de doble juego, que permite la expulsión del aire ó la entrada de él en el depósito B, desde que la tensión ó el enrarecimiento adquieren determinado valor, se compone de un cilindro $h\,j\,h$, cerrado por su parte inferior, apuntado en la superior por la pieza h, que ha de introducirse en el tapón de caucho y provisto de orificios $j\,j$. Forma cuerpo con ese cilindro una pieza i, cuyo extremo infe-

rior, muy estrecho, llega cerca del fondo *h* del cilindro exterior, quedando cubierto en parte de su altura por el líquido depositado en ese cilindro exterior.

El tubo *f g* (fig. 1.ª), cuya rama derecha se ha representado, en parte, en mayor escala en la figura 3.ª, es sencillamente un manómetro de mer-



curio, tapado, en su extremo *g*, por un tapón *s*, de dos orificios, y provisto de una pequeña abertura *u*, para que al subir ó bajar el mercurio salga ó entre el aire necesario. Al tapón *s* va asegurada la tuerca *r* del tornillo *l o*, cuya punta *l* es de platino, y por el otro orificio del tapón penetra un alambre de hierro *g k*, que llega cerca del fondo del tubo manométrico, y cuya flexión y consiguiente contacto con el tornillo *o l* se

impide por medio de una varilla hueca de cristal, en la que va alojado en gran parte de su longitud.

Esa disposición sirve para cerrar automáticamente, cuando sube el nivel del mercurio, la corriente eléctrica de una pila P (figs. 1.ª y 3.ª), uno de cuyos polos está unido al alambre *g k*, mientras el alambre que parte del otro se bifurca en J, en los circuitos J, G, H, I y J, *y*, I.

En el primero de esos dos circuitos está intercalado un cronógrafo H y un interruptor G, para eliminar aquél cuando se desee, y del otro circuito constantemente forma parte el electro-imán *y*.

La armadura E *v* de ese electro-imán, que gira alrededor de *v*, está ordinariamente separada de él por la acción del resorte antagonista *x*, limitada por el tope *z*; pero, cuando pasa la corriente eléctrica por *y*, se acerca á este electro-imán y hace girar la rueda F de un contador ó numerador.

Este numerador se ha hecho utilizando el de un contador eléctrico, convenientemente modificado, para que á cada movimiento de la armadura acuse una unidad más, consiguiéndose de este modo que la diferencia de lecturas del contador entre el fin y el principio de un espacio de tiempo determinado dé inmediatamente el número de oscilaciones que ha tenido el nivel del mercurio en el tubo manométrico.

IV

Modo de funcionar el aparato.

Veamos el modo de funcionar del aparato, y para ello supongamos que oscila el nivel de las aguas del mar M M′ (fig. 1.ª).

Si, por ejemplo, va bajando lentamente el nivel M M′, poco á poco también irá subiendo el nivel del mercurio en A, y descendiendo, por lo contrario en B. En virtud de esto, al aumentar de volumen el aire encerrado en ese depósito, el líquido contenido en la pieza central *i* del cierre hidráulico (fig. 2.ª) irá saliendo de ella y pasando al cilindro exterior *h j*, así como el mercurio del manómetro subirá de nivel en la rama *f* y bajará en la *g*. Llegará un instante, continuando ese movimiento descensional de las aguas del mar, en que el líquido de *i* haya pasado por completo al exterior, y entonces irá penetrando el aire exterior dentro de B, burbuja á burbuja, sin que se note en el manómetro más que las ligeras oscilaciones por estas últimas producidas, dure lo que quiera aquel descenso de las aguas.

Al retroceder estas últimas en su movimiento oscilatorio, y comenzar á subir, irá subiendo también el nivel del mercurio en B, y como consecuencia de ello, en vez de entrar aire se irá comprimiendo el que

ya había dentro de ese depósito; el líquido del cierre hidráulico pasará lentamente del cilindro *h j* al cuerpo central *i*, y en el tubo *g* del manómetro ascenderá el nivel del mercurio. Ocurrirá todo esto hasta que, al quedar descubierto exteriormente por el líquido el extremo inferior de *i*, comiencen á salir burbujas de aire, atravesando el líquido almacenado en *i;* salida que persistirá mientras continúe el movimiento ascensional de las aguas del mar, y hasta que, en el movimiento oscilatorio de ellas, se inicie su descenso, durante el cual volverán á repetirse los mismos fenómenos de que antes se trató.

En definitiva, con la disposición descripta, se consigue que á cada oscilación de las aguas del mar corresponda otra en el nivel del mercurio del tubo *g* del manómetro; pero, con una diferencia, que es importante, para la aplicación que el aparato ha de tener, porque aunque las oscilaciones del nivel del mar sean de amplitudes muy variables, las del manómetro son casi constantes y están dadas por las diferencias de presiones que determina el juego del líquido del cierre hidráulico.

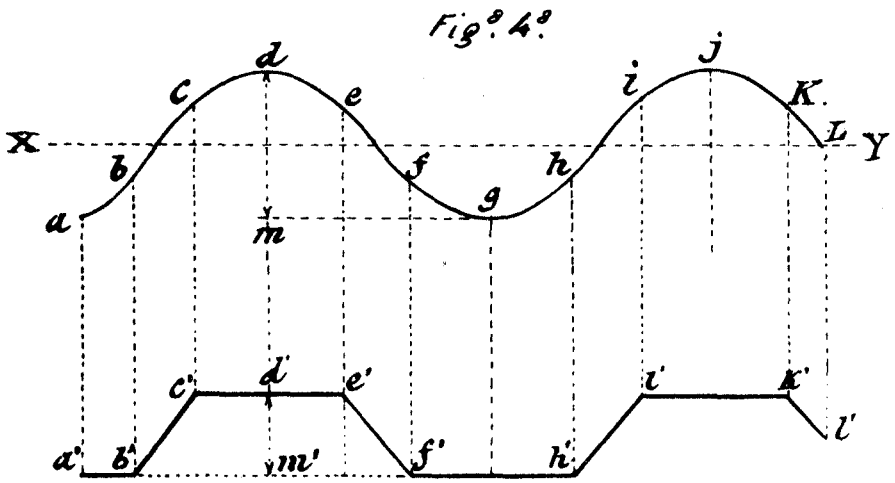
Si la oscilación del nivel del mar la representamos por la curva *a b c d e f ..... j l* de la figura 4.ª, á ella corresponderá un movimiento de la superficie del mercurio del manómetro indicado por una línea análoga á la *a' b' c' d' ..... l'*, en la que los desniveles, de producción continua, *d m* del mar han quedado substituídos por otros *d' m'*, de presentación discontinua, empleándose todo el tiempo correspondiente á las partes *c' e'*, *i' k'* ....., sensiblemente horizontales, en la expulsión del aire del tubo B y el que está representado por las *f' h'* ..... en aspirarle, á través del cierre hidráulico.

Graduado ese cierre para que las oscilaciones del nivel del mercurio en el manómetro sean de un centímetro próximamente, con lo cual sobrará para que la punta de platino *l* (fig. 3.ª) quede alternativa y segumente fuera y dentro de ese líquido, con objeto de cortar ó cerrar automáticamente y con toda certeza la corriente eléctrica, importará poco que las oscilaciones *d m* del mar tengan grandes proporciones, porque sean éstas las que quieran, siempre se producirá en el manómetro aquel movimiento alternativo, casi constante, de un centímetro.

Se ocurre, á primera vista, que tanto el manómetro como el cierre hidráulico están de sobra, toda vez que ya se tiene en el tubo B un movimiento oscilatorio del mercurio, fiel trasunto de las alteraciones del nivel del mar, que podría aprovecharse directamente para conseguir el cierre automático de la corriente eléctrica; pero, á poco que se medite, se comprende que no es así, dado el fin que se persigue.

En efecto, si suponemos que la línea *a b c d g* ....., de la figura 4.ª indica una curva de marea, el oleaje, que es el fenómeno ahora en estudio,

pudiera representarse por una serie continua de curvas, semejantes á ella, á la que vendría á servir de eje, análogo al XY, aquella misma curva *a b c* ..... que, en realidad y con relación á aquel oleaje, es el nivel



medio que á las aguas va correspondiendo, y que de hecho está substituída por un festón apretado de curvas, que sigue la marcha general de *a b c d* ..... *l*, y precisamente se trata de estudiar, no este movimiento general, que ya dan los mareógrafos, sino los relativos de ese festón, que en él se producen.

A causa de esto, el nivel *p q* del mercurio en el tubo B, mientras sube la marea estará subiendo constantemente; pero, dentro de ese movimiento general de subida, la superficie del mercurio estará en continua agitación, oscilando á compás de las olas, cuyas variables presiones obran sobre la boca *b* del tubo *c b* del aparato que, á este efecto, no se sumergirá mucho.

Nada es imposible, ó, mejor dicho, pocas cosas lo son, tratándose de aparatos análogos á los que nos ocupan; pero parece difícil substituir con ventaja el cierre hidráulico y el manómetro por otra disposición, directamente establecida en el depósito B, que, desentendiéndose de los lentos movimientos generales, de gran amplitud, producidos por las mareas, funcione, sin embargo, cuando se trate de las oscilaciones, relativamente pequeñas y muy rápidas, originadas por el oleaje.

V

Graduación y uso del aparato.

La teoría completa del aparato antes explicado, en la que se tomara en cuenta, con minuciosidad, las cantidades variables que en su modo de funcionar intervienen, sería en extremo complicada, sin que sus resultados prácticos compensaran, ni siquiera justificaran, el trabajo en ella empleado. Por tal razón, parece preferible limitar ese estudio teórico en la medida suficiente para demostrar la posibilidad de que el aparato funcione en buenas condiciones y para proporcionar datos que puedan guiar en su construcción y establecimiento.

Desde estos puntos de vista puede admitirse, sin gran error ni perjudiciales influencias, que la cámara de aire del cilindro B sea, en su conjunto, cilíndrica y, con tal hipótesis, que los cambios de volumen de ella, cuando oscile el nivel del mercurio, sean, por lo tanto, proporcionales á las alturas $t\ p$ (fig. 1.ª).

Para ver con alguna claridad las relaciones entre los cambios de nivel experimentados por el manómetro $f\ g$ (fig. 1.ª), las variaciones del volumen de aire de la cubeta B y las oscilaciones del agua, supongamos el aparato funcionando y que pasa el fondo de la ola ó parte más baja de ella por la boca b del tubo $b\ c$.

Casi en ese mismo instante la superficie de nivel, $p\ q$, del mercurio habrá llegado á su cota más baja, y claro es que todo el líquido del interior de i (fig. 2.ª) habrá pasado fuera, al cilindro $j\ h$, que el aire contenido dentro de B estará relativamente enrarecido, y que este grado de enrarecimiento, debido al desnivel líquido creado en el cierre $h\ h$, lo acusará el manómetro $f\ g$, por la diferencia de niveles del mercurio de sus dos ramas.

Al seguir pasando la ola sobre el extremo b del tubo $b\ c$, la superficie $p\ q$ irá ascendiendo, y el aire contenido en B perderá gradualmente su enrarecimiento, pasando el líquido del cierre poco á poco al interior de i, mientras que subirá el mercurio en la rama g del manómetro y descenderá en la f, para indicar el decreciente enrarecimiento.

Momento llegará en que el aire de B se halle á la presión atmosférica, y por lo tanto el nivel del líquido sea el mismo en las dos partes $j\ h$ é i del cierre y en las dos ramas del manómetro. Á esta posición en que el aire confinado en B está á la presión atmosférica la denominaremos posición neutra.

Pero hasta que pase la cresta de la ola sobre la boca del tubo $b\ c$, seguirá ascendiendo la superficie $p\ q$ y, en virtud de ello, el aire de B se

comprimirá gradualmente, el nivel del mercurio irá subiendo en i y el manómetro acusará esa compresión.

Cuando el líquido del cierre llegue á dejar descubierto el extremo de i cesará el aumento gradual de esa compresión, el aire de B escapará al exterior y el manómetro sólo tendrá ligeras oscilaciones producidas por el burbujeo del aire al salir por el cierre.

Con que la ola hubiera sido lo suficientemente alta para llegar á esas posiciones extremas, de máxima compresión del aire, y de enrarecimiento máximo, bastaría para el funcionamiento del manómetro, de modo que el resto del paso de la ola no se utiliza realmente, y bastará con que fijemos las condiciones de altura de ella para que el aire de B pueda llegar desde el estado de máximo enrarecimiento al de máxima compresión, ya que las otras olas que de esa altura excedan seguramente producirán el efecto apetecido. Supongamos, por lo tanto, que la altura de la ola sea sólo la suficiente para llegar de una posición á la otra de las dos mencionadas.

Si designamos por d la variación de presión sufrida por la boca b, del tubo $b\ c$, cuando el nivel del mar ha tenido una oscilación; por α la total que á esta última corresponde en la superficie del mercurio $p\ q$, y por δ la diferencia de presión acusada por el manómetro, desde luego puede establecerse que, si p es la presión barométrica, v el volumen de aire enrarecido de la cámara de aire de B, cuando el nivel del mercurio ocupa el lugar más bajo, en su oscilación α, y v' aquel volumen cuando ese nivel llega á su máxima altura, tomando la posición neutra como de referencia,

$$\left(p - \frac{\delta}{2}\right) v = \left(p + \frac{\delta}{2}\right) v',$$

puesto que, mediante el juego del líquido del cierre hidráulico, cuando $p\ q$ esté en la parte más baja de su carrera la pieza central i (fig. 2.ª) se halla desprovista de líquido, que ha pasado al exterior, sumándose, por lo tanto, la presión que representa $\frac{\delta}{2}$, con la tensión del aire confinado en B, para contrarrestar la presión barométrica p y estando por lo tanto, ese aire á la tensión $p - \frac{\delta}{2}$, para que su suma con $\frac{\delta}{2}$ dé la presión barométrica; así como en el otro caso límite el volumen del aire se ha reducido á v', á beneficio de la mayor presión $p + \frac{\delta}{2}$ proporcionada por el paso del líquido á la pieza i.

Esa ecuación, si se tiene en cuenta la notación adoptada y las salvedades ya hechas, da inmediatamente:

$$\frac{2p-6}{2p+6}=\frac{v'}{v}=\frac{\pi r^2\left(l-\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi r^2\left(l+\frac{\alpha}{2}\right)}=\frac{2l-\alpha}{2l+\alpha}$$

designando por r el radio de B y por l la altura media $p\,t$, correspondiente á la posición neutra.

Por otra parte, si se examina el papel que representan esos cambios de presión del aire confinado en B, fácilmente se ve que neutralizarán en parte los cambios de nivel del mar. La subida de este nivel M M, por ejemplo, en nada alteraría la situación de las superficies $m\ n$ y $p\ q$ del mercurio si, á compás de ella, se comprimiera el aire confinado en B, compensando estos aumentos de presión producidos sobre la superficie $p\ q$, con los que va experimentando toda la columna líquida $p\ q\ d\ a\ c\ b$ (fig. 1.ª), en su extremo b, por la subida del agua. En definitiva, la variación de 6 milímetros de mercurio que acusa el manómetro, en una oscilación, neutralizará una altura de agua que, aproximadamente y por exceso, para hacer los cálculos más bien en contra del aparato, podemos representar por 14 6, resultando que, si m es la escala, entre las oscilaciones, d, del nivel del agua y las α de la superficie $p\ q$ del mercurio,

$$(d-14\,6)=m\,\alpha \qquad \text{ó} \qquad \alpha=\frac{d-14\,6}{m},$$

valor que, llevado á la ecuación inmediatamente antes establecida, dará la

$$\frac{2p-6}{2p+6}=\frac{2l-\frac{d-14\,6}{m}}{2l+\frac{d-14\,6}{m}}$$

que, por sencillas transformaciones, conduce á

$$d=\frac{6\,l\,m}{p}+14\,6,$$

fórmula que, en cada caso, consentirá evaluar, con suficiente aproximación, cómo deben combinarse las variables $6\ l$ y m para que, dentro de las limitaciones que los valores de p impongan, funcione convenientemente el aparato, tratándose de oscilaciones mínimas determinadas, d.

Como ejemplo de aplicación de esa fórmula supongamos:

$$p = 760 \text{ milímetros},$$
$$6 = 10 \text{ milímetros},$$
$$m = 15 \text{ milímetros},$$
$$l = 300 \text{ milímetros},$$

para los cuales valores corresponde á *d* uno de 2 decímetros, con el que desde luego puede contarse en la casi totalidad de los casos, por poco intenso que el oleaje sea.

Claro es que en la construcción del aparato no deben olvidarse todas las previsiones que aseguren su satisfactorio funcionamiento, cuidando sobre todo de que el aire no pueda filtrarse por alguna junta de la parte superior A C D (fig. 1.ª), para lo cual conviene, no sólo dar la entrada á los tubos *a c* y *d* por la base del depósito A, como en la figura se ha supuesto, sino hacer también que el ajuste de las dos partes en que ese depósito ha de estar dividido, por exigencias de su construcción, quede muy cerca de esa base *c d*, para que constantemente esté cubierta de líquido.

Debe establecerse ese depósito A todo lo más bajo que posible sea, usar tubos *a c b* y *d e* de diámetros relativamente grandes y echar suficiente cantidad de mercurio para que en las más altas mareas llegue ese líquido hasta el cierre hidráulico, con objeto de que en las más bajas el valor de *l*, que figura en la última fórmula que hemos dado, no llegue á alcanzar considerable valor. La boca *b* del tubo *b c* convendrá establecerla á la menor profundidad posible y dirigirla hacia el mar ó sitio de donde vienen las olas, utilizando con preferencia alguna rompiente.

VI

Modificación del aparato cuando se trate de grandes profundidades.

En los casos en que la parte A B (fig. 1.ª) de ese aparato no pueda emplearse, en la forma descripta, por ser imposible colocar el depósito A suficientemente bajo para que, aún en las mareas más vivas, baste la presión atmosférica para mantener lleno de líquido el aparato, una sencilla modificación de él le dejará en condiciones de desempeñar el papel que le hemos asignado.

Todo se reduce á no cargar con agua el aparato y añadir al extremo *b*, del tubo que va al mar, un saco de caucho ó de cuero lleno de aire, ó bien un depósito, cilíndrico, por ejemplo, de eje vertical, agujereado cerca de su base, para que el agua del mar pueda entrar y salir, compri-

miendo más ó menos el aire confinado en él, en el tubo *b a* y en la parte superior del depósito A.

Las diversas presiones que el agua ejerza claro es que se traducirán en los consiguientes movimientos del mercurio, ya que el aparato A B desempeña en este caso el papel de un manómetro, que continuamente acusa las tensiones del aire confinado; pero, en definitiva, se desarrollarán los mismos fenómenos de que ya dimos cuenta, toda vez que, como antes, la superficie *p q* del mercurio oscilará á compás de la M M, de las aguas del mar.

VII

Observaciones acerca del uso de mareógrafos de aire comprimido.

Aunque sea incidentalmente haremos notar, aprovechando una oportunidad que acaso no vuelva á presentársele al autor, que, contra lo que á primera vista parece, este empleo de aire más ó menos comprimido no puede adoptarse para que el aparato A B funcione como mareómetro ó mareógrafo, sin tomar algunas precauciones, que á veces se descuidan.

Como prueba de lo expuesto indicaremos que se hizo circular entre los miembros de la Comisión Permanente de la Asociación Internacional de Sismología, en la reunión celebrada en Roma en 1906, el diseño de un mareógrafo, con el principal objeto de demostrar que no podía alegarse como excusa para aumentar el número de estaciones mareográficas el coste de ellas, toda vez que aquel aparato era muy barato y no exigía grandes gastos de instalación ni entretenimiento. Ese mareógrafo era una solución del problema que hacía más de once años estaba resuelto en España con los mareógrafos de sifón, consistiendo la diferencia entre uno y otro género de aparatos en que al paso que en estos últimos el movimiento del mercurio, como hemos explicado en la figura 1.ª, lo determina el del nivel de las aguas, por intermedio de una columna líquida, en el presentado en aquella reunión obran esos cambios de nivel del mar, comprimiendo más ó menos un depósito de aire, cuya variable presión hace moverse al mercurio. Este último mareógrafo, muy semejante á uno de los que teníamos proyectados para grandes profundidades ó cambios de nivel, era defectuoso, en concepto nuestro.

En efecto, consistía ese nuevo mareógrafo en un cilindro, de eje vertical, cerrado, que ha de establecerse en el fondo del mar, y cuya tapa ó base superior está atravesado por un delgado tubo, abierto por sus dos extremos, que llega cerca del fondo del cilindro, y de la cual tapa parte otro tubo, que transmite la presión del aire encerrado en el cilindro á un manómetro, de mercurio, cuyas oscilaciones se registran.

Al subir las aguas del mar entran en el cilindro por el tubo que atraviesa la tapa y comprimen el aire confinado, produciendo el consiguiente movimiento en el manómetro de mercurio, en sentido inverso del que se obtiene cuando, al descender el nivel de las aguas, sale líquido del interior del cilindro, por la reacción del aire comprimido.

En definitiva, el manómetro de mercurio registra las presiones variables del aire contenido en el cilindro, que en el mar están medidas por la carga de agua, ó sea por la diferencia de nivel entre las superficies de ese líquido dentro del cilindro y en el exterior, así como en el manómetro lo están por la diferencia de los niveles en sus dos ramas. siendo proporcionales las alturas de esas cargas de agua y de mercurio,

Supongamos, para poner de manifiesto lo defectuoso que ese sistema de mareógrafos es, que el nivel del mar no cambie, pero que sí varíe la temperatura del aire confinado en el interior del aparato.

Claro es que al enfriarse el aire, y al contraerse, por lo tanto, entrará agua en el cilindro, disminuirá, en consecuencia, la carga de agua, y proporcionalmente la de mercurio, sucediendo todo lo contrario si se distendiese el aire por efecto del calor.

Resulta de ahí que en vez de marcar el mareógrafo como debía un nivel constante, como lo era el del agua del mar, acusará niveles falsos variables.

La variación del nivel del líquido en el interior del cilindro haciendo oscilar constantemente, bien por efecto de los cambios de temperatura, ó ya por la sola acción de las mareas, el plano desconocido que sirve de origen ó de comparación para contar las alturas de las cargas de agua, hace que las indicaciones de ese mareógrafo no sean precisas.

Si se une ese importante defecto á la contingencia de que el volumen del aire confinado en el aparato sufra modificaciones, ya por disolverse en parte ese aire en el agua, bien por abandonar ésta el que tenga en disolución, ó ya por las oxidaciones y concreciones que con el tiempo se produzcan en el cilindro y en los tubos de comunicación, y si se agrega también la posibilidad, muy temible, de que se obstruya rápidamente el estrecho tubo de comunicación del cilindro con el mar, se comprenderá que el citado mareógrafo ofrezca serios inconvenientes en la práctica.

Creemos que éstos se evitan modificando los de sifón, por el autor proyectados, no como lo están en el que acabamos de describir, sino sustituyendo el cilindro, de nivel interior variable, por un fuelle lleno de aire, incomunicado con las aguas del mar, cuyos movimientos de contracción ó expansión se efectúen en sentido horizontal, resultando de este modo, con la fijeza debida, el plano de comparación sobre el que

se cuentan las cargas de agua del aparato, y habiendo desaparecido los peligros inherentes á los cambios en la cantidad de aire y á la obturación del tubo destinado en los otros á trasegar agua.

VIII

Aplicación del aparato al estudio completo de las olas.

Con la disposición descripta puede contarse el número de olas que se presentan en un punto dado del mar, como desean el Sr. Wiechert y otros sismólogos; pero, en realidad, no se obtiene un estudio completo de la marcha de aquéllas.

Si se tratara de conseguir esto último, no es difícil realizarlo, si bien es cierto que para ello había de hacerse enorme gasto de papel, circunstancia que nos movió á idear la referida disposición.

Todo se reduciría á prescindir de la parte eléctrica que hemos descripto, suprimiendo el cierre hidráulico de la cubeta B (fig. 1.ª), para poner en esta última un flotante, que siguiera las oscilaciones del mercurio, transmitiéndolas á una pluma inscriptora, que trazase las curvas correspondientes á las olas sobre un papel animado de rápido movimiento de traslación.

En una palabra, el aparato consistiría no más que en uno de los mareógrafos de registro mecánico ideado por el autor (1), cuyo aparato de relojería se transformase en otro de gran velocidad.

Claro es que, en la generalidad de los casos, convendrá amplificar la escala de los trazados mareográficos, y, en virtud de ello, deberá darse gran radio á la cubeta A, ó si esto no fuera bastante, transformar los movimientos del flotante en otros de mayor amplitud por medio de poleas ó palancas auxiliares.

El gasto de papel, para hacer un estudio algo seguido de las olas, sería muy grande, puesto que para que cada una de ellas resulte claramente dibujada, en una longitud del papel de 4 centímetros, suponiendo que se presenten unas 6 por minuto, ó sea 360 por hora, habrá de gastarse 14,40 metros de papel por esa unidad de tiempo, ó sea 345,6 metros por día de observación.

Sólo, por lo tanto, contentándose con obtener el trazado de las olas durante períodos de tiempo relativamente cortos, parece que será cuando convenga emplear el mareógrafo de registro á gran velocidad.

---

(1) Véase «Marégraphe Mier á enregistrement mécánique».—Madrid, 1908.

IX

Descripción sucinta de otro aparato para el estudio de las olas.

El enorme gasto de papel de que acabamos de hablar podría disminuirse si en lugar de ser aquél como el usado en los mareógrafos se redujera á una estrecha cinta, análoga á las empleadas en los telégrafos Morse, en los cronógrafos y en otros instrumentos análogos.

Con ese fin podría disponerse un aparato, que sólo describiremos á grandes rasgos, y que, en realidad, consta de dos partes distintas: la estación transmisora, situada en el mar, á la distancia que se quiera de la costa, y la receptora, instalada en esta última, ó á bordo de un buque, cuando los estudios se realizaran en alta mar.

En la estación transmisora habría de disponerse un largo poste próximamente vertical: si el fondo no está muy hondo, y las circunstancias del terreno y del mar estudiado lo consienten, puede ese poste estar hincado en tierra, y, en caso contrario, bastará con atar sólidamente su extremo inferior, por medio de una cuerda ó cadena, á un pesado cuerpo muerto, depositado en el fondo del mar.

Ese poste habrá de servir de guía á un gran flotante, en él engarzado, que le dará una verticalidad aproximada cuando no esté fijo en el terreno, y que continuamente, subiendo ó bajando, según la fase en que se halle la marea, dentro de esos movimientos generales, irá efectuando los de ascenso y descenso que al oleaje correspondan.

Si en la cabeza ó extremo superior del pilote suponemos colocada una polea, de eje próximamente horizontal, y que por ella pasa una cuerda, correa ó cadena, unida por uno de sus extremos al flotante antes mencionado, y por el otro á un pesado contrapeso, los movimientos en sentido vertical de la superficie líquida se transformarán en otros de rotación de la polea, bien en un sentido ó ya en el contrario.

De este modo, los movimientos oscilatorios de las olas quedarán transformados constantemente en los de rotación del eje de la polea, siguiendo el flotante de una manera automática la marcha general de las mareas, dentro de las cuales irá produciendo las rotaciones correspondientes al oleaje.

Queremos registrar estos movimientos de rotación á distancia, en la estación receptora, sobre una estrecha cinta de papel, en forma tal, que haya elementos bastantes para hacer un estudio completo de las olas, y este problema, que parece ofrecer grandes dificultades á primera vista, se resuelve fácil y satisfactoriamente con auxilio de la electricidad.

Supongamos que normalmente á una de las caras verticales de la po-

lea, y según una circunferencia, se ha dispuesto una serie de laminillas metálicas, flexibles, con la cara de ellas que miren en una dirección determinada al descubierto, y con la opuesta protegida por trozos de mica, caucho, ebonita ó cualquiera otra substancia aisladora; y supongamos también dispuesta otra laminilla ó tope metálico, de situación fija en la cabeza del pilote, y sobre la cual vayan apoyándose ligeramente las establecidas en la polea cuando ésta gire.

Evidente es que si las piezas metálicas de la polea y la que está fija forman parte de un circuito eléctrico, al girar aquélla en un sentido, cuando corresponda apoyarse su cara metálica sobre la pieza fija, se obtendrán cierres é interrupciones de corriente, y que cuando el giro sea en sentido contrario, constantemente estará interrumpido el circuito eléctrico por apoyarse esa pieza fija, cuando choque con las móviles, sobre la cara de estas últimas provista de laminillas aisladoras.

Puede simplificarse aún esa disposición, dejando sin láminas aisladoras los topes de la polea y poniendo una de estas láminas en cualquiera de las dos caras de la pieza fija, porque se obtendrá el mismo resultado útil de producir una serie de emisiones de corriente cuando el giro de la polea sea en un sentido, y de mantener el circuito interrumpido cuando la rotación sea en sentido inverso; pero parece preferible la otra disposición por depender el mal ó buen funcionamiento total de la última de que se caiga ó no la chapa de mica de la pieza fija.

Si en la misma polea se dispone otra serie de topes, y en el pilote otra punta fija, sin más diferencia que invertir la colocación de las laminillas aisladoras, que formen parte de un circuito eléctrico independiente del otro, claro es que por este segundo circuito obtendremos corrientes cuando en el anterior no las había, y viceversa, ó, en otros términos, habremos conseguido que al girar la polea en un sentido haya emisiones de corriente por uno de los circuitos, y por el otro al girar en sentido contrario.

Con esta sencilla disposición se ha conseguido, por lo tanto, tener en la estación receptora una serie de emisiones é interrupciones de corrientes al subir el nivel de las aguas, y otra serie distinta al bajar. Veamos cómo se puede utilizarlas para efectuar el deseado registro.

Desde luego se ocurren muchas disposiciones diferentes para conseguir el fin perseguido, toda vez que, en resumidas cuentas, se trata de registrar emisiones ó interrupciones de corrientes eléctricas, y ésto ya se ha resuelto y puede resolverse de modos muy diferentes. Bastará, por lo tanto, con indicar un par de soluciones.

Una de ellas podría consistir en un electro-imán, para cada uno de los dos circuitos, provistos de pluma registradora que marcara sobre la

cinta, arrastrada por un movimiento de relojería, las interrupciones y emisiones de corriente.

Otra, podía ser un carrete de inducción para cada uno de los dos circuitos: por el alambre primario pasaría la corriente de la polea, y las corientes inducidas en el alambre secundario producirían chispas entre una punta metálica y una chapa, sobre la que corriera la cinta para dejar marcado el movimiento de la polea.

Sea uno ú otro el sistema de registro que se emplee habrá que disponer también otro cualquiera. de los varios conocidos, para dejar registrado el tiempo en la misma cinta, inscribiendo en ella señales de medio en medio segundo ó con intervalos mayores, según sea la precisión deseada.

En la cinta aparecerán, de ese modo, tres clases de señales, colocadas en otras tantas distintas alineaciones:

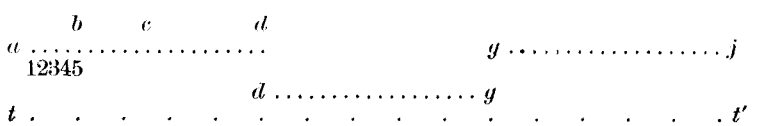
1.ª La correspondiente al trazado cronográfico, que da el tiempo empleado por la cinta en recorrer una longitud determinada.

2.ª La que corresponde á los contactos eléctricos, cuando la polea gira en un sentido, ó sea cuando la superficie líquida cambie de nivel, también en determinado sentido.

3.ª La producida por los contactos de la polea cuando gira en sentido contrario que antes, por haber variado también el sentido en que el mar se mueve.

Refiriéndonos á la figura 4.ª, mientras pasa por debajo del flotante la parte *a b c d* de la ola, se obtendrá un trazado; al pasar la *d e f g* quedará marcado otro distinto, cuando recorra el flotante la parte *g h i j* aparecerá otro alineado con el primero, correspondiente á *a b c d*, y así sucesivamente, hallándose al lado de esas alineaciones el trazado cronográfico.

Para simplificar la interpretación de ese registro, supongamos que está hecho por medio de chispas, y que sean las huellas que esas chispas dejen los puntos indicados á continuación, que, para mayor claridad, supondremos que corresponden al paso de *a b c d* ..... *j* de la figura 4.ª, siendo *t, t'* el trazado cronográfico, hecho de segundo en segundo:



Claro es que con contar el número de trazados de la clase *a d* y *g j*, ó bien de la *d g*, se tendrá determinado el de olas que corresponden al tiempo señalado en la línea *t, t'*.

A cada punto 2, 3, 4, 5, ... corresponde un arco determinado, cuya longitud está en nuestra mano hacer variar en cada aparato, y, por lo tanto, una subida ó bajada de las aguas de valor conocido; así es que fácilmente puede saberse cuál es el camino recorrido verticalmente por el flotante. Por ejemplo, si el último punto *d* del trazado *a d* fuera el 40, y los topes de la polea estuvieran distanciados de modo que el espacio entre dos consecutivos mida un cambio de nivel de 3 centímetros, desde el instante que corresponde al primer punto *a* hasta que se trazó el *d*, habrá subido la ola 39×2 centímetros $= 78$ centímetros, que sería la longitud *d m* de la figura 4.ª

Como esas curvas *a d g* son próximamente, según los casos, trocoides ó sinusoides, claro es que para construirlas, si así se desea, bastará conocer la longitud *a d*, dada por el trazado cronográfico y la longitud *d m* determinada fácilmente como acabamos de indicar; pero, evidente es que, también pudieran construirse esas curvas por puntos en algún caso especial, toda vez que en la línea *t*, *t'* de la cinta hay elementos para conocer las abcisas que á cada punto corresponden, y el número de orden de este último sirve para calcular su correspondiente ordenada. Estas operaciones pueden realizarse rápidamente, usando para dibujar las curvas papel cuadriculado y poniendo la cinta debajo de un cristal ó papel transparente que lleve la misma cuadrícula, no siendo de temer que puedan malograrse por la ausencia fortuita de algunos puntos del trazado, toda vez que la regularidad con que se suceden permite salvar las omisiones sin error de importancia.

Además, no es difícil modificar la estación receptora del aparato descripto, con objeto de que directamente dé el trazado correspondiente á las olas ó á las mareas, si así se deseara.

Cierto es que en ese caso el gasto de papel sería mayor é igual al exigido por los mareógrafos ordinarios, habilitados para el registro de las olas ó de las mareas, convirtiéndose, en realidad, en uno de estos últimos el aparato propuesto.

Todo se reduciría, para obtener ese trazado, á hacer que las corrientes enviadas por la polea fueran á recorrer dos electro-imanes, uno para cada uno de los dos sentidos del movimiento, los cuales electro-imanes obrarían sobre sus correspondientes armaduras, que, al moverse, harían avanzar cada vez un diente de una rueda, cuyo eje, que sería un tornillo sin fin, serviría para hacer correr longitudinalmente una pieza guiada, que hiciera de tuerca y llevara la pluma inscriptora.

De ese modo, mientras la ola subiera y la polea fuera emitiendo corrientes, á cada una de estas emisiones avanzaría un diente la rueda y subiría también la pluma inscriptora, empujada por la acción del tor-

nillo sin fin, cuya cabeza es la citada rueda; produciéndose el efecto contrario en la pluma durante el período descensional de la ola.

El trazado que esta disposición produjera sería una serie de escalones, cuyos vértices darían la curva correspondiente á la ola; pero si el movimiento del papel no fuera muy rápido y el paso del tornillo sin fin y el número de topes de la polea son relativamente grandes, esa línea, en forma de dientes de sierra, afectará la forma aparente de un trazado contínuo, si es que en esto hay un empeño, que nosotros no consideramos necesario.

Implícitamente queda descripta, al tratar de la estación transmisora de estos aparatos, una de las ideas esenciales que cabe utilizar para aprovechar la energía mecánica de las olas, transformándola en electricidad; pero el desarrollar y completar esa idea con otras, rebasaría evidentemente los límites que, por su finalidad, debe tener el presente trabajo, escrito sin más pretensión que la de contribuir algo al moderno estudio de la Geofísica y de cumplir el compromiso moral, contraído por el autor, con la Asociación Internacional de Sismología.

Acaso, más adelante, si alguna vez quiere Dios que cese en este desventurado país la inquina á todo lo que es genuinamente español y la preferencia para todo lo extranjero, que tan mal parado tienen al autor, se atreverá éste á tratar de llevar á la práctica la resolución del problema, tantas veces intentada, de utilizar la fuerza de las olas.

IDEA DE UN NUEVO APARATO

PARA INDICAR CONSTANTEMENTE LA VELOCIDAD DE MARCHA DE UN BUQUE

IDEA

DE UN

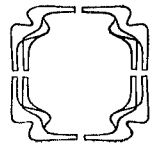
NUEVO APARATO

PARA INDICAR CONSTANTEMENTE LA VELOCIDAD DE MARCHA DE UN BUQUE

POR

DON FRANCISCO DE PAULA ROJAS

COMANDANTE DE INGENIEROS



MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

—

1909

IDEA DE UN NUEVO APARATO

para indicar constantemente la velocidad de marcha de un buque.

Los principales inconvenientes que presenta en la práctica el empleo de los aparatos denominados *correderas*, usados por los marinos para medir la velocidad de los buques, estriban en la frecuencia con que se enredan en la hélice los cordones de dichos aparatos (originando este hecho en muchas ocasiones la pérdida de los mismos) y en la dificultad de emplearlos al maniobrar en los puertos, antes de fondear, ó después de levar anclas, por aumentar en semejantes casos considerablemente el número de probabilidades de perderlos.

Tanto para evitar los referidos inconvenientes, como para obtener la, á mi juicio, importante ventaja de disponer de un aparato sencillo, sólido, de igual exactitud en sus indicaciones que la que se puede obtener por medio de las correderas más perfeccionadas (con las cuales debe graduarse por comparación y comprobarse cuando se juzgue preciso), y que en cualquier momento y sin exigir preparación ni maniobra ninguna, permita leer á cualquier pasajero la velocidad del buque viniendo á constituir un entretenimiento distracción ó aliciente en la monótona vida de á bordo, he ideado el aparato á que se refiere el presente trabajo, del cual no he hecho todavía ensayo práctico ninguno.

Principio fundamental del aparato.

El fundamento del nuevo aparato reposa en los siguientes hechos, de antiguo conocidos y perfectamente comprobados:

1.° Si se toma un tubo acodado $a\,b\,c$ (fig. 1.ª), abierto libremente por sus extremos a y c, y sumergiendo el codo horizontal $a\,b$ en el agua, se desplaza el tubo en el sentido que la flecha indica con una velocidad cualquiera v, el agua, que cuando el tubo está en reposo alcanza en su interior un nivel n que coincide con el del líquido en el exterior del mismo, *subirá* en el interior del tubo $b\,c$ hasta un cierto nivel n' más

elevado, dependiendo la altura *n n'* ó desnivel obtenido *de la velocidad de traslación*, y creciendo con ella dicho desnivel. De modo que para un tubo dado (á fin de que los rozamientos interiores sean los mismos) *á cada velocidad corresponderá un cierto desnivel n n'*.

Fig 1ª

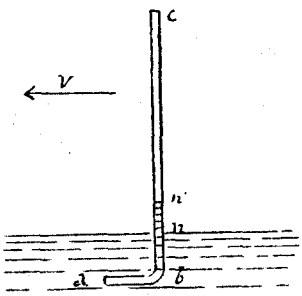
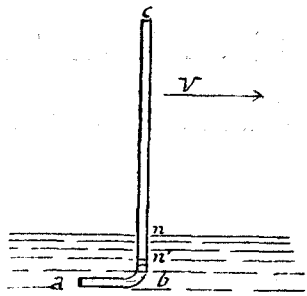


Fig 2ª



2.º Si disponiendo el mismo tubo acodado, sumergido en parte en la forma dicha, se invierte el sentido del

Fig 3ª

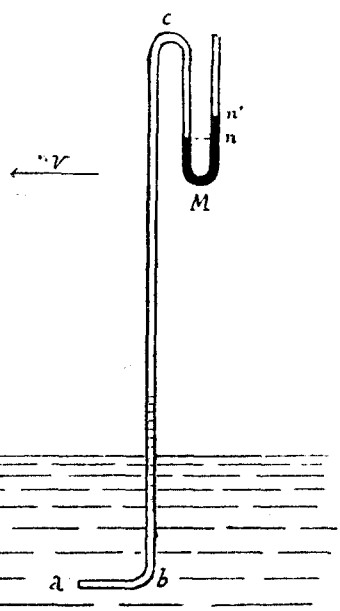
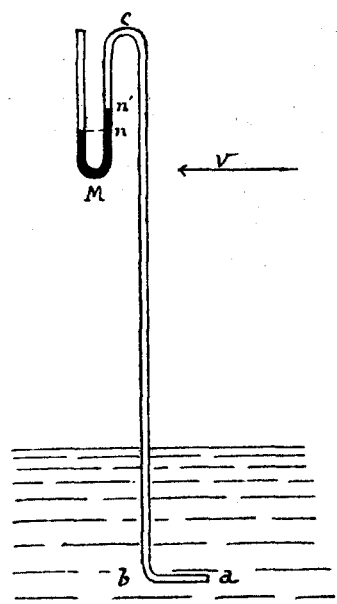


Fig 4ª



movimiento, y el desplazamiento, con velocidad arbitraria *v*, se verifica en el sentido que indica la flecha de la figura 2.ª, se produce un cierto efecto de succión en el tubo *b c*, quedando el agua en su interior

á un nivel *n'*, inferior al que en el exterior alcanza, obteniéndose un desnivel negativo *n n'*, *dependiente, como en el caso anterior, de la velocidad v.*

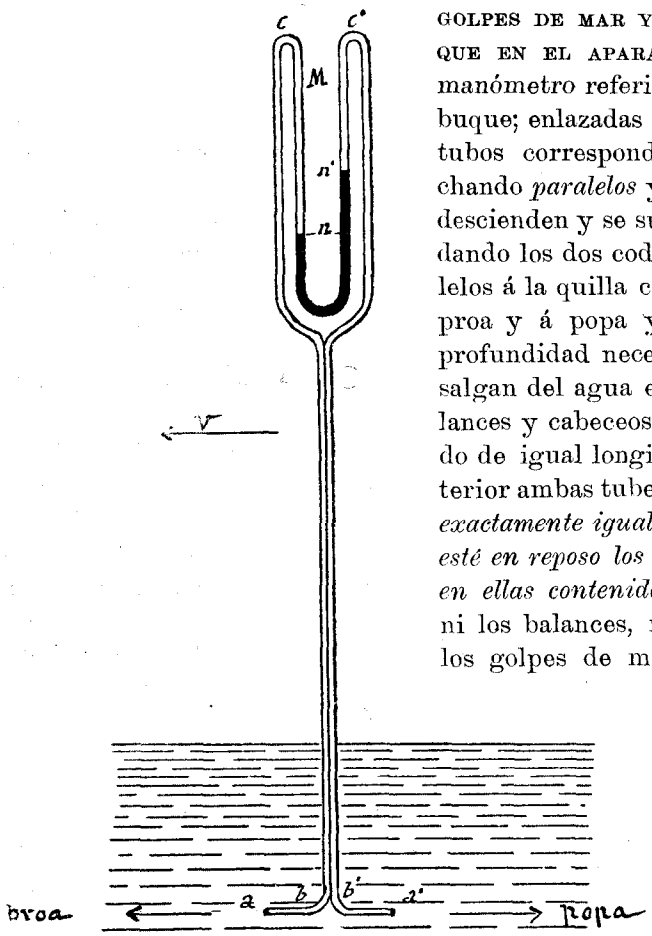
Si se repiten ambos experimentos, suponiendo cerrado herméticamente el tubo *b c* en su extremidad superior *c*, los desniveles mencionados se traducirán, en una *compresión* del aire contenido en el tubo *b c* en el caso de la figura 1.ª, y en una *expansión* del mismo en el de la figura 2.ª, *dependientes ambas de la velocidad de traslación* si se supone constante la temperatura de dicho aire.

Tan sencillas propiedades pueden utilizarse en la medida de la velocidad de un buque, pues enlazando el extremo superior *c* del tubo referido á una de las ramas de un manómetro de mercurio instalado en aquél, como indican las figuras 3.ª y 4.ª, de modo que la boca libre *a* del codo quede hacia la proa ó hacia la popa del buque, la compresión del aire encerrado en el tubo *b c* en el primer caso, ó su expansión en el segundo, darán lugar á un desnivel entre los del mercurio en ambas ramas del manómetro, que dependerá de la velocidad, y puede, por tanto, servir para medirla; pero utilizado dicho principio en la forma indicada, el aparato resultaría inaceptable, porque el desnivel señalado por el manómetro, no sólo sería debido á la compresión ó á la expansión del aire confinado en el tubo *b c* que á la velocidad de marcha corresponda, sino á los balances que el buque sufra, y que hacen variar el nivel del líquido en el interior de dicho tubo, y, por consiguiente, el grado de compresión ó de expansión del aire que contiene; á los golpes de mar y cabeceos del barco, que producen iguales efectos, y á las variaciones de temperatura, que dilatan ó contraen el referido aire modificando su volumen, y, por consiguiente, su presión; esto obliga á disponer esta sencilla aplicación del modo siguiente:

Esquema del aparato.—Para eliminar en absoluto las influencias perturbadoras é independientes de la velocidad del buque en las indicaciones del manómetro, y que éstas dependan, única y exclusivamente, de la velocidad de marcha, único modo de que puedan servir para medirla, dispongo el aparato en la forma que en esquema indica la figura 5.ª, enlazando á cada una de las ramas del manómetro M uno de los tubos acodados, el *a b c*, cuyo codo va dirigido á proa, y el *a' b' c'*, que presenta su codo horizontal hacia la popa del buque; desplazándose éste, por ejemplo, en el sentido que indica la flecha (es decir, en marcha normal), se sumarán la compresión del aire confinado en el tubo *b c* y la expansión producida sobre el encerrado en el *b' c'*, para producir en el mercurio del manómetro un desnivel *n n'*, *que sólo dependerá de la velocidad de marcha*, como se deseaba, y que podrá servir para medirla *en cualquier*

momento, mediante una lectura directa hecha sobre la correspondiente graduación. Tal es el sencillísimo aparato, que creo ha de poder suplir con ventaja, por las razones expuestas en otro lugar, á las correderas que hoy se utilizan.

Fig. 5ª



INFLUENCIA DE LOS BALANCES, GOLPES DE MAR Y CABECEOS DEL BUQUE EN EL APARATO.—Instalado el manómetro referido á bordo de un buque; enlazadas ambas ramas á los tubos correspondientes que, marchando *paralelos* y á corta distancia, descienden y se sujetan al casco quedando los dos codos inferiores paralelos á la quilla con las aberturas á proa y á popa y sumergidos á la profundidad necesaria para que no salgan del agua en los mayores balances y cabeceos del buque, y siendo de igual longitud y diámetro interior ambas tuberías *(para que sean exactamente iguales cuando el buque esté en reposo los volúmenes de aire en ellas contenido)*, es evidente que ni los balances, ni los cabaceos, ni los golpes de mar, producen efecto ninguno sobre el manómetro M, puesto que originarán *iguales compresiones ó expansiones* en los volúmenes de aire contenidos en ambas tuberías, cuyos efectos iguales y contrarios sobre las superficies del mercurio, se anulan por sí mismos, y el desnivel de aquél en ambas ramas (debido á la velocidad cuando el buque está en marcha) no se modificará por las causas mencionadas.

ACCIÓN DE LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA SOBRE EL APARATO.—Yendo ambas tuberías paralelas y bastante próximas, como se ha su-

puesto, sus temperaturas, y, por lo tanto las del aire en ellas contenido, serán sensiblemente iguales, y como también lo son sus volúmenes, las variaciones de temperatura producirán sensiblemente iguales compresiones ó dilataciones, cuyos efectos contrarios afectarán muy poco ó nada al desnivel indicado por el aparato, desnivel que, en virtud de lo expuesto, será debido única y exclusivamente, como se deseaba, á la velocidad de marcha.

Organización general del aparato.

Sin descender á detalles, que sólo los ensayos prácticos pueden ir precisando con garantías de acierto, creo que la organización del aparato en sus líneas generales debe ser la siguiente:

El manómetro de mercurio consistirá en una U de tubo de cristal resistente y perfectamente calibrado, provisto en ambos extremos de casquillos de metal con sus roscas, para obtener un enlace hermético y sencillo con los extremos de las tuberías, y debe ir colocado dentro de un cilindro de metal, fuertemente lastrado en su parte inferior y dotado de la abertura correspondiente para poder ver el manómetro y la escala ó escalas graduadas que éste debe llevar para la lectura de velocidades, escalas provistas de doble graduación, una para la marcha avante, y otra para la contramarcha.

Dicho cilindro irá suspendido de un soporte ó pescante, situado en el lugar del buque que se juzgue más conveniente, por medio de una articulación universal lo más perfecta posible, para atenuar las oscilaciones del aparato y facilitar las lecturas.

A dicho soporte se sujetarán los extremos $c\ c'$ de las tuberías, cuyas aberturas, roscadas exteriormente, se enlazarán á los casquillos de las ramas del manómetro, mediante tubos flexibles é impermeables, tales como los de caucho con armadura interior de alambre ó los de cobre anillados que la industria proporciona, provistos de las tuercas ó piezas de enlace correspondientes. Los tubos $a\ b\ c$, $a'\ b'\ c'$ deberán ser de cobre y de igual longitud y diámetro interior, como ya quedó dicho: sus codos $a\ b$, $a'\ b'$ quedarán paralelos á la quilla y sólidamente afirmados en la posición que han de ocupar. Ambas tuberías se llevarán paralelas y bastante próximas, sea por el exterior del buque, sujetándolas al casco sólidamente, ya por el interior de aquél, saliendo al agua en el punto y á la profundidad convenientes, con lo cual se conseguirán las dos condiciones esenciales ya mencionadas, igualdad de temperatura en ambas cañerías, é igualdad en los volúmenes de aire en ellas contenidos cuando el buque está en reposo. Además, y con objeto de que el mercurio del ma-

nómetro indicador no esté sometido á oscilaciones bruscas, que dificultarían y pertubarían las lecturas del aparato, considero indispensable el disponer en ambas tuberías y en puntos próximos al manómetro, unos reguladores de presión, que podrían consistir en diafragmas provistos de un orificio capilar, disposición que juzgo habría de evitar los efectos de las compresiones ó expansiones bruscas del aire de las tuberías, atenuando su influencia sobre la columna de mercurio, la cual adquirirá por semejante medio una suavidad de desplazamiento grande, que es lo que se desea.

Graduación del aparato.

Para graduar la escala del manómetro indicador, se procederá por comparación con la corredera que se desee, con lo cual puede prescindirse de toda teoría y se evita todo cálculo.

Haciendo marchar al buque á velocidades distintas bien comprobadas y medidas con la corredera, crecientes de milla en milla ó de media en media milla, por ejemplo, se marcará sobre la escala el valor de cada velocidad, á la altura que ocupe el mercurio en la rama en que alcanza mayor nivel. El mismo procedimiento se empleará siempre que se juzgue conveniente comprobar el estado del aparato, con objeto de tener seguridad en sus indicaciones, recurriendo, en caso preciso, á desmontar y reconocer las tuberías y los diafragmas reductores de presión, á cuyo efecto hay que organizar los referidos elementos de modo que se puedan desmontar y reconocer con facilidad.

El aparato, como se ve por lo expuesto, es sumamente sencillo, y, por consiguiente, tiene que resultar sólido, y expuesto á pocas averías y deterioros, siendo su exactitud igual á la de la corredera que se emplee para graduarlo: su coste no puede ser grande, y su vigilancia y entretenimiento, si no nulo, será insignificante.

Observación.—Como los desniveles de mercurio acusados por el manómetro deben resultar aproximadamente proporcionales á los cuadrados de las velocidades de marcha que los originen, es posible, y esto sólo los ensayos prácticos podrán evidenciarlo, que el aparato tenga poca sensibilidad para valores pequeños de la velocidad de marcha, y en cambio exija dar al manómetro dimensiones quizás exageradas, cuando el buque marche á velocidades considerables.

El primer inconveniente puede evitarse, si llega el caso, disponiendo dos manómetros, uno de mercurio y otro de agua ó de alcohol, que puedan ponerse, á voluntad, en comunicación con las tuberías, para lo cual, las llaves de paso correspondientes para efectuar esta maniobra, deberán ser tales que se maniobren á la vez, para evitar el caso de que una tu-

bería comunique con el manómetro de mercurio, mientras la otra lo hace con el de agua.

De este modo, para pequeñas velocidades se usaría el indicador de agua ó de alcohol, y el de mercurio para velocidades que proporcionen ya indicaciones bien visibles.

El segundo de los inconvenientes señalados se podrá anular también, aumentando á voluntad y en igual cantidad para ambas, el volumen de aire encerrado en las tuberías, á cuyo efecto, éstas deben poder comunicar cuando se quiera, mediante las llaves de paso correspondientes, con dos depósitos de aire de igual cabida, y situados de modo que sus temperaturas sean próximamente iguales. Así se logrará evitar en la práctica, si los ensayos lo aconsejaran, el dar dimensiones exageradas al manómetro de mercurio; para velocidades medias, se utilizarían las tuberías aisladas de los depósitos referidos, y para las considerables velocidades que pueden alcanzar los buques modernos, se las pondría en comunicación con aquéllos, y se haría uso de una segunda graduación, correspondiente á este nuevo y mayor volumen de aire, en cuyo mayor volumen se atenúan, como es sabido, los efectos de compresión y expansión, y, por lo tanto, los desniveles correspondientes.

Es también evidente, que á las dos tuberías principales se pueden enlazar otras, dobles, derivadas en diversos puntos, y unidos cada uno de estos sistemas á un manómetro indicador, con lo cual podrán disponerse estos últimos en todos aquellos locales (como son la cámara del Comandante del buque, la sala de calderas, el puente, etc.), en que pueda ser útil conocer, en cualquier momento, la velocidad de marcha. Claro es que, en este caso, hay que graduar todos los manómetros indicadores á la vez.

Tal es, en resumen, el esbozo ó esquema de la aplicación que propongo de aquellos dos antiguos hechos, mencionados al comenzar este trabajo, á la medición de la velocidad de un buque.

Guadalajara 24 de mayo de 1908.

LA ESTABILIDAD DE LAS POLVORAS SIN HUMO DE NITROCELULOSA

LA ESTABILIDAD

DE LAS

PÓLVORAS SIN HUMO

DE NITROCELULOSA

POR

D. CARLOS BANÚS Y COMAS

Coronel de Ingenieros.

Memoria presentada en el primer Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Zaragoza en Octubre de 1908.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

1909

Condiciones que influyen en la estabilidad química.

Entre la multitud de explosivos que hoy utilizan la industria y la guerra, ocupan, sin duda, lugar preferente las modernas polvoras sin humo, y, á su vez, en éstas merece detenido estudio cuanto se relaciona con la estabilidad, condición que no sólo interesa á los encargados de manejarla, sino al público en general, ya que el ciudadano más pacífico puede ser, inopinadamente, víctima de la explosión de un polvorín. Es además la estabilidad un factor importante desde el punto de vista económico. El Estado debe disponer siempre de grandes cantidades de pólvora, en previsión de una guerra; pero en tiempo de paz el consumo es relativamente pequeño: de donde se deduce que si la estabilidad fuera limitada, es decir, se redujera á un corto período de tiempo, habría que inutilizarlas ó regenerarlas, lo cual representaría grave perjuicio para el Erario, ó, de no hacerlo, se correría el riesgo de catástrofes que produjeran cuantiosas pérdidas y víctimas.

Afortunadamente no sucede así, y nuestro objeto es arraigar en los ánimos la convicción de que las actuales pólvoras sin humo pueden ser *prácticamente* estables y de que, convenientemente elaboradas y conservadas, son aún menos peligrosas que la antigua pólvora negra.

Impresionados por las explosiones ocurridas en polvorines y buques en donde se almacenaban pólvoras sin humo, no es de extrañar que personas poco al corriente de la índole de estos explosivos y de las causas que han originado la explosión, juzguen tales pólvoras más peligrosas que las antiguas, cuyas fechorías, por pertenecer casi á la historia, se van olvidando.

Ciertamente que, dada la poca edad de estos explosivos, los accidentes que han producido son algo numerosos, y es de creer que algunos no hayan llegado á conocimiento del público. Recordemos, entre los más sensacionales, el del polvorín de Lagoubran, cerca de Tolón; el de Carabanchel; y las explosioaes en los buques *Duperré*, *Charles Martel*, *Forbin*, *Bruix*, *Descartes*, *Vauban* y *Yena*, franceses; *Mikasa*, japonés: *Aquidaban*, brasileño; *Maine*, americano, y *Marco Polo*, italiano. Puede observarse que la mayor parte de las explosiones han ocurrido en Francia, y

especialmente en los buques, y esta observación da lugar á la sospecha de que las pólvoras francesas, origen de los accidentes mencionados, no eran en realidad suficientemente estables y de que quizá los pañoles de los buques tampoco reunían las condiciones necesarias para que se conservaran debidamente. Además, ya veremos luego que en algunos casos, el de *Lagoubran* y el del *Yena*, por ejemplo, si el origen del accidente puede atribuirse á la pólvora sin humo, la existencia de pólvora negra junto á aquélla aumentó considerablemente el daño.

Y antes de continuar, no estará de más poner de relieve la diferencia que existe entre los accidentes que pueden originar estas dos clases de pólvoras.

La antigua de guerra, mezcla de salitre, azufre y carbón, es químicamente estable; convenientemente almacenada, puede conservarse indefinidamente, toda vez que sus elementos no ejercen entre sí acción alguna que tienda á transformarlos, originando combinaciones químicas, y, como consecuencia, desarrollo de calor. Pero si por imprudencias, que se cometían muy frecuentemente, un solo grano de pólvora llegaba á inflamarse, esta inflamación se propagaba instantáneamente á toda la masa; la voladura del polvorín era inevitable y la catástrofe segura.

En muy distintas condiciones se halla la pólvora sin humo; es una combinación química no bien definida: lleva en sí misma el germen de la descomposición, y puede ésta ocurrir sin agente exterior que la provoque; en rigor, ella es su propio y mayor enemigo. Pero la descomposición que sufre no se produce repentinamente en toda la masa; por lo común sólo afecta á una pequeña parte, dando lugar á una elevación de temperatura que puede producir la inflamación de la porción alterada, y esta inflamación, propagándose al resto de la masa, origina un incendio, pero no una explosión. Para que esto ocurra precisa que los gases se acumulen y lleguen á alcanzar presiones considerables; prueba de ello es que en las armas de fuego, hay que recurrir á una carga inicial de otro explosivo. Al aire libre, ó sometida á presiones pequeñas, arde lentamente. En resumen, la pólvora negra produce explosiones que instantáneamente arruinan y destruyen los locales que las contienen, y arrojan á distancia los materiales que los constituyen.

La pólvora sin humo puede originar incendios, más fáciles de contener y menos peligrosos por no ejercer acción á distancia. Pero si cerca de este explosivo hay pólvora antigua, ocurren ambos fenómenos: el incendio de aquél provoca la explosión de ésta. La catástrofe es completa, irremediable. Consecuencia: *la pólvora negra debe estar completamente separada y lejos de la sin humo.* Lo mejor fuera que la antigua desapareciera por completo. Hoy es necesaria para cebar las cargas de pólvora sin

humo, pero nuestra fábrica de artillería de Granada ha conseguido elaborar pólvoras de esta clase para substituir á la negra, y si las experiencias dan el resultado apetecido, desaparecerá de las dotaciones, y con ella un gran peligro.

Volvamos á nuestro asunto: la estabilidad de las pólvoras sin humo. ¿Es, ó no, posible lograrla? Prácticamente opinamos que sí. En teoría, las nitrocelulosas no pueden reputarse rigurosamente estables. La molécula de nitrocelulosa es muy compleja; tiene un peso atómico elevado, y en una masa de nitrocelulosa, aun cuando no contenga materias extrañas, entran moléculas diversamente nitradas, y por tanto de distinta estabilidad química, que dan al conjunto estabilidad inferior á la media y aun á veces á la de las partes menos estables. De aquí que la tendencia al elaborar las nitrocelulosas sea la obtención de productos homogéneos, es decir, cuyos grados de nitración queden comprendidos entre límites muy reducidos, único medio de conseguir una estabilidad que, prácticamente, resulte aceptable.

Hay que tener en cuenta que ninguna pólvora necesita conservarse indefinidamente. Si se supone, por ejemplo, que la cantidad que anualmente se consume en ejercicios es $^1/_{20}$ de lo que se consumiría en una campaña, claro es que á los veinte años habrá quedado consumida toda la fabricada con objeto de atender á las necesidades de la guerra; de donde se deduce que la vida de una pólvora deberá ser más ó menos larga, pero siempre limitada.

Nuestros primeros estudios acerca de los explosivos nos dieron la convicción de que el algodón pólvora bien fabricado y debidamente conservado podía reputarse como explosivo estable y de manejo seguro. Así los expusimos en nuestro *Tratado de Minas militares* y en la *Memoria de Explosivos*.

Desde entonces, las pólvoras sin humo han sido objeto de constantes estudios, así desde el punto de vista teórico como práctico.

El Coronel de Artilllería D. Ricardo Aranaz, Director de la Fábrica de Granada, verdadera autoridad en este asunto, dice en un artículo publicado en el *Memorial* de aquella arma en el número del mes de abril del corriente año (1):

«Si mis ocupaciones me lo hubiesen permitido hubiese escrito un artículo especial, dedicado á tranquilizar los ánimos y á hacer ver que las modernas pólvoras sin humo de nitrocelulosa pura, tipo español, que se fabrican en Granada y que es análogo al que usan en Alemania, son

(1) 1908.

completamente inofensivas si están bien elaboradas y se conservan en debida forma.»

Confirma esta opinión el hecho de no haberse producido en Alemania accidentes análogos á los acaecidos en Francia, lo cual es una demostración práctica de que la elaboración influye en la estabilidad.

Las pólvoras sin humo hoy empleadas se clasifican en dos grandes grupos: el de las formadas por una mezcla de nitroglicerina y nitrocelulosa y el de las que sólo contienen este último explosivo. La cordita inglesa, la balistita italiana, la Maxim Schuppaus americana son ejemplos de las primeras; la *B* francesa, Wolf alemana, española de Granada y pirocolodión ruso de las segundas. En Alemania, sin embargo, el Ejército emplea pólvoras de nitroglicerina en los obuses ligeros de campaña y en varias piezas de sitio y plaza; la marina sólo utiliza las pólvoras de nitrocelulosa en las ametralladoras.

Las ventajas de las pólvoras de nitroglicerina consisten en que resultan más baratas y más enérgicas, y por esta última razón exigen cargas menores, lo cual, en los grandes calibres, representa una economía importante. Sus inconvenientes consisten en el peligro de que rezume la nitroglicerina, y especialmente en las erosiones que, por las elevadas temperaturas que desarrollan, producen en las piezas, originando el rápido deterioro de ellas, sobre todo si son de gran calibre, pues en este caso las cargas son considerables.

No se tiene noticia de que en Inglaterra é Italia hayan ocurrido accidentes tan numerosos é importantes como en Francia. Sin embargo, en la primera de dichas naciones ha habido inflamaciones espontáneas de cordita en los buques de guerra *Revenge* y *Fox*, y en la segunda la balistita ha producido accidentes de igual índole en los buques *Sicilia* y *Marco Polo*, en la fábrica de pólvora de Fontana-Liri y en un almacén de la Spezia.

Como nuestra pólvora sin humo es de la clase de nitrocelulosa pura, en ella hemos de fijarnos especialmente. Para obtenerla es preciso fabricar primero la nitrocelulosa y después gelatinizarla. La fabricación del algodón pólvora había sido ya objeto, antes de la invención de las pólvoras sin humo, de numerosos estudios y experimentos, gracias á los cuales se logró obtener un explosivo estable y casi exento de peligros, sobre todo conservándolo con un 20 ó 25 por 100 de humedad. Este explosivo se aplicó, y aplica especialmente, en las voladuras submarinas, puesto que, aun cuando se humedezca, no pierde sus propiedades, bastando con que se conserve seco el detonador.

Al atacar el algodón por la mezcla de ácidos no se obtiene un compuesto fijo y definido, sino una mezcla de productos diversamente nitra-

dos, que se forman unos durante la nitración y otros á consecuencia de reacciones ulteriores. Caracteriza cada uno de estos productos el tanto por ciento de ázoe que contienen, y que teóricamente puede llegar al 14,14, límite que no se alcanza en la práctica.

Las proporciones en que los ácidos entran en la mezcla nitrificante y los procedimientos empleados para la fabricación influyen en el resultado, permitiendo obtener productos más ó menos nitrados y de distinta solubilidad en una mezcla de alcohol y éter.

La estabilidad de las nitrocelulosas depende de la calidad de las materias (algodón, agua y ácidos), empleadas en su fabricación, y de las condiciones en que ésta se efectúa. Por lo común, los algodones no son de primera calidad: los ácidos residuales pueden contener materias en suspensión, y el agua no siempre es pura. Todas estas impurezas debieran desaparecer por medio de los lavados en caliente y el pulpaje; pero las nitrocelulosas tienen la forma de tubos capilares que, á veces, retienen con gran energía cuerpos extraños que, atacados por los ácidos en exceso ó la humedad que puede contener el producto final, darán lugar á reacciones que influyan desfavorablemente en la estabilidad.

Conviene, pues, evitar el empleo de algodones de mala calidad y ácidos impuros, y purificar, en lo posible, el agua empleada en los lavados. Cuanto más pura mejor disolverá las materias extrañas retenidas por los tubos capilares. Claro es que en la producción industrial no cabe emplear el agua destilada, pero sí puede filtrarse cuando contenga impurezas.

Además de la influencia que ejercen en la estabilidad las materias extrañas, existen causas debidas á la misma naturaleza de la nitrocelulosa. Al nitrificar el algodón, los ácidos atacan primero la superficie, y esta primera reacción produce agua, que debilita la acidez de la mezcla primitiva; de manera que el interior de aquél ya es atacado por un líquido, cuya composición es distinta.

Resultan, por consiguiente, productos desigualmente nitrados, y si esta desigualdad fuera grande, se producirían ulteriormente entre ellos reacciones peligrosas. Conviene, pues, reducir al mínimo esta causa y procurar que la nitración, ya que no igual en toda la masa, esté comprendida entre límites muy estrechos. Contribuye poderosamente á la homogoneidad del producto la relación existente entre el peso de la celulosa que se introduce en el baño y la masa líquida. Cuanto mayor es ésta con relación á aquél, más homogénea es la nitrocelulosa obtenida, porque la masa de algodón bañada desde el primer momento es más considerable.

Mientras no hubo que recurrir á gelatinizar las nitrocelulosas, no se

dió gran importancia á la solubilidad; lo que se deseaba eran explosivos enérgicos, y éstos lo proporcionaban las más nitradas, ó sea el algodón pólvora, insoluble en la mezcla de alcohol y éter; los colodiones, solubles en esta mezcla, son explosivos menos enérgicos. Las nitrocelulosas que contienen menos del 11 por 100 de ázoe tienen poco solubilidad y ésta disminuye á medida que desciende el tanto por 100 de dicho cuerpo; estos productos deben desecharse por completo.

Para la fabricación de las pólvoras sin humo hay que emplear nitrocelulosas fuertemente nitradas y solubles, circunstancias en modo alguno incompatibles que pueden obtenerse mediante determinadas condiciones de elaboración, relacionando convenientemente las proporciones de ácidos, agua y celulosa, la temperatura y la duración de la inmersión del algodón en la mezcla ácida. Sir Enrique Roscoe, conservando estos dos últimos factores constantes y variando las proporciones de los elementos citados, obtuvo un producto soluble que contenía 12,73 por 100 de ázoe y otro insoluble en que la proporción era de 12,83 por 100, es decir, casi igual al anterior. Con mezclas apropiadas podrán obtenerse productos solubles aumentando la cantidad de celulosa, y siendo ésta constante, la solubilidad dependerá de la fuerza de la mezcla ácida.

El Coronel ruso Kiensminsky, utilizando el resultado de varios experimentos efectuados en Angulema por Bruley, ha deducido que existe íntima relación entre las proporciones en que entran los líquidos para formar la mezcla ácida y la solubilidad y grado de nitración de las nitrocelulosas. Representando por

$$Az^2\,O^5.\,H^2\,O + a\,So^3.\,H^2\,O + b\,H^2\,O$$

la fórmula química de dicho baño, llama *característica de la mezcla* á la cantidad

$$\mu = (1 + a) - b.$$

Para que las nitrocelulosas sean á la vez solubles y altamente nitradas, precisa que $\mu < 0$; conviniendo que en el baño primitivo dicho valor difiera poco de cero, pues la reacción debilita la mezcla ácida, y, al terminar, el valor de μ será menor que al principio.

Hay que tener en cuenta que los experimentos de Angulema se efectuaron en condiciones especiales: el peso de celulosa era en cada uno de ellos de 4 gramos, y el baño contenía 400 gramos de líquido: el agua con que se prepararon las mezclas era destilada; el ácido nítrico, privado de vapores nitrosos.

En una serie de experimentos se empleó algodón químicamente puro;

en otra algodón completamente desengrasado, y en la tercera el corriente en la fabricación industrial. Además, en las dos primeras series de experimentos el algodón permaneció en el baño veinticuatro horas; en la tercera ocho minutos, retirándolo después de haberlo comprimido ligeramente; los ácidos que quedaban embebidos continuaban la nitrificación.

En estos experimentos no se tuvo en cuenta las alteraciones que podía producir la mayor ó menor cantidad de celulosa empleada, puesto que fué siempre la misma.

Pero aun cuando las condiciones en que se llevaron á cabo difieran de las que ocurren en la fabricación industrial, conviene tener en cuenta sus resultados, que ponen de manifiesto que para obtener nitrocelulosas solubles conviene que la mezcla ácida no sea muy fuerte.

De los estudios llevados á cabo por el doctor Will, referentes á la estabilidad de las nitrocelulosas obtenidas mediante mezclas ácidas, cuya fórmula general puede representarse por

$$2\,H\,Az\,O^3 + a\,H^2\,SO^4 + b\,H^2\,O,$$

deduce Kiensminsky *(Memorial des poudres et salpêtres*, tomo XIII) que la diferencia (a — b) entre los pesos de ácido sulfúrico monohidratado y agua ejerce notable influencia en la estabilidad, y conviene que tenga un valor negativo. Tanto es así, que las nitrocelulosas obtenidas con mezclas que cumplen esta condición, á las treinta horas de lavados en caliente, tienen casi igual estabilidad que á las cien horas, mientras que siendo $a - b > 0$, las nitrocelulosas resultantes no han adquirido, después de cien horas de lavado, el límite de estabilidad.

Es, pues, conveniente, según esto, á igualdad de condiciones, reducir cuanto sea posible la cantidad del ácido sulfúrico y aumentar la de agua, á fin de obtener una masa líquida relativamente grande, circunstancia que ya hemos visto era ventajosa para lograr un producto homogéneo. La acción del ácido sulfúrico sobre los hidratos de carbono es enérgica y tiende á destruirlos, ó por lo menos á formar productos inestables.

Will mide la estabilidad de las nitrocelulosas determinando el peso de ázoe eliminado por una cantidad dada (2,5 gramos) sometida á una temperatura fija (135°), durante tiempos que crecen progresivamente, de quince en quince minutos por ejemplo.

Por medio de repetidos lavados en caliente consigue llegar al límite de estabilidad que corresponde á la mezcla ácida empleada, y entonces se verifica que *las pérdidas de ázoe son directamente proporcionales á los tiempos durante los cuales la nitrocelulosa se halle sometida á la temperara ya indicada.* En otros términos, la estabilidad límite implica la condi-

ción de que la pérdida de ázoe correspondiente á un tiempo que se tome como unidad sea constante. La mencionada proporcionalidad persiste, según Will, mucho más allá de los límites que en la práctica interesan.

La estabilidad de una nitrocelulosa la caracterizan los milígramos de ázoe que eliminan 250 gramos sometidos durante quince minutos á la temperatura de 135°.

Designando por N_{135} dicho peso, entre él y el coeficiente (a — b) existe, según Kiensminsky *(Memorial des poudres et salpêtres,* tomo XIII), la relación empírica

$$N_{135} = 0{,}41 + 0{,}1\ (a - b). \qquad [1]$$

Por otra parte, según la fórmula de Guttmann, generalizada por Kiensminsky y Dymcha, entre los tiempos D_t y $D_{t'}$ necesarios para que á las temperaturas t y t', el explosivo sufra la misma alteración convencional (un tanto por ciento de pérdida de peso por ejemplo) existe la relación

$$D_t = D_{t'}\ q^{t' - t}. \qquad [2]$$

Siendo N_{135} la cantidad de ázoe, eliminada por 2,5 gramos de explosivo á la temperatura $t' = 135°$ durante quince minutos, en D_{135} horas se habrán desprendido $4\ N_{135}\ D_{135}$ milígramos de gas. A la temperatura t la cantidad eliminada durante D_t horas será $4\ N_t\ D_t$ y como estas dos cantidades han de ser iguales

$$4\ N_{135}\ D_{135} = 4\ N_t\ D_t\ ;\ \frac{N_t}{N_{135}} = \frac{D_{135}}{D_t} = q^{t - 135};\ N_t = N_{135}\ q^{t - 135}. \qquad [3]$$

La cantidad q se llama índice de progresión de la estabilidad; según Kiensminsky, es independiente de (a — b) é igual á 1,144. Introduciendo en la última de las ecuaciones [3] este valor y el [1] resulta

$$N_t = [0{,}41 + 0{,}1\ (a - b)]\ (1{,}44)^{t - 135}. \qquad [4]$$

N_t representa el número de milígramos de ázoe desprendidos por 2,5 gramos de explosivos sometidos durante 15' á la temperatura t; de modo que el peso correspondiente á m gramos durante n minutos será

$$x = \frac{m}{2{,}5} \times \frac{n}{15}\ N_t = \frac{m\ n}{37{,}5}\ N_t. \qquad [5]$$

Recíprocamente, si conociéramos x, podríamos determinar N_t.

Aun cuando lo que acabamos de exponer no es en absoluto aplicable á los productos industriales, pues se refiere á nitrocelulosas obtenidas en condiciones especiales, merece, sin embargo, tenerse en cuenta, porque da orientaciones acerca de la marcha que debe seguirse para lograr que las nitrocelulosas obtenidas satisfagan condiciones especiales. Además, las fórmulas anteriores servirán para dar á conocer si una nitrocelulosa dada se aleja mucho ó poco de la estabilidad límite. Para ello bastará comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los que resulten de aplicar las fórmulas [1], [4] ó [5], según los casos.

Además de cuanto hemos indicado, influyen en las propiedades de los productos nitrados circunstancias atmosféricas accidentales, como la temperatura y estado higrométrico, que obligan á introducir en la elaboración variaciones de detalle conocidas por los prácticos. Pero importa consignar que hoy no se marcha á ciegas en este asunto y que de lo expuesto se deduce que es posible obtener productos que satisfagan determinadas condiciones y resulten prácticamente estables, pudiendo comprenderse entre ellos las pólvoras sin humo españolas y alemanas y el pirocolodión ruso.

Estabilizadores.

La estabilidad de las pólvoras sin humo puede aumentar empleando cuerpos que absorban los vapores nitrosos, cuya producción espontánea es la causa eficiente de la descomposición de las nitrocelulosas. Estos vapores ejercen como una acción catalítica, ó si se quiere el efecto de cebo ó causa iniciadora de la descomposición que continúa en presencia de aquéllos. Por esta razón, si á la pólvora se agrega un cuerpo que absorba ó se combine con los primeros vapores producidos, es de creer que la reacción no continúe. No hay que perder de vista que una pólvora bien elaborada y conservada en buenas condiciones da escasa cantidad de vapores nitrosos, y por consiguiente que la proporción de estabilizador necesaria para retenerlos ha de ser también escasa. El estabilizador, además de la propiedad de evitar la descomposición, ha de cumplir con la condición de no ejercer acción perjudicial sobre la pólvora, ser fácil de obtener por procedimientos industriales económicos, y en lo posible no disminuir la energía del explosivo.

Actualmente son dos los estabilizadores que parecen obtener la preferencia: la *difenilamina* y la *nitroguanidina*.

Es de suponer que muchos de los cuerpos que se han unido á los explosivos, como son la vaselina y la anilina proporcionen, aunque quizá sin que los inventores se dieran cuenta de ello, mayor estabilidad.

La difenilamina, como estabilizador, empezó á estudiarse en 1892 en

la fábrica de Bouchet, y en 1896 se elaboraron ya en ella pólvoras que contenían 2 por 100 de este cuerpo; la pólvora así obtenida corresponde á las iniciales *Bo.* de la fábrica de donde procedía. Esta modificación no fué aceptada por los ingenieros de *pólvoras y salitres,* que prefirieron conservar el primitivo procedimiento, substituyendo el alcohol etílico por el amílico, menos volátil. En Alemania parece ser, aun cuando no tenemos datos para afirmarlo terminantemente, que las pólvoras sin humo de nitrocelulosa contienen este estabilizador. Nobel en 1889 había propuesto ya la adición de 0,5 á 1 por 100 de difenilamina, ó producto análogo, para estabilizar los explosivos nitrados. La idea no es, pues, reciente; pero hoy todo cuanto tienda á estabilizar las pólvoras es de capital importancia.

Los experimentos efectuados en Francia con la pólvora *Bo.* dieron excelentes resultados, demostrando su indiscutible superioridad sobre las similares que no contenían difenilamina. Una de las grandes ventajas de este cuerpo es que además obra como *revelador* y patentiza, por la sola inspección ocular de la pólvora, el estado de descomposición en que se encuentra.

El calor y la humedad producen en estas pólvoras cambios de color que denuncian el grado de estabilidad. El normal, amarillo verdoso claro, de las pólvoras *Bo.* se obscurece progresivamente, y tanto más cuanto más elevada es la temperatura, acabando por adquirir un tinte casi negro que, por transparencia, resulta pardo rojizo, apareciendo finalmente manchas amarillas. Estas modificaciones se deben á la acción de los vapores nitrosos sobre la difenilamina; pero los compuestos que resultan no ejercen sobre el explosivo efecto alguno perjudicial. Aun cuando haya adquirido un color verdoso casi negro, no debe reputarse peligroso, sin atacarlo antes por una disolución alcohólica de potasa que, si da un color rojo intenso, indica que la pólvora no debe conservarse por más tiempo; hay que utilizarla pronto ó desecharla.

De la guanidina ó carbotriamina (CH^5Az^3) se derivan varios cuerpos que hoy se obtienen industrialmente; entre ellos merecen especial mención, desde el punto de vista que nos ocupa, el nitrato de guanidina y la nitroguanidina, ambos explosivos.

El primero es blanco, de aspecto parecido al salitre, muy soluble en caliente y casi insoluble en frío; calentándolo, se descompone, presentando las mismas fases que el nitrato amónico, pero el fenómeno es más rápido. En presencia de los vapores nitrosos toma un tinte rosado que desaparece al poco tiempo. Según Patart, desarrolla presiones considerables, pues llegan á 3.700 kilogramos para densidades de carga de 0,35; en cambio, la temperatura de explosión es muy baja, 929°; pero dice este

ingeniero que convendría comprobarla, bien por medio de un calorímetro, bien determinando los productos de la descomposición. La fuerza explosiva es próximamente la misma que la de la antigua pólvora de guerra.

La nitroguanidina resulta de la substitución de un átomo de H de la guanidina por el radical Az O^2. Es casi insoluble en agua fría, inalterable al aire é insensible á variaciones de temperatura; á 200° se funde, descomponiéndose lentamente. El ácido nítrico, aun concentrado, no la ataca; en caliente la disuelve, y en este estado puede obtenerse de nuevo sin alteración, añadiendo agua; dejando enfriar la disolución, se obtienen cristales de nitrato que la humedad descompone nuevamente en ácido y base. Es casi insensible á las acciones mecánicas, y reducida á polvo fino, detona al aire libre mediante la aplicación de 1,50 gramos de fulminato. La temperatura de explosión es, según Patart, de 907° (1); pero hay que hacer acerca de este punto la misma observación que con respecto al nitrato de guanidina; precisa comprobarla. Con una densidad de carga de 0,30 da presiones de 4.000 kilogramos por centímetro cuadrado; la fuerza explosiva es inferior á la de las pólvoras Wolff.

Merece la nitroguanidina estudiarse desde dos puntos de vista á cual más interesantes:

1.° Como estabilizador.—Esta propiedad se halla ya comprobada, y la debe á los efectos que sobre ella producen los vapores nitrosos; tanto en el caso de conservar su composición, como en el de convertirse en nitrato de guanidina, evita la acción perjudicial de dichos vapores, y como ninguno de estos compuestos ejerce influencia nociva sobre la nitrocelulosa, ambos son explosivos y, al quemarse, no dan humo ni cenizas, reunen las condiciones exigidas á un buen estabilizador.

2.° Como moderador de la temperatura de explosión.—Esta propiedad es muy importante, así en las aplicaciones militares como en las industriales. De los estudios y experimentos de Vieille, referentes á las erosiones producidas en las piezas de artillería, se deduce que, á igualdad de circunstancias, aumentan con la temperatura de explosión. Por esto las balistitas y corditas deterioran las bocas de fuego más rápidamente que las nitrocelulosas puras. Mezclando las pólvoras sin humo de nitroglicerina con 50 por 100 de nitroguanidina, las erosiones disminuyen considerablemente y son próximamente iguales á las producidas por las pólvoras de nitrocelulosa. Si á éstas se les añade nitroguanidina tambien en la proporción de un 50 por 100, las erosiones se reducen casi á la mitad de su valor.

(1) Véase la nota que acompaña á esta Memoria.

Recuérdese que las pólvoras de nitroglicerina tienen sobre las de nitrocelulosa algunas vantajas no despreciables, y que el principal inconveniente consiste en la mayor intensidad de los efectos erosivos. Si se comprobara que la mezcla de aquellas pólvoras con la nitroguanidina en proporciones convenientes no disminuye sensiblemente la energía del explosivo ni aumenta el coste, es posible que esta modificación contribuyera á que este tipo de pólvora sin humo tuviera aplicaciones en los países que hasta ahora han adoptado exclusivamente las nitrocelulosas. La nitroglicerina no es, como algunos pretenden, un estabilizador; pero retiene fuertemente la nitrocelulosa que con ella se mezcla, y al parecer envuelve sus moléculas formando á su alrededor una capa protectora. Por otra parte, estas pólvoras están exentas del inconveniente de que, por evaporación de los disolventes que gelatinizan la nitrocelulosa pura, varíen las condiciones balísticas.

Desde el punto de vista industrial, la baja temperatura de los derivados de la guanidina parece indicar que pueden constituir la base de uno de los mejores explosivos de seguridad, pues éste depende de un modo especial, aunque no exclusivo, de dicha temperatura. Hasta ahora no se había conseguido obtener explosivo alguno cuya descomposición produjera tan baja temperatura como la de los derivados de la guanidina, suponiendo que se confirmen los valores que da Patart.

Resulta de todo ello que la nitroguanidina es un explosivo que merece detenido estudio, y si se confirman las noticias y datos ya adquiridos, tendrá en el porvenir importantes aplicaciones.

Los cuerpos mencionados no son los únicos que pueden emplearse como estabilizadores; no cabe duda de que los químicos hallarán otros muchos que gocen esta propiedad. Si además tienen, como la difenilamina, el carácter de reveladoras, evitarán las pruebas de estabilidad que más adelante indicamos y una simple inspección ocular será suficiente para dar á conocer el estado del explosivo.

Estabilidad física y balística.

Cuanto llevamos dicho se refiere sólo á la estabilidad química; pero hay que tener además en cuenta la balística y la física: la primera se relaciona con los resultados del tiro, y dan idea de ella las presiones y las velocidades iniciales; la segunda exige la conservación de la densidad, forma, textura, color y en general de todos los caracteres físicos.

La estabilidad balística de una pólvora es función de la química y de la física, pero puede variar aun cuando los caracteres físicos no lo hagan aparentemente y la nitrocelulosa se conserve sin descomponerse. Influye

muy principalmente en ello la cantidad de disolvente. A medida que éste disminuye, las pólvoras aumentan generalmente en vivacidad, es decir, que la combustión resulta más rápida, dando lugar á presiones y velocidades anormales, y como éstas son las que sirven de base para el cálculo de las tablas de tiro, tales variaciones son muy perjudiciales desde el punto de vista balístico y conviene evitarlas. Estos inconvenientes los presentaron las primitivas pólvoras *B* francesas. El defecto de estabilidad balística depende de las siguientes circunstancias: *a*, escasa estabilidad química; *b*, falta de homogeneidad; *c*, pérdida de disolvente; *e*, humedad contenida en las pólvoras; *f*, estado físico.

a. La estabilidad química y la homogeneidad de los lotes puede hoy obtenerse, y así en las pólvoras alemanas como en las españolas estas dos condiciones se hallan satisfechas.

b. La pérdida de disolvente depende de dos causas, que son: la clase de éste y su cantidad. Para las pólvoras sin humo cuya base es la nitrocelulosa, la mezcla de alcohol y éter es la más conveniente. A fin de que ésta no varíe, por lo menos sensiblemente, hay que someter la pólvora ya gelatinizada á una serie de operaciones (oreos, secados y lavados) que le despojen del exceso de disolvente, dejándole sólo la cantidad que pueda conservar indefinidamente. Esta depende en parte de la forma de la pólvora y es tanto mayor cuanto lo es el espesor de los granos, lo cual se explica fijándose en que la evaporación es la principal causa de que aquél desaparezca; esta evaporación depende de la superficie, y cuanto más grueso es el grano resulta aquélla menor con relación á la masa total. Por esta razón nuestras pólvoras tubulares destinadas á los calibres superiores á 10 milímetros conservan mayor cantidad de disolvente que las empleadas en los calibres inferiores. En Inglaterra el exceso de disolvente se elimina mediante secados en estufas, cuyas temperaturas van decreciendo progresivamente, y se termina la eliminación al aire libre. En la fábrica de Granada se obtiene este resultado sometiendo las pólvoras ya elaboradas á oreos, secados y lavados que las dejan con la cantidad de disolvente que se desea.

e. La humedad se elimina también por medio de oreos y secados y queda reducida á un mínimo que fijan los reglamentos, y que debe comprobarse periódicamente y siempre que se sospeche que haya aumentado.

f. La forma y compacidad de los granos es otra circunstancia que ha de tenerse muy en cuenta. Las pólvoras *B* francesas tienen la forma de laminillas ó tiras, según sean para fusil ó cañón. Resulta de la declaración del Comandante Charbonnier, con motivo de la información relativa á las causas de la explosión del *Yena*, que dichas pólvoras presentan

una superficie rugosa, numerosas cavidades, el espesor no es uniforme, las formas son irregulares; la pólvora es poco compacta y homogénea, la densidad sólo de 1,52. En cambio, las pólvoras alemanas de Rothweill presentan una superficie lisa, formas regulares, son homogéneas y compactas, y la densidad es de 1,60. Las elaboradas en nuestra fábrica de Granada presentan condiciones parecidas á las alemanas, y esto les da estabilidad balística de que carecen las que no las reunen. La razón es la siguiente: la combustión de los granos de pólvora se verifica por capas pararelas. Si el grano es homogéneo, compacto, de forma regular y exento de huecos, esta ley se cumplirá casi rigurosamente y los granos se quemarán con regularidad. En caso contrario, y siendo distinta la masa de pólvora correspondiente á un mismo espesor de grano, la pólvora no se quemará regularmente. Por otra parte, los huecos facilitarán la propagación de la llama por el interior del grano; éste se deshará, y podrán producirse en momentos determinados cantidades de gases excesivas y presiones anormales. La superficie lisa y regularidad de formas geométricas es indicio de fabricación esmerada y da á las pólvoras mayor resistencia en los transportes; las superficies rugosas son muy accesibles á las acciones mecánicas. La forma tubular regulariza la combustión, pues verificándose ésta de fuera adentro, á partir del exterior, y de dentro afuera, á partir del interior, la superficie quemada es casi constante é igual próximamente á la doble de la que corresponde al centro del espesor del grano. En los Estados Unidos se han adoptado para los grandes calibres granos de siete canales; algunos de ellos tienen circular la central y trapeciales las restantes, disposición muy racional y que contribuye á la regularidad de la combustión. Las cargas de pólvora están constituídas por varios granos formando haz; en las de forma de tira ó cinta la velocidad de combustión variará á veces considerablemente, según el haz esté más ó menos apretado, y si es muy compacto, aquélla se propagará difícilmente; en las tubulares las canales evitan este inconveniente. Los granos de pólvora macizos, cualquiera que sea su forma, cuanto más gruesos sean, resultará más difícil obtenerlos homogéneos y compactos; la forma tubular evita, ó, por lo menos, atenúa este inconveniente.

En Alemania se da mucha importancia á los caracteres físicos, tales come sabor más ó menos ácido, color, olor, estado de la superficie, etc., y creemos que es muy conveniente fijarse en ellos, así como en los resultados del tiro de guerra, que puede servir de comprobación á la estabilidad balística. Cuando son anormales, conviene determinar las presiones y velocidades iniciales para cerciorarse de que, con las tolerancias admitidas, son las que corresponden á la pieza. En caso de que así no suceda, convendrá examinar el estado de la pólvora, y esto es indispensable si se

tiene la seguridad de que la anormalidad observada no se debe ni al cañón ni á los proyectiles.

Procedimientos para determinar la estabilidad química.

Los procedimientos á que se someten las pólvoras sin humo á fin de determinar su grado de estabilidad, pueden clasificarse en tres grupos: constituyen el primero los basados en el tiempo necesario para que, sometidas á determinada temperatura, aparezcan vapores nitrosos; en los segundos la estabilidad se mide por la temperatura á que dejan de ser impresionados ciertos reactivos; en el tercer grupo incluímos los métodos en que la estabilidad se determina por la pérdida de peso ó por la cantidad de ázoe eliminada á una temperatura dada. De modo que en el primer grupo se determinan tiempos; en el segundo, temperaturas; en el tercero, pesos.

En Francia, Vieille propuso la prueba llamada de 110°, que consiste en someter 10 gramos de pólvora, contenidos en un tubo cerrado, á la temperatura expresada, hasta que los vapores nitrosos desprendidos enrojezcan el papel de tornasol. El tiempo necesario para ello da la medida de la estabilidad. Vieille fué aún más allá, pretendiendo que, cuando las temperaturas variaban en progresión aritmética, la velocidad de descomposición lo hacía en proporción geométrica, y que la vida de una pólvora en horas á 110° era igual en días á la que le correspondería á 75° y en meses á los 40°.

Pero con el tiempo se observó que la prueba de 110° no daba garantía suficiente y que la ley expresada no era tampoco admisible en absoluto.

El Comandante Lepidi modificó este procedimiento aplicando el método llamado de totalización de tiempos, que consiste en calentar el explosivo durante once horas consecutivas, y si transcurridas éstas no ha aparecido el color rojo en el papel tornasol, se repite la prueba al dia siguiente con la misma pólvora y otro papel distinto, después de orear aquélla; así se continúa hasta que el papel se enrojezca antes de transcurrir treinta minutos. La suma de horas que la pólvora ha permanecido sometida á la temperatura de 110° mide su grado de estabilidad.

Las pólvoras *B* francesas tienen al parecer, entre otros defectos, falta de homogeneidad; de aquí que aun cuando la muestra sometida al ensayo resultara estable, no podia asegurarse que lo fuera el lote. Además, el resultado de la operación depende de la preparación del papel y de las condiciones del operador; y así se explica que con pólvora procedente de una misma tira ó cinta, ensayada en distintos laboratorios, se obtuvieran resultados diferentes.

En el método de Abel, el reactivo es el ioduro de potasio ó cinc: 1 gramo ó 1,5 gramos de pólvora se somete á la temperatura de 110°, hasta que en una tira de papel, cuya mitad superior esté impregnada en una disolución de almidón y ioduro y la inferior en una disolución acuosa de glicerina al 50 por 100, aparece una línea parda que separa la parte húmeda de la seca. El tiempo necesario para que el fenómeno se produzca mide la estabilidad de la pólvora. Para obtener resultados comparables, precisa que los papeles de reactivo estén preparados en igualdad de condiciones y, como en el procedimiento Vieille, hay un coeficiente de error personal. Puede influir en el resultado la naturaleza y cantidad del disolvente, y también la presencia de cuerpos extraños que se mezclen á la nitrocelulosa para hacerla más estable y que retarden ó impidan la aparición de la línea parda. La acetona, la vaselina, la urea y algunos aceites tienen la propiedad de absorber los vapores nitrosos, retrasando el resultado de la prueba. Por esta razón Guttmann no es partidario de tal procedimiento.

Del mismo parecer es Thomas, que ha podido comprobar en la fábrica holandesa de Muiden que los disolventes de las pólvoras sin humo actúan sobre el iodo, impidiendo, ó retrasando por lo menos, la acción de los vapores nitrosos.

Guttmann substituye el ioduro por el sulfato de difenilamina, que da al papel reactivo un tinte amarillo verdoso al principio y azul al terminar la prueba. El papel reactivo de este procedimiento es más fácil de preparar y más sensible; pero es difícil definir bien el color que fija el final de la prueba, en cuyo resultado influye el grado de humedad del explosivo y la cantidad de disolvente.

Spica propone como reactivo el clorhidrato de meta-fenileno-diamina; que toma un tinte amarillento; la disolución de glicerina de la prueba Abel se substituye por otra de azúcar. Spica afirma que este procedimiento le ha dado buenos resultados, y que es cuatro ó cinco veces más rápido que el de Guttmann, quien á su vez estima tal rapidez inconveniente, porque no da lugar á que se tengan en cuenta los errores debidos á la operación ó á la observación.

En Noruega, Sparre ha modificado el procedimiento Guttmann, variando ligeramente el reactivo; pero la diferencia esencial estriba en someter previamente la nitrocelulosa, durante cuatro días consecutivos, á la temperatura de 35° á 38°, á fin de despojarla de la humedad y de la mayor parte del disolvente, pues una y otra influyen en los resultados. Después de esta operación, Sparre somete las muestras de pólvora á la temperatura de 80° hasta que el reactivo acuse el principio de la descomposición. Comparando los resultados obtenidos con ejemplares sometidos

á desecación previa y los que no lo han sufrido, se observa que aquéllos resisten mayor tiempo la temperatura de 80°, y por lo tanto aparecen con mayor estabilidad. Guttmann no es partidario de la desecación previa, y en nuestro concepto con razón, pues aparte de que de este modo se pone la pólvora en condiciones distintas de aquellas en que se conserva en los almacenes, la elevación de temperatura, aunque no muy grande, prolongada, puede determinar reacciones que influyan en la estabilidad. Además opina Will que es muy difícil despojar por completo de humedad á las nitrocelulosas, aun cuando se las caliente á 40° ó 50° y se prolongue la operación hasta que no se note pérdida de peso. La elevación de temperatura no basta; es necesario, además, mantener las nitrocelulosas durante varias horas en el vacío, en presencia del ácido sulfúrico. Finalmente, el desecado preliminar del método de Sparre alarga considerablemente la duración del ensayo, y esto es, en la mayor parte de los casos, un inconveniente.

La aparición de los vapores nitrosos puede observarse, sin necesidad de reactivos, á simple vista. Este procedimiento, ideado en principio por el General austriaco Hess, fué preconizado por Zingall en el tercer Congreso de química aplicada.

Es el reglamentario en España: la temperatura á que se somete el explosivo, que en cantidades de 2,5 gramos se introduce en los tubos de ensayo, es la de 134° á 135°. Detrás del baño que los contiene se coloca una pantalla blanca, sobre la cual se proyectan los vapores nitrosos, y delante una pantalla de cristal grueso para la protección del observador, en el caso de que estalle alguno de los tubos de prueba. El tiempo que tardan en aparecer los vapores rojizos sirve de medida á la estabilidad. Este procedimiento tiene la ventaja de la sencillez y de evitar el empleo de reactivos cuya preparación y pureza influyen en los resultados, pero claro es que también influye en él el coeficiente personal.

Este mismo procedimiento es el aplicado por Thomas en el laboratorio de Marina de Amsterdam; pero la temperatura no se eleva más que á 100°; en cambio, los ensayos se repiten tres ó cuatro días consecutivos á razón de ocho horas diarias. Guttmann achaca á este procedimiento el inconveniente de su mucha duración, que lo hace inaplicable en algunos casos. Esta duración podría reducirse aumentando la temperatura. Por su mayor rapidez creemos preferible el reglamentario en España.

El procedimiento de Hotzeima difiere de los anteriores en que la estabilidad se mide por la temperatura á que deja de ser atacado el reactivo. El ensayo se efectúa empleando dos tubos en U unidos entre sí: uno contiene la nitrocelulosa (1 ó 2 gramos); otra lana de vidrio empapada en el reactivo, que es el mismo de Guttmann. Después de someter la nitro-

celulosa durante quince minutos á la temperatura de 110°, se hace pasar por ella una corriente de anhídrido carbónico puro y seco; si se observa en el tubo que contiene el reactivo (situado fuera del baño) un color azulado, se repiten los ensayos, disminuyendo las temperaturas de 10° en 10° hasta que no se note dicho color.

Son comunes á todos los procedimientos anteriores los errores personales, la influencia que ejercen la pureza y preparación de los reactivos y la debida á los cuerpos extraños que, consciente ó inconscientemente, se unen al explosivo, casi siempre con la idea de aumentar su estabilidad. Además, todos ellos indican el momento en que aparecen los vapores nitrosos, ó sea el principio de la descomposición, pero no dan á conocer la marcha que ésta sigue. Finalmente, los vapores nitrosos que se observan pudieran provenir, no de la nitrocelulosa, sino de algún otro cuerpo extraño á ella, en cuyo caso se juzgaría aquélla menos estable de lo que es en realidad, y, recíprocamente, pudiera contener la pólvora materias que absorbieran los primeros vapores desprendidos, en cuyo caso se retrasaría la reacción y se atribuiría al explosivo estabilidad superior á la real.

Los procedimientos en que se determine la pérdida de peso ó la cantidad de ázoe eliminado durante cierto tiempo, permiten seguir la marcha de la descomposición y son por completo independientes de los errores personales. Los pesos pueden determinarse con cuanta exactitud se desee. Por esta razón estos métodos son preferibles á los anteriores, aun cuando resulten algo más complicados.

De todos los procedimientos de esta clase, el primordial es el de Will, que consiste en calentar á 135° una pequeña cantidad de nitrocelulosa sometida á una corriente de ácido carbónico; éste arrastra los productos de la explosión y los lleva á un tubo en donde hay una tira de cobre arrollada en espiral que reduce los óxidos de ázoe; los gases resultantes pasan por una disolución de sosa cáustica que absorbe el anhídrido carbónico, quedando libre el ázoe, cuyo volumen se mide. Esta medida se repite regularmente hasta que las cantidades de ázoe obtenidas en tiempos iguales lo sean también. En este instante el explosivo ha alcanzado la estabilidad máxima correspondiente á la temperatura del experimento. La velocidad de la reacción, es decir, el tiempo mayor ó menor necesario para eliminar un mismo volumen de gas ó, recíprocamente, el volumen de gas eliminado en un tiempo dado mide la estabilidad.

Teóricamente este método supera á los anteriores; pero en la práctica no deja de presentar dificultades é inconvenientes. Desde luego exige aparatos especiales, y raras veces podrá aplicarse fuera del laboratorio. Por otra parte, la descomposición en una atmósfera de ácido carbónico

pone el explosivo en condiciones distintas de las que prácticamente ocurren: la pureza de este gas y la mayor ó menor velocidad de la corriente influyen en el resultado, y también la temperatura que alcanza el cobre al calentarse; además, sólo evalúa el ázoe y no los demás productos. Así es que, admitiendo el principio fundamental del método, en la práctica habrá que modificarlo.

Así lo ha hecho en los Estados Unidos el Capitán Dunn. Una cantidad cualquiera de explosivo colocada sobre un vidrio de reloj y bien pesada, se calienta durante ocho horas á 115° (con una tolerancia de medio grado) en una estufa de aire convenientemente regulada. Después se deja entriar en un desecador y se pesa. La operación se repite durante seis días consecutivos, y la pérdida total de peso debe ser, por término medio, inferior al 8 por 100.

Claro es que para obtener este término medio hay que operar á la vez con varias muestras. El citado oficial funda este procedimiento en que construyendo las curvas correspondientes á distintas temperaturas cuyas abcisas son las pérdidas en tanto por 100 de peso y las ordenadas el número de días, á los 115° las relativas á las buenas pólvoras se destacan de las correspondientes á las malas, y á los ocho días forman un haz distinto. Además, á temperaturas superiores la velocidad de descomposición es muy rápida, y lenta á las inferiores.

Ha examinado también si el volumen de los granos influía en el resultado, y ha visto que no. El aparato empleado por el Capitán Dunn es sencillísimo: se reduce á un doble recipiente de cobre; en el interior se introducen las muestras del explosivo; en el espacio que queda entre las dos paredes, una mezcla de xileno y tolueno, que á la presión atmosférica, hierve á 115°. Encima de la tapa superior hay un tubo rodeado por un serpentín que sirve de refrigerante, y en el cual se condensan los vapores procedentes del líquido en ebullición; este tubo comunica en su parte superior con un recipiente de cristal en que no debe manifestarse condensación alguna, si la operación marcha con regularidad. Del recipiente interior, que contiene el explosivo, parte otro tubo que da salida á los gases procedentes de la descomposición.

El inconveniente de este método es su mucha duración; se ha tratado de abreviarlo encerrando el explosivo en recipientes de hojalata herméticamente cerrados, creyendo que la presión ejercida por los gases avivaría la reacción; pero los resultados no han sido satisfactorios, y además se pone el explosivo en condiciones especiales y distintas de las que ocurrirán en la práctica. Descartado este inconveniente, no cabe duda de que este procedimiento por su sencillez, por tener en cuenta el peso de todos los productos eliminados por la ausencia de reactivos, por la precisión de

que es susceptible y porque da idea exacta de la rapidez de la descomposición, es quizá el que mejor expresa el grado de estabilidad de un explosivo. Es muy probable que adoptando una temperatura más elevada, 135°, por ejemplo, resultara este procedimiento más rápido.

El de Sy tiene alguna analogía con el de Thomas; exige calentar varios días consecutivos durante ocho horas diarias, á 115°, 4 gramos de explosivo y anotar las pérdidas de peso que sufren diariamente. Estas pérdidas miden la rapidez de la descomposición y ponen de manifiesto la estabilidad de la nitrocelulosa. Pero Sy exige, como Sparre, la desecación previa, lo cual tiene los inconvenientes ya indicados.

Mittasch mide, por medio de un aparato automático, los volúmenes de gas producidos por una pequeña cantidad de explosivo, mezclada con arena silícea, y calentada en un aparato especial á 150°. Este procedimiento sólo puede emplearse en los laboratorios. Además, la arena mezclada influye en el resultado, interponiéndose entre las partes del explosivo; la temperatura de 150° es demasiado elevada y próxima á la de explosión.

En Rusia, Borissoff y Sapojnikoff han modificado algo este procedimiento: conservan la misma temperatura; mezclan 0,2 á 0,3 gramos de explosivo con 8 á 10 de arena cuarzosa; recogen los gases en un pequeño gasómetro lleno de aceite de nafta, y miden los volúmenes obtenidos en tiempos determinados. Traduciendo gráficamente los resultados obtenidos por medio de curvas cuyas abcisas son los tiempos y las ordenadas los volúmenes, se ve que éstas crecen al principio lentamente, después lo hacen con rapidez hasta alcanzar el valor máximo, á partir del cual la curva se transforma en una recta casi horizontal, es decir, que el volumen ya no varía. Obtenida así la reacción límite, la pérdida de peso del aparato que contiene la nitrocelulosa indica la de los gases y vapor de agua desprendidos. Para determinar si la arena influía ó no en el resultado, se hicieron experimentos sin ella, y en efecto, la descomposición del explosivo resultó más rápida. Este procedimiento, si bien más sencillo que el de Mittasch, tiene también el inconveniente de efectuarse á temperatura demasiado elevada; en caso de adoptarlo, debería rebajarse á 135° y suprimir la arena. Uno y otro tienen sobre el de Will la ventaja de dar el total de gases desprendidos, mientras que éste sólo tiene en cuenta el ázoe, y además en ellos se prescinde de reactivos.

Puede verse que las temperaturas adoptadas en los diferentes procedimientos son variables, y sin embargo, es éste un dato que conviene fijar, porque bajo dos aspectos tiene importancia. Primero, porque los productos obtenidos varían con la temperatura, y segundo, porque también depende de ella la rapidez con que se lleva á cabo la descomposi-

ción. Si la temperatura elegida es baja, puede ocurrir que los productos de la explosión, por su naturaleza ó escasez, apenas obren sobre los reactivos ó necesiten para ello largo tiempo. Si es excesiva, la combustión se aproximará á la explosión, y la descomposición será violenta y muy rápida. Lo primero puede conducir á dar por buenas pólvoras en realidad poco estables, y lo segundo á reputar inestables explosivos que no lo sean.

Sapojnikoff ha estudiado detenidamente la descomposición de las nitrocelulosas á temperaturas comprendidas entre 120° y 150°. A temperaturas más elevadas no tienen ya interés estos estudios desde el punto de vista que nos ocupa, pues la combustión se aproxima ya á una explosión y puede adquirir este carácter.

En cambio hay interés en continuar estos estudios á temperaturas más bajas para determinar cuál es la mínima á que la descomposición empieza á ser sensible ó el tiempo necesario para que la descomposición del explosivo sea completa. No se nos oculta la dificultad que esto presenta, pues á temperaturas de 50 á 60°, en que no cabe duda de que una nitrocelulosa puede presentar indicios de descomposición, ésta es sumamente lenta y exigirá quizá años para ser completa. Basta fijarse en que en el pirocolodión ruso, al pasar de 160 á 120°, el tiempo necesario para la descomposición asciende de 8,5 á 382 horas.

Sapojnikoff estudió tres clases de nitrocelulosas: la insoluble, que contenía 13,34 por 100 de ázoe; la soluble, de 12 por 100, y el pirocolodión, término medio entre ambos, y que contiene 12,70 por 100. Este producto, base de la pólvora sin humo rusa, tiene gran interés, puesto que es casi idéntico á nuestra pólvora reglamentaria.

Sometido á temperaturas comprendidas entre 120° y 160°, variando de 5° en 5°, se obtuvieron los resultados que á continuación se expresan.

En cuanto á los productos de la descomposición (Co^2, Co, AzO, Az^2, H^2O) su volumen disminuye con la temperatura; entre 135 y 155°, la proporción relativa de los gases no varía, pero lo hace radicalmente si la temperatura es superior á 155° ó inferior á 130°. Las cantidades de Co^2, Co y Az disminuyen progresivamente con la temperatura. El carácter de la descomposición va cambiando progresivamente desde los 120 á los 135°.

Respecto á las velocidades con que se verifica la reacción, existen tres intervalos: 120 á 130°, 135 á 155° y 155 á 160°, en que varían casi proporcionalmente á la temperatura; pero al llegar á los 134 ó 135° y á los 152 ó 153° varían bruscamente; de modo que tomando por abcisas los tiempos y por ordenadas las temperaturas, se obtendrían tres rectas que se cortarían en los puntos correspondientes á 135 y 153°.

De esto parece deducirse que las temperaturas comprendidas entre

120 y 135° son las más convenientes para las pruebas de estabilidad, y como cuanto más elevada sea la temperatura que las pólvoras puedan resistir sin descomponerse, mayor será la garantía, puede admitirse la de 135° como muy conveniente.

Como resumen de cuanto hemos expuesto referente á los distintos métodos de prueba de estabilidad, estableceremos las siguientes conclusiones:

1.ª Para que los resultados de la prueba tengan valor práctico es necesario que el lote ó lotes, y en general todos los productos de una misma procedencia, sean homogéneos.

2.ª La temperatura de 134 á 135 grados parece ser la más conveniente.

3.ª La prueba de estabilidad reglamentaria en nuestro país es en general aceptable por su sencillez.

4.ª Como esta prueba indica el principio de la descomposición, pero no la rapidez ni las condiciones en que éste se efectúa: sólo puede reputarse como *cualitativa* y convendría adoptar otra *cuantitativa*, basada en los métodos de Will y Mittasch, es decir, en la determinación del peso eliminado en determinadas condiciones. Esto podría efectuarse por el procedimiento del Capitán Dunn, ú otro análogo, adoptando la temperatura de 135° en vez de la de 115 que aquél propone, con lo cual disminuiría la duración del ensayo.

5.ª Admitidas estas dos pruebas, la primera se adoptaría para la recepción y reconocimiento ordinario de las pólvoras: la segunda se llevaría á cabo en las fábricas durante la elaboración y al terminarla, y en los laboratorios siempre y cuando se creyera necesario.

La adición de estabilizadores reveladores evitará las pruebas que, cuando aquéllos no existan, habrá que efectuar con las pólvoras almacenadas; pero nunca deben prescindirse de las que han de llevarse á cabo durante la fabricación de las nitrocelulosas, pues hay que tener la seguridad de que éstas alcanzan el mayor grado de estabilidad posible.

Conservación.

De poco serviría obtener pólvoras completamente estables si no se conservaran en condiciones adecuadas, en modo alguno irrealizables. Los enemigos de que deben preservarse son las temperaturas relativamente altas y la humedad. La primera cuanto más baja mejor; lo que importa es fijar la máxima admisible. En nuestro concepto, no debe pasar de 35°.

El art. 53 del Reglamento de pruebas vigente en nuestro país dice: «En todos los polvorines y repuestos se colocarán termómetros de máxi-

ma, cuya observación durante la canícula debe hacerse por lo menos semanalmente, para procurar que no se eleve la temperatura por encima de 40°. Si esto hubiere ocurrido algún día, se adelantarán las pruebas fijadas para el mes de octubre, y si se repitiera con frecuencia la elevación de temperatura en la forma referida, se dará cuenta tanto á la Dirección de Artillería como á las autoridades de la plaza, para que puedan disponer la mejora de las condiciones del polvorín ó repuesto, y debe en este caso tenerse una observación constante para evitar que la temperatura pase de 45° c. De temerse esto, han de tomarse todas las precauciones que la localidad permita para desalojar el polvorín ó repuesto que tan malas condiciones pueda tener, con objeto de evitar sobrevengan deterioros prematuros, sin que por esto deba considerarse que exista peligro de que ocurra una explosión si la pólvora está en buenas condiciones.»

En Alemania se admite que las pólvoras no sufren modificación si la temperatura no pasa de 30°. En Francia, según el Coronel Jacob, los pareceres no son unánimes; la artillería de Marina exigía 30° como máximo en los pañoles, pero el Consejo de Marina elevó el límite á 35°. La Comisión constituída para averiguar las causas que produjeron la catástrofe del *Jena* determinó que debían establecerse á bordo aparatos frigoríficos, á fin de que la temperatura de los pañoles se mantuviera inferior á 25°.

El Coronel Aranaz afirma que, en debidas condiciones, y á la temperatura normal de 15°, la conservación de nuestras pólvoras de fusil es indefinida, y las de cañón, tubulares, son aún más inofensivas. Pero esta temperatura es demasiado baja para poderla obtener en todos los climas y estaciones.

De las opiniones expuestas parece deducirse que el límite de 35° es perfectamente admisible para nuestras pólvoras, y aunque superior al admitido por la Comisión francesa antes mencionada, hay que tener en cuenta que las pólvoras francesas no son de las más estables, y que los accidentes que han originado, especialmente en los buques, obliga á proceder muy cautelosamente con ellos.

En los polvorines ó repuestos terrestres no es difícil lograr que el máximo de temperatura no rebase el indicado límite de 35°, eligiendo convenientemente la situacion, empleando materiales apropiados y dejando alrededor de los locales una galería que los aisle y atenúe las fluctuaciones de la temperatura. Una ventilación conveniente contribuirá á lograr el resultado apetecido. A esto hay que agregar los reconocimientos periódicos y las visitas extraordinarias cuando se note la temperatura máxima.

Respecto á la humedad, también es fácil evitarla empleando empaques impermeables y procurando que los polvorines estén siempre secos, debiendo colocar en su interior psicrómetros que acusen el grado de humedad. Los alemanes pretenden que sus pólvoras son casi insensibles á la humedad, y las nuestras se hallan en igual caso, debiéndose esto en gran parte al esmero con que se han confeccionado, que las hace compactas y homogéneas. Las pólvoras porosas son, en cambio, más absorbentes y pueden, por tanto, descomponerse más fácilmente.

Lo que hay que evitar es que á un mismo tiempo actúen sobre las pólvoras la humedad y temperaturas excesivas; en este caso pueden ocurrir inflamaciones espontáneas, como sucede con el heno húmedo y expuesto al sol.

También hay que evitar cambios bruscos y frecuentes de temperatura, pues esto podría producir en las nitrocelulasas desequilibrio químico y dar lugar á condensaciones de vapor de agua altamente perjudiciales.

Pero aun suponiendo que en un almacén de pólvora sin humo se produzca inflamación de parte de ella, las consecuencias serán en general de menor entidad que las producidas por la explosión de las antiguas. Tres causas contribuían á que éstas ocasionaran desgracias personales y destrozos materiales importantes: la energía transportada por la onda explosiva, el efecto de lo que podríamos llamar *corriente de retroceso*, la proyección de materiales.

Respecto á la primera causa de destrucción, ha podido determinarse después de repetidas observaciones y experimentos una relación entre las cantidades de explosivos almacenados y las distancias peligrosas. Esta fórmula es

$$D = K\sqrt{c}$$

en que D es la distancia en metros, c la carga en kilogramos y K un coeficiente que depende de la naturaleza del explosivo y del grado de seguridad que desee obtenerse. Con arreglo á esta fórmula, un polvorín que contuviera 25.000 kilogramos de pólvora negra tendría un radio de acción peligroso de unos 1000 metros, pues para dicha pólvora y radio de acción correspondiente á desperfectos moderados, $K = 7$ próximamente.

En Inglaterra el servicio de explosivos tiene una tabla en la que constan las distancias á que deben hallarse las construcciones según las cantidades de pólvora contenidas en el almacén. Dichas construcciones se clasifican en ocho grupos, según sean más ó meuos resistentes, correspondiendo á cada grupo distintas distancias.

La segunda causa de destrucción se debe á que, al efectuarse la explosión, se levanta una columna de gases á temperatura elevada; ésta ori-

gina tiro, y por consiguiente llama el aire próximo al sitio de la explosión, produciendo una corriente de bastante intensidad para romper cristales y objetos poco resistentes. Estos efectos pueden notarse á distancias á las cuales ya no alcanzan los de la onda explosiva.

En cuanto á los efectos de proyección, aun cuando su radio de acción es más limitado que los anteriores, bastan para ocasionar desgracias personales á veces numerosas.

Todos estos efectos desaparecen con las pólvoras sin humo. La explosión es substituída por la inflamación, á no ser el caso, casi inverosímil, de que toda la pólvora ardiera simultáneamente. Lo general es que la inflamación se inicie sólo en una parte del explosivo y se propague lentamente.

Para atajar prontamente los incendios que se inicien, deben existir en el interior de los repuestos aparatos que, automáticamente, por medio de timbres situados al exterior, anuncien las temperaturas anormales, y hay que contar además con todos los elementos necesarios para combatirlos.

De cuanto acabamos de exponer puede deducirse que los locales destinados á almacenar pólvoras sin humo han de cumplir con las siguientes condiciones, todas esenciales:

1.ª La temperatura no debe pasar de 35° c.

2.ª Han de conservarse siempre secos.

3.ª Han de aislarse del ambiente exterior, á fin de que en el interior no se noten variaciones importantes ni bruscas.

4.ª Han de estar construídos con materiales de escasa conductividad térmica y en lo posible incombustibles ó por lo menos de difícil combustión.

Todas estas condiciones pueden cumplirlas los polvorines destinados al Ejército, y por lo tanto la conservación de las pólvoras sin humo en tierra es un problema que no ofrece dificultades.

En los buques el problema resulta ya más complicado, pues durante los viajes están sujetos á sufrir temperaturas muy variables, y por otra parte la necesidad de un municionamiento fácil y rápido limita considerablemente la situación de los pañoles, que no siempre podrán alejarse lo suficiente de los locales de dinamos y máquinas en donde reinan temperaturas elevadas. Hay que tener en cuenta, además, que en los buques un incendio tiene mayores consecuencias que en tierra, y por tanto importa mucho evitarlo.

Para ello deben alejarse los pañoles cuanto sea posible de los locales en que haya por precisión temperaturas elevadas: construirlos con materiales malos conductores é incombustibles y facilitar su inundación para

el caso de que se inicie un incendio. La refrigeración y circulación del aire frío alrededor de los pañoles no parece problema insoluble, dada la fuerza motriz de que disponen los buques de guerra, y además esto no será necesario en todas las estaciones y climas. Opinamos, por consiguiente, que no es imposible lograr en los pañoles temperaturas inferiores á los 35°, que, en nuestro concepto, pueden resistir sin descomponerse muchas pólvoras modernas (1).

Si la experiencia demostrara que no es posible obtener pañoles en condiciones aceptables para la conservación de las pólvoras sin humo de nitrocelulosa, no habría más remedio que volver la vista á las de nitroglicerina. Quizá el emplear la Marina alemana pólvoras de esta clase, á pesar de que el Ejército usa nitrocelulosas cuya estabilidad no se pone en duda, se deba á que la práctica haya demostrado que en los buques de guerra aquéllas se conservan mejor que éstas.

Lo que hay que prohibir terminantemente en polvorines y pañoles es la mezcla de las pólvoras modernas y de las antiguas. Cuando las llamas ó las altas temperaturas producidas por el incendio de las primeras alcanzan á las segundas, la explosión se produce irremisiblemente. Una de las conclusiones de la Comisión encargada del estudio de las causas que produjeron la voladura del *Jena* es, al pie de la letra, la que sigue: «La pólvora negra quedará, si es posible, excluída de los buques; si no, debe quedar rigurosamente aisladas y muy lejos de las pólvoras B.»

Afortunadamente, cabe esperar que la pólvora negra desaparezca en breve por completo de las dotaciones de guerra, quedando las modernas en absoluto dueñas del campo. Bien elaboradas y conservadas en locales que reunan las condiciones ya expuestas, son, en nuestro concepto, mucho menos peligrosas que las antiguas, y nos daríamos por satisfehos si lográramos que esta convicción penetrara en el ánimo de cuantos las miran con injustificada prevención.

---

(1) Experimentos efectuados en el Extremo Oriente, en el crucero francés *Sully*, han demostrado que mediante la ventilación de los pañoles con aire frío podían mantenerse temperaturas de 32 á 34°.

En algunos buques ingleses se han instalado, según dice el *Artilleristiche Monatshefte*, aparatos frigoríficos automáticos que mantienen constantemente en los pañoles una temperatura de 25°.

Nota acerca de la temperatura de explosión del nitrato de guanidina y de la nitroguanidina.

En la Memoria anterior se ha dicho que las temperaturas de explosión de estos cuerpos eran muy bajas, pero que precisaba comprobarlas. Esta comprobación puede efectuarse práctica ó teóricamente: para lo primero hay que valerse del calorimetro; para lo segundo precisa conocer la ecuación de descomposición del explosivo, y esto, á su vez, exige determinar la naturaleza de los gases producidos y la cantidad de cada uno de ellos. Mr. Patart, en el *Memorial de poudres et salpêtres* (tomo XIII) determina el valor del covolumen α y de la fuerza explosiva f, partiendo del conocimiento de las presiones observadas correspondientes á varias densidades de carga, y deduce:

Para el nitrato de guanidina.. $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1{,}28 \\ f = 5834 \end{array} \right.$

» la nitroguanidina..... $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1{,}60 \\ f = 7140 \end{array} \right.$

Las temperaturas que da dicho ingeniero son, según ya hemos dicho, 929° y 907° c, respectivamente.

En nuestro concepto, los covolúmenes dados por Mr. Patart son inadmisibles por lo muy elevados.

Aun cuando no conocemos experimentalmente los productos de la explosión de los cuerpos que nos ocupan, conceptuamos muy verosímil que las ecuaciones de descomposición sean las que á continuación se expresan:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Nitrato de guadinina..} \quad CH^6\,Az^4\,O^3 = CO + 2\,H^2O + H^2 + 2\,Az^2 \\ \text{Nitroguanidina.....} \quad CH^4\,Az^4\,O^2 = CO + H^2O + H^2 + 2\,Az^2 \end{array} \right\} \quad [1]$$

Partiendo de estas ecuaciones, y conociendo el calor de formación de estos explosivos, pueden calcularse sus características. Según Gody, en su *Traité theorique et practique des matières explosives* (tercera edición), dichos calores son 93,5 para el nitrato de guanidina y 22 para la

nitroguanidina (1). Efectuando los cálculos, resultan los valores siguientes:

	Nitrato de guanidina.	Nitroguanidina.
Volumen de los gases por molécula.	$22{,}32 \times 6 = 133{,}92$	$22{,}32 \times 5 = 111{,}60$
Idem por kilogramo.....	1098	1071
Covolúmen (α).....	1,10	1,07
Temperatura de explosión en grados { c.....	1222	1833
Temperatura de explosión en grados { absolutos...	1495	2106
Fuerza explosiva.....	6249	8562

Fácil es ver que estos números difieren bastante de los que da Patart, especialmente en lo que se refiere á la nitroguanidina. Los covolúmenes son mucho menores, y dudamos que puedan alcanzar los valores que da Mr. Patart, pues para ello fuera preciso que el número de moléculas gaseosas producidas por las explosiones del nitrato de guanidina y nitroguanidina se elevara, respectivamente, á 7 y 7,5. Suponiendo que la explosión, en vez de producir agua y óxido de carbono, produjera ácido carbónico, las ecuaciones de descomposición serían

$$\left.\begin{array}{l} C\,H^6\,Az^4\,O^3 = CO^2 + H^2O + 2\,H^2 + 2\,Az^2 \\ C\,H^4\,Az^4\,O^2 = CO^2 + 2\,H^2 + 2\,Az^2 \end{array}\right\} \quad [2]$$

á las cuales corresponden el mismo número de moléculas que á las [1]. Las temperaturas resultantes de estas ecuaciones serían 1398° y 2008° superiores á las anteriormente halladas, lo cual no debe extrañarnos, porque la producción del ácido carbónico es la que da mayor número de calorías. Como la cantidad de oxígeno que contienen estos explosivos no es la suficiente para la combustión completa de los demás elementos, creemos que las ecuaciones [1] son las que mejor representan la descomposición.

Aun cuando las temperaturas que hemos calculado son superiores á las que da Patart, relativamente á las que producen la mayoría de los explosivos, y especialmente las pólvoras de guerra, son bajas. Esto se debe á la gran cantidad de nitrógeno libre, cuya temperatura se eleva á expensas del calor desarrollado por la explosión, y produce, por consiguiente, un efecto refrigerante. Las bajas temperaturas son, por la misma razón, características de todos los explosivos en que interviene el ni-

(1) No tenemos absoluta confianza en estos valores, pues los pesos moleculares de la guanidina, nitrato de guanidina y nitroguanidina que da Gody (página 189) están equivocados; deben ser, respectivamente, 59, 122 y 104; por consiguiente, puede haber error también en los calores de formación.

trato amónico, pudiendo citar entre ellos varias grisulitas y el *amonal* ó *amonita,* mezcla de dicho cuerpo y carbón vegetal, que, á no ser por su excesiva higroscopicidad, resultaría muy conveniente para las armas de fuego, porque apenas produce erosiones.

Si con arreglo á las características que antes hemos obtenido calculamos las presiones desarrolladas para densidades de carga de 0,10, 0,20 y 0,30, podremos formar el cuadro adjunto en que las presiones así determinadas figuran al lado de las que constan en la Memoria de Mr. Patart.

De todos modos, los derivados de la guanidina pueden tener las aplicaciones indicadas en la Memoria. Si las determinaciones experimentales confirmaran nuestros cálculos, el nitrato de guanidina, cuya temperatura es realmente muy baja, podría constituir la base de un buen explosivo de seguridad.

La nitroguadina tendría aplicación como estabilizador y para rebajar la temperatura de explosión de las pólvoras sin humo, especialmente las de nitroglicerina, con lo cual disminuirían las erosiones producidas en las bocas de fuego.

DENSIDADES DE CARGA	PRESIONES		
	SEGÚN MR. PATART		SEGÚN NUESTROS CÁLCULOS
	Calculadas.	Observadas.	
	Nitrato de guanidina.		
$\Delta = 0{,}10$	695	367	704
$\Delta = 0{,}20$	1568	1486	1602
$\Delta = 0{,}30$	2841	2941	2798
	Nitroguanidina.		
$\Delta = 0{,}10$	850	820	958
$\Delta = 0{,}20$	2100	2091	2177
$\Delta = 0{,}30$	4120	4078	3782

ROZAMIENTO DE LOS CUERPOS SÓLIDOS

ROZAMIENTO

DE LOS

CUERPOS SÓLIDOS

POR

D. MARIANO RUBIÓ Y BELLVÉ

TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS



MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1909

ROZAMIENTO DE LOS CUERPOS SÓLIDOS

Preliminares.

Entre las fuerzas que con mayor frecuencia intervienen en los problemas de mecánica aplicada, sin duda el rozamiento es una de las más interesantes. Por su carácter de resistencia pasiva, opuesta al movimiento de las máquinas, es muy común el considerarla sólo como una merma obligada de la potencia disponible, sin querer ahondar mucho en la naturaleza íntima de dicha fuerza, á pesar de que jamás podemos prescindir de ella en ninguna aplicación determinada.

Pero, aunque no se haya ido al fondo del asunto, en lo que tiene de objeto digno de análisis y de estudio detenido, no por eso se ha descuidado en cuanto afecta al progreso de la maquinaria, y así, en estos últimos años, se han modificado esencialmente las disposiciones que se adoptan para evitar, en cuanto es posible, la pérdida de fuerza resultante de rozamientos exagerados. Las estopadas, cojinetes, lubricación de las piezas que rozan unas sobre otras, son elementos en que se han introducido mejoras de consideración en beneficio del rendimiento orgánico de toda clase de máquinas.

De cualquier modo, el examen del rozamiento, considerado en sí mismo, como fuerza física, es del mayor interés, pues cuanto más completo sea el conocimiento que tengamos de dicha fuerza, más seguro guía tendremos en todo género de aplicaciones en que dicha fuerza interviene, que son casi todas las de la práctica.

Las leyes experimentales del rozamiento fueron deducidas por Coulomb, quien publicó el resultado de sus ensayos y deducciones en las *Memoires de l'Academie des Sciences*, de París, correspondientes al año 1781. Los principios formulados por aquél físico han servido de base á casi todas las páginas que los tratados de Mecánica dedican al rozamiento; si bien no puede desconocerse que gran número de hombres de ciencia han realizado numerosos experimentos para comprobar aquellas leyes, determinar el influjo en ellas de diversas circunstancias, y, final-

mente, para deducir el valor del coeficiente de rozamiento en muchos casos concretos que son de aplicación cotidiana.

Después de Coulomb fué el General Morín quien continuó la serie de ensayos realizados por el primero. Los resultados conseguidos se publicaron en las *Memoires des Savants étrangers,* correspondientes á los años 1833, 1834 y 1835, y hay que reconocer que todavía hoy son de grande aplicación práctica las cifras concretas que dió á conocer el General Morín como consecuencia de sus estudios detenidos.

Además de las ya citadas, y en particular para tenerlas en cuenta en los cálculos relativos á tracción en las vías férreas y en problemas de maquinaria, se han llevado á cabo observaciones minuciosas por Rennie, Vince, Kimbalk, Rochin, Hirn y otros muchos experimentadores. No pocos entre ellos, al estudiar el rozamiento lo han hecho con el fin de aminorar esta resistencia pasiva por medio de una bien entedida lubricación.

Principios de Coulomb y Morín.

Los principios fundamentales que caracterizan el rozamiento, tal como se dedujeron de los ensayos de Coulomb y Morín, son los siguientes:

1.° Cuando dos cuerpos resbalan uno sobre otro, se manifiesta en cada uno de ellos una fuerza tangencial, cuyo sentido es contrario á la de su movimiento relativo con respecto al otro cuerpo.

2.° En cada caso concreto, la fuerza de rozamiento es proporcional á la presión de un cuerpo sobre otro é independiente de la extensión de las superficies en contacto.

3.° El rozamiento depende de la naturaleza de los dos cuerpos que resbalan uno sobre otro, de su estado de pulimento y de las substancias que puedan hallarse interpuestas entre ambos, y de la mayor ó menor facilidad de deformación de dichos cuerpos.

4.° El rozamiento no depende de la velocidad relativa de los cuerpos en contacto, á lo menos en los casos ordinarios de la práctica.

5.° El rozamiento de partida, esto es, cuando se inicia el movimiento relativo de los cuerpos, es generalmente superior al que se manifiesta durante el resbalamiento continuado de los mismos. Este aumento de rozamiento se observa sobre todo entre dos cuerpos que han permanecido mucho tiempo en contacto y en reposo relativo.

La primera de estas leyes no hace más que reconocer el hecho del rozamiento de los cuerpos que resbalan uno sobre otro, de modo que sobre ella no puede caber discusión alguna.

La segunda de las leyes de Coulomb es muy digna de atención. Mo-

rín la demostró prácticamente por medio de un aparato, en el que los cuerpos que resbalaban podían someterse á presiones diferentes, y pudo comprobar, dentro del grado de precisión que consiente un ensayo de esta naturaleza, la exactitud del principio enunciado por Coulomb. Cuando queremos utilizar, pues, la resistencia pasiva que ofrece el rozamiento, como, por ejemplo, en la adherencia de las locomotoras ó en la presión de los calzos de los frenos, de nada servirá que aumentemos la extensión de las superficies de contacto. Si la presión total es la misma, dicha adherencia, ó la fuerza resistente del freno, serán iguales también.

No cabe discutir en modo alguno la ley tercera. El rozamiento dependiente del estado, modo de ser y forma de las superficies que rozan es un hecho innegable. La influencia de cada una de estas circunstancias no es posible someterla al cálculo, y los resultados obtenidos sólo pueden considerarse como exactos en el caso práctico de que se trate, si bien pueden aplicarse aproximanamente á todos los casos análogos.

Las dos leyes restantes enunciadas por Coulomb merecen examen más detenido, para el cual precisa indicar algo relativo al origen de la fuerza á que se refieren estas páginas.

Observaciones sobre el origen del rozamiento y el rozamiento de partida.

Atribúyese el rozamiento á un engranaje molecular entre los dos cuerpos en contacto. Según esta hipótesis, cuando dos cuerpos resbalan el uno sobre el otro, por tersas y pulimentadas que á nuestros ojos aparezcan las respectivas superficies, el movimiento sólo puede producirse venciéndose la resistencia debida á un verdadero engranaje que hay que salvar continuamente. Son las superficies, aunque lisas en apariencia, verdaderas superficies poliedrales, y los salientes de una de ellas penetran en los entrantes de la otra, de modo que sólo empleando una fuerza puede concebirse un movimiento tangencial de los cuerpos que resbalan. La resistencia vencida puede suponerse substituída por una fuerza tangencial, de sentido contrario á la empleada para vencerla, fuerza que es la que recibe el nombre de rozamiento.

Cuando el microscopio nos pone de manifiesto irregularidades de forma que nuestra vista jamás hubiera podido descubrir, la hipótesis dicha resulta perfectamente admisible, y sólo ocurre preguntar si la cohesión molecular, la fuerza que atrae las moléculas de los cuerpos no juega también su papel en el fenómeno del rozamiento. De los ensayos realizados por diversos físicos como Berton, Spidg, Whitworth y otros, así parece dasprenderse, pues hay casos en que la cohesión da lugar á que los

cuerpos se adhieran fuertemente entre sí, y, por lo tanto, se acrecienta la fuerza necesaria para vencer dicha adherencia.

Pueden citarse, como más importantes, los experimentos que siguen: Dos láminas de vidrio, perfectamente limpias, y comprimidas fuertemente, se adhieren de tal modo, que después de cesar la fuerza que las comprimió, pueden colocarse verticalmente sin que por ello se separen. A veces se manifiesta tan poderosamente la adherencia entre las dos láminas de vidrio que éstas no pueden separarse sin romperse.

El mismo fonómeno puede repetirse empleando dos piezas de mármol cuidadosamente pulimentadas. Para que no pudiera atribuirse esa fuerte adherencia á un efecto de la presión atmosférica, se ha repetido el mismo experimento colocando una de las piezas de mármol suspendida de la otra y ambas en el vacío, comprobándose de este modo que sólo una forma especial de cohesión mantenía unidos ambos trozos de mármol.

Berton ha llegado á formar una columna de doce cubos de cobre de pequeñas dimensiones y suspender esta columna sujetando el cubo superior, el cual sostiente, por la fuerza de cohesión, los cubos restantes.

Repitiendo análogos experimentos con dos piezas de plomo pueden llegar á unirse de modo que formen una pieza única, siempre que sus superficies de contacto sean perfectamente limpias y brillantes.

En este sentido, los ensayos se han repetido mucho, y prueban todos ellos que la cohesión puede aparecer en condiciones determinadas y aumentar la fuerza de rozamiento.

Singularmente puede esto ocurrir, y ocurre, cuando se mide la fuerza necesaria para iniciar el movimiento relativo de dos cuerpos que resbalan uno sobre otro. Esta fuerza es, por lo regular, superior á la que se necesita para sostener el movimiento después de iniciado, y esto sólo puede atribuirse á la cohesión ó á una adherencia especial, debida á ciertas substancias que existan entre las superficies en contacto.

En la práctica, para aminorar los efectos del rozamiento, se interpone una capa de materia untuosa entre las superficies en contacto. Esta materia tiende á anular el rozamiento, tanto en cuanto sea éste debido á un engrane molecular, como si la causa reside en manifestaciones de la cohesión. La capa fluída substituye la cohesión de los sólidos por la cohesión de fluídos, que es considerablemente menor. La misma capa fluída tiende á hacer desaparecer las irregularidades de las superficies que resbalan. El mejor lubricante es, pues, el que, con menor espesor, forma una capa continua entre las superficies en contacto. La *tensión superficial* de la materia untuosa empleada debe estar, pues, en relación con los esfuerzos que ha de resistir.

Claro es que en este aumento del rozamiento, al iniciarse la trasla-

ción de un cuerpo sobre otro, no puede contarse la adherencia circunstancial, debida á que, por ser de larga duración el reposo relativo de los dos cuerpos, se hallan interpuesto entre ellos óxidos ú otras materias que tiendan á pegarlos uno sobre otro. Esta es una acción física ó química que nada tiene que ver con las observaciones hechas, que tienden á hacer notar cuán complejo es el fenómeno del rozamiento y cuán diversas circunstancias pueden influir en él.

Variación del coeficiente de rozamiento con la velocidad.

El cuarto principio, deducido de los experimentos de Coulomb y Morín, no se confirma cuando saliendo el ensayo del estrecho recinto de un gabinete se quiere extender á fenómenos de mayor importancia, tales como los ofrece la explotación de ferrocarriles. Nos bastará para ello dar á conocer los resultados obtenidos en Inglaterra por Galton y Westinghouse, publicados en la *Revue générale des chemins de fer* (1878 y 1879) y que se refieren al rozamiento entre las ruedas y los calzos de los frenos, y entre las ruedas y los carriles de la vía.

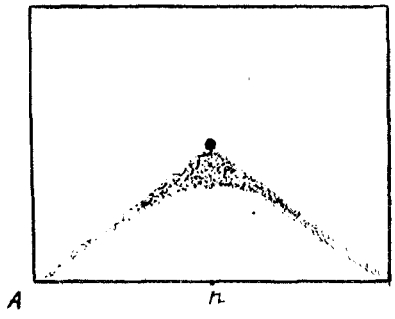
Debe tenerse en cuenta que para estudiar la influencia de la velocidad en el valor del coeficiente de rozamiento, hay que distinguir los casos en que las superficies en contacto se renuevan constantemente de aquellos otros en que dichas superficies son siempre las mismas. Esto último ocurre cuando se trata del rozamiento de los calzos de los frenos sobre las llantas de las ruedas, mientras que en el rozamiento de las ruedas sobre los rieles hay renovación continua de una de las superficies, que es la de los carriles.

Cuando las superficies no se renuevan, como sucede en los frenos, bien pronto todo género de impurezas entre las superficies en contacto tiende á desaparecer; de modo que, si al principio existían cuerpos extraños que pudieran formar una especie de lubricante, bien pronto cesan de existir, y el rozamiento se verifica directamente entre la llanta de la rueda (acero, fundición endurecida) y el calzo del freno, que suele ser de fundición ordinaria.

Además, admitiendo que el rozamiento es, por lo menos en parte, debido á un engranaje mulecular de los cuerpos en contacto, resulta que la acción resistente del resbalamiento de una superficie sobre otra, es decir, sin renovación de las mismas, hará disminuir en mayor ó menor proporción, pero al fin hará disminuir, las irregularidades microscópicas que originan el engrane de los cuerpos, razones todas de las que se deduce que el coeficiente de rozamiento ha de disminuir á medida que vaya aumentando la duración del fenómeno.

El coeficiente de rozamiento desciende cuando los cuerpos en contacto se hallan en estado de vibración.

El fenómeno de las placas vibrantes, que se explica con detenimiento en los tratados de Física, nos permitirá aclarar algún punto relacionado con el rozamiento de los cuerpos sólidos. La *A B* (figura primera adjunta) el borde de una placa sujeta fuertemente en su centro y en todos los demás puntos completamente libre, para que pueda vibrar con entera libertad. Si por un punto del borde, tal como el *n*, hacemos correr el arco de un violín, la placa vibrará, produciendo una nota sonora, cuya amplitud y altura dependerá de las condiciones de la placa, modo de actuar el arco, etc.: La vibración de la placa se hace patente á la vista, extendiendo sobre ella una ligerísima capa de polvos de esmeril, pues, por efecto de la vibración, las pequeñas partículas se agrupan sobre la placa formando figuras de una regularidad geométrica notable. Prescindiendo del estudio detallado de este fenómeno, que aquí no nos interesa, podemos desde luego decir que alrededor del punto *n*, rozado por el arco, desaparecen los polvos de esmeril, los cuales se agrupan á cierta distancia de la parte del borde atacada por el arco.



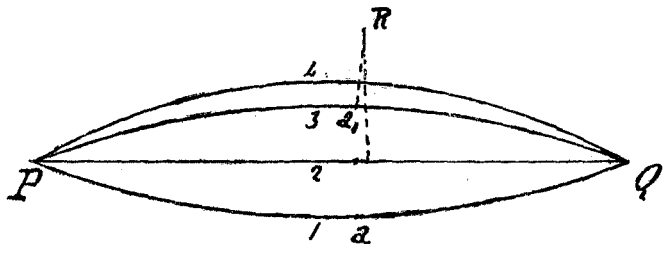
La causa es bien fácil de explicar. Al vibrar la placa, en el punto *n* se produce un máximo de amplitud de la vibración, un *vientre* del movimiento vibratorio, mientras que á alguna distancia, y á un lado y otro del vientre se forman dos *nudos*, esto es, parajes en que la amplitud de la oscilación molecular de la placa es nula.

Pues bien, por efecto de este movimiento vibratorio, el polvo de esmeril se aparta de los vientres de vibración de la placa y se concentra en los nudos.

El mecanismo del movimiento de traslación de estas partículas de esmeril creemos que se realiza del modo que sigue:

Sea *P Q* (figura segunda adjunta) la longitud de la onda vibratoria, é imaginemos que una partícula de esmeril *a* está cerca del punto 1, en que la placa se halla lo más lejos posible de su posición media. De 1 á 2, la velocidad de la placa va creciendo, y en su movimiento arrastra á la partícula *a*. Cuando la placa llega á la posición 2, su velocidad es la máxima, pero en este punto, sobreviene un decrecimiento de la velocidad, que llegará á ser nula en la posición 4. Cuando la placa se traslada de la

posición 2 á la 4, la partícula *a*, por su fuerza viva, tiene tendencia á continuar marchando con la máxima velocidad que llevaba, y por lo tanto habrá un momento en que, haciéndose patente la diferencia de velocidades, la partícula se desprenderá de la placa, pareciendo como que



da un salto sobre ella, salto que puede observarse á simple vista. Suponiendo que el salto se verifica cuando la placa ocupa la posición intermedia 3, su dirección será normal á la posición de la placa en aquel momento, es decir, tal como a_1, R. Llegada la partícula al punto R y anulada en fuerza viva, caerá de nuevo sobre la placa, en un punto más próximo á nudo Q que se hallaba el a. De esta manera, por medio de saltos sucesivos, todo el polvo de esmeril que se encontraba á la derecha de 1 se acumula en el nudo Q, y en el nudo P el que primitivamente se hallaba á la izquierda da 1. Nótese que la traslación de las partículas no se hace á impulso exclusivo de la vibración de la placa, sino por efecto de esta vibración combinada con la gravedad.

Tanto es así, que si en vez de disponer la placa vibrante en posición horizontal, como así se hace en todos los ensayos de esta clase que se efectúan en los Gabinetes de Física, se coloca dicha placa en posición suficientemente inclinada, la regularidad geométrica de las figuras formadas sobre las placas vibrantes por el polvo de esmeril se altera profundamente, y gran parte del citado polvo de esmeril cae al suelo por el borde de la placa que queda en la posición más baja.

Presentemos ahora esta observación en otra forma, que es la que á nuestros fines interesa:

Supongamos una placa dispuesta en posición algo inclinada, y extendamos sobre ella una ligera capa de polvos de esmeril. El polvo quedará sobre la placa mientras que el ángulo de inclinación de la placa no sea superior al que mide el coeficiente de rozamiento del polvo de esmeril sobre la materia de que está formada la placa. Así se verifica, en virtud de las leyes generales del rozamiento y hasta por definición del coeficiente de rozamiento, de modo que sobre este asunto no cabe duda ni discusión alguna.

Pues bien, según el ensayo que antes hemos realizado, el polvo de esmeril cae por el borde de la placa (aun siendo la inclinación de ésta inferior al ángulo de rozamiento), cuando la placa esté en vibración. De lo cual podremos deducir (y sucesivas observaciones lo corroborarán) que *el ángulo de rozamiento de dos cuerpos sólidos es menor que el ordinario cuando dichos cuerpos se hallan en estado de vibración.*

La demostración experimental de este principio la hemos realizado en diversas formas, aparte de otras de observación vulgar, que están á nuestro alcance á cada momento. Una plancha inclinada, en que se colocan cuerpos sueltos cualesquiera, es suficiente para ello. Basta, en efecto, golpear repetida y sucesivamente sobre la plancha para que, á impulsos del movimiento vibratorio desarrollado, vayan descendiendo dichos objetos siguiendo la línea de máxima pendiente, hasta caer por el borde de la plancha.

Para algunos ensayos nos hemos servido de un timbre eléctrico, sujeto á una plancha metálica, siendo también completamente metálico el armazón del timbre. Si el ensayo se ha dispuesto convenientemente, la plancha metálica vibra á impulsos del martilleo del timbre eléctrico, y de este modo pueden efectuarse experimentos repetidos con la mayor comodidad. Valiéndonos de este artificio, hemos logrado repetidas veces observar cómo una tuerca gira espontáneamente sobre su tornillo correspondiente, y es que en estado de vibración el coeficiente de rozamiento desciende por debajo del ángulo de inclinación del tornillo, y la gravedad es suficiente para provocar el movimiento de giro y traslación de dicha tuerca, suponiendo que el eje del tornillo es vertical.

Si dos ó más piezas están comprimidas por medio de un tornillo con su correspondiente tuerca, la reacción de las piezas comprimidas tiene tendencia á que la tuerca se desenrosque; á lo cual se opone el rozamiento de las paredes de la tuerca y tornillo. Pero si se trata de entramados que vibran, puede llegar á suceder, y sucede con frecuencia, que descendiendo en gran manera el coeficiente de rozamiento, no sea ya este rozamiento freno bastante para oponerse á la reacción de las piezas comprimidas, en cual caso la tuerca se aflojará, con grave daño de la rigidez de los entramados.

Efectos del estado de vibración de los cuerpos en algunos casos especiales de rozamiento.

El principio enunciado y las observaciones que de él se deducen, explican claramente la causa de esta desorganización del material de las vías férreas, en el que tanto hay que vigilar para evitar que algunos tor-

nillos no se aflojen, si no se han tomado ya, como cada vez es más común, precauciones especiales para evitarlo. Es que el material de los ferrocarriles, por efecto de multitud de causas harto conocidas, adquiere un movimiento vibratorio acentuado, que determina los efectos que acabamos de indicar.

No es sólo el material móvil el que adquiere ese movimiento de vibración. La superestructura de la vía lo toma igualmente, y á proporción considerable. El fenómeno de la *corrugación* ó arrugamiento de los rieles de las vías tranviarias se considera generalmente debido á un movimiento de vibración de dichos rieles, y á esta misma vibración hay que atribuir, según se desprende de las explicaciones que preceden, la tendencia á aflojarse los tornillos que sujetan las bridas de empalme.

A la disminución del coeficiente de rozamiento de los cuerpos que se hallan en estado de vibración, cabe atribuir que es debido el descenso que experimenta el valor del coeficiente de rozamiento cuando en la tracción sobre vías férreas se hace crecer la velocidad relativa de las superficies en contacto. Los ensayos realizados en grande escala en las vías férreas por Galton y Westinghouse son bien terminantes, según se desprende de un ligero examen de las cifras siguientes, que se refieren al rozamiento de las ruedas sobre los carriles.

Velocidad en kilómetros por hora.	Coeficiente de rozamiento.
0	0,141 (calculado).
16	0,110 experimental.
24	0,087 —
40	0,080 —
56	0,051 —
72	0,047 —
80	0,040 —

A la velocidad de 80 kilómetros por hora, el material móvil y la estructura metálica de la vía se hallan en un estado tal de vibración, que esta es causa suficiente, según lo que hemos dicho, para explicar el notabilísimo descenso del coeficiente de razonamiento determinado por aquellos experimentadores.

Análogos resultados se observan al examinar la variación del coeficiente de rozamiento, determinada también por Galton y Westinghouse, entre los calzos de fundición de los frenos y las llantas de acero de las ruedas. Para no recargar de cifras el presente escrito nos limitaremos á consignar que á la velocidad de 4 kilómetros por hora, el coeficiente de

rozamiento observado, aplicando los frenos de uno á tres segundos, fué de 0,360. Pues bien, á la velocidad de 56 kilómetros por hora, y después de una aplicación de frenos de diez y seis segundos, el mismo coeficiente descendió al pequeño valor de 0,048.

En el caso de los frenos no hay ninguna superficie que se renueve. El desgaste de las irregularidades superficiales puede explicar el fenómeno. Pero los experimentadores lo atribuyen en parte al calor desarrollado; ¿y qué es el calor sino un modo de movimiento vibratorio?

*
* *

Sólo han tenido por objeto las páginas precedentes llamar la atención sobre el principio que hemos formulado en ellas: *el coeficiente de rozamiento de un cuerpo sobre otro desciende cuando las superficies en contacto se hallan en estado de vibración.* Podrán las explicaciones y consideraciones expuestas ser deficientes ó equivocadas; pero el hecho es cierto y cualquiera puede comprobarlo. Y al fin las ciencias físicas se nutren principalmente de hechos observados.

INGENIERIA SANITARIA

INGENIERÍA SANITARIA

SOBRE LA NECESIDAD

Y

FORMA DE ESTABLECER LA VENTILACION

EN LAS FOSAS FIJAS

PARA LA RECOGIDA DE INMUNDICIAS

COMUNICACIÓN

presentada al Primer Congreso Nacional de la Sociedad Española para el progreso de las Ciencias.

POR EL INGENIERO MILITAR

D. EDUARDO GALLEGO Y RAMOS

DIRECTOR DE «LA CONSTRUCCIÓN MODERNA»

CORRESPONDIENTE DE LAS SOCIEDADES FRANCESA Y ESPAÑOLA DE HIGIENE

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1909

Sobre la necesidad y forma de establecer la ventilación en las fosas fijas.

ALEJAR de las urbes, de las viviendas, y en general de todo lugar habitado, los residuos de la vida animal é industrial (inmundicias) antes de que inicien su fermentación, origen siempre de desprendimiento de gases que impurifican el aire respirable, *es principio fundamental de higiene*. sin cumplir el cual no puede considerarse como perfecto ningún procedimiento ó medio de evacuar y tratar dichas inmundicias, tanto líquidas ó fácilmente arrastrables por el agua (materias fecales, deyecciones de animales domésticos, aguas de fregaderos, baños y limpieza doméstica, aguas sobrantes de fábricas, establecimientos industriales, lavaderos públicos, abrevaderos y mataderos, aguas pluviales con el polvo y materias procedentes de tejados y calles, que conducen), como sólidas (basuras de las casas y calles, desecho de la limpieza de mercados y locales industriales, cadáveres de animales domésticos, etc.)

Son, en consecuencia, imperfectos todos los sistemas de recogida y tratamiento de inmundicias líquidas, que se denominan de *evacuación individual ó local* (para distinguirlos de los de evacuación general ó con canalización) dentro de los cuales ocupan lugar preferente por ser de general y casi obligada aplicación donde no existe alcantarillado los *fosos fijos*.

Estos fosos fijos, usados en su forma más rudimentaria (fosa al aire libre), desde la más remota antigüedad, han ido perfeccionándose en la segunda mitad del pasado siglo, de tal modo que con ellos queda ya poca distancia que recorrer para acercarse al ideal higiénico, dentro naturalmente de esa higiene circunstancial y razonable, ante la que hay que doblegarse, repetimos, siempre que se carece de alcantárillado (1).

(1) En el informe sobre fosos sépticos, aprobado el 4 de Noviembre de 1907 por el Consejo Superior de Higiene pública de Francia, se manifiesta «que dichos aparatos evitan el transporte y el contacto repugnante é insalubre con las materias fecales; impiden la contaminación fecaloide constante y directa del subsuelo de las casas; preservan los pozos casi siempre situados cerca de la habitación y mal protejidos de las filtraciones alvinas frescas; contribuyen en resumen á los progresos de la higiene y á la protección de la salud pública».

Dentro de ese ciclo progresivo, que comienza con la sencilla fosa al aire libre y termina con la modernísima instalación bacteriana, donde puede alcanzarse la depuración biológica artificial, prácticamente casi perfecta, son fases sucesivas, el pozo negro de paredes impermeables, el foso sifón de Deplangue, el pozo Mouras de desagüe automático, el tanque séptico de Cameron y el reciente *foso séptico automático,* que llega al máximum de su eficacia higiénica, combinándolo con un filtro bacteriano, en el que se realiza la función aeróbica que lleva consigo la completa depuración.

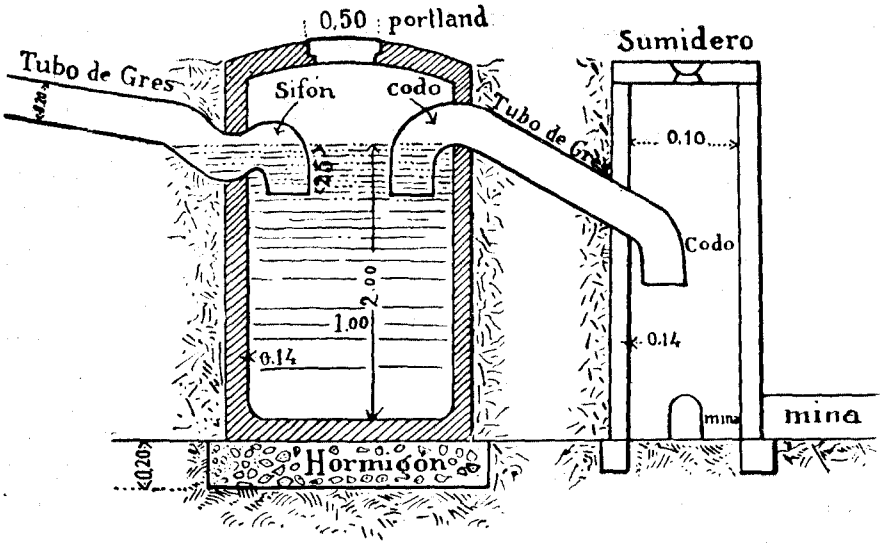
No es ocasión de hablar del pozo negro, inmundo y peligroso que el higienista rechaza indignado por demostrar la existencia de aquel sistema en una finca, en un caserío ó una urbe, el atraso sanitario de quien la habita y su despego por la salud y la vida propias y de sus convecinos. El pozo Mouras, que aparece el 1860, con haber cedido ya su puesto al foso séptico, es sin embargo sistema muy preferible higiénica y económicamente al pozo negro, y la falta de cultura es la razón única que puede explicar el que en las aglomeraciones rurales y hasta urbanas aún subsista procedimiento que tanto contribuye á la contaminación del aire y del suelo.

Perseguíase en el pozo Mouras el cierre absoluto al aire, tomándose para conseguirlo las más extremadas precauciones, por entenderse ser condición indispensable *si ne qua non* para el funcionamiento del sistema, que las acciones en su interior desarrolladas tuvieran lugar fuera del contacto de dicho elemento, que á pesar de aquellas precauciones llegaba al pozo cada vez que en él acometía por la tubería de entrada una cierta cantidad de materias excrementicias ó aguas pluviales.

Creíase, y aun así se afirma en obras nacionales editadas en estos últimos años, que quedando el interior del Mouras al abrigo del contacto del aire no existía desprendimiento de gases, ó que si éstos se producían eran en su totalidad absorvidos por la masa líquida, y cuando al destapar un pozo Mouras que llevaba algún tiempo funcionando se notaba la presencia de nauseabundos gases, que en alguna ocasión fueron causa de vahidos y principios de asfixia en las personas que á ellos se encontraban próximas, achacábase el efecto á la abundante é instantánea producción de dichos gases en el momento de establecerse la comunicación del aire atmosférico con las materias ocupando el interior del pozo.

Serán rarísimos los Mouras en España existentes que no respondan en su construcción á tales ideas (figuras 1 y 2), que por estar hace años comprobado ser notoriamente falsas, es conveniente desterrar, modificando la organización de aquéllos en armonía con los principios científicos que informan la construcción de los modernos fosos ó tanques sépticos,

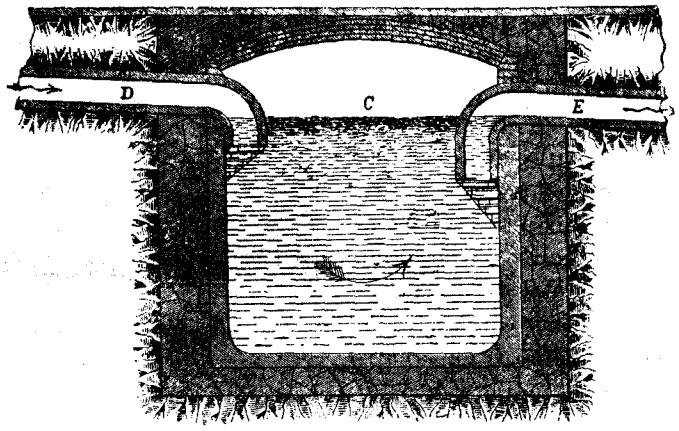
que aunque con fundamento distinto de los Mouras vienen á ser perfeccionamiento de ellos (figuras 3 y 4).



Tipo corriente de Pozo Moura.

Fig. 1.

Conocidísima es ya la forma en que se desarrolla el proceso biológico

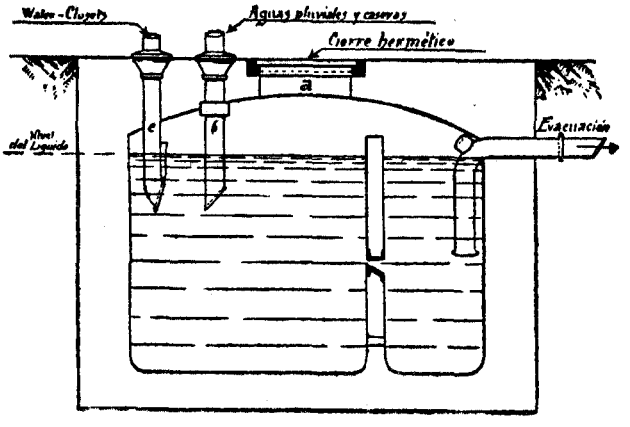


Tipo corriente de Pozo Moura.

Fig. 2.

operado en las instalaciones bacterianas para la depuración de aguas re-

siduales (1) cuya fase más importante, la disolución y fermentación, tiene lugar en los referidos fosos sépticos, donde la materia orgánica en suspensión y disuelta que las aguas contienen es atacada por los microorganismos que reducen los cuerpos complejos á simples, líquidos y gaseosos, como el agua, el ácido carbónico y el amoniaco.



Tipo de Foso Séptico (sistema Bezaul).
Fig. 3.

En esta primera desorganización ó desdoblamiento de la materia van ya al fondo del foso ó tanque séptico las sustancias pesadas, mientras que las ligeras flotan formando en la superficie una costra *que proteje de la acción del aire y de la luz las capas líquidas inferiores,* comenzando ya entonces el fenómeno de la fermentación que realizan los microbios aerobios (necesitando el oxígeno del aire para su vida) anaerobios (viviendo sin aire) y facultativos (viviendo con ó sin aire).



Tipo de Foso Séptico (sistema Bezault).
Fig. 4.

Este fenómeno de la fermentación verifícase siempre con desarrollo de gases, que en los fosos sépticos, según repetidísimas experiencias, parecen producirse en volumen del 8 al 10 por 100 del de aguas residuales que á dichas cámaras acometen, habiendo demostrado análi-

(1) Tanto dicho extremo como la justificación de cuantos se sientan en las consideraciones que presentamos como preliminares justificativos de las conclusiones cuya aprobación se solicita del Congreso, se explican y patentizan en mi obra de Ingeniería Sanitaria «Saneamiento de poblaciones (urbanas y rurales).» Madrid 1908.

sis concluyentes que dichos gases son inflamables fácilmente y susceptibles de empleo para la calefacción y alumbrado.

Su composión media es la que sigue:

Acido carbónico.....	0,6
Metano ó gas de los pantanos...	24,4
Hidrógeno.....	36,4
Nitrógeno.....	38,6
TOTAL.....	100,0

La teoría y la práctica de diez años demuestran que estos gases no se disuelven en la masa líquida en su totalidad y que es *forzoso darles salida al exterior*, no sólo por los peligros que como inflamables que son puede ocasionar su permanencia en las cámaras que nos ocupan, sino por lo que con su presencia dificultan la buena marcha del proceso de la solubilización y del de la nitrificación que sucede á la fermentación. El propio ingeniero Donald Cameron, que el 2 de Marzo de 1897 patentaba en Inglaterra el primer tanque séptico ó cámara donde someter las aguas residuales á la fermentación en vaso cerrado, ya declaraba era preciso dar salida á esos gases, y convencido de la acción protectora de la costra superficial (cuya formación siempre se ha reconocido en los Mouras), llegaba á admitir la posibilidad de que los fosos sépticos *fueran abiertos*, idea defendida en reciente trabajo (1) por el Dr. Calmette, Director del Instituto Pasteur, de Lille, afirmando «que el gasto que supone la construcción de la cubierta en los fosos sépticos de las instalaciones bacterianas, no está justificado por las ventajas con ellos obtenidas», y de la que igualmente se muestra partidario el Dr. Rouchy, Jefe del Laboratorio al servicio del Departamento del Sena, quien apoyándose (2) en que el contacto con el aire favorece el proceso de la fermentación, como ha podido comprobarse en el cementerio de Saint-Nazaire, de París (donde para alcanzar la putrefacción de los cadáveres ha sido preciso drenar el terreno, asegurando la llegada hasta ellos del aire), aboga por los fosos sépticos ampliamente aireados.

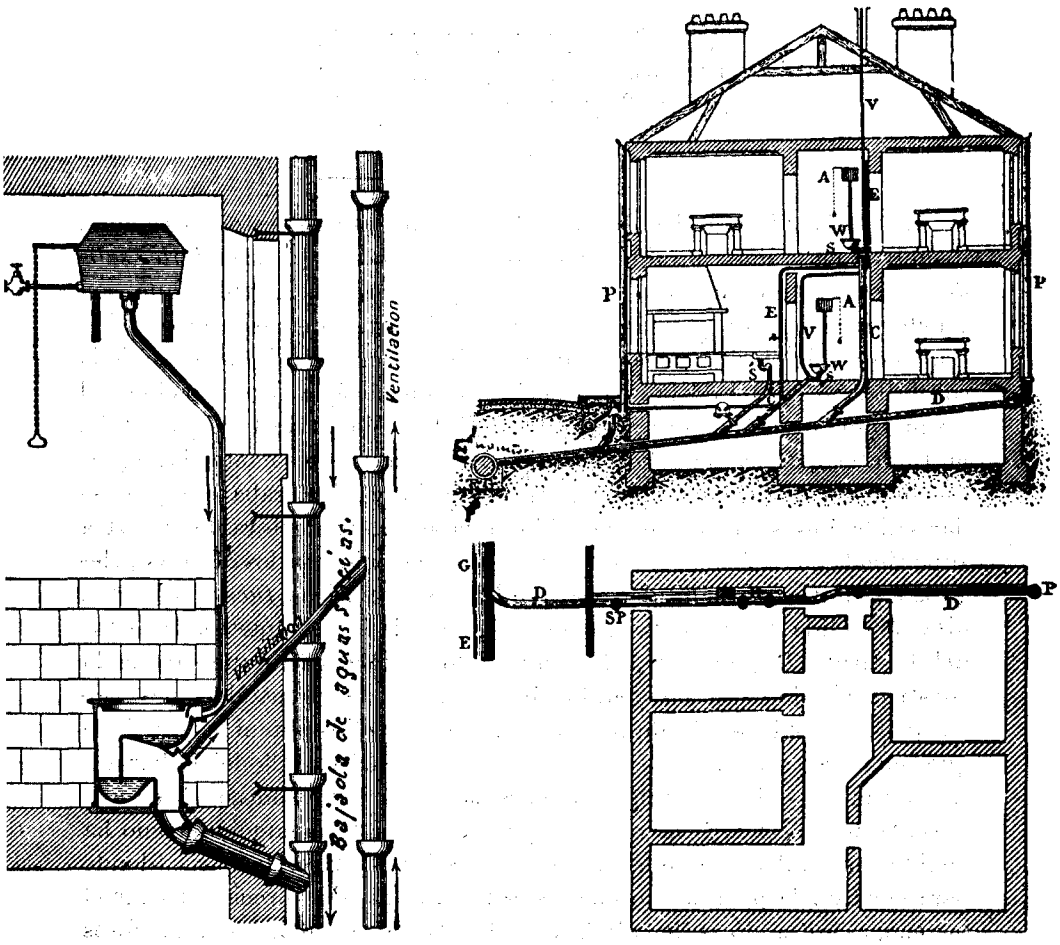
Mas sin llegar al extremo de suprimirse la cubierta en los fosos sépticos, por tener ésto múltiples inconvenientes (3), resulta indiscutible *la necesidad de permitir la salida de los gases producidos en la solubilización y fermentación*, estableciendo al efecto disposiciones adecuadas, no sólo

(1) *Recherches sur l'epuration biologique et chimique des eaux d'egout.* París 1905.

(2) En su obra *Les eaux d'egout de Paris* 1907.

(3) Enumerados por Mr. Bezault en el *Bulletin d'encouragement pour l'industrie nationel*, París 1906.

en los fosos sépticos, sino en los pozos Mouras, donde se operan idénticos fenómenos que en aquéllas (fenómenos que conviene favorecer), y en ge-

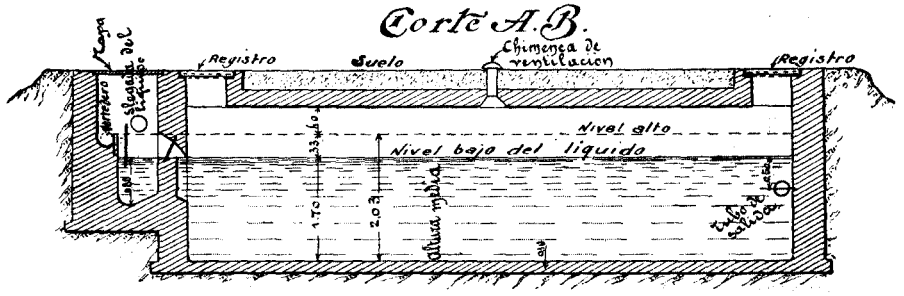


Ventilación de las alcantarillas por las tuberías de las casas.
(Supresión del sifón terminal.)

Fig. 5.

neral en los sistemas todos de fosos fijos, pues allá donde se almacenan aguas residuales, llegue ó no el aire, la fermentación se opera, y con ella la producción de gases, á los que, si no se da salida al exterior, se acumulan en el foso produciendo los efectos antes enumerados cuando se destapan, y pudiendo motivar explosiones, bien espontáneas, bien origi-

nadas por la elevación de temperatura (1). Y tan importante es, por otra parte, que esos gases, y especialmente los amoniacales, no existan en el foso en cantidad excesiva por lo considerablemente que retrasan la acción



Ventilación de los fosos sépticos que forman parte de instalaciones bacterianas.

Fig. 6.

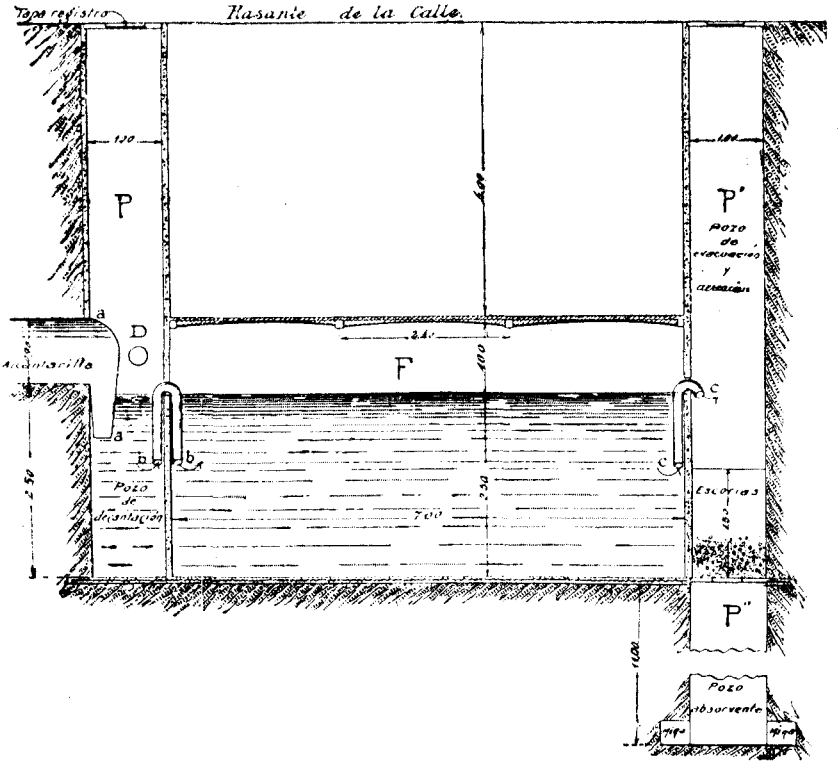
solubilizante de los microorganismos, que precisamente el evitar esa abundancia obliga, aun con ventilación en los fosos, á que la permanencia de las materias fecales en ellos no se prolongue demasiado, regulando esta circunstancia su capacidad (2). El principio de la ventilación, no sólo de los fosos donde se almacenan, sino de los conductos por que circulan las inmundicias líquidas, es hoy generalmente aceptado, y así vemos que la ventilación enérgica de las alcantarillas se ha impuesto, lo mismo que la de los conductos de bajada de aguas sucias en las casas, llegándose (figs. 5 y 6) hasta recomendar la supresión del sifón terminal, que las aisla de los gases de las alcantarillas para aumentar la ventilación de éstas, utilizando las propias chimeneas que ventilan las referidas bajadas. Y lo propio que con las líquidas ocurre con las inmundicias sólidas (igualmente fermentescibles que aquéllas), que debe entregárselas á la putrefacción al aire libre y jamás en loçales cerrados, y ventilar los conductos que para verterlas en la caja ó depósito instalada en el patio de las viviendas, existen en gran número de poblaciones. Hasta á los cadáveres, para conseguir su más rápida putrefacción, se facilita la llegada del aire á su alrededor.

No hay, en resumen, razón científica ni práctica en que pueda inspirarse la no ventilación de los pozos Mouras y fosos fijos en general, cons-

(1) Dos de estas explosiones, que sepamos, se han producido en España, una en Córdoba y otra en Mahón, en pozos Mouras.

(2) Conferencia dada por Mr. Bezault, ingeniero sanitario en la *Societé Centrale des Architectes Francaises* (mayo 1907), que propone no pase en general de veinticuatro horas dicha permanencia.

tituyendo dicha ventilación una verdadera necesidad por alejarse con ella riesgos, aunque no frecuentes, posibles siempre, y favorecerse el pro-



Ventilación de los fosos sépticos que forman parte de instalaciones bacterianas económicas.

Fig. 7.

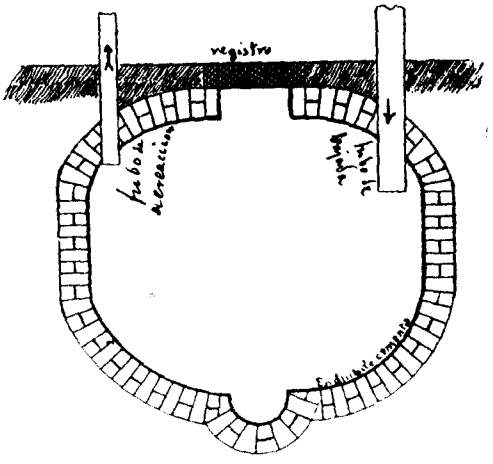
ceso de la fermentación, como personalmente hemos podido comprobar en algunas instalaciones por nosotros establecidas con este criterio (1).

Mas como quiera que los gases que se producen al operarse la solubilización y la fermentación en los fosos fijos son, además de inflamables, molestos por lo mal olientes, y su mezcla con el aire que envuelve las viviendas le impurificaría, la ventilación de dichos fosos debe verificarse en *forma tal* que tan importantes inconvenientes se eviten ó atenúen.

Si los fosos sépticos forman parte de grandes instalaciones bacterianas, tratando las aguas residuales de urbes, como aquéllos se encuentran

(1) Entre otras, en la bacteriana económica del barrio Reina Victoria (Madrid), capaz para 200 personas, y las construídas el 1907 en el Colegio de Nuestra Señora del Sagrado Corazón, en Chamartín de la Rosa.

siempre al final de las redes de cloacas, y por lo tanto alejadas de las urbes y viviendas, no hay nada que alegar contra el procedimiento ge-



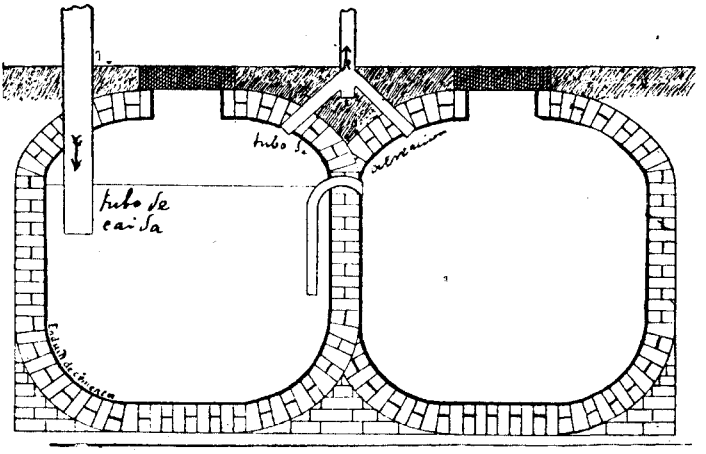
Fosos fijos de aireación para el servicio de fincas rurales.
Fig. 8.

neralmente adoptado de establecer *chimeneas de ventilación* (en la forma que indica la figura 6). Si dichas instalaciones, ó las bacterianas económicas (así denominadas por la reducción de coste que supone la simplificación de las cámaras aeróbicas), se establecen para el servicio de una barriada, caserío, etc., la ventilación puede obtenerse haciendo comunicar por una pequeña abertura el foso séptico con el filtro ó pozo aeróbico; así lo hemos practicado en la instalación del barrio Reina Victoria (figura 7), donde el pozo séptico *F* comunica con el aeróbico *P'* por una abertura existente entre el sifón *C* y la cubierta de dicho pozo *F*. Si la distancia de la instalación á las viviendas es de 100 ó mayor número de metros (1), el pozo *P'* puede terminarse en la rasante del terreno natural, cerrándolo con una rejilla que dé acceso al aire; si dicha distancia es menor, deberá continuarse el pozo referido, reduciendo su sección para convertirlo en chimenea de ventilación, que es conveniente se eleve por encima de la cubierta de las casas próximas.

La ventilación de los fosos al servicio de pequeño número de personas (Mouras y sépticos), si éstos se disponen en corrales, patios, jardines ó en general no muy inmediatos á las viviendas, puede obtenerse muy

(1) Esta distancia de 100 metros de las viviendas, es el mínimum que permite una disposición reciente de la Prefectura del Ródano, para efectuar el *epandage* de las materias extraídas de los fosos fijos sobre los campos de cultivos en que dicha operación se autorice.

sencillamente con la disposición adoptada por Mr. Bezault en sus aparatos (fig. 4), que llevan con tal fin un pequeño ramal en el codo del tubo



Foso fijo doble de aireación para el servicio de fincas rurales.
Fig. 8 bis.

de desagüe, ó dejando un taladro en el referido tubo en el punto donde cambia de dirección.

Si estos mismos pozos corresponden á fincas emplazadas en el interior de las urbes y próximas, por lo tanto unos á otros, el solo procedimiento tolerable es el de evacuar los gases por un tubo de ventilación del foso, prolongado hasta la altura de las partes más elevadas de la construcción; así se exige, por ejemplo, en el Reglamento especial que desde 1907 rige en la ciudad de Caen (Francia) para el establecimiento de los fosos sépticos; para esto puede utilizarse el propio tubo de ventilación de las bajadas de aguas sucias, ó mejor, como hacen los alemanes, el de las aguas pluviales, cuyas disposiciones se indican en la figura 5.

En fin, para las fincas agrícolas, generalmente amplias y siempre diseminadas, en las que los efectos de los gases desprendidos por las fermentaciones no son tan de temer como en las urbes, y donde, por otra parte, hay que armonizar las exigencias higiénicas con las conveniencias económicas, no prescindiendo del valor que como abono alcanzan las materias excrementicias, puede aceptarse sin reparo el procedimiento de ventilación directa y tipo de fosas fijas sencillas y dobles propuesto por los doctores Imbeaux y Rolants (1), indicado en las figuras 8 y 8 bis,

(1) En su obra *Higiene Rurale*. París, 1908.

donde el tubo de aireación desemboca sin precaución alguna en el exterior.

***

Por las consideraciones expuestas, proponemos al Congreso la aprobación ó modificaciones que estime oportunas á las conclusiones siguientes:

Primera. Es de necesidad para evitar los peligros de una acumulación excesiva de gases en los fosos fijos (pozos Mouras y tanques sépticos) y favorecer el desarrollo normal de los fenómenos de la solubilización y fermentación que en su interior tienen lugar, adoptar en todos los casos disposiciones especiales que permitan la salida al exterior de los gases que no se disuelven en la masa líquida, ó sea la ventilación de dichos fosos.

Segunda. La ventilación debe establecerse en forma tal, que la evacuación de los gases desprendidos de los fosos no produzca en las urbes y viviendas los efectos inherentes á la impurificación del aire respirable.

Tercera. El cumplimiento de la anterior condición se satisface en la medida que la higiene en la práctica reclama:

a) Estableciendo chimeneas de ventilación en los fosos sépticos de las nstalaciones bacterianas de depuración de las aguas residuales de las urbes, debiendo estas chimeneas prolongarse hasta tener una altura superior á la de las viviendas que disten de ella menos de 100 metros.

b) Dando salida á los gases, y por lo tanto, entrada al aire por un ramal ú orificio practicado en el codo del tubo de desagüe, en los fosos (sépticos ó Mouras) al servicio de corto número de personas, instalados en huertas, jardines, patios, etc., de edificios aislados.

c) Uniendo el foso con un tubo que se prolongue hasta la altura de las partes más elevadas de las construcciones, siempre que estos fosos correspondan á fincas emplazadas en el interior de las urbes y próximas, por lo tanto, unas á otras, pudiendo utilizarse como tal tubo de ventilación el de bajada de aguas pluviales ó en su defecto de las sucias, siempre que se prolongue hasta la cubierta.

d) Atravesando la cubierta de los fosos sencillos ó dobles que sirven las fincas agrícolas, con uno ó dos tubos de aireación, ya que por la diseminación y amplitud de éstas, dichos fosos pueden alejarse siempre de las viviendas.

Observaciones al método de enseñanza de los motores térmicos.

OBSERVACIONES

AL

MÉTODO DE ENSEÑANZA

DE LOS

MOTORES TÉRMICOS

POR

DON CARLOS BARUTELL Y POWER

INGENIERO MILITAR

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

—

1909

OBSERVACIONES AL MÉTODO DE ENSEÑANZA

DE LOS MOTORES TÉRMICOS

En la imposibilidad de exponer por completo la Memoria *Combustión y Destilación* presentada al Congreso, que, aparte su extensión, por tratar estas cuestiones en sus diversos sentidos, y algunos ser conocidos, no merece sostener con la lectura la atención durante mucho tiempo, pondremos de relieve algunos detalles relativos á dichos fenómenos, que se expondrán como término de algunas observaciones sobre el orden de enseñanza de los estudios sobre motores térmicos.

El examen general de los últimos se hace partiendo de la termodinámica como base teórica necesaria. Explicada esta parte de mecánica aplicada, se pasa á describir orgánicamente, tanto los motores de vapor como los de gas, empezando por los generadores respectivos, siguiendo por los diversos tipos del receptor de fuerza y especificando con todo detalle la distribución y el condensador. Tal y como se componen los textos, quedan algunos fenómenos fundamentales estudiados en otros cursos de otras ciencias, estudios en los cuales se apoya el verdadero origen de la fuerza motriz. De poco sirve llegar á las ecuaciones finales de Carnot ó de Poisson, á las consecuencias múltiples de las leyes de Gay-Lussac ó á los diagramas que señalan la entropía, si no sientan estos conceptos sobre la idea base de la fuerza.

El primero de los citados fenómenos fundamentales se refiere á la combustión, á sus elementos, á su proceso químico. En general, los programas en curso se amoldan á textos que tratan de la combustión en química, no como teoría especial, sino como propiedad inherente de cada cuerpo, detallándose por separado á medida que les llega el riguroso turno de su equivalencia; algunos tratados lo más que hacen es dedicar unas líneas al estudio del fenómeno cuando citan el aire atmosférico.

La destilación y su desarrollo, caso particular del anterior y que con él debe darse á conocer, se explica particularizando en los preliminares de los gasógenos de los motores de combustión.

Los combustibles aparecen muy diluídos en su estudio; el origen corresponde á la Geología; la clasificación y propiedades se encuentran indistintamente en los textos de Mineralogía, Materiales, Siderurgia, Calderas y Química industrial; esto, en cuanto á los sólidos, pues de los líquidos del alcohol y del petróleo se ocupan más bien las obras de Motores de explosión ó de Automovilismo.

El estudio general de motores no hay inconveniente en comenzarlo por los hidráulicos. Algunos textos tratan de éstos á continuación de la última parte de mecánica aplicada á las máquinas.

Dentro de él se estudian dos órganos tan importantes como el volante y el regulador; sigue la teoría general del rozamiento hasta establecer la ecuación general de la transformación del trabajo motor en útil y pasivo y si á las expresadas cuestiones se unen las ideas sobre unidades de trabajo (kilográmetro, caballo, Poncelet, etc.), y los métodos de medida de la fuerza y de la potencia en los dinamómetros y frenos se da por terminado el estudio de dinámica aplicada y se tienen bases suficientes para entrar en el análisis de los motores térmicos.

En el plan de estudios de una carrera de Ingeniero, aparecen algunas doctrinas sobre las cuales no se vuelve á insistir. Otras en cambio sirven de punto de referencia, y á ellas se acude con frecuencia ó como fuente ó como punto de comparación.

El conocido fenómeno de la caída del agua efecto de un desnivel, y el trabajo que con ello se obtiene, es un hecho mecánico que se revela á los alumnos como fundamento de los motores hidráulicos; y cuando se les da á conocer, no piensan sin duda en las múltiples comparaciones que con este fenómeno tan sencillo se harán en otras asignaturas superiores, gracias á las felices inspiraciones de Carnot. En teoría mecánica del calor, los límites de los ciclos térmicos se presentan como análogos á las cotas de la cresta de la presa y del fondo, referidas al centro de la tierra. En Electricidad aparece una referencia análoga para dar idea de la diferencia de potencial; en el terreno de la Mecánica física se establecen las grandes analogías señaladas por Lippman como fenómenos naturales entre la atracción universal, la electricidad y el calor, comparando, de un lado, el potencial Newtoniano con el eléctrico y la temperatura, y de otro, la masa, la cantidad de electricidad y la entropía ó peso térmico.

Es tal la sencillez y la aplicación de esa idea que se observan constantemente en los trabajos de vulgarización científica del eminente don José Echegaray; en ellos alude siempre al ejemplo de la catarata, que generaliza con los nombres de cataratas térmica ó eléctrica, según los casos.

Razones son estas que acusan la ventaja de comenzar el estudio de

motores por los hidráulicos, y dentro de él encaja muy bien, para afirmar conceptos, el conocimiento de la marcha detallada de las experiencias concretas con el freno de Prony.

Conocido el motor hidráulico, para comenzar con el térmico, deben afirmarse bien, en primer término, las definiciones de temperatura, cantidad de calor, caloría y calores específicos.

Fijadas estas bases, y antes del estudio de la Termodinámica, deben analizarse los combustibles y su proceso; sólo así puede emprenderse aquel estudio sobre la base del origen de la fuerza que va á ponerse en juego. A su vez, el desarrollo de los principios de la combustión requiere un método que permita prejuzgar su posterior aplicación.

En todos aquellos detalles de carácter descriptivo conviene referirse á los datos más prácticos; por ejemplo, al tratar de la clasificación de las hullas precisa dar á conocer, no sólo la metódica y geológica francesa de Grunner, sino la comercial del «todo uno, grueso, galleta, granadillo, etc.»; y dentro de nuestros planes, no referirnos sólo á las imponderables características de los carbones de Cardiff y de Newport, sino examinar en concreto los materiales de Asturias, Belmez, la Reunión, Puertollano, Barruelo, San Juan de las Abadesas y otras tantas cuencas españolas.

Es de interés desarrollar los cálculos precisos para medir el caudal del manantial térmico que se va á poner en juego. A este fin es preciso partir del análisis elemental, para que basándose en él, pueda deducirse el valor de la energía disponible; y como se verá más adelante, no basta ese ensayo, siendo necesario acudir á la directa determinación del poder calorífico por un fenómeno total de combustión realizado en el calorímetro. Conviene estudiar las cantidades precisas de aire para las oxidaciones del carbono, hidrógeno, carburos y mezclas, así como el volumen y naturaleza de los gases resultantes, datos todos indispensables para el estudio del tiro dentro ya del especial de generadores. Finalizando el estudio de la combustión, conviene ampliarlo con el de la destilación en el sentido térmico. Explicar la reacción fundamental del gas de aire, su composición en peso y en volumen y sus respectivos calores de combustión, lo mismo que tratándose del gas de agua, y en cuanto al que se llama «pobre» insistir, muy detalladamente, en lo que se designa con el nombre de «balance calorífico». La reacción que supone la descomposición del vapor de agua es endotérmica. Este calor indispensable lo facilita el aire de ingreso, y la combustión imperfecta del carbono comunica el calor preciso, que en este caso es de disociación.

Terminado el estudio de los combustibles conviene fundamentar otro fenómeno de gran base: la vaporización. Seguir paso á paso, con

minuciosidad grande, las evoluciones que experimenta un kilo de hielo hasta convertirse en otro de vapor recalentado; desde que deja el estado sólido hasta que le sean aplicables las leyes de los gases permanentes.

Cuando estas bases fundamentales sean bien conocidas y analizadas, y posea el alumno idea precisa, concreta y terminante del origen de la fuerza que se pondrá en juego y de su transformación indispensable, entonces es el momento de explicar los principios de Joule y de Carnot y las expresiones analíticas que los traducen.

Las teorías citadas antes, están en la actualidad diluídas en diversos cursos y en diversos textos. Reunirlas metódicamente como base preliminar del estudio de la Termodinámica constituye el plan de la Memoria presentada, y su método es una de las observaciones que expongo ante la Sección, con el fin único de remediar lo que á mi juicio es un defecto didáctico producido por la difusión de las aplicaciones de ciertos fenómenos, sustraídos á detenernos lo suficientemente sobre ellos, por la sola razón de ser múltiples sus manifestaciones y de aspectos muy diferentes en la vida orgánica ó industrial.

Consideraciones relativas á varios detalles del fenómeno de la combustión.

Es de notar cierta disparidad que aparece en los textos respecto á un dato fundamental, cual es la combustión del carbono. Las obras más recientes no admiten unánimemente ya la cifra 8 080 calorías que antes aparecía siempre en los cálculos calorimétricos. M. Escard define el carbono como una substancia sólida tal, que la combustión de 12 gramos de ella producen 44 de anhídrido carbónico; ahora bien, esa substancia se presenta en dos estados diferentes: ó cristalizada y pura, ó amorfa é impura, existiendo un estado, amorfo también, de pureza y dureza intermedia; en el diamante dan los 12 gramos 94,30 calorías; por kilogramo 7.844,14, y en el amorfo de madera, 97,68 y 8.137,0, respectivamente.

La substancia hulla proveniente de la fosilización de las maderas primitivas y compuesta de carbono amorfo, según M. Malher, elementalmente debe considerarse al citado elemento integrante gozando de propiedades calorimétricas análogas á las de los actuales de madera, para los cuales aparece esa cifra media de 8.130 calorías, ó la aproximada de 8.140, que es la aceptada en los cálculos industriales.

***

Punto algo debatido, y sobre el cual no existe criterio exacto, es el medio de ligar por una fórmula la composición elemental con el poder calorífico ó calor de un combustible.

Dulong establece la fórmula

$$P = 8080\ C + 34500\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2162\ S.$$

Afirman que, modificada por la adición del calor del azúfre al quemarse, es errónea en menos de un 5 por 100.

Los ingenieros alemanes recomiendan otra, en la que, á más de contar con el calor de la combustión del azufre, restan el calor total de vaporización de agua higroscópica que Dulong para nada tiene en cuenta; además, no aceptan el conjunto de calorías de combustión del kilogramo de hidrógeno libre; restan las correspondientes al calor de vaporización del agua producto de la oxidación, y teniendo presente todo lo dicho, resulta

$$P = 8100\ C + 29000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2100\ S - 600\ e \qquad (1).$$

Dice lord Kelvin que los fenómenos no se conocen hasta que se miden. Hirn va más lejos y añade que no podrán utilizarse hasta que su medición sea exacta y categórica. El ingeniero de minas, Mr. Malher, dirige sus investigaciones calorimétricas en ese sentido concreto, y para ello el ensayo de combustibles lo basa principalmente en determinaciones directas, y por deducciones en sentido inverso se comprueban hipótesis de formación, con lo cual no sólo se pone de manifiesto el acierto de aquéllas, sino también el rigor del método de investigación.

La hulla se considera químicamente como un carburo mal definido y muy condesado: mal definido, por su variabilidad en análisis y propiedades físicas dentro de los yacimientos naturales; muy condensado, por la acción lenta y continua de la carbonización debida al calor interno.

Mr. Malher estudia cuanto puede referirse al ensayo con el calorímetro de su invención. A este ensayo se le puede poner como reparo el ser poco científico; si con el estado de la termoquímica, para conocer el calor de un combustible no hay más procedimiento que quemarlo, hay que convenir que su adelanto es algo relativo. Así sucede, á pesar de

(1) Wagner, Fischer, en su *Química Industrial*, citan esta fórmula y expo en la cifra de 8.140 en vez de 8.080, citándola como de resultados de ensayos de Berthelot y Petit.

todo; pero en cambio, por el procedimiento inverso se deducen hechos que comprueban hipótesis.

Quemando directamente un combustible se obtiene un número de calorías Q_0. Efectuando la suma 8140 C + 34500 H se obtiene otro número Q_1. Siempre $Q_1 > Q_0$ en los ensayos múltiples que realiza monsieur Malher.

$Q_1 - Q_0$ se designa como calor de formación del combustible. En los bosques primitivos de los terrenos silúricos y devonianos, del anhídrido carbónico lanzado á la atmósfera (cuerpo agotado potencialmente), se formaron, en presencia del vapor de agua y «con desprendimiento de calor», reacciones orígenes de moléculas de la forma $C_m H_n O_p$ nuevo cuerpo capaz de nuevas energías aportada por intermedios extraños y, al parecer, análogos, al fenómeno actual de la función clorotílica. Los átomos de C y H, en otra futura combustión, no se conducirán por tanto, como uno de C y dos de H que obtengamos libres en el laboratorio. La energía de su oxidación estará disminuída en la que ya se ha desprendido al formarse aquella molécula.

Si hallamos para una antracita los valores $Q_1 - Q_0$, y para un lignito $Q'_1 - Q'_0$, se encuentra siempre

$$Q_1 - Q_0 < Q'_1 - Q'_0.$$

La antracita es combustible de antigua formación. La dosis de oxígeno es muy pequeña, la carbonización está totalizada. Esto trae consigo un estado de mayor densidad, y, sin duda, ese aumento de oxígeno en el lignito es causa de una primitiva y mayor oxidación que, térmicamente, se traduce en que la reacción citada preliminarmente es más exotérmica, por decirlo así, se forma con más calor desprendido, calor que da más estabilidad á la molécula, y por consiguiente que hará notar su diferencia en la posterior oxidación, por representar el equivalente de la parte de trabajo químico, suma integrante del calor total desprendido, según la ley primera de Berthelot.

Todo esto parece estar de acuerdo con las teorías geogénicas de formación y armonizado con las recientes leyes de la termoquímica. Sin embargo, en estas observaciones del que suscribe hace notar que, al parecer, la molécula más estable para la oxidación por este motivo es la que corresponde á la de los cuerpos más inflamables, pues es conocida la dificultad de arder de la antracita y la facilidad de los lignitos; á pesar de todo puede no existir contradicción si se atiende á que la corresponden otras propiedades físicas, de aumento de cohesión y químicas de carbonización lenta, adquiridas por la acción de agentes exteriores en el transcurso del tiempo, propiedades que favorecen el aprovechamiento

industrial, tanto más cuanto se reflejen aquéllas por mayores efectos externos y menores los precisos para destruir afinidades.

De 44 distintas series experiencias Mr. Malher expone:

$$Q_1 - Q_0 = f\,(N + O). \qquad [1]$$

Como

$$Q_1 = \frac{8140\ C + 34500\ H}{100}$$

se deduce

$$Q_0 = \frac{8140\ C + 34500\ H}{100} - f\,(N + O).$$

Este ingeniero no pretende que la función aparezca completamente definida ó continua y de rigurosa interpretación. Trata sólo de hallar una fórmula sencilla que ligue, dentro de ciertos límites, los valores del calor de combustión con el análisis elemental. Para ponerla en forma matemática hace la investigación gráfica sobre dos ejes coordenados, tomando en el de las abscisas los valores de $(O + N)$ de cada combustible, y en el de las ordenadas los valores correspondientes de $Q_1 - Q_0$; el trazado poligonal que resulta lo substituye por una recta que se adapte con la mayor aproximación posible al primero.

La ecuación de esta recta es:

$$Q_1 - Q_0 = 30\ (O + N),$$

con lo que teniendo en cuenta que

$$O + N = 100 - C - H,$$

resulta la [1] convertida en

$$Q_0 = 111'40\ C + 375\ H - 3000.$$

Aplicada de nuevo la fórmula á todas las muestras minerales, ya que se conocen los valores directos de Q_0, aparece errónea en menos de un 3 por 100 en los casos más alejados. La de Dulong, en idénticos ejemplos, por regla general, produce defectos en el 5 por 100, y llega hasta el 10, si bien hay que tener en cuenta que Malher acepta otros valores para el calor de combustión del carbono distintos de los de Dulong y Petit.

Puede decirse, en resumen, que aquélla fórmula es admisible en los cálculos industriales; pero sin dejar de afirmar que, desde el punto de vista científico, en el actual estado de conocimientos sobre la cuestión no hay coincidencia sobre una fórmula general rigurosamente exacta que ligue el poder calorífico con el análisis elemental, sumamente variado.

* * *

Al tratar de establecer comparación térmica entre los diversos combustibles se abrevia el examen, teniendo presente las llamadas *densidades caloríficas.*

Se designa con el nombre de densidad calorífica absoluta el calor de combustión que desarrolla la unidad de volumen.

Su cálculo es sencillo, conocido el valor de las calorías desarrolladas en la combustión del kilo; por ejemplo: el petróleo refinado da por kilo 10.500 calorías.

Mil litros, que pesan 800 kilos, darán 8.400.000.

Un litro, mil veces menos, ó sean 8.400; por consiguiente, para obtener la densidad calorífica absoluta, basta multiplicar el calor desarrollado por un kilo por el peso específico y dividir por 1.000. Este dato es interesante por sí, y además porque permite deducir lo que se denomina densidad calorífica relativa, relación entre las cantidades de calor de cierto volumen de un cuerpo y su equivalente en el de la substancia que se elija por unidad. Por ejemplo: la densidad calorífica absoluta del petróleo es 8.400; como es la mayor, se tomará por unidad, y se dice que 100 partes de petróleo producen 8.400 calorías. La densidad calorífica de la hulla es 5.200; por una sencilla regla de tres se calcula cuántas partes de petróleo producen 5.200 calorías, que son 61,9; á esta cifra hay que darla la verdadera interpretación, que es la de que 61,9 partes en volumen de petróleo equivalen caloríficamente á 100 de hulla.

Por igual procedimiento encontraríamos las densidades caloríficas de los otros combustibles.

Gas del alumbrado	0,06
Gas pobre	0,01
Bencina	90,30
Petróleo refinado	100,00
Alcohol 90 por 100	55,60
Cok de gas	37,50
Hulla	66,60
Antracita	89,25

Estas cifras son de gran importancia para todas aquellas instalaciones donde se fije de antemano el volumen que puede ocupar el combustible; por ejemplo, para la navegación el radio de acción de un buque crecerá si el volumen destinado á carboneras crece en poder calorífico sin alteración sensible del peso. Si una capacidad es de 100 metros cúbicos, llenas de antracita pesarán 100 toneladas y almacenarán 750 millones de calorías; llenas de petróleo el peso es menor, igual á 80 toneladas, y la potencia crece 840.000.000 calorias; llenas del gas del alumbrado almacenan sólo 55.000 y el peso será poco más de 48 kilogramos.

ALGUNAS IDEAS

SOBRE

ARQUITECTURA È INGENIERÍA PENITENCIARIAS

ALGUNAS IDEAS

SOBRE

ARQUITECTURA E INGENIERÍA PENITENCIARIAS

LA COLONIA PENITENCIARIA DEL DUESO

POR

D. Lorenzo de la Tejera y Magnín

COMANDANTE DE INGENIEROS

COMISARIO REGIO DE LA COLONIA PENITENCIARIA DEL DUESO

MEMORIA

presentada en el primer Congreso Científico,
celebrado por la Asociación Española para el progreso de las Ciencias,
en Zaragoza,
durante el mes de Octubre de 1908.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO
1909

Algunas ideas sobre Arquitectura é Ingeniería penitenciarias.

La Colonia Penitenciaria del Dueso.

I

Es principio admitido por cuantos de asuntos penitenciarios se ocupan, que todo régimen penal, racionalmente establecido, ha de estar basado en la instrucción del delincuente y en el trabajo del mismo, á ser posible al aire libre. Expuesta así la cuestión, no puede ser más sencilla; pero en la práctica presenta su realización serias dificultades: de orden social unas, de índole meramente técnica otras.

La competencia que al trabajo libre pueda hacer el de los penados, es una de las razones de que más se ha abusado para combatir la opinión expuesta, y ha sido la determinante de que nuestros presidios hayan perdido, casi en absoluto, su carácter laborioso, al que tantas y tan importantes obras públicas se deben, sin que esto quiera decir que en absoluto no se trabaje en ellos, pues es frecuente, casi general, que se haga, pero de un modo individual, por así decirlo, del que el Estado obtiene poco ó ningún fruto, y que al recluso no proporciona los beneficios de la labor metódica bien disciplinada, que moraliza y da producto material.

Al comparar el hombre libre, no delincuente, con el condenado por haber cometido un delito, siempre se inclina el sentimiento á favor del primero, y parece una enormidad que pueda carecer del trabajo necesario para ganarse su sustento, á causa del que realice el último, separado de la sociedad por no creerlo en condiciones de pertenecer á ella; es asunto de gran importancia desde el punto de vista social, en cuyo examen no hemos de entrar, pero que nos es necesario poner de manifiesto dada la finalidad de este estudio.

Por otra parte, pretender que el anormal, cualquiera que sea el sentido que, en su aplicación al delincuente, quiera darse á esta palabra, haya de ser sometido, desde el momento que ingrese en un establecimiento penitenciario, á los procedimientos ordinarios de instrucción y trabajo, sería sencillamente una locura, pues acaso, en muchas ocasiones,

su espíritu, rehacio por cualquier causa á toda idea de cultura, indómito é incapaz de una labor útil, es la determinante del hecho punible que le lleva á la prisión; precisa, pues, en primer lugar, conocer al individuo, cosa ya nada fácil cuando se trata de seres normales y equilibrados, y que resulta todavía más difícil al tratarse de anormales, que cada uno constituye un caso especial, cuyas características es necesario determinar como base de todo tratamiento ulterior. Este estudio dará el conocimiento de las deficiencias psíquicas, acaso fisiológicas, del individuo, y podrá servir de guía para determinar cuál ha de ser el régimen más adecuado para intentar su reforma, su regeneración, si es posible. También es este asunto de capital importancia, y que igualmente nos limitamos á enunciar por sernos de necesidad hacerlo.

Conocido el individuo, precisa ya aplicarle el tratamiento adecuado para instruirle y para hacerle apto para el trabajo, á cuyo fin habrán de aplicarse procedimientos graduales, que no podrán, por lo general, ser ni muy rápidos ni excesivamente radicales.

Con lo expuesto tenemos bastante para establecer, así en grandes líneas, las condiciones á que debe atenderse cuando se trate de establecer una penitenciaría (1). Precisará:

Primero. Que el penado pueda ser empleado en trabajos útiles, remuneradores, de tal índole que no sea de temer la protesta del elemento productor libre.

Segundo. Que se disponga de los elementos necesarios para someter al recluso á un período preparatorio de observación y asistencia.

Tercero. Que se disponga asimismo de los medios necesarios para emplear al penado de un modo progresivo, á medida que sus facultades mejoren ó se normalicen.

Pues bien; para conseguir todo esto, en lo que á medios materiales se refiere, es preciso acudir á la Ingeniería y á la Arquitectura, que, en íntimo consorcio, nos dan soluciones perfectamente prácticas y racionales, que luego, á su modo, utilizarán el psicólogo, el médico, el maestro y cuantos, en una palabra, tengan á su cuidado vigilar al penado y procurar su redención.

II

Para la realización del primero de estos fines, es decir, para que el penado se utilice de modo remunerador, sin que pueda ser un elemento

(1) No nos referimos en modo alguno á las cárceles en que se sufre prisión preventiva, ni á los correccionales, en que las condenas que se cumplen son de poca duración.

de perturbación para el trabajo libre, precisa atender á consideraciones de muy distinta índole, muchas de ellas de carácter local, y aun circunstancial á veces. Instalar en una prisión talleres análagos á los existentes en la localidad, para obtener los mismos productos de fabricación corriente en ella, sería una medida á todas luces inconveniente, como lo sería también tratar de establecer explotaciones agrícolas en una región rica y próspera por su suelo y sus cultivos; en cambio, la implantación de nuevas industrias ó de algunas ya establecidas, pero persiguiendo fines distintos que éstas, y el cultivo de terrenos abandonados, especialmente allí donde falten determinados productos agrícolas, pueden resolver satisfactoriamente dos problemas sociales distintos y de la mayor importancia ambos, cuales son: emplear útilmente el penado como obrero y proporcionar á la región en que radique el establecimiento penitenciario elementos de vida de que carezca; en este caso pueden considerarse comprendidos los trabajos de colonización interior y los de repoblación de montes. La misma ejecución de obras públicas puede también, en determinados casos, ser una solución del problema, pues no en todas partes sobra el elemento obrero libre, útil para esa clase de trabajos.

La elección de clase de trabajo, industrial ó agrícola, en taller ó en el campo, debe hacerse atendiendo á consideraciones de otro orden muy diferente, cuales son las derivadas de las condiciones del mismo penado, pues desde luego se comprende que no son las mismas las de los delincuentes habituales de las grandes poblaciones, carteristas, estafadores, etcétera, que son cultos, finos, ilustrados, si cabe esta palabra, y que cometen crímenes perfectamente estudiados y calculados, que las del campesino, falto de toda instrucción, que, guiado únicamente por su brutalidad, llega á cometer delitos de los más espantosos; tratar de obtener del primero trabajo útil en faenas agrícolas, sería tan absurdo como pretender que el segundo lo produjera dedicado á finas labores de taller. Como no deja de haber cierta relación entre el grado de cultura del delincuente y la clase de crimen que comete, y en los establecimientos penitenciarios no se mezclan caprichosamente los sentenciados á penas diferentes, viene á resultar, por estos solos hechos, cierta agrupación que podrá servir de ayuda al determinar los trabajos más propios para cada clase de prisión, y que, naturalmente, se trataría de hacer más perfecta en el caso de que, de una manera franca y decidida, se fuera al aprovechamiento del trabajo del recluso.

Se ve, pues, que aun mirado el asunto únicamente desde este punto de vista, presenta no pocas dificultades para su satisfactoria solución, pues precisa atender á consideraciones de muy diversa índole; pero basta fijarse en lo expuesto para comprender que se trata de un problema cuya

solución, sea desde el punto de vista industrial, del agrícola ó del constructor, entra de lleno dentro de la Ingeniería.

Veamos ahora la segunda condición necesaria, cual es la de que se disponga de medios para someter al recluso á un período preparatorio de observación y asistencia. Esto, como hemos indicado, es de absoluta necesidad, pues en la mayoría, casi en la totalidad de los casos, el sentenciado adolecerá de deficiencias para poder ser utilizado en el trabajo, sobre todo si éste se hace en comunidad; habrá, por lo tanto, que tratar de corregírselas, lo cual únicamente puede lograrse sometiéndole á un estudio apropiado, que nos sirva para determinar á qué tratamiento moral, instructivo, acaso médico, deba ser sometido, tratamiento que ha de ser individual y fuera de toda acción que pueda atenuar ó anular su eficacia, imponiéndose, por lo tanto, el sistema celular absoluto, con vida de aislamiento de todo lo dañino, de todo lo perjudicial, y de relación con lo útil, con lo provechoso, con lo benéfico, cosa muy distinta del criterio, que generalmente se tiene, de que dicho sistema sólo es aplicable como castigo severo, mediante el aislamiento completo. Para aplicar este tratamiento no cabe duda de que el primer elemento que se necesita es la habitación, la celda aireada, sana, que por sus condiciones higiénicas pueda contribuir á mejorar la salud del recluso, si éste la tuviera quebrantada, y que en modo alguno pueda serle nociva la estancia en ella; pues bien, aquí se presenta una aplicación hermanada de la Arquitectura y la Ingeniería sanitaria, que permitirá se disponga de ese principalísimo instrumento, primero que ha de utilizarse en la tarea, nada fácil, de intentar la regeneración del culpable. Y el problema no es de los más sencillos de resolver, pues se trata de disponer una serie de celdas ó habitaciones, con todos los elementos necesarios para que, ante todo, haga el penado una vida higiénica, y por lo tanto precisa aplicar á cada una de ellas los procedimientos más perfeccionados de alejamiento de materias residuales, con la complicación derivada del aislamiento, que resultaría ineficaz si las tuberías ú otros elementos de la construcción pudieran utilizarse para que comunicaran entre sí los reclusos.

Y vamos con el tercer extremo de los indicados, ó sean los procedimientos necesarios para emplear gradualmente los penados á medida que mejoren sus condiciones, asunto que tiene dos puntos de vista distintos, relacionados, respectivamente, con el régimen penal y el régimen de trabajo, los cuales van, sin embargo, íntimamente ligados, toda vez que el primero debe mejorarse gradualmente, para de una manera progresiva preparar el reintegro del penado á la vida social, y el segundo ha de modificarse á medida que se perfeccionen sus condiciones de laboriosidad é inteligencia, lo cual ocurrirá también paulatinamente, y de modo su-

cesivo, á medida que lleve más tiempo ocupado como obrero sometido á la enseñanza, consecuencia del mismo trabajo en qne sea empleado, es decir, que entrará como factor importante el tiempo, que á su vez actuará también de modo eficaz sobre la moral del recluso y determinará la mejora del régimen penal á que haya de estar sometido. Precisará, pues, para resolver la cuestión desde ambos puntos de vista, disponer de locales apropiados, en que el penado sufra su condena á partir desde el momento en que se conceptúe apto para salir del régimen celular, y de elementos para que trabaje en comunidad, con más ó menos caracteres de libertad, según el período de condena en que se encuentre; estos dos elementos los proporcionan también: la Arquitectura, de un lado; la Ingeniería, de otro.

III

Todo lo hasta ahora expuesto lo ha sido únicamente como enunciado del problema que ha de resolverse, para, ya con conocimiento del mismo, dar noticia de cómo se ha resuelto en España al crearse la Colonia penitenciaria del Dueso, cuya organización es tal que, como se verá, ha de responder de un modo completo á las distintas condiciones indicadas.

Dicha Colonia se creó para realizar un fin nacional, cual es la supresión de los presidios de Africa, en que los penados se dedicaban al trabajo en provecho del Estado, habiendo muchos que, por lo avanzados que se hallaban en el cumplimiento de la condena y por su buena conducta, hacían un género de vida muy aproximado al del obrero libre, circunstancia que aconsejaba, mejor dicho, imponía, pudieran, en el nuevo establecimiento penitenciario, seguir trabajando útilmente, en condiciones parecidas á como venían haciéndolo desde que fueron sentenciados, pues de lo contrario sufrirían, sin que hubiera motivo para ello, un retroceso, una verdadera agravación de condena. Había además otra circunstancia á que atender, y era á la índole del penado, en general poco culto, trabajador del campo, y culpable de graves delitos de sangre, apto para trabajos duros y toscos, é inútil para los finos y delicados que llevan consigo algunas labores industriales. Por último, debía atenderse también á los clamores de los habitantes de las localidades indicadas como convenientes para la instalación del nuevo penal, la cual era mirada como verdadero castigo impuesto á la región, idea que, si bien no está en absoluto desprovista de fundamento, se exagera de una manera extraordinaria, y que es de suponer se reduzca á términos razonables, á medida que se implanten nuevos procedimientos penales y sea más eficaz y activa la vigilancia en la periferia de las prisiones; esta prevención no se manifestó por igual en todas partes, pues Santoña, localidad en que de

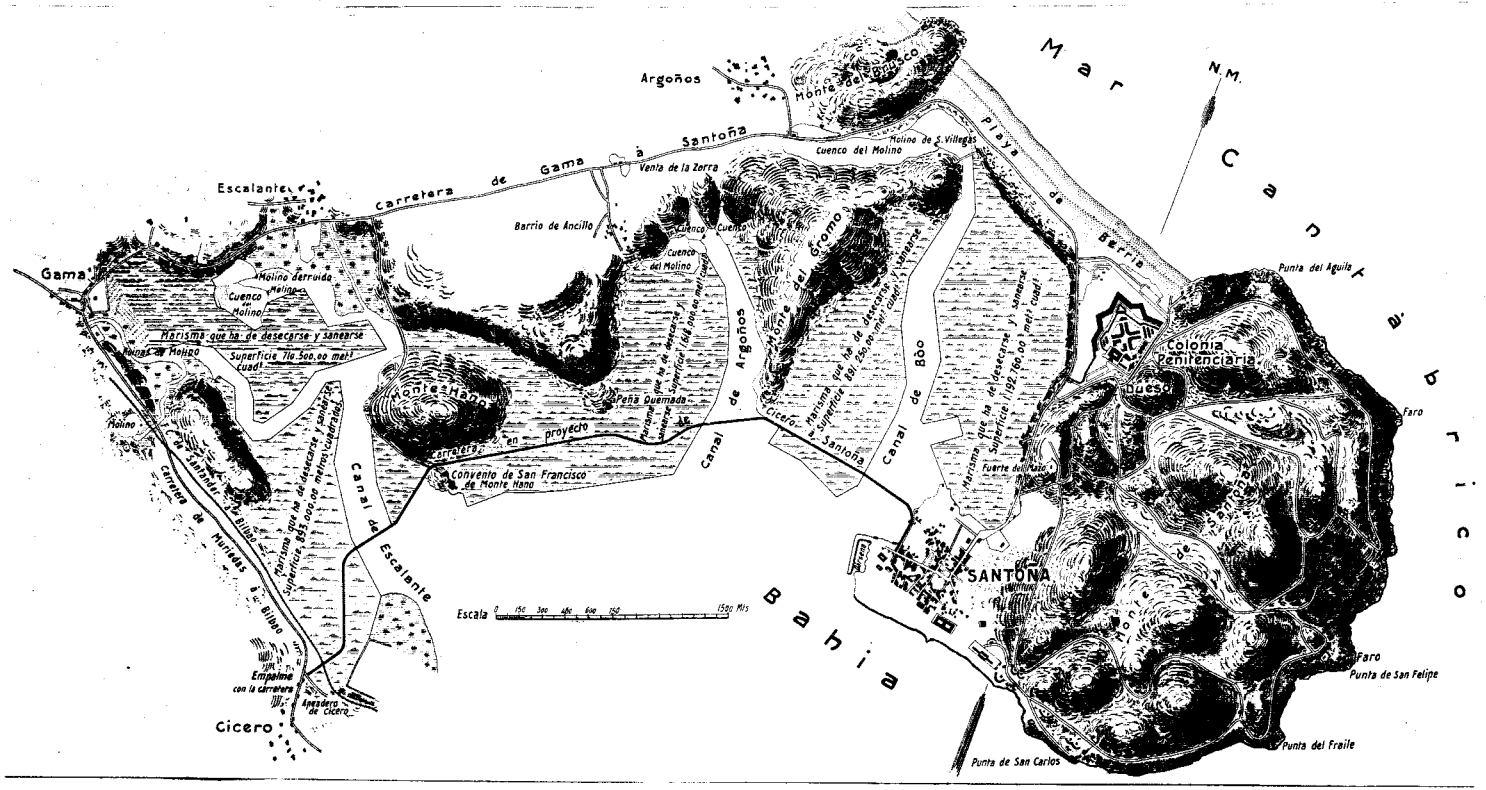
antiguo hay establecido un penal para el cumplimiento de las condenas más severas, y que, sin duda por esta misma circunstancia, conoce el valor, puramente relativo, de la aversión hecha notar, solicitó se situara allí el nuevo establecimiento penitenciario, con lo cual vino á quedar resuelto el aspecto político, por así llamarlo, del asunto, y limitado el estudio del mismo á la parte técnica del ingeniero y del arquitecto, para determinar si allí sería factible utilizar de modo reproductivo, según las indicaciones ya hechas, el trabajo del penado, y si podrían emplazarse, en buenas condiciones, los distintos edificios necesarios para implantar el cumplimiento gradual de la condena; hechos los estudios necesarios en la misma localidad, se vino á deducir que el más exigente se vería completamente satisfecho.

El aspecto que, en alta mar de marea viva, presenta Santoña es realmente espléndido; el monte del mismo nombre parece surgir del agua formando una isla, no obstante lo cual resulta unido al resto de la península por el istmo de Berria, estrecha lengua de tierra, limitada de un lado por el mar Cantábrico y de otro por las aguas de una extensa bahía; pasadas algunas horas el espectáculo es completamente distinto: la gran superficie de agua de la bahía viene á quedar reducida á unos cuantos canales, apareciendo, en cambio, extensas marismas, algunas de ellas tan altas que sólo llegan á cubrirlas las mareas más vivas. Basta esta ligera exposición para comprender que los penados pueden hacer allí una labor utilísima y provechosa, desde todos los puntos de vista, cual es la desecación y el aprovechamiento agrícola de esas marismas, con lo cual se crea una riqueza positiva, sin perjuicio para nadie y con evidente beneficio para la localidad, en la que precisamente se nota, de modo alarmante, la falta de campo, pues en sus inmediaciones son pequeñísimas las superficies que hay de terreno productivo, lo que obliga á que todo haya de llevarse desde distancias relativamente grandes, y que, como consecuencia, resulte la vida muy cara, de lo cual es fácil darse cuenta con sólo considerar que se halla entre centros de consumo de la importancia de Santander y Bilbao, y en relativo aislamiento á consecuencia de su posición geográfica. Pueden, pues, satisfacerse las condiciones de que no se perjudique al elemento productor libre, y de que el trabajo esté en armonía con las aptitudes que, generalmente, tendrán los penados que formen la Colonia.

Vista la posibilidad de emplear útilmente el penado, quedaba por determinar si había medio de establecer los edificios necesarios, en forma tal, que satisficieran las condiciones de higiene y seguridad que los de esta clase deben tener, y pronto se vió que, también desde este punto de vista, reune la localidad cuantas puedan apetecerse, pues al Oeste del monte

Colonia Penitenciaria del Dueso.

LÁMINA 1.ª



existe una meseta, á una altura de 25 á 30 metros sobre el nivel del mar, suficientemente extensa para el objeto, perfectamente despejada á todos los vientos, excepto al del Este, y que, por lo tanto, nada deja que desear en cuanto á aireación; además, por la distancia á que se halla de la villa (más de un kilómetro) y por estar separada de ella por el monte, en modo alguno puede perjudicar las condiciones de salubridad de la misma, y por su altura y proximidad al mar permite que la evacuación de las aguas residuales pueda hacerse en las mejores condiciones. Esta meseta, llamada Plaza de Armas del Dueso, forma parte de un conjunto de obras militares para la defensa de la plaza por el lado de tierra, y contra los intentos de desembarco por la playa de Berria.

Quedó, pues, demostrado que la localidad se prestaba, de modo excepcionalmente bueno, á la instalación del nuevo establecimiento penitenciario, con otra circunstancia: la de existir edificios utilizables para el alojamiento provisional de los penados, pudiendo, por lo tanto, emplearse éstos desde el primer momento y en inmejorables condiciones, en la construcción de los nuevos edificios, y conseguirse la inmediata evacuación de parte de los presidios de Africa, de modo que los penados siguieran ocupados en faenas similares á las que allí desempeñaban, y que eran las anejas á la ejecución de toda clase de obras, especialmente las militares de acuartelamiento y fortificación. Había, pues, una solución completa para el problema, y lo era para el presente y para el porvenir: de presente, porque podía trasladarse, desde luego, un número no pequeño de penados, y comenzar con ellos la construcción de los nuevos edificios y la desecación de marismas, trabajos todos al aire libre, en perfecta armonía con las condiciones de la población penal que á la nueva Colonia habrá de destinarse; y para el porvenir, porque las explotaciones agrícolas que en las marismas desecadas se establezcan, y las industrias derivadas de las mismas, darán ocupación útil y permanente á los penados.

Este plan se completa con la construcción de la carretera de Santoña al apeadero de Cicero en el ferrocarril de Bilbao á Santander, carretera que además de acortar bastante la distancia del pueblo á la vía férrea, sirve de dique maestro para la desecación de las marismas.

El conjunto de estos trabajos aparece claramente indicado en la primera de las láminas de esta Memoria (1).

(1) Los estudios preliminares necesarios para la determinación de este plan de obras fueron hechos por una Comisión, presidida por D. Angel G. Rendueles, Director general de Prisiones, y de la que formaron parte D. Rafael Salillas, Director de la prisión celular de Madrid, y el que suscribe, habiendo también, por su parte, el ingeniero Jefe de obras públicas de la provincia de Santander, que es D. José Vi-

IV

Elegida la localidad, tan sólo restaba aplicar las ideas expuestas al desarrollo del proyecto, el cual expondremos en líneas generales, limitándonos á la parte de él que constituye la prisión propiamente dicha. Ya hemos indicado que el sistema penal que ha de establecerse es el progresivo, de modo que las condiciones materiales del penado, y las de libertad relativa del mismo, varíen según el tiempo que lleve de condena y sus dotes de laboriosidad, docilidad, etc.; se comprende que el ideal seria que la gradación fuera sucesiva, continua, empezando por el riguroso período de observación y asistencia, para terminar, sin transición brusca alguna, en el de libertad y reintegro á la vida social; pero esta gradación, posible en lo que al trato se refiere, si el Director de la Colonia reuniera las suficientes dotes de cultura, inteligencia y amor al prójimo, no puede llevarse á la construcción, ni tampoco es fácil establecerla mediante reglas á que deba sujetarse un régimen, que ha de ser ante todo y sobre todo de una severa disciplina; así, pues, se acordó desde luego se establecieran tres períodos bien definidos, á saber:

Primero. De observación y asistencia; celular y de aislamiento, en el sentido racional de esta palabra.

Segundo. De trabajo en comunidad durante el día, durmiendo encerrados individualmente en celda, durante la noche.

Tercero. De vida en común, que se aproxime, en lo posible, á la de familia y sociedad, pero siempre sobre la base del trabajo, hasta el extremo de que á este período no debe pasar el que no dé muestras de una laboriosidad indiscutible y de un dominio absoluto de su voluntad.

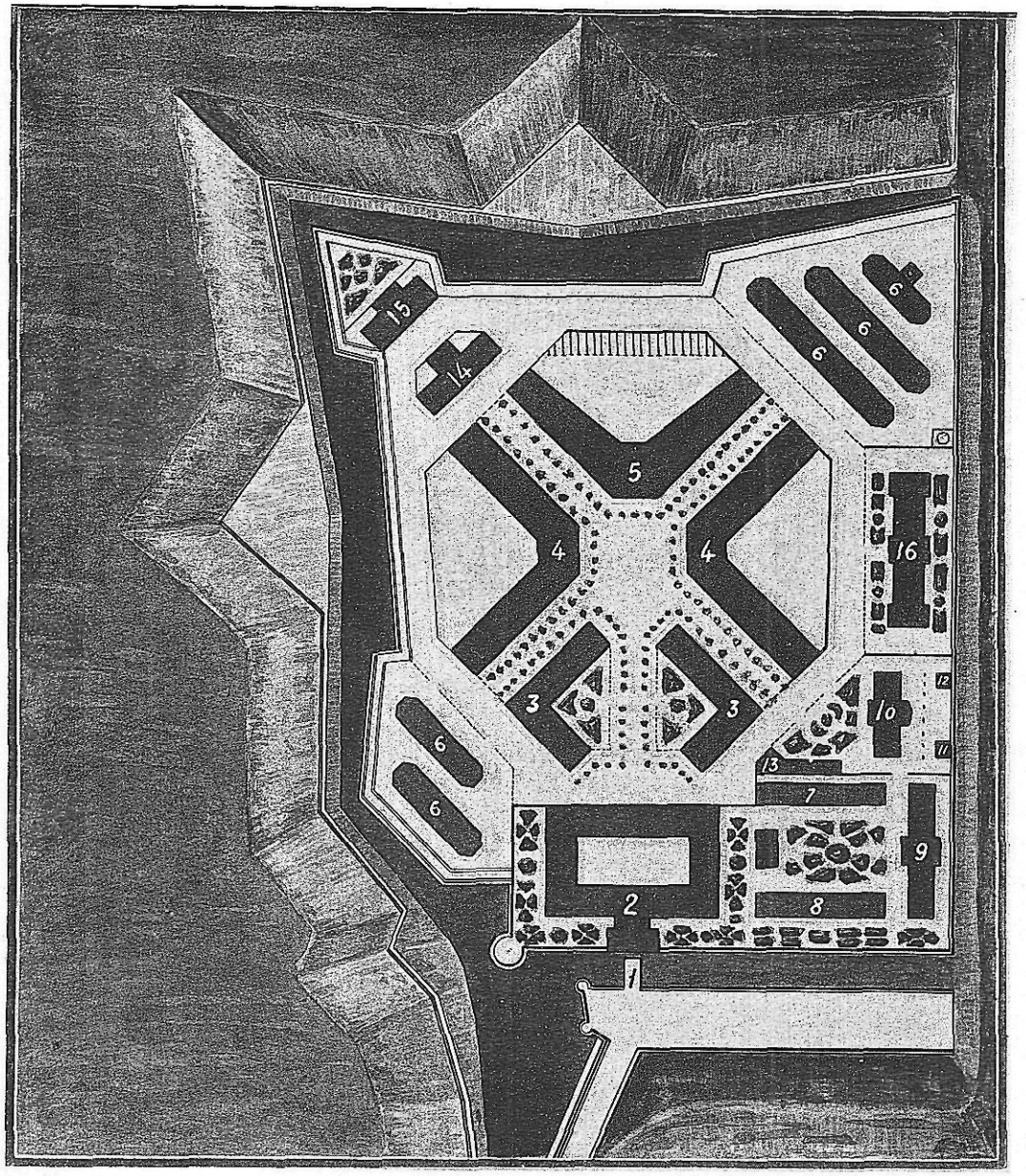
Dentro del primer período, para cuyo establecimiento ha de construirse un edificio especial, capaz de alojar doscientos reclusos, deberán disponerse tres clases de celdas, de mayor á menor dureza, situadas en pisos diferentes, y además las de castigo necesarias para poder imponer las correcciones disciplinarias; los penados del segundo período deberán alojarse en dos edificios independientes, capaces cada uno de contener trescientos, y para los del tercer período deberán disponerse los edificios necesarios, los cuales perderán el carácter de la prisión y se aproximarán al tipo de la casa, debiendo poder contener en total doscientos individuos; estas son las bases que se establecieron en lo referente al régi-

---

lanova, dado importantes indicaciones respecto á la desecación de las marismas, además de haberse redactado bajo su inmediata dirección el proyecto de carretera de Santoña á Cicero.

COLONIA PENITENCIARIA DEL DUESO

LÁMINA 2.ª

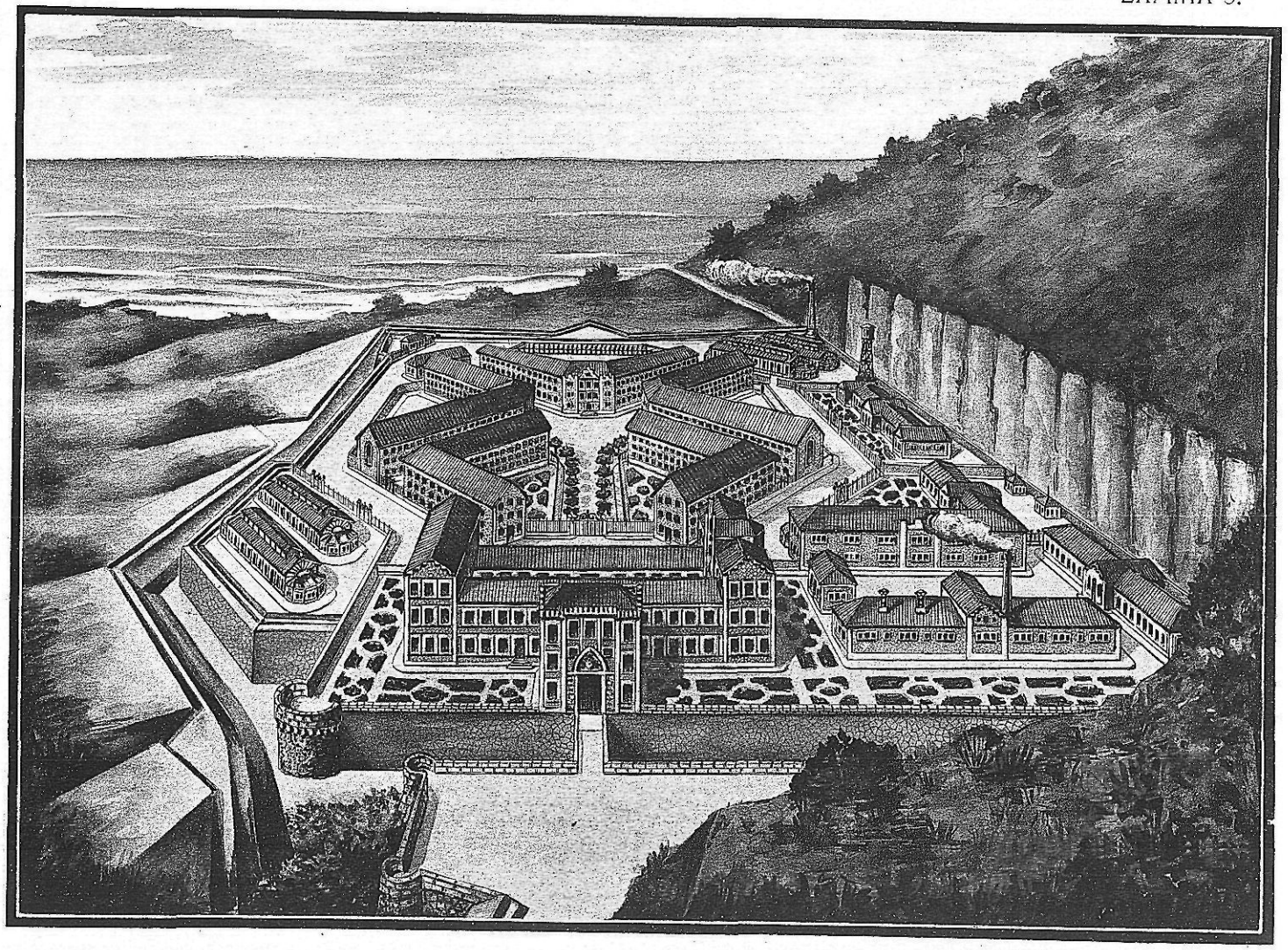


Fototipia de Hauser y Menet.—Madrid

PLANO DEL CONJUNTO DE LOS EDIFICIOS

COLONIA PENITENCIARIA DEL DUESO

LÁMINA 3.ª



Fototipia de Hauser y Menet.—Madrid

PERSPECTIVA GENERAL DE LOS EDIFICIOS

men penitenciario, y que debían tenerse también en cuenta para la organización de los edificios (1). Complemento indispensable habrán de ser todas las dependencias necesarias en un establecimiento de esta clase, tales como cocina, almacenes, enfermería, etc., etc.

Muchos fueron los tanteos hechos para organizar el conjunto de los edificios de modo que se cumplieran los fines indicados, no se alterara el valor de las fortificaciones, y pudieran conservarse los edificios en ellas existentes, hasta que en los de nueva planta fuera posible alojar los penados; el resultado de estos trabajos ha sido la disposición indicada en la segunda de las láminas que acompañan á este estudio, y cuya exprlicación es la siguiente:

1. Entrada.
2. Edificio de dependencias generales.
3. Edificios para alojamiento de penados que se hallen en el tercer período de condena.
4. Edificios para alojamiento de penados que se hallen en el segundo período de condena.
5. Edificios para alojamiento de penados que se hallen en el primer período de condena.
6. Edificios para instalación de talleres.
7. Comedores para los penados.
8. Edificios para cocina, panadería y accesorios de estas dependencias.
9. Edificio para lavaderos, secaderos y almacenes de ropa y utensilio.
10. Enfermería.
11. Departamentos para enfermos infecciosos que deban aislarse.
12. Sala de autopsias y depósito de cadáveres.
13. Sala de reconocimiento y dependencias de la enfermería.
14. Instalaciones hidroterápicas.
15. Pabellón para dementes.
16. Escuelas y salas de conferencias.

En la tercera de las láminas aparece la perspectiva del conjunto de estas construcciones.

Según puede verse, todos los edificios destinados al alojamiento de penados tienen la forma de escuadra, de modo que entre los brazos de ellas quedan espacios para patios, que se sitúan: en la parte posterior,

(1) Las líneas generales, en lo que á esta parte del problema se refiere, fueron también estudiadas por la misma Comisión mencionada en la nota de la página once, y establecidas, como consecuencia de propuesta hecha por la misma, en Real decreto de 6 de Mayo de 1907.

con relación á la entrada, en los del primero y segundo período, y en la anterior, constituyendo jardín en los destinados al tercero, lográndose así que estos últimos pierdan los caracteres más determinantes de la prisión.

El edificio correspondiente al primer período se sitúa al fondo de la Colonia, en el sitio que menos movimiento habrá, alejado de las dependencias en que de ordinario habrá mayor animación, y, por lo tanto, quedará en las debidas condiciones de aislamiento. Los del segundo, en que realmente ha de hacerse la gradación de la condena, se colocan en posición intermedia, entre el del primero y los del tercero, que están más inmediatos á la entrada y tienen aspecto más agradable; de modo que los sentenciados que se hallen en este segundo período tendrán siempre á la vista: de un lado el edificio celular, al que pueden volver por tiempo indefinido si su conducta es mala, y de otro los edificios del tercer grado, en los que la vida se aproxima mucho á la del que goza de libertad; de esta manera el estímulo será constante y eficaz, no fundando en promesas ni esperanzas más ó menos remotas, sino en hechos reales y visibles á toda hora.

Estos edificios están separados entre sí por una plaza central, por la calle principal de acceso á ella y por las radiales que parten de la misma, y su conjunto queda rodeado por la calle interior de ronda. La entrada á los del primero y segundo período es por la plaza central, y la de los del tercero por la calle que desde la entrada conduce á ella.

De todos ellos, el que más cuidado exige para su organización es el celular, tanto porque la de las celdas ha de ser tal que el penado pueda llenar todas las necesidades de la vida, como porque precisa, como ya se ha indicado, establecer una gradación sucesiva, á partir del primer piso, de modo que las celdas presenten el desenvolvimiento desde un grado restrictivo á otro expansivo, correspondiendo cada grado á un tipo de celda y cada piso á un grado. La primera parte, es decir, la relativa á que el penado pueda satisfacer en la celda sus necesidades materiales, se resuelve por los medios que la higiene de la construcción determina, viniendo á constituir una aplicación minuciosa y cara de los mismos, pero que no ofrece serias dificultades, y cuya descripción consideramos no tiene cabida en este estudio. La gradación en las celdas se establece del modo siguiente:

Primer piso.—Celda abovedada, de medio punto, con ventana alta, también de medio punto, absolutamente inaccesible para el recluso, recordando algo el conjunto de estas disposiciones la idea que vulgarmente se tiene del calabozo.

Segundo piso.—Celda de alguna mayor superficie, con techo plano y

ventana rectangular, mayor que la anterior é inaccesible para el recluso.

Tercer piso.—Celda de alguna mayor superficie, también con techo plano, ventana rectangular, mayor que las anteriores y accesible para el recluso, asemejándose más en sus disposiciones á una habitación ordinaria, salvo en las medidas de seguridad, que, como es natural, han de ser bastante rigurosas.

Mediante estas disposiciones podrá el penado ir mejorando de alojamiento, y al mismo tiempo se observará si va dominando su voluntad, y poniéndose, por tanto, en condiciones de pasar á hacer vida en común durante el día.

También han de poder aplicarse en este edificio los castigos disciplinarios, los cuales, como es natural, sólo afectarán á la cuestión de alojamiento, y, entre ciertos límites, á la de alimentación. Como el tipo de celda del primer piso ya es de bastante castigo, no deja de ofrecer ciertas dificultades el hacerla más dura; la solución adoptada ha sido disminuír la superficie aumentando la altura para no mermar la capacidad, y hacerla abovedada con ventana muy alta, de modo que la luz sea casi zenital, y con disposiciones para cerrarla, dejando á obscuras la habitación, y para modificar el tono de luz; además, algunas tendrán pintadas de negro las paredes; por último, en las entradas de ellas se pondrán dobles puertas: una de reja metálica, dispuesta de modo que al abrirse la primera, que será maciza, pueda el empleado ver el interior de la celda y apreciar la actitud del recluso antes de entrar en ella.

Complemento de este edificio son los paseos celulares, indispensables para que los reclusos puedan pasear al aire libre con el debido aislamiento; se sitúan adosados al muro de cierre del patio.

De los otros edificios no tenemos para qué ocuparnos, toda vez que no se trata con este trabajo de describir un proyecto, sino de exponer sólo algunas ideas de las que han precedido á su redacción. Basta lo indicado para deducir que, atendiendo sólo á la organización de los locales, abstracción hecha del régimen, en lo que afecta á la alimentación y otros extremos del mismo, pueden aplicarse seis grados de castigo, de ellos cuatro en celda.

V

Al terminar el período de asistencia y observación, ya saldrán los penados á hacer vida en común durante el día, y de reclusión en celda durante la noche, pero aun dentro de este segundo período conviene establecer alguna gradación, para lo cual se dispone:

Primero. Un recinto murado que comprende, según puede verse en

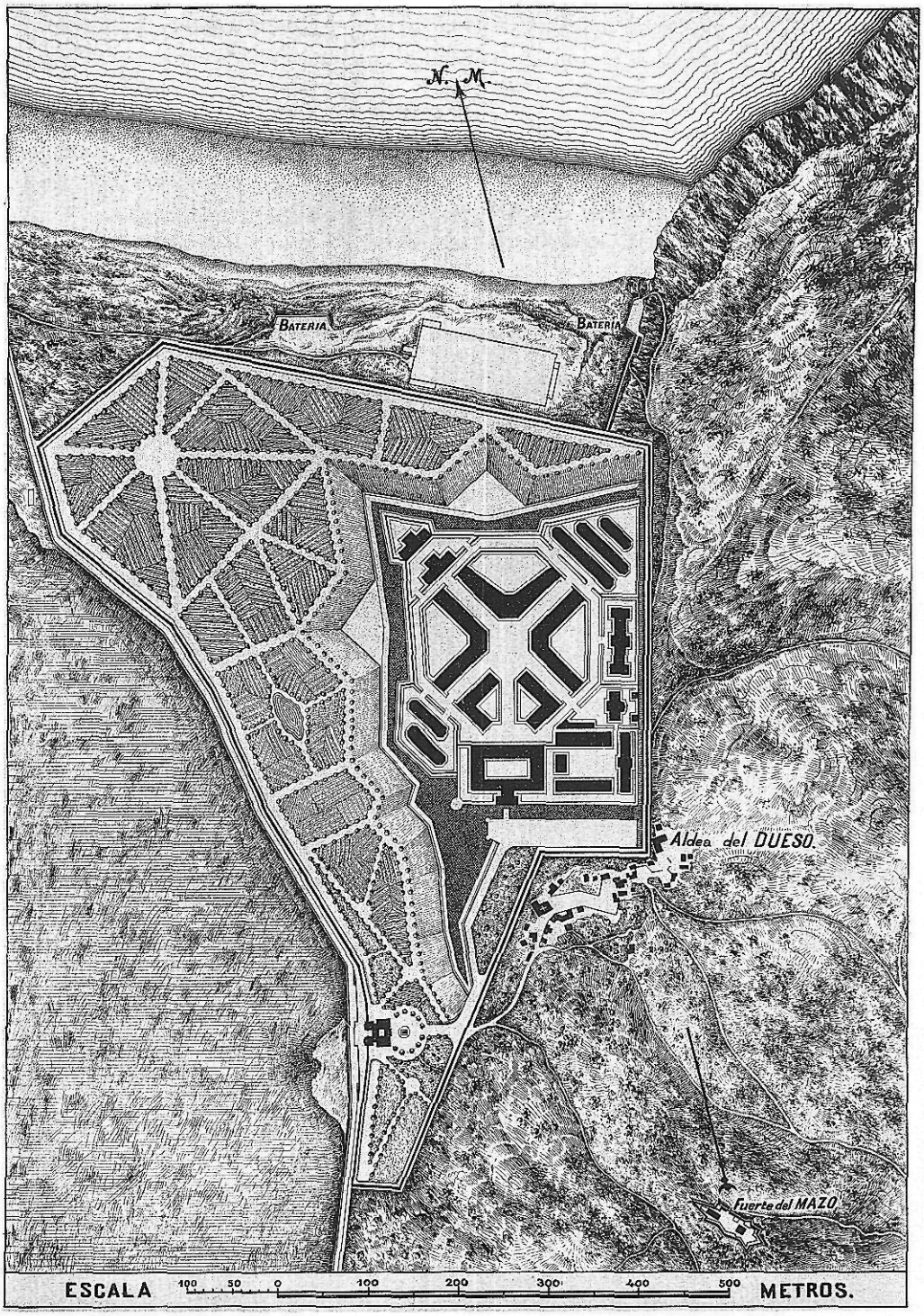
la lámina cuarta, suficiente extensión de terreno para que trabaje un número prudencial de penados dedicados á faenas agrícolas.

Segundo. Talleres diversos, formando parte de la penitenciaría propiamente dicha.

El trabajo en estas condiciones llevará todavía consigo alguna idea de reclusión, y podrá durar el tiempo necesario, terminado el cual pasarán á efectuar, fuera de ese recinto, las labores que exijan la explotación agrícola de las extensas praderas formadas por la desecación de las marismas, y las industrias de la misma derivada; en condiciones ya de relativa libertad, y como último escalón para reintegrarse á la vida social con hábitos de laboriosidad y obediencia.

COLONIA PENITENCIARIA DEL DUESO

LÁMINA. 4.ª



Fototipia de Hauser y Menet.—Madrid

PLANO DE CONJUNTO DE LA PARTE QUE HA DE QUEDAR CERCADA

URBANIZACIÓN DE LOS ALREDEDORES DE LAS GRANDES URBES

IDEAS GENERALES

SOBRE LA

URBANIZACIÓN

DE LOS

ALREDEDORES DE LAS GRANDES URBES

EXPUESTAS POR

D. PEDRO NÚÑEZ GRANÉS

Ingeniero Director de Vías públicas del Ayuntamiento de Madrid.

Memoria presentada en el Primer Congreso Científico,
celebrado por la Asociación Española para el progreso de las Ciencias, en Zaragoza,
durante el mes de octubre de 1908.

MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»
—
1909

INDICE

Páginas.

I.—Necesidad de estudiar con la debida antelación la forma de llevar á cabo la urbanización de los alrededores de las grandes urbes... 7

II.—Ideas que deben tenerse en cuenta al hacer los planes de urbanización de los citados alrededores..... 10

III.—Medios para poder realizar los planes de urbanización acordados... 19

I

Necesidad de estudiar con la debida antelación la forma de llevar á cabo la urbanización de los alrededores de las grandes urbes.

Entendemos por alrededores de las grandes poblaciones, los espacios comprendidos entre el límite de sus zonas de ensanche y el de su término municipal.

A la urbanización de tales espacios, llamada en Madrid, vulgar é impropiamente, *Urbanización del extrarradio,* es á la que vamos á referirnos en esta sucinta Memoria.

La necesidad de estudiar, con la debida anticipación, la forma de urbanizar los alrededores de las grandes urbes, se hace patente por las siguientes razones:

Es evidente, en primer término, que la salubridad y belleza de las urbes depende, de modo importantísimo, de las buenas condiciones higiénicas y de la hermosura de sus alrededores. Y y lo es también, que nada será posible hacer, para mejorarles, si previamente, y con el mayor número de elementos de juicio posibles, no se hace un estudio completo y concienzudo del destino que debe darse á los terrenos que les constituyen; terrenos dedicados generalmente, antes de llevarse á cabo los planes de urbanización, á fines incompatibles con la higiene y la belleza.

Una vez hechos y aprobados los estudios de referencia, podrán darse, con sujeción á ellos, las alineaciones y rasantes para las construcciones que se soliciten. Y á estas alineaciones y rasantes tendrán que someterse los que deseen edificar en terrenos situados en dichos alrededores, siendo esta la única limitación legal que, á mi juicio, cabe imponer á los dueños de inmuebles en ellos situados. Las calles que determinen las construcciones llevadas á cabo con arreglo á los referidos estudios, cumplirán con cuantas condiciones de vialidad, grandeza é higiene aconsejan la experiencia y la ciencia, debiendo ejecutarse los trabajos relativos al saneamiento del subsuelo, con arreglo, también, á un plan previamente es-

tudiado y aprobado, á medida que las necesidades de la edificación vayan exigiéndolo.

Cuando no existen planes de urbanización cada propietario hace vías y construye dónde y como quiere.

Los resultados de tal anarquía son fáciles de prever.

Las calles que forman un conjunto de edificaciones construídas al azar, donde la conveniencia de cada propietario dictó, no merecen el nombre de tales, constituyendo, generalmente, inmundas callejuelas, sin alineaciones ni rasantes racionalmente determinadas, y en las que las aguas residuarias se detienen, despidiendo pestilentes olores, ó discurren libremente, inficcionando el aire, con gravísimo perjuicio para la salud, no sólo de los que en ellas habitan, sino también de los que viven en las poblaciones que las referidas vías circundan, cuyas poblaciones llegan, poco á poco, á estar rodeadas por un cinturón infeccioso y nauseabundo que las envenena y ahoga.

La construcción de estas agrupaciones de viviendas no puede evitarse, ínterin no esté aprobado, con carácter de ley, el plan de urbanización; pues el art. 348 del Código civil define la propiedad, diciendo que «Es el derecho de gozar y disponer de una cosa sin más limitaciones que las establecidas en las leyes», y el 350 manifiesta que el propietario de un terreno «puede hacer en él las obras que le convenga», añadiendo el 388 que todo propietario «podrá cercar ó cerrar sus propiedades por medio de paredes.....»

A virtud, pues, de los citados artículos, mientras no exista ley alguna, que limite los derechos que tienen todos los propietarios de terrenos, y por consiguiente los de los alrededores de las grandes urbes, para disponer de ellos como gusten, es forzoso, para los Municipios de éstas, autorizar cuantas construcciones soliciten ejecutar.

Estas construcciones originan otro gran daño, pues son más tarde obstáculos, acaso insuperables, para la realización de un plan racional de urbanización; pues las que se hallen dentro de las superficies que hayan de ocupar las calles que aquél determine, tendrán, necesariamente, que ser expropiadas, y las que, por estar fuera de dichas superficies, no haya necesidad de que lo sean, no se hallarán seguramente en las rasantes debidas y será preciso, una vez construídas las vías proyectadas, ejecutar obras para darlas luces ó acceso.

Como quiera que los propietarios realizaron tales construcciones en virtud de su perfecto derecho, forzoso será á los Municipios abonar cuantos daños y perjuicios se les irroguen con el trazado de las nuevas calles; llegando, á veces, la cuantía de las expropiaciones que haya necesidad de hacer, ó la importancia de los referidos perjuicios, á imposibilitar, ó di-

ficultar al menos, de manera notable, la ejecución de los planes de urbanización aprobados (1).

Por otra parte, claro es que los terrenos donde se constituyen núcleos habitados, aumentan considerablemente de valor, vendiéndose como *solares*, por pies, en vez de venderse cual las *tierras*, por fanegas, como sucede con las fincas rústicas.

Nace también de tal hecho, la necesidad de hacer, con antelación á que se constituyan dichos núcleos habitados, los planes de urbanización de los alrededores de las grandes urbes; pues debiendo, en mi opinión, abonarse por los terrenos necesarios para su ejecución, como más adelante indicaré, el valor que dichos terrenos tuvieran al ser aprobados los planes por medio de una ley, tantas más dificultades, de orden económico, se suscitarían, y tantos más sacrificios precisaría hacer, cuanto mayor fuera el valor de las superficies que hubieran de expropiarse.

Nace, asimismo, de cuanto se lleva expuesto la urgencia de que una vez discutido un plan de urbanización, por las entidades técnicas y administrativas llamadas á intervenir en tales asuntos, y determinada la mejor solución, sea ésta inmediatamente aprobada por una ley que establezca lo que diremos en el capítulo III de esta Memoria.

(1) Para tratar de evitar esto, el Ayuntamiento de Madrid incluye en las licencias para las edificaciones del extrarradio, cláusulas encaminadas á que no quepa reclamar indemnización, si fuera preciso derribar, por causa de urbanización, las construcciones autorizadas en estas zonas; habiendo obtenido una Real orden del Ministerio de Gracia y Justicia, de fecha 4 de septiembre de 1902, en que se ordena se inscriban en los Registros de la Propiedad, de Madrid, las certificaciones en que constan las expresadas cláusulas. No obstanto esto, sospecho que toda cuestión que de esta índole se suscite, será resuelta contra los intereses del pueblo de Madrid, pues creo que, teniendo en cuenta los citados artículos del Código, no es dable limitar los derechos dominicales. Tal opinión ha sido expuesta ya, en el salón de sesiones, por varios Sres. Concejales, que abogaron por la supresión de dichas cláusulas limitativas, por ser, á su juicio, ilegales y nulas.

II

Ideas que deben tenerse en cuenta al hacer los planes de urbanización en los alrededores de las grandes urbes.

La acción de los Municipios de las grandes ciudades, en la urbanización de sus alrededores, no debe ser tan detallada y completa, como en su interior y ensanche á causa de los excesivos gastos que ocasionaría, aun en el supuesto de haberse tenido en cuenta lo anteriormente manifestado, respecto á la oportuna aprobación de los planes de urbanización de dichos alrededores. Debe, á mi juicio, circunscribirse á proyectar y ejecutar las obras necesarias, para dar fácil acceso del centro de la población á la periferia, por medio del número necesario de vías *radiales* que llenen tal objeto, y á unir además directamente entre sí, por otras, los distintos núcleos de población que se proyecten en los alrededores, á fin de que, para ir de unos á otros, no haya necesidad de dar rodeos, teniendo que aproximarse al centro ó pasar por él.

Vías radiales existirán todas, ó casi todas las precisas, aun antes de formarse el plan de urbanización de los alrededores, pues á toda gran población afluyen multitud de carreteras del Estado y la provincia, caminos vecinales y veredas, que la ponen en comunicación con el resto de la Península, conviniendo, desde todos los puntos de vista, que el plan de urbanización trate de conservar las vías de este género existentes, modificando en algo, si fuere preciso, sus alineaciones y rasantes, sin perjuicio de introducir alguna otra nueva, si se considerara indispensable.

La unión, entre sí, de los distintos núcleos de población, se conseguirá con paseos que envuelvan la población antigua, los cuales deberán, en lo posible, ser trazados en dirección paralela á los límites de ésta.

Estas vías *envolventes*, en unión con las radiales mencionadas, limitarán multitud de polígonos, cuya urbanización interior corresponderá, exclusivamente, á los propietarios de las parcelas que en ellos se hallen comprendidas, toda vez que éstos serán los más beneficiados al convertirse sus terrenos, á virtud de las urbanizaciones ejecutadas, de *tierras*, en *solares*.

Para efectuar la urbanización de estos polígonos, deberán sus propietarios presentar al Municipio, en plazo fijado de antemano, los correspondientes planes para su urbanización. Si transcurrido el citado plazo no se hubieren presentado para algunos polígonos, el Municipio hará,

por su cuenta, los proyectos de urbanización de todos aquellos en que los propietarios no hubiesen cumplido el referido requisito, y una vez aprobados, á ellos se ajustarán las alineaciones y rasantes de cuantas construcciones se lleven á cabo en los expresados polígonos.

Todas cuantas vias figuren en los planes de urbanización de los polígonos de referencia, serán consideradas como *particulares,* debiendo cumplirse, por lo que á ellas hace referencia, lo que sabiamente disponen las Ordenanzas municipales de Madrid en sus artículos 817 á 827.

A medida que los propietarios vayan cediendo al Ayuntamiento las vías particulares mencionadas, deberá éste conservarlas y mejorarlas, á tenor de lo que dispone el art. 822 de las citadas Ordenanzas.

Dedúcese de las anteriores ideas que los planes de urbanización de que nos ocupamos deben limitarse, por lo que á los Municipios afecta, al estudio y urbanización de las citadas vías radiales y envolventes, dejando al cuidado de los propietarios, el estudio y urbanización de las que se hallen situadas dentro de los polígonos que aquéllas determinan.

***

Antes de entrar á estudiar las condiciones que deberán tenerse en cuenta, al hacer el estudio de las diferentes vías descritas, *radiales, envolventes* y *particulares,* vamos á dar una ligera idea de lo que entendemos deben ser las urbanizaciones de los alrededores de las grandes urbes, desarrolladas teniendo en cuenta lo manifestado.

Toda vez que, según hemos dicho en el apartado primero de esta Memoria, la salubridad y belleza de las poblaciones depende de modo directo de las buenas condiciones higiénicas y de la hermosura de sus alrededores, precisa, ante todo, que al hacer el estudio para la urbanización de éstos, se trate de que resulten satisfechas, de la mejor manera posible, las referidas condiciones.

El clima, la mayor ó menor abundancia de aguas, las obras de saneamiento del subsuelo, que deberán ir ejecutándose con arreglo á un plan general estudiado también previamente y á medida que las necesidades de la población vayan exigiéndolo, son elementos que influyen en las condiciones higiénicas de las poblaciones; condiciones que dependen, también en parte, de la amplitud y buena orientación de sus vías. El aire y la luz son elementos indispensables para que la vida se desarrolle en buenas condiciones. Calles amplias, de edificios de altura proporcionada á la anchura de las vías en que estén situados y que nunca excedan de su mitad, serán las que resuelvan el problema bajo este aspecto. Pero si tales condiciones, por mucha que sea la conveniencia de tenerlas en cuenta, son, por multitud de causas que sería prolijo enumerar, difíciles, casi

imposib'es de cumplir, cuando se trata de reformas en el interior de las grandes urbes y aun de la urbanización de sus ensanches, resultan, por el contrario, imprescindibles y fáciles de llevar á cabo, cuando de la urbanización de los alrededores de estas ciudades se trata.

En las grandes urbes modernas, tiéndese, generalmente, á que la actividad de los negocios y del movimiento mercantil se efectúen y vivan en zonas relativamente limitadas, mientras que, por el contrario, aspírase á que la vida de familia se desarrolle en amplios espacios.

A poder realizar estas tendencias racionales contribuyen de manera importantísima los modernos medios de locomoción y la amplitud dada á los antiguos; trenes, tranvías, ómnibus, automóviles, bicicletas y motocicletas, transportan empleados, comerciantes, bolsistas, agentes de negocios, obreros, en una palabra, al mundo que trabaja, desde el centro á la periferia y desde ésta á aquél.

Constitúyense, pues, en las enormes urbes modernas uno ó varios núcleos comerciales, según su importancia, situados generalmente en puntos centrales de la población que les afecta. Durante las horas de actividad comercial, son estos núcleos verdaderos hormigueros humanos en que la luz y el aire faltan, pues el fabuloso valor de los terrenos en que se hallan enclavados, hacen que ni un palmo de los mismos se dedique en esos sitios á dar el aire y la luz reclamados por la higiene; siendo frecuente que los preceptos de ésta se olviden, hasta el extremo de que, aun en el centro del día, sea preciso recurrir á la luz artificial para poder trabajar en algunos de esos locales.

Cuando las horas de trabajo cesan, todas esas multitudes se diseminan sobre la periferia de la ciudad, en la que, con mucha más luz y aire, puede desarrollarse su vida y la de sus familias en mejores condiciones higiénicas, y adquirir, al mismo tiempo, nuevas energías para volver, al día siguiente, á emprender sus tareas habituales.

Es necesario, pues, que las urbanizaciones periféricas se proyecten con grandeza, con gran amplitud, para que la carencia de condiciones higiénicas en que durante unas horas se desarrolla la vida de los que al comercio, á los negocios, á todo género de trabajo se dedican, quede, en lo posible, contrarrestada por la pureza del aire en que el resto del día vivan.

El problema de la urbanización de los alrededores de las grandes urbes, en las condiciones de grandeza y amplitud dichas, es, por otra parte, fácil; y si se resuelve bien, procurará al Estado, y, sobre todo, á las ciudades á quienes afecte, riquezas inmensas, favoreciendo también, de manera notable, á los poseedores de parcelas de terreno en los sitios á que alcance.

Para convencerse de la verdad de esta afirmación, basta pensar, que la edificación se desarrolla rápidamente, en los lugares en donde una urbanización racional proporciona fácil acceso y da condiciones higiénicas.

Por otra parte, en general, la suntuosidad ó pobreza de la edificación, guarda relación directa con las buenas ó medianas condiciones en que la urbanización de sus vías se desarrolla.

Conviene, pues, para el desarrollo de la riqueza pública urbana, que se traduce en positivos ingresos para el Tesoro, proporcionales á dicha riqueza, que la urbanización se realice en las mejores condiciones de grandeza y amplitud posibles; en la inteligencia de que, cuantos mayores gastos se hagan para la consecución de tales fines, mayores con exceso habrán de ser los rendimientos que el Estado, la ciudad y los particulares perciban.

Sucede, además, que cuando se proyectan los planes de urbanización, los terrenos á quienes afectan, tienen, en general, escaso valor, y si, como más adelante diremos, el que en dicha época tengan, ha de ser el que sirva para regular el pago de las expropiaciones necesarias, resultarán ventajas inmensas para los Municipios y propietarios, cuando, á virtud de los sacrificios que aquéllos hagan, los solitarios é inhabitados lugares que constituyen, se hallen surcados de anchas y hermosas vías llenas de luz y de alegría; ventajas que serán tanto mayores, para todos, cuanto más amplitud, dentro de límites racionales, se haya dado á sus calles, á sus plazas y á las parcelas que para edificios públicos se hubieren expropiado.

Es de tener en cuenta, por otra parte, que en todas las ciudades españolas la relación entre la superficie reservada para la vía pública, parques y jardines, y la que se destina para la edificación, es pequeñísima, comparada con la que arrojan las grandes urbes europeas, y más pequeña aún con la que ofrecen las nuevas ciudades americanas.

Es, pues, necesario, que dicha relación aumente, si se aspira á mejorar las condiciones higiénicas de las poblaciones; si se desea darlas mayor hermosura; si se quiere, en fin, que la circulación por sus vías se verifique amplia y cómodamente. Para conseguirlo, París, Londres, Chicago, Nueva York y la generalidad de las grandes urbes europeas y americanas, no obstante la gran anchura de la mayor parte de sus calles, plazas y parques, aumentan constantemente el número y amplitud de unas y otros, destinando cuantiosas sumas á tal fin, que si es difícil de conseguir é impone inmensos sacrificios (por las expropiaciones de inmuebles que hay que efectuar y por el elevadísimo precio de los terrenos), cuando se trata de realizar en el interior de las poblaciones; puede llevarse á cabo, con relativa facilidad y economía, cuando de la urba-

nización de los alrededores se trata, porque en ellos, el valor de los terrenos es pequeño, y en general no existen edificaciones ó son de escasa importancia; pudiéndose, pues, sin grandes sacrificios, conseguir, en esta clase de urbanizaciones, no sólo los fines dichos, sino también un gran aumento de las riquezas pública y privada, toda vez que, según hemos manifestado, las condiciones de importancia y suntuosidad en que la edificación se desarrolla, guarda, casi siempre, relación directa con las de la vía en que se halla enclavada.

*
* *

Y no sólo la relación de que venimos ocupándonos, entre la superficie destinada para vía pública y la reservada para la edificación, es pequeña en las ciudades españolas; sino que también, en general, es deficiente la superficie que en éstas corresponde á cada uno de sus habitantes.

En efecto, según los higienistas, como mínimum debe corresponder, á cada uno de los habitantes de una población, una superficie de 45 metros cuadrados. Esto equivale á decir, que dividida su total área, expresada en metros cuadrados, por el número de sus habitantes, el cociente debe arrojar una cifra no inferior á 45.

Pues bien, seguramente en ninguna de las ciudades importantes de España se cumple tal condición.

Madrid, por ejemplo, tenía en 1857 una población de 271.254 almas y una superficie de 778 hectáreas en números redondos. Correspondía, pues, á cada uno de sus habitantes, en dicha fecha, una superficie aproximada de 29 metros cuadrados. El ensanche de dicha población, aprobado por Real decreto de 19 de julio de 1860, aumentó su superficie hasta 2.272 hectáreas, entre otras razones, para conseguir que aun en el supuesto de que el número de sus habitantes se elevara á 450.000, correspondiera á cada uno de ellos, un área de 45 metros cuadrados.

Ahora bien, como quiera que la población de Madrid ha rebasado, con mucho, la cifra de 450.000 almas, resulta que ni aun en dicha capital, á pesar de su ensanche, se cumple esta prescripción higiénica.

Esta deficiencia de superficie de las urbes españolas, es una nueva razón para que las urbanizaciones de sus alrededores se proyecten con gran amplitud, dando la anchura precisa, no sólo á sus vías y plazas, sino destinando también grandes superficies para la construcción de parques y jardines, ó de la vía central de que más adelante nos ocuparemos; vía que, afectando por igual á toda la zona que se va á urbanizar, habrá de producir, en mejores condiciones, los efectos de aquéllos.

Por otra parte, al proyectar los planes de urbanización, es preciso tener en cuenta el crecimiento rapidísimo que experimenta la población

de las grandes urbes; crecimiento que, influyendo, de manera poderosa, en la inmensa actividad comercial é industrial que caracteriza la época moderna, dificulta enormemente la circulación por sus principales vías y plazas, las que, sobre todo en determinadas horas, se encuentran completamente invadidas por multitud de viandantes, que á duras penas pueden abrirse paso, y por infinidad de vehículos de todo género, que, sólo por milagro y venciendo mil dificultades, logran salir sin detrimento, del verdadero caos en que se convierten durante dichas horas (1).

Es esta, otra nueva razón, que habrá de tenerse en cuenta, para dar la amplitud necesaria á las vías que, en los alrededores de las grandes urbes, se construyan.

*
* *

He insistido tanto tratando de demostrar la absoluta necesidad de proyectar toda clase de vías, y en particular las que afecten á los alrededores de las poblaciones, con la anchura que sea preciso, teniendo en cuenta no sólo las necesidades futuras del tránsito, sino también las condiciones higiénicas y estéticas, porque es un mal antiguo de nuestra patria proyectar todos los ensanches tan raquíticos, tan pobres, que aun antes de estar terminados se ve ya que son totalmente deficientes.

Hay que tener en esta clase de cuestiones un espíritu mucho más amplio y previsor, pensando más, y con mayor acierto, en el porvenir.

Si se hubieran tenido en cuenta las ideas expuestas, si se hubiera pensado que las grandes poblaciones duplican, por lo menos, en general, su población, y cuadruplican la intensidad de su actividad comercial en menos de medio siglo; no hubieran sido tenidos, casi por locos, los que, á mi ver, con espíritu estrecho aún, propusieron y llevaron á cabo, no ha sesenta años, el ensanche de la Puerta del Sol de Madrid, cuya superficie es hoy á todas luces deficiente; ni se hubieran proyectado tampoco en su ensanche vías de 15 metros, como las de Lagasca, Claudio Coello y tantas otras, que, ya en la actualidad, semejan inmensos embudos sin luz

(1) Todo cuanto se imagine sobre el crecimiento de las grandes poblaciones, resultará seguramente pequeño.

París, Londres, Berlín, Viena, han tenido, en los últimos cincuenta años, crecimientos por nadie imaginados.

Respecto á Madrid, sólo diré, que el ingeniero Sr. Castro, autor del anteproyecto para el ensanche de esta población, supone en su Memoria (página 70) que nuestra coronada Villa tendría, en 1957, **450.000** almas. Pues bien, no en 1957, en 1907, es decir, medio siglo antes, tenía ya **573.676**.

Puede afirmarse que, si alguna circunstancia extraordinaria no se opone á ello en vez de **450.000** almas, que el Sr. Castro supuso tendría Madrid en 1957, no contará esta Villa, en el referido año, con menos de **1.000.000** de habitantes.

ni ventilación, y que, antes de un siglo, cuando apenas se habrán terminado de edificar todos los solares en ellas enclavados, parecerán á nuestros sucesores lo que hoy á nosotros los inmundos callejones del «Perro», «Tudescos», «Preciados» y tantos y tantos otros como tiene esta Villa, por cuya desaparición, como un insulto que son á la higiene, á la belleza y al decoro de la Corte, clama la prensa entera, el pueblo de Madrid y cuantos por ellos han pasado siquiera una sola vez.

Para evitar los inconvenientes manifestados, ninguna de las vías radiales y de circunvalación, que se construyan en los alrededores de las grandes urbes, deberá, á mi ver, tener menor anchura de 30 metros, debiendo alcanzar hasta 80 y 100 la de circunvalación central, cuya existencia juzgamos indispensable, por lo que á continuación pasamos á exponer.

En efecto, las urbanizaciones á que venimos refiriéndonos, afectan, como hemos dicho, á los espacios comprendidos entre dos polígonos, uno de los cuales envuelve al otro. Estos polígonos son los que sirven de límite á la población y al término municipal.

Tiene, pues, la zona á urbanizar, gran longitud en el sentido de los perímetros de dichos polígonos y muy escasa en sentido normal á éstos.

Por otra parte, en esta clase de urbanizaciones precisa, según hemos manifestado, destinar grandes superficies para la creación de parques y jardines.

Teniendo en cuenta la forma alargada, que, según hemos indicado, presentan las zonas á urbanizar en los alrededores de las grandes poblaciones, no sería práctico la construcción de varios parques ó jardines, pues ó habrían de multiplicarse mucho y hacerles, por consiguiente, pequeños, ó la mayoría de los habitantes de esos lugares no podrían utilizarlos, á no recorrer grandes distancias. La manera de evitar esto, sin perjuicio de construir algún parque si razones determinadas lo exigieran, es, á mi juicio, establecer un paseo central, de gran anchura, que envuelva al polígono formado por el casco de la población, y equidistante en lo posible de éste y del formado por el límite municipal.

Este paseo, que se extenderá á lo largo de toda la zona á urbanizar, aproximadamente por su centro, y en el que se situarán multitud de plazas amplísimas que sirvan para construir en ellas edificios públicos y jardines; no sólo llenará la misión de poner en comunicación directa, por su parte central, todos los núcleos habitados de la zona, y de hacer que exista la necesaria superficie destinada á parques y jardines, sino que, sirviendo como de pulmón de ella, proporcionará á todos sus habitantes solaz, aire, luz y cuantos elementos, por lo que á urbanización hace referencia, son precisos para sentir la alegría de vivir.

La anchura mínima de este paseo, teniendo en cuenta que ha de substituir á los parques y jardines, y que ha de constar de un amplísimo andén, de anchura no inferior á 40 metros, de dos calzadas que pongan en comunicación por su parte central todos los núcleos habitados de los alrededores y de dos aceras, no deberá ser inferior de 80 metros, debiendo alcanzar la de 100 si la faja á organizar tuviera gran anchura, tres ó cuatro kilómetros.

Determinada, por las razones expuestas, la anchura mínima, que, á mi ver, deberán tener el paseo central de circunvalación y las vías radiales y envolventes, vamos á ocuparnos de la que será preciso dar á las calles particulares.

Como el principal objeto de estas calles es hacer una racional distribución de los solares, á fin de dar las suficientes luces y acceso á cuantos edificios se construyan en ellos, y como, por otra parte, su longitud no será grande, pues á lo más tendrán la del polígono en que se hallen enclavadas, no necesitan tener tanta anchura como las radiales y envolventes; pero, á mi entender, no deberá ser ésta inferior á 15 metros, en vez de los 10 que, como mínimum, exigen, para las calles de esta clase que en Madrid se construyan, las Ordenanzas municipales de la villa.

Respecto á las alineaciones de todas las vías descritas, sólo diremos que, en lo posible, deberán ser rectas, viniendo á quedar constituídas las envolventes por una línea poligonal cerrada, formada por varias rectas.

* * *

Ocupémonos ahora de determinar las condiciones que, á ser posible, deben llenar los perfiles longitudinales y transversales de las vías descritas.

Las calles radiales y envolventes deberán trazarse de tal suerte, que la pendiente máxima de su perfil longitudinal no exceda de un 4 por 100, á cuyo fin deberá estudiarse, con todo detenimiento, el relieve del terreno y hacerse, cuando sea preciso, los desmontes y terraplenes necesarios. Sólo en casos excepcionales podrán admitirse pendientes superiores á dicho límite.

En las calles particulares podrán admitirse pendientes hasta de un 6 por 100.

Los perfiles transversales variarán según la anchura de las vías; pero se estudiarán de tal manera, que, en todas ellas, puedan ponerse por lo menos dos filas de árboles.

Si se tratara de llevar á cabo urbanizaciones en climas muy lluvio-

sos y de no elevada temperatura, podría suprimirse en parte el arbolado de las calles.

Al hacer el estudio para el trazado de las vías, deberá también tenerse en cuenta los vientos reinantes, procurando no orientarlas en la dirección de éstos. De todas suertes, para desenfilarlas y para dar mayor hermosura y grandiosidad á la urbanización, conviene trazar en los encuentros de las calles plazas de gran radio, construyendo en su centro jardines ó edificios públicos.

De esta manera, no sólo se conseguirá desenfilarlas del viento y evitar la monotonía que presentan las largas vías que no tienen plazas, sino que con ellas se dará grandeza y hermosura á la urbanización, haciendo además que haya perspectivas, pues cuantos edificios se construyan en las mencionadas plazas, en las condiciones ya dichas, presentarán puntos de vista desde todas las calles afluentes.

*
* *

Las ideas expuestas, han sido aplicadas por el que suscribe, al proyecto que, para la urbanización de los alrededores de Madrid, le encomendó hacer el Excmo. Ayuntamiento de la expresada Villa y Corte.

La forma en que dichas ideas han sido desarrolladas, aparece gráficamente expuesta en el plano que va al final de esta Memoria. En él se han dibujado en color carmín no sólo cuanto se proyecta hacer en el mal llamado extrarradio; sino también las pequeñas modificaciones que, en el plano aprobado del ensanche, se ha juzgado indispensable introducir.

En lámina aparte que, así mismo, va al final de esta Memoria, aparecen también dibujados los perfiles de las calles proyectadas.

III

Medios para poder realizar los planes de urbanización de los alrededores de las grandes urbes.

Para poder llevar á la práctica, en las condiciones indicadas, las urbanizaciones de los alrededores de las grandes urbes, precisa una ley que conste de dos partes esenciales: una, en que se especifique y determine la forma en que deben llevarse á cabo, las expropiaciones de las parcelas necesarias para la ejecución de las vías, plazas, jardines, parques, edificios públicos, etc., etc.; y otra, á virtud de la cual, se dote á los Municipios de los recursos indispensables para la realización de esta clase de obras.

En la primera de estas partes, deberá establecerse, que todos cuantos terrenos aparezcan en los planos que acompañen al plan de urbanización como necesarios para vías, parques, jardines, edificios públicos, etc., etc., se considerarán desde el día de la promulgación de la ley como ocupados legalmente.

Para proceder á la ocupación material de los mismos, bastará citar, con seis meses de antelación, á los propietarios de los que vayan á ser ocupados, notificándoles de tal hecho y de la liquidación que para el pago de los mismos habrá de haberse realizado previamente. Si los propietarios se hallaren conformes con ésta, se procederá á su debido tiempo, previo pago del precio estipulado, al otorgamiento de la correspondiente escritura de venta á favor del Ayuntamiento, el Estado ó la Diputación, según el servicio á que se destine la parcela ó parcelas de que se trate. Si, por el contrario, el propietario no estuviera conforme, deberá presentar las documentos en que funde su disconformidad, para que, una vez examinados, pueda resolverse como se estime justo. Caso de no conformarse el propietario con tal resolución, si ésta no fuere firme, podrá alzarse de ella ante la superioridad y ejercitar cuantos derechos le concedan las leyes para que el justiprecio sea rectificado; pero sin tener derecho á oponerse á la ocupación material de los terrenos objeto de la discusión.

Para practicar estas liquidaciones, deberá disponer dicha ley, que sirva de base el amillaramiento, y, en su defecto, el promedio del líquido imponible correspondiente á cada finca, durante el quinquenio anterior al año en que se promulgue la ley.

Claro es que á la partida que arrojara la liquidación con tal base

practicada, deberá añadírsele otra en concepto de afección, partida que habrá de ser nula cuando la parte expropiada de la parcela no llegue, por ejemplo, á su cuarta parte (pues hartas ventajas obtendrá en este caso el propietario con los trabajos que á costa del Municipio vayan á llevarse á cabo), y que deberá crecer desde que dicha parte sea $^1/_3$, por ejemplo, hasta que la expropiación afecte de tal suerte á la parcela, que no quede en ella solar edificable, en cuyo caso la partida de afección deberá ser un máximo, ó bien, para este exclusivo caso, podría ordenar la ley que para el justiprecio se siguieran los procedimientos marcados en la general de expropiación.

Al comparar lo anteriormente expuesto, con lo establecido, con carácter general, para toda obra de utilidad pública, podría objetarse que, al llevar á cabo las expropiaciones en la forma dicha, se atacaban los sagrados derechos de propiedad; y aunque esto sería muy discutible, pues el Estado podría objetar que él no hacía más que tratar á los propietarios como éstos le habían tratado á él, valorando según sus propias declaraciones; en el caso presente, en modo alguno, cabe tal objeción, pues las obras de urbanización, á diferencia de otras, como son las de carreteras, ferrocarriles, etc., convierten las *tierras de pan llevar, en solares,* haciendo que centupliquen su valor, mientras que el paso de un ferrocarril, de una carretera, etc., no altera en general el valor de las tierras, que continúan en análogas condiciones á las que estaban antes de la ejecución de dichas obras.

Teniendo en cuenta lo dicho, los sagrados derechos de la propiedad y los no menos sagrados de la utilidad pública, y ante el temor á las *impurezas de la realidad,* hemos propuesto se abone al propietario un tanto por afección, tanto mayor, cuanto la parte expropiada sea más importante con relación á la superficie total de la parcela; y hemos llegado á proponer la tasación ordinaria, la que se efectúa para todas las obras de utilidad pública, en el caso de que lo expropiado fuera la totalidad de ésta y el propietario no se hallara conforme con la liquidación practicada (1).

A mi ver, quedan de esta suerte, á cubierto y completamente garan-

(1) Si se juzgara que la aprobación de una ley fundada en tales principios había de ser difícil de obtener, podría tratarse de lograr otra, cuya síntesis fuera lo siguiente:

«La urbanización de la zona del término municipal de esta Corte, comprendida entre los límites del ensanche y los de dicho término municipal, se llevará á cabo con arreglo al proyecto aprobado por Real decreto de...; y se regirá por la ley de Ensanche de 1892 y su reglamento, constituyendo la *cuarta zona* del mencionado ensanche.»

Como complemento, ó con antelación de dicha ley, debieran dictarse otras dispo-

tidos los derechos de los propietarios, que justo es perciban parte de los beneficios que lleva aparejada la urbanización; y quedan también á salvo las necesidades del bien público, pudiendo llevarse á cabo reformas, que, si no se parte de tal base de distribución equitativa de beneficios, no se realizan ó realizan mal, esterilizándose todo noble esfuerzo, á causa de los egoismos de unos ú otros, al querer acaparar para sí los inmensos aumentos de riqueza que lleva aparejada toda urbanización bien meditada.

La otra parte de la ley, sería la creadora de los recursos precisos para la realización de las obras de urbanización, y para el pago de los terrenos expropiados.

Estos recursos, de manera análoga á los consignados en la ley ya promulgada para los ensanches de Madrid y Barcelona, podrían consistir en dejar durante un número de años, á favor de los Municipios que tales obras vayan á realizar, *y sólo para este fin*, el importe de las contribuciones, que, con un recargo determinado, pagasen cuantos edificios se construyeran ó se hubieren construído en estas zonas, y el del pago asimismo, al Municipio correspondiente, de una pequeña cantidad, por metro cuadrado, de todo *terreno en ellas* enclavado.

Con lo dicho, creo haber dado algunas ligerísimas ideas sobre el problema de las urbanizaciones de los alrededores de las grandes urbes, problema importantísimo para éstas, y no menos importante para el Estado y para los propietarios de terrenos donde vayan á llevarse á cabo, pues unos y otros pueden obtener de dichas urbanizaciones, bienes sin cuento.

Las urbes lograrán, en primer término, disponer de la superficie necesaria, para que, con toda amplitud, pueda desarrollarse su caserío; conseguirán asimismo dar belleza y salubridad á sus alrededores; belleza y salubridad que contribuirán á dar iguales condiciones á su interior, obteniendo por otra parte pingües ganancias con el aumento que necesariamente ha de tener el valor de los terrenos que se hayan expropiado para vía pública, edificios, etc.

El Estado, al cabo de algunos años, percibirá por concepto de contribución, sobre la riqueza urbana, crecidas sumas, en vez de las exiguas que años antes percibiera por las fincas rústicas.

---

siciones, rectificando, si fuera preciso, los límites del término municipal, con objeto de regularizar éste; y ordenando que la parte de todas las vías, tanto del Estado como de la provincia, que afectaran á la zona á urbanizar, fueran en adelante conservadas y reformadas por cuenta del Excmo. Ayuntamiento; teniendo éste sobre ellas iguales atribuciones y derechos que los que tiene en la actualidad, para las referidas vías, en las partes de éstas que se hallan enclavadas en el ensanche.

Los propietarios, en fin, habrán podido vender como solares sus antiguas tierras de pan llevar, obteniendo crecidos beneficios.

Y el bienestar de pobres y ricos: de los que obtuvieron trabajo durante las obras; de los que pudieron edificar una vivienda en condiciones que les hubiera sido imposible adquirir en el interior; de los hacendados, á quienes se dió posibilidad de construir suntuosos palacios rodeados de extensos jardines ó lindos parques, que no hubieran podido tener cabida en el casco de la población; de los que construyeran amplios talleres y fábricas, en que millares de obreros encuentren trabajo; contribuirá á la riqueza y bienestar públicos.

Es necesario que todos los hombres de buena voluntad que en esta clase de asuntos intervengan, lo hagan con espíritu amplio, con miras altruistas, si se quiere que obras de tal importancia sean ejecutadas en las debidas condiciones.

Precisa, asimismo, que los propietarios contengan sus pretensiones en límites que permitan realizar las obras, pues su no realización les hará ser las primeras víctimas de sus propios egoísmos, ahogando fecundas é inmensas fuentes de riqueza y bienestar públicos.

No terminaré sin manifestar que las pobres y mal expresadas ideas aquí expuestas, son fruto exclusivo de observaciones hechas en el desempeño de mi cargo de Ingeniero Director de Vías públicas, Fontanería y Alcantarillas y servicios eléctricos del Ayuntamiento de esta Corte; y por satisfecho me daré, si, con su exposición, logro despertar alguna afición al estudio de la ciencia de la urbanización, ciencia poco conocida, y acerca de la cual, sobre todo en el punto concreto de que nos hemos ocupado, nada escrito ha podido encontrar el que suscribe.

Relaciones mensuales de la Asociación Filantrópica,

Novedades ocurridas en el personal, etc., etc.,

correspondientes al año de 1909.

CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

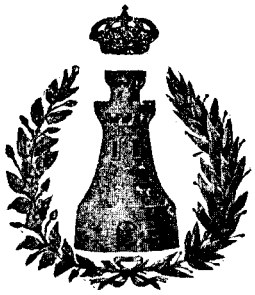
RELACIONES MENSUALES

de la

ASOCIACION FILANTRÓPICA

Novedades ocurridas en el personal, etc., etc.,

correspondientes al año de 1909.



MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»
1909

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de diciembre de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de noviembre.	53.146,07

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	70,75
Por el 2.° id. id.	99,70
Por el 3.er id. id.	99,50
Por el 4.° id. id.	177,50
Por el 5.° id. id.	101,50
Por el 6.° id. id.	76,00
Por el 7.° id. id.	81,25
Por el Regim. de Pontoneros..	82,90
Por el Bon. de Ferrocarriles..	66,70
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	152,30
En Madrid.....	987,25
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	127,35
Por la id. de la 3.ª id.	69,05
Por la id. de la 4.ª id.	96,85
Por la id. de la 5.ª id.	87,90
Por la id. de la 6.ª id.	174,10
Por la id. de la 7.ª id.	64,15
Por la id. de la 8.ª id.	51,05
Por la id. de Ceuta.....	28,45
Por la id. de Melilla.....	25,45
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,30
Por la id. de Menorca.....	36,05
Por la id. de Tenerife.....	52,15
Por la id. de Gran Canaria.	»
Suma el cargo.....	56.035,32

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, capitán D. José Torras Nogués.....	3.000,00
Pagado á la imprenta del Memorial del Cuerpo por una factura de impresos.....	18,75
Suma y sigue.....	3.018,75

	Pesetas
Suma anterior.....	3.018,75
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.128,75

Resumen.

Importa el cargo.....	56.035,32
Idem la data.....	3.128,75
Existencia en el día de la fecha	52.906,57

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.081,57
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	52.906,57

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 30 de noviembre..	668
Bajas.	
D. José Torras Nogués, por fallecimiento.....	2
D. Rafael Fernández López, á voluntad propia.....	
Quedan en el día de la fecha..	666

Madrid, 31 de diciembre de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Retiros.
C.l	Sr. D. Antonio Peláez Campomanes y Fernández de Madrid, por haber cumplido la edad reglamentaria, fijando su residencia en Málaga.—R. O. 16 diciembre.—*D. O.* número 283.
	Cruces.
C.n	D. Julio Berico Arroyo, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo con la antigüedad de 24 de noviembre de 1903.—R. O. 12 diciembre.—*D. O.* núm. 281.
C.n	D. Vicente Morera de la Vall y Rodón, íd. íd. con la antigüedad de 31 de agosto de 1908.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Alvarez Espejo y González Castejón, íd. íd. con la antigüedad de 19 de mayo de 1907.—R. O. 30 diciembre.—*D. O.* núm. 1.
C.n	D. Manuel Pérez Roldán, íd. íd. con la antigüedad de 29 de agosto de 1908.—Id.—Id.
	Recompensas.
C.l	Sr. D. Félix Arteta Jáuregui, se le concede la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta el ascenso al inmediato, por el *Anteproyecto del plan normal para la instrucción técnica de las compañías de Zapadores.*—R. O. 29 diciembre.—*D. O.* núm. 293.
C.n	D. Ernesto Villar y Peralta, se le concede la cruz de 1.ª clase, con íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Seco y de la Garza, íd. íd., con íd. íd. por las obras tituladas *Nomogramas del Ingeniero* é *Ideas sobre el fundamento y aplicaciones de la Nomografía.*—Id.—Id.
C.e	D. Juan Gálvez Delgado, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por la redacción del *Proyecto de ferrocarril de Madrid á Alcorcón, pasando por el Campamento de Carabanchel.*—R. O. 30 diciembre.—*D. O.* núm. 3.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Ricardo Goytre y Bejarano, se le concede la gratificación de Industria Militar de 1.500 pesetas anuales á partir de 1.º de enero, con arreglo á lo dispuesto en la Real orden de 21 de mayo de 1906.—R. O. 18 diciembre.—*D. O.* núm. 285.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Manuel Luxán y García, de excedente en la 1.ª Región, á la Comandancia Principal de la 8.ª Región.—R. O. 7 diciembre.—*D. O.* núm. 276.
C.l	Sr. D. Fernando Recacho y Arguimbau, de la Comandancia de San Sebastián, á la de Cartagena.—R. O. 22 diciembre.—*D. O.* núm. 288.
T. C.	D. Luis Durango y Carrera, de la Comandancia de Zaragoza, al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Rogelio Ruiz Capilla y Rodríguez, del 6.º Regimiento Mixto, al 3.er Depósito de Reserva.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Aguirre y Sánchez, del 5.º Regimiento Mixto, á la Comandancia de Mallorca, con residencia en Ibiza.—Id.—Id.
C.n	D. Martín Acha y Lascaray, de la Comandancia de San Sebastián, al 5.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Silverio Cañadas y Valdés, del 8.º Depósito de Reserva, á la Comandancie de San Se-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	bastián.—R. O. 22 diciembre. —*D. O.* núm. 288.
C.ª	D. Diego Fernández Herce, en situación de reemplazo en la 8.ª Región, al 8.º Depósito de Reserva.—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.ª	Sr. D. José Saavedra y Lugilde, excedente en la 1.ª Región, pasa á situación de reemplazo con residencia en la misma Región, por el término de un año como plazo mínimo. — R. O. 4 diciembre.—*D. O.* número 274.
T. C.	D. Dionisio Delgado y Domínguez, pasa á situación de reemplazo con residencia en la 1.ª Región, por el término de un año como plazo mínimo.— R. O. 12 diciembre.—*D. O.* núm. 280.
C.ª	D. Ruperto Vesga y Zamora, queda en situación de reemplazo con residencia en la 1.ª Región, por el término de un año como plazo mínimo.— R. O. 28 diciembre.—*D. O.* núm. 291.
C.ª	D. Juan Vilarrasa Fournier, queda en situación de reemplazo, con residencia en la 4.ª Región.—Orden del Capitán General de la misma de 11 de diciembre de 1908.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Comisiones.
C.ª	D. Miguel Cardona y Juliá, la de estudio en comisión mixta del ferrocarril estratégico de Algeciras á Tarifa.—R. O. 27 noviembre 1908.
C.ª	D. Ricardo Echevarría Ochoa, íd. íd. íd. de la continuación hasta Santany del ferrocarril de Palma á Lluchmayor (Baleares).—R. O. 4 de diciembre de 1908.
	Licencias.
1.er T.e	D. Florencio Achalandabaso y Barrera, la de dos meses, por enfermo, para Bilbao.—Orden del Capitán General de Canarias.
1.er T.e	D. Emilio Ostos Martínez, ídem ídem para Ecija y Sevilla.— Orden del Capitán General de la 2.ª Región.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Luis Almela y Estrada, se le concede licencia para contraerlo con D.ª María de la Encarnación Chompín y Antolí.—R. O. 18 diciembre.— *D. O.* núm. 285.
C.ª	D. Silverio Cañada y Valdés, íd. íd. con D.ª María de los Dolores Abela y de los Riscos.—R. O. 26 diciembre.— *D. O.* núm. 291.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.º semestre de 1908, verificado el día 15 de enero de 1909.*

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS

N.º	NOMBRE DEL LOTE.	Valor.	Acción agraciada.	DEPENDENCIA Ó NOMBRE DEL SOCIO.
1	Gemelos prismáticos Busch.	213,75	172	D. Manuel Hernández.
2	Estuche de dibujo, suizo....	152,00	61	D. Juan Ramón Seña.
3	Gemelos prismáticos.....	118,75	1	D. Ignacio de Castro.
4	Brújula inglesa, Barker.....	109,25	152	D. Luis Dávila.
5	Gemelos Stadia.....	99,75	149	D. Enrique Mathé.
6	Estuche de dibujo, suizo....	99,75	125	D. Roger Espin Alfonso.
7	Planímetro Coradi.....	95,00	101	D. Mario de la Escosura.
8	Estuche de dibujo precisión.	85,50	57	D. Julio Trifón Segoviano.
9	Reloj Barómetro.....	85,50	49	D. José Acosta Tovar.
10	Brújula Bournier.....	57,00	83	Comand.ª general 7.ª Región.
	Total.....	1.116,25		

Madrid, 16 de enero de 1909.—El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.= V.º B.º—El coronel director, URZÁIZ.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.º semestre de 1908.*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior.....	21,20
Importe de 188 acciones del semestre, menos los números 76, 112, 135, 146 y 177 que se hallan vacantes, á 6 pesetas una.....	1.098,00
Suma.....	1.119,20
Importe de los lotes sorteados en el 2.º semestre.....	1.116,25
Suma.....	1.116,25

Resumen.

	Pesetas.
Suma el Cargo.....	1.119,20
Idem la Data.....	1.116,25
Queda disponible para el semestre siguiente.....	2,95

Madrid, 16 de enero de 1909.=El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.= V.º B.º—El coronel director, URZÁIZ.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

ACTA *de la sesión celebrada por la Junta general ordinaria el día 21 de enero de 1909.*

PRESIDENTE

Excmo. Sr. General, D. JOSÉ MARVÁ Y MAYER.

VOCALES

Coronel, D. ANTONIO VIDAL Y RÚA.

Otro, D. FRANCISCO JAVIER DE MANZANOS Y RODRÍGUEZ BROCHERO.

SECRETARIO

Coronel, D. ENRIQUE CARPIO VIDAURRE.

TESORERO

Teniente Coronel, D. GUILLERMO DE AUBAREDE Y KIERULF.

EN Madrid, á 21 de enero de 1909, previa convocatoria publicada al efecto en el MEMORIAL DE INGENIEROS correspondiente al mes de diciembre próximo pasado y aviso dirigido á los señores socios residentes en dicha plaza, se reunió la Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército en Junta general ordinaria, en el despacho que, en el Ministerio de la Guerra, y como Jefe de la Sección del Cuerpo en el mismo, ocupa el Excmo. Sr. General D José Marvá y Mayer, bajo su presidencia, y asistiendo, además, los señores que forman parte de la Junta directiva, expresados al margen.

Siendo las cuatro de la tarde, hora anunciada en el aviso, el Sr. Presidente declaró abierta la sesión, dándose lectura, acto seguido, de la convocatoria, que dice así:

«Con arreglo á lo dispuesto en el art. 19 del Reglamento de esta Asociación, y para los efectos que el mismo artículo determina, se celebrará Junta general ordinaria, en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, el día 7 de enero próximo, á las cinco de la tarde.—Madrid 1.º de diciembre de 1908.—El General, Presidente, JOSÉ MARVÁ.»

Después de manifestar el Sr. Presidente las causas que habían obligado á diferir la celebración de la Junta, de la fecha y hora anunciadas en la convocatoria á las en que tiene lugar, fundamentos que los reunidos aprecian y aprueban, se leyó el acta de la sesión anterior, celebrada el 4 de enero de 1908, que fué aprobada por unanimidad.

A continuación fueron leídas las cuentas generales de ingresos y gastos correspondientes al año último de 1908, las cuales arrojan el siguiente resultado:

Cargo.	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de diciembre de 1907	63.251,67
Importe de las cuotas recaudadas durante el año de 1908	31.033,50
Intereses devengados por el capital invertido en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales) y por el impuesto en la Caja de Ahorros de Madrid	2.057,55
Donativo hecho por D. Lorenzo Escanciano, Agente colegiado de Bolsa, que intervino en la compra de los expresados títulos	25,40
Suma	96.368,12

Data.		
Importe de 14 cuotas funerarias satisfechas á las familias de igual número de socios fallecidos	42.000,00	
Pagado por derechos de agencia y póliza, con motivo de la compra de títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales) al cambio de 101,65	57,80	
Gastos de administración	1.403,75	
Suma	43.461,55	43.461,55
quedando, por consiguiente, en 31 de diciembre último, una existencia de		52.906,57

distribuídas en esta forma:

En títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales), por su valor en compra	50.825,00
En el Banco de España, en cuenta corriente	2.081,57
TOTAL	52.906,57

Como aclaración á los comprobantes de estas cuentas, puestos á disposición de los señores socios, manifestó el Sr. Tesorero, con la venia de la Presidencia, que, cumpliendo lo acordado por la Junta general en su reunión del 4 de enero de 1908, había dispuesto el Sr. Presidente que se retiraran de la Caja de Ahorros de Madrid 23.607,27 pesetas (21.400 del capital y 2.207,27 de los intereses acumulados hasta el 31 de diciembre de 1907), para invertirlas, tomando lo necesario de la existencia en cuenta corriente en el Banco de España, en la adquisición de títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por la suma de 50.000 pesetas nominales; que todas estas operaciones fueron realizadas el 25 de enero, invirtiéndose en la compra, al cambio de 101,65, las 50.825 pesetas que figuran en el balance general, habiendo quedado entregados, en la misma fecha, los referidos títulos en el Banco de España, en concepto de depósito intransmisible, según resguardo núm. 49.279; que de las 50,80 pesetas que por sus honorarios correspondieron al Agente colegiado de Bolsa que intervino en la citada compra, D. Lorenzo Escanciano, antiguo Alumno de la Academia del Cuerpo, había donado dicho señor á la Sociedad 25,40 pesetas, hecho por el cual el Sr. Presidente, interpretando el común sentir de la misma, le dió las gracias en atento oficio; y finalmente, que las 3.600 pesetas de capital, que quedaban en la Caja de Ahorros de Madrid, fueron retiradas de ella, para atender á los fines de la Asociación, el 26 de junio, con 57,55 pesetas más por los intereses vencidos hasta dicha fecha.

La Junta general aprobó, por unanimidad, la gestión de la Directiva, acordando un voto de gracias á los señores que la componen, por el acierto con que han cumplido sus acuerdos y por el celo é interés que demuestran en la administración de la Sociedad.

Dada cuenta del movimiento de socios habido en el año de 1908, resulta que:

Existían en 1.º de enero		663
ALTAS		
Tenientes procedentes de la Academia del Cuerpo		19
SUMA		682
BAJAS		
Por fallecimiento	14	
A voluntad propia	1	16
Por falta de pago	1	
quedando en 31 de diciembre		666

El Sr. Presidente dió cuenta á la Junta general de que existía un socio cuyas cuotas han abonado en Madrid, sin interrupción, sus familiares hasta el mes de septiembre último, habiendo éstos manifestado, al serles presentado al cobro el recibo de octubre, que deseaban que aquél fuera dado de baja en la Asociación; y que aun cuando el Reglamento es terminante en este punto, imponiendo directamente á los socios el deber de cumplir sus preceptos, sin que á la Directiva ni á la Presidencia corresponda otra cosa que hacer aplicación de ellos en el caso de morosidad en el pago, se habían practicado gestiones para averiguar el paradero del interesado (por no pertenecer ya éste al Cuerpo), sin haber podido conseguirlo, por lo que entendía que, transcurridos los seis meses que como máximum autoriza el Reglamento para

estar en descubierto del pago de cuotas, procedía darlo de baja en la Sociedad, con pérdida de todos sus derechos, una vez cumplido el indicado plazo. La Junta aprobó, por unanimidad, esta decisión, por hallarse ajustada al espíritu y letra del expresado Reglamento.

A propuesta del Sr. Presidente se acordó que, á partir de ahora, se publiquen en el MEMORIAL del Cuerpo los balances generales anuales, con el fin de que los señores socios puedan examinar con mayor facilidad el estado de fondos de la Sociedad, comprobándolos con los que mensualmente se publican.

Y no habiendo más asuntos de que tratar, el Sr. Presidente levantó la sesión á las cinco de la tarde.—El Coronel, Secretario, *Enrique Carpio.*—El Teniente Coronel, Tesorero, *Guillermo de Aubarede.*—El Coronel, Vocal, *Javier de Manzanos.*—El Coronel, Vocal, *Antonio Vidal.*—V.º B.º—El General, Presidente, *José Marvá.*

BALANCE general de fondos correspondiente al año de 1908.

DEBE

		Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de diciembre de 1908		63.251,67
Abonado durante el año:		
Por el 1.er Regimiento mixto	964,40	
Por el 2.º íd. íd.	1.133,70	
Por el 3.er íd. íd.	1.247,60	
Por el 4.º íd. íd.	1.022,45	
Por el 5.º íd. íd.	1.162,35	
Por el 6.º íd. íd.	784,90	
Por el 7.º íd. íd.	1.013,10	
Por el Regimiento de Pontoneros	1.005,80	
Por el Batallón de Ferrocarriles	761,45	
Por la Brigada Topográfica	248,60	
Por la Academia del Cuerpo	1.780,90	
En Madrid	9.167,50	
Por la Delegación de la 2.ª Región	1.607,95	
Por la íd. de la 3.ª íd.	1.108,75	
Por la íd. de la 4.ª íd.	1.217,50	
Por la íd. de la 5.ª íd.	1.109,65	
Por la íd. de la 6.ª íd.	1.058,70	
Por la íd. de la 7.ª íd.	826,85	
Por la íd. de la 8.ª íd.	568,80	
Por la íd. de Ceuta	366,30	
Por la íd. de Melilla	242,50	
Por la Comandancia de Mallorca	719,35	
Por la íd. de Menorca	426,25	
Por la íd. de Tenerife	575,05	
Por la íd. de Gran Canaria	513,10	
		31.033,50
Donativo hecho por D. Lorenzo Escanciano, del importe de la mitad de los derechos que le correspondieron como Agente de Bolsa interventor en la compra de las 50.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, al cambio de 101,65, adquiridas el día 25 de enero		25,40
Intereses del capital impuesto en la Caja de Ahorros de Madrid	57,55	
Intereses cobrados con cargo á los cupones de los títulos de las 50.000 pesetas nominales antes citadas, á 500 pesetas trimestre	2.000,00	2.057,55
TOTAL		96.368,12

HABER

Pagado por las cuotas funerarias de los señores socios que han fallecido durante el año y que á continuación se expresan:		
Excmo. Sr. D. Carlos Reyes Rich	3.000,00	
Excmo. Sr. D. Federico Alameda Liancourt	3.000,00	
Excmo. Sr. D. Antonio Roji Dinarés	3.000,00	
D. José Benito Ortega	3.000,00	
D. Rafael Rávena Clavero	3.000,00	
D. Luis Sánchez de la Campa Tasquer	3.000,00	
D. Julián Piña López	3.000,00	
D. Julio Lafuente Herrera	3.000,00	
D. Esteban Collantes de la Riva	3.000,00	
Excmo. Sr. D. Julián Chacel García	3.000,00	
D. Luis Baquera Ruiz	3.000,00	
D. Emilio de la Viña Fourdinier	3.000,00	
D. José Casamitjana Cubero	3.000,00	
D. José Torras Nogués	3.000,00	
		42.000,00
Pagado por derechos de agencia y póliza, en la compra de 50.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, al cambio de 101,65		57,80
Pagado á la imprenta del MEMORIAL del Cuerpo, por dos facturas de impresos		83,75
Nóminas de gratificaciones del escribiente y del cobrador, á 100 y 10 pesetas mensuales, respectivamente		1.320,00
Suma		43.461,55
Existencia para el año de 1909		52.906,57
TOTAL		96.368,12

Detalle de la existencia.

	Pesetas.
En títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por su valor en compra	50.825,00
En el Banco de España, en cuenta corriente	2.081,57
IGUAL	52.906,57

Madrid 31 de diciembre de 1908.—El Teniente Coronel, Tesorero, *Guillermo de Aubarede*.—Intervine: El Coronel, Contador, *Javier de Manzanos*.—V.º B.º—El General, Presidente, *Marvá*.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de enero de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de diciembre.	52.906,57

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	84,55
Por el 2.° id. id.	96,80
Por el 3.er id. id.	99,50
Por el 4.° id. id.	87,60
Por el 5.° id. id.	102,00
Por el 6.° id. id.	62,40
Por el 7.° id. id.	80,25
Por el Regim. de Pontoneros..	83,50
Por el Bon. de Ferrocarriles..	66,70
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	153,60
En Madrid.....	599,20
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	135,15
Por la id. de la 3.ª id.	96,85
Por la id. de la 4.ª id.	96,85
Por la id. de la 5.ª id.	83,40
Por la id. de la 6.ª id.	»
Por la id. de la 7.ª id.	74,20
Por la id. de la 8.ª id.	44,60
Por la id. de Ceuta.....	28,45
Por la id. de Melilla.....	25,45
Por la Com.ª de Mallorca.....	57,20
Por la id. de Menorca.....	36,05
Por la id. de Tenerife.....	52,10
Por la id. de Gran Canaria.	»
Suma el cargo.....	55.174,02

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, comandante D. Juan Portalatín García.....	3.000,00
Suma y sigue.....	3.000,00

	Pesetas
Suma anterior.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	55.174,02
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	52.064,02

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España, en cuenta corriente.....	1.239,02
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	52.064,02

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de diciembre..	666
Bajas.	
D. Juan Portalatín García, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	665

Madrid, 31 de enero de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

Sociedad Benéfica de Empleados Subalternos de Ingenieros.

Año 1908.

CUENTA *que rinde el Tesorero que suscribe, del movimiento de fondos y socios, habidos durante el tiempo expresado. (Art. 14 del Reglamento.)*

Cargo.	Pesetas.	Cts.
Existencia de fondos en Caja en fin de diciembre de 1907	3.493	00
Recaudado durante el año por cuotas corrientes	7.364	00
Suma el cargo	10.857	00

Data.

Abonado por cuota funeraria de D. Anacleto Pérez Labrandero	1.000	00
Idem de D. Francisco Lasso de la Vega	1.000	00
Por el importe de cuatro cuotas trimestrales que no han podido hacerse efectivas, correspondientes al año 1907 y á socios que figuraban en la relación que, de cuotas pendientes de cobro, entregó el Tesorero anterior	42	00
Gastos de Tesereria	100	00
Suma la data	2.142	00

RESUMEN

Importa el cargo	10.857	00
Idem la data	2.142	00
EXISTENCIA EN CAJA	8.715	00

MOVIMIENTO DE SOCIOS

ALTAS	BAJAS	
		A petición propia.
		D. Hilario Ruiz.
	Por no abonar sus cuotas.	» Teodoro Pascual.
D. Manuel Salinas.		» Manuel Arroyo.
» Ruperto Jurado.	D. José Martínez.	
» Angel Alvarez.	» Juan de Dios Ocón.	Fallecidos.
» José Pascual.	» Arcadio Lucuig.	» Anacleto Pérez.
		» Francisco Lasso.

Número de socios en 31 de diciembre de 1907	178
Altas	4
Suma	182
Bajas	8
EXISTENCIA EN 31 DE DICIEMBRE DE 1908.	174

Junta Directiva de la Sociedad para el año 1909.

Presidente ... D. Pascual Fernández Aceytuno, Teniente coronel.
Vocales ..... D. Basilio Burgaz y Díez, Oficial celador de 2.ª
D. Marcelino Sagaseta, Maestro de taller.
Tesorero ..... D. Antonio Conejero, Celador del Material.
Suplente ..... D. Francisco Utrilla, Oficial Celador de 2.ª

Madrid 31 de diciembre de 1908.—El Tesorero, BASILIO BURGAZ.—B.º V.º—El Presidente, CARPIO.

NOTA El Secretario-Tesorero, á quien deben remitirse las cuotas, incluso las incidencias del 4.º trimestre de este año, presta sus servicios en el Museo de Ingenieros.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ENERO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Bajas.

C.ⁿ D. José Torras y Nogués, falleció el 11 diciembre de 1908.

C.ᵉ D. Juan Portalatín y García, falleció el 23 de diciembre de 1908.

C.ˡ Sr. D. Ricardo Seco y Bittini, se le concede el retiro para esta corte, por haber cumplido la edad reglamentaria.—R. O. 19 enero.—*D. O.* núm. 15.

C.ˡ Sr. D. Manuel Miquel é Irizar, falleció el 26 de enero de 1909.

T. C. D. Juan Fernández Shaw, se le concede el retiro para Valencia.—R. O. 30 enero.—*D. O.* número 24.

Ascensos.

A Coroneles.

T. C. D. Carlos de las Heras y Crespo.—R. O. 4 enero.—*D. O.* núm. 3.

T. C. D. Enrique Carpio y Vidaurre.—Id.—Id.

A Teniente coronel.

C.ᵉ D. Luis Monravá y Cortadellas.—Id.—Id.

A Comandantes.

C.ⁿ D. Francisco Cañizares y Moyano.—Id.—Id.

C.ⁿ D. Rafael Cervela y Malvar.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.ᵉʳ T.ᵉ D. Ramón Ríos y Balaguer.—Id.—Id.

1.ᵉʳ T.ᵉ D. Emilio Baquera y Ruiz.—Id.—Id.

1.ᵉʳ T.ᵉ D. José de Martos y Roca.—Id.—Id.

Cruces.

C.ⁿ D. José Alen Solá, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 2 de febrero de 1908.—R. O. 27 enero.—*D. O.* núm. 22.

C.ⁿ D. Mariano de la Figuera y Lezcano, id. id., con la antigüedad de 31 de agosto de 1908.—R. O. 27 enero.-*D. O.* núm. 22.

Recompensas.

C.ⁿ D. José Sans Forcada, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por la *Memoria* de la Escuela Práctica efectuada en el año de 1906 por la compañía de Telégrafos del 1.ᵉʳ Regimiento Mixto de Ingenieros.—R. O. 8 enero.—*D. O.* núm. 8.

C.ⁿ D. Carlos Barutell y Power, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por los servicios prestados en el Museo y Biblioteca del Cuerpo.—R. O. 16 enero.—*D. O.* núm. 14.

C.ⁿ D. Román Ingunza y Lima, id. id., por id. id.—Id.—Id.

Destinos.

C.ᵉ D. José Briz y López, del 5.º Regimiento Mixto, al 2.º.—Id.—R. O. 5 enero.—*D. O.* núm. 4.

C.ᵉ D. Francisco de Lara y Alonso, de la Comandancia de Madrid, al 2.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.

C.ⁿ D. Emilio Herrera y Linares, de las tropas del servicio aerostático, en plaza de categoría inferior, á las mismas en su categoría.—Id.—Id.

C.ⁿ D. José Berenguer y Cajigas, del batallón de Ferrocarriles, en plaza de categoría inferior, al mismo batallón en su categoría.—Id.—Id.

C.ⁿ D. Pedro Sopranis y Arriola, del 1.ᵉʳ Regimiento Mixto, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.

1.ᵉʳ T.ᵉ D. Gerardo Lassalle y Boluda, del 1.ᵉʳ Regimiento Mixto, á la sección ciclista afecta al Es-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	tado Mayor Central.—R. O. 5 enero.—*D. O.* núm. 4.
C.ⁿ	D. Cesar de Cañedo-Argüelles y Quintana, cesa como ayudante de campo del General de División D. Eduardo de Cañedo-Argüelles y Meabe.—R. O. 13 enero.—*D. O.* núm. 11.
C.ⁿ	D. Cesar de Cañedo-Argüelles y Quintana, se le nombra ayudante de campo del General de División D. Francisco Cirujeda y Cirujeda.—R. O. 15 enero.—*D. O.* núm. 12.
C.ⁿ	D. Ricardo Martínez Unciti, de la Comandancia de Ciudad Rodrigo, al Ministerio de la Guerra.—R. O. 27 enero.—*D. O.* núm. 21.
C.ⁱ	Sr. D. Carlos de las Heras y Crespo, ascendido, supernumerario en la 1.ª Región, continúa en la misma situación. —Id.—Id.
C.ⁱ	Sr. D. Enrique Carpio y Vidaurre, ascendido, de la Comandancia de Madrid á la de San Sebastián.—Id.—Id.
T. C.	D. Luis Monravá y Cortadellas, ascendido, del 4.º Regimiento Mixto, á la Comandancia de Zaragoza.—Id.—Id.
T. C.	D. Luis Martínez Méndez, de la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción é Industria militar, á la Comandancia de Madrid.—Id.—Id.
T. C.	D. Joaquín Gisbert y Antequera, excedente en la 1.ª Región, á la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción é Industria militar.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Rafael Cervela y Malvar, ascendido, de la Comandancia de la 1.ª Región, á la Comandancia general de la 7.ª íd.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Francisco Cañizares y Moyano, ascendido, de la Comandancia de Ceuta, al 5.º Regimiento Mixto, continuando en comisión en la misma Comandancia.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Francisco Alabert y Piella, del 6.º Depósito de reserva, al 4.º Regimiento Mixto.—R. O. 27 enero.—*D. O.* núm. 21.
C.ᵉ	D. Angel Góngora y Aguilar, de la Comandancia general de la 7.ª Región, al 6.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Ramón Ríos y Balaguer, ascendido, del Regimiento de Pontoneros, al 1.ᵉʳ Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Emilio Baquera y Ruiz, ascendido, del batallón de Ferrocarriles, al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. José Martos y Roca, ascendido, de la compañía de Telégrafos del 1.ᵉʳ Regimiento Mixto, al 6.º íd, quedando encargado de la estación radiotelegráfica de Almería.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Silverio Cañadas y Valdés, de la Comandancia de San Sebastián, á la de Ceuta.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Francisco Bastos y Ansart, de reemplazo en la 4.ª Región, á la Comandancia de San Sebastián.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Luis Sanz y Tena, de reemplazo en la 5.ª Región, á la Comandancia de Ciudad Rodrigo.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. José Iribarren y Jiménez, del 3.ᵉʳ Regimiento Mixto, al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. José García Benítez, del Batallón de Ferrocarriles, al 3.ᵉʳ Regimiento Mixto y en comisión al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Idem.—Idem.
1.ᵉʳ T.ᵉ	D. Florencio de Achalandabaso Barrera, de la compañía de Zapadores de Gran Canaria, al 1.ᵉʳ Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.ᵉʳ T.ᵉ	D. Juan Sánchez y León, de reemplazo en Canarias, á la compañía de Zapadores de Gran Canaria.—Id.—Id.
1.ᵉʳ T.ᵉ	D. Joaquín Tarazona y Aviñón, del Regimiento de Pontoneros, á la compañía de Telégrafos del 4.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.ᵉʳ T.ᵉ	D. Teodomiro González Antoni-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ni, del 1.er Regimiento Mixto, al Regimiento de Pontoneros. R. O. 27 enero.—*D. O.* número 21.
	Comisiones.
C.l	Sr. D. Pedro Vives y Vich, una de dos meses para Inglaterra, Francia, Alemania é Italia para efectuar estudios de dirigibles y aeroplanos.—R. O. 4 enero.
C.n	D. Alfredo Kindelán y Duany, id. id. para id. id. – Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. José Mendizábal y Brunet, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas, correspondientes á los diez años de efectividad en su empleo, á contar desde 1.º de enero de 1909.—R. O. 26 enero.—*D. O.* núm. 21.
	Clasificaciones.
C.e	D. Eduardo González y Rodríguez, se le declara apto para el ascenso, quedando en situación de supernumerario en la 1.ª Región.—R. O. 27 enero.—*D. O.* núm. 21.
	Supernumerario.
C.n	D. Marcos García y Martínez, de reemplazo en la 1.ª Región, se le concede el pase á la situación de supernumerario sin sueldo, quedando adscrito á la Subinspección de la misma Región.—R. O. 14 enero. —*D. O.* núm. 21.
	Licencias.
1.er T.e	D. Jose Vallespín y Cobian, dos meses, por asuntos propios, para Santa Cruz de Tenerife. —Orden del Capitán general de la 7.ª Región, 12 enero.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Fernando Balseyro y Flores, se le concede licencia para contraerlo con D.ª Constanza Rodríguez Aguirre.—R. O. 8 enero.—*D. O.* núm. 7.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Excedencia.
O. C. F.	D. Antonio Albentosa y Cartagena que presta sus servicios en la Comandancia de Melilla, queda en situacion de excedente en la 3.ª Región.—R. O. 29 enero.—*D. O.* número 24.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Diciembre de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Almanach de Gotha 1909.—1 vol.

Berthier: La téléphonie et la télégraphie sans fil.—1 vol.

André: Les planétes et leur origine.—1 vol.

F. de Castro: Apuntes histórico-biográficos de D. Vicente Moreno.—1 vol.

Mason: L'origine delle Invenzioni.—1 vol.

Serrant-Bellenoux: La Chimie dans l'Art militaire moderne.—1 vol.

La conférence d'Algésiras.—1 vol.

Zenneck: Les Oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil.—1 vol.

Poincaré: Leçons de mécanique céleste.—Tomo II.—2.ª parte.—1 vol.

Haug: Traité de Géologie.—II.—Les Périodes géologiques.—1 vol.

Espitallier et Durand: Ponts Improvisés. Ponts Militaires et Ponts Coloniaux.—1 vol.

Jacob: Résistance et construction des Bouches à feu.—1 vol.

Almand et Hoc: Le service du Génie dans les opérations en Algérie.—1 vol.

Baillehache: Unités électriques.—1 vol.

Malte-Brun: Précis de la Géographie Universelle.—Tomos 6.º y 7.º—2 vols.

Planat: Détails de façades.—1 vol.

Vallier: La dynamique de l'aéroplane.—1 vol.

Lefebure. L'education physique en Suede.—1 vol.

Carnet de la Revue de l'Ingenieur.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Gallego Ramos: Relaciones entre la tuberculosis y la habitación.—1 vol.—Por el autor, capitán de Ingenieros.

Núñez Granés: Ideas generales sobre la urbanización de los alrededores de las grandes urbes.—1 vol.—Por el autor.

Oliver: Laboratorio Central. Notas sobre los pliegos de condiciones para la recepción de creosotas.—1 vol.—Por el autor.

Lozano: Telegrafía óptica.—1 vol.—Por el autor.

Poincaré: La Física moderna.—1 vol.—Por el traductor, D. Rafael Aparici, ingeniero militar.

Enero de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Journal des Sciences Militaires.—6 volúmenes.

Sosa: Legislación militar.—Apéndice.—1 vol.

Barón de Sacro-Lirio: El mundo en 1908. Breve reseña histórica, política, administrativa, militar y comercial de todas las Naciones.—1 vol.

Pano: La Condesa de Bureta y el Regente D. Pedro María Ric y Monserrat.—1 vol.

Graffigny: Aéroplanes.—1 vol.

Lewkowitsch: Huiles, graisses et cires. Tomo 2.º—1 vol.

Maxim: Artificial and Natural Flight.—1 vol.

Vinsonneau: La route moderne.—1 volumen.

Grandeau: L'azote nitrique et l'Agriculture.—1 vol.

Wegmann: The Design and Construction of Dams.—1 vol.

Oman: A history of the Peninsular War.—3 vols.

Oca: Las carreras civiles y militares en España. 12.ª edición.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Censo del ganado caballar y mular de España de 1906 á 1907.—1 vol.—Por la Dirección General de Cría Caballar y Remonta.

Nicoláu y Puig: Las obras de riego

en los Estados Unidos de América.—1 vol.—Por la Dirección General de Obras Públicas.

G. de Arteche: Dos de Mayo de 1808. —1 vol.

Requena: Manual de gimnasia militar. —1 vol.—Por el autor, capitán de Ingenieros.

Merveilles: La Sección Magnética.—1 vol.—Por el Observatorio del Ebro.

Fernández de Córdoba: Campaña Ruso-japonesa. Memoria. — 2 vols.—Por los Marqueses de Mendigorría y de Zarco.

Román: Noticias históricas de la vida del Excmo. Sr. D. Joaquín Blake.—1 vol.—Por la nieta del General Blake, Doña María Vicenta Román y Blake.

Bourbon: Résumé de l'histoire de la création et du developpement des ligues contre le duel et pour la protection de l'honneur dans les différents pays d'Europe.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de febrero de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de enero.....	52.054,02
CARGO	
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	75,15
Por el 2.° id. id.	94,90
Por el 3.er id. id.	103,00
Por el 4.° id. id.	80,40
Por el 5.° id. id.	102,00
Por el 6.° id. id.	68,70
Por el 7.° id. id.	82,25
Por el Regim. de Pontoneros..	85,60
Por el Bon. de Ferrocarriles..	62,00
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	155,90
En Madrid.....	794,80
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	129,55
Por la id. de la 3.ª id.	99,95
Por la id. de la 4.ª id.	99,65
Por la id. de la 5.ª id.	88,15
Por la id. de la 6.ª id.	71,95
Por la id. de la 7.ª id.	71,40
Por la id. de la 8.ª id.	51,00
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,35
Por la id. de Menorca.....	36,05
Por la id. de Tenerife.....	50,50
Por la id. de Gran Canaria.	»
Intereses devengados por las 50.000 pesetas nominales depositadas en el Banco de España, deducidas 6 pesetas por derechos de custudia en dicho establecimiento.....	494,00
Suma el cargo.....	55.042,32

	Pesetas.
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, coronel D. Manuel de Miquel é Irizar	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00
Resumen.	
Importa el cargo.....	55.042,32
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	51.932,32
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	1.107,32
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	51.932,32
MOVIMIENTO DE SOCIOS	
Existían en 31 de enero.....	665
Bajas.	
D. Manuel de Miquel é Irizar, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	664

Madrid, 28 de febrero de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.°=El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE FEBRERO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Retiros.
C.l	Sr. D. Ramón Taix Fábregas, para esta Corte, por haber cumplido la edad reglamentaria.—R. O. 18 febrero.—*D. O.* núm. 39.
C.l	Sr. D. Juan Monteverde y Gómez Inguanzo, para Burgos, por íd. íd.—Id.—Id.
C.l	Sr. D. Manuel de Luxán y García, para esta Corte, á petición propia.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 45.
T. C.	D. José González y Gutiérrez Palacios, para esta corte, por íd. íd.—R. O. 27 febrero. *D. O.* núm. 49.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Fernando Carreras é Iragorri.—R. O. 3 febrero.—*D. O.* núm. 26.
	A Tenientes coroneles.
C.e	D. Eduardo González y Rodríguez.—Id.—Id.
C.e	D. Arturo Vallhonrat y Casals.—Id.—Id.
C.e	D. Lorenzo de la Tejera y Magnín.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Miguel López y Rodríguez.—Id.—Id.
C.n	D. Bernardirno Cervela y Malvar.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Luis Cañellas y Marquina. Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Barrio y Miegimolle.—Id.—Id.
	Cruces.
T. C.	D. Rafael Moreno y Gil de Borja, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 30 de noviembre de 1908.—R. O. 10 febrero.—*D. O.* núm. 31.
C.e	D. Alejandro Rodríguez Borlado y Alvarez, íd. íd., con la antigüedad de 5 de octubre de 1903.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel García Díaz, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 22 de julio de 1903.—Id.—Id.
C.n	D. Ildefonso Güell y Argüés, íd. íd., con la antigüedad de 31 de agosto de 1903.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 46.
	Recompensas.
C.l	Sr. D. Pedro Vives y Vich, se le concede la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por los importantes trabajos que ha presentado y servicios realizados en el Parque Aerostático de Ingenieros durante más de once años.—R. O. 13 febrero.—*D. O.* núm. 36.
C.e	D. Fernando Tuero de la Puente se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por el comportamiento observado con motivo del establecimiento de un puente militar sobre el río Segre, en Lérida.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 45.
C.n	D. Cesáreo Tiestos Clemente, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ramón Ríos Balaguer, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Roger Espín Alfonso, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Rafael Serra Astrain, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Mendizábal Brunet, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
1.er T.e	D. José Cremades Suñol, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por el comportamiento observado con motivo del establecimiento de un puente militar sobre el río Segre, en Lérida.—R. O. 19 febrero.—D. O. núm. 45.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.e	D. Vicente García del Campo, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas, por haber cumplido un año en las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—R. O. 1.° febrero. —*D. O.* núm. 25.
1.er T.e	D. Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor, íd. la de 600 pesetas, por íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. José Claudio Pereira, id. la de 600 pesetas anuales, por haber cumplido diez años en su actual empleo, que empezarán á contarse desde el 1.° de febrero.—R. O. 19 febrero. —*D. O.* núm. 41.
C.e	D. Eugenio de Eugenio y Mínguez, íd. la del profesorado de 1.500 pesetas, á partir del 1.° de febrero de 1909.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 44.
	Destinos.
C.e	D. Rafael Cervela y Malvar, de la Comandancia general de la 7.ª Región, á este Ministerio en vacante de plantilla.— R. O. 3 febrero.—*D. O.* número 26.
C.l	Sr. D. Pablo Parellada y Molas, de excedente en la 7.ª Región, al 1.er Regimiento Mixto de Ingenieros.—R. O. 10 febrero.—*D. O.* núm. 32.
C.l	Sr. D. Fernando Carreras é Iragorri, de la Comandancia de Ingenieros del Ferrol, á la de Gran Canaria.—Id.—Id.
T. C.	D. Juan Montero y Esteban, cesa en el cargo de Ayudante de campo del General de Brigada D. Manuel Benítez y Parodi.—R. O. 12 febrero.— *D. O.* núm. 34.
C.l	Sr. D. Pablo Parellada y Molas, del 1.er Regimiento Mixto, á la Comandancia de Burgos. R. O. 19 febrero.—*D. O.* número 40.
T. C.	D. José Soroa Sabater, de la Comandancia de Lérida, al 7.° Regimiento.—Id.—Id.
T. C.	D. Eduardo González y Rodríguez, ascendido, continúa de supernumerario en la 1.ª Región.—Id.—Id.
T. C.	D. Arturo Vallhonrat y Casals, ascendido, de excedente en la 4.ª Región, á la Comandancia de Lérida.—Id.—Id.
T. C.	D. Lorenzo de la Tejera y Magnín, ascendido, de este Ministerio, á la Comandancia del Ferrol, continuando en la Comisaría Regia del Dueso.— Id.—Id.
C.e	D. Miguel López y Rodríguez, ascendido, del 1.er Regimiento Mixto, á la Comandancia general de la 7.ª Región.— Id.—Id.
C.e	D. Bernardino Cervela y Malvar, ascendido, de la Junta Facultativa, á situación de excedente en la 1.ª Región.— Id.—Id.
C.n	D. Silverio Cañadas y Valdés, de la Comandancia de Ceuta, á la Compañía de Zapadores de la misma Comandancia.— Id.—Id.
C.n	D. Carlos García-Pretel y Toajas, de la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta, á la Comandancia de la misma plaza.—Id. Id.
C.n	D. Luis Alonso y Pérez, del Batallón de Ferrocarriles, á la Junta Facultativa de Ingenieros.—Id.—Id.
C.n	D. Emilio Baquera y Ruiz, de la Comisión liquidadora de las Capitanías generales y Subinspecciones de Ultramar, en comisión, al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Cañellas y Marquina, ascendido, de la Compañía de Telégrafos del 4.° Regimiento Mixto, al 6.° íd.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Barrio y Miegimolle,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ascendido, del 5.º Regimiento Mixto, al 1.er íd.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 40.
C.n	D. Ramón Aguirre y Martinez Valdivieso, del 5.º Regimiento Mixto, á situación de excedente prestando servicio en comisión en la Liquidadora de las Capitanías generales y Subinspecciones de Ultramar.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 41.
C.n	D. César de Cañedo Argüelles y Quintana, cesa en el cargo de Ayudante de campo del General de Brigada D. Francisco Cirujeda y Cirujeda.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* número 44.
	Comisiones.
T. C.	D. Félix Casuso y Solano, se le designa para representar á este Ministerio en la comisión mixta del estudio de la carretera de Bande á Freixá, en Orense.—R. O. 19 febrero.
C.n	D. Germán de León y Castillo, para formar parte en el replanteo de la carretera de Las Palmas á San Nicolás, por San Mateo.—Orden del Capitán General de Canarias de 12 febrero.
	Excedencia.
T. C.	D. Juan Montero y Esteban, pasa á esta situación desde la revista de marzo hasta obtener colocación.—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 26 febrero.
	Licencias.
C.l	Sr. D. Lorenzo Gallego y Carranza, se le concede una de dos meses, por enfermo, para la segunda y tercera Regiones.—R. O. 3 febrero.—*D. O.* núm. 26.
C.n	D. Carlos Codes Illescas, se le concede un mes, por asuntos propios, para Villalba (Madrid). — Orden del Capitán General de 23 febrero.
1.er T.e	D. Florencio Achalandabaso Barrera, se le concede dos meses de prórroga á la que disfruta, por enfermo, en Bilbao.—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 24 febrero.
	Matrimonios.
C.e	D. Alejandro Rodríguez-Borlado y Alvarez, se le concede licencia para contraerlo con D.ª Matilde Roncero y Díaz Pinés.—R. O. 1.º febrero.—*D. O.* núm. 25.
1.er T.e	D. José Vallespín y Cobián, íd. íd. con D.ª Leonor Saavedra y Carballo.—Id.—Id.
C.n	D. José Esteban Clavillar, íd. íd. con D.ª María Teresa Herrero del Campo.—R. O. 19 febrero.—*D. O.* núm. 46.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Destinos.
O. C. F.	D. Salvador Crespo y García, del 6.º Regimiento Mixto, á la Comandancia de Valencia. —R. O. 17 febrero.—*D. O.* núm. 33.
C. M.	D. Francisco Soriano Cubello, de las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, al 7.º Remiento Mixto.—Id.—Id.
A. de O.	D. Rafael Muñoz Esteban, de la Comandancia de Madrid, á la de Buenavista.—Id.—Id.
M. T.	D. Antonio Ramos Ruiz, del Parque Aerostático, á las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—Id.—Id.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de marzo de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 28 de febrero...	51.932,32

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	72,05
Por el 2.° id. id.	94,90
Por el 3.er id. id.	103,00
Por el 4.° id. id.	78,25
Por el 5.° id. id.	96,85
Por el 6.° id. id.	69,20
Por el 7.° id. id.	85,75
Por el Regim. de Pontoneros..	84,90
Por el Bon. de Ferrocarriles..	61,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	158,15
En Madrid.....	782,10
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	129,55
Por la id. de la 3.ª id.	98,15
Por la id. de la 4.ª id.	96,85
Por la id. de la 5.ª id.	79,25
Por la id. de la 6.ª id.	82,95
Por la id. de la 7.ª id.	70,15
Por la id. de la 8.ª id.	51,00
Por la id. de Ceuta.....	50,15
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,35
Por la id. de Menorca.....	36,05
Por la id. de Tenerife.....	50,50
Por la id. de Gran Canaria.	92,25
Suma el cargo.....	54.536,82

DATA

Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	110,00

	Pesetas.
Resumen.	
Importa el cargo.....	54.536,82
Idem la data.....	110,00
Existencia en el día de la fecha	54.426,82

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España, en cuenta corriente.....	3.601,82
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	54.426,82

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 28 de febrero.....		664
Bajas.		
Por hallarse comprendidos en el caso 3.° del art. 18 del Reglamento.		
D. Luis González-Estéfani y Arambarri y D. Antonio González Irún.....	2	3
A voluntad propia.		
D. José Fajardo Verdejo.....	1	
Quedan en el día de la fecha..		661

Madrid, 31 de marzo de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE MARZO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.e	D. Rafael Cervela y Malvar, por fallecimiento ocurrido en esta corte el día 30 de marzo de 1909.
	Retiro.
C.l	Sr. D. Nicolás de Ugarte y Gutiérrez, para esta corte.—R. O. 4 marzo.—*D. O.* núm. 50.
	Ascensos.
	A Coroneles.
T. C.	D. Juan Pagés y Millán.— R. O. 2 marzo.—*D. O.* núm. 48.
T. C.	D. Narciso de Eguía y Arguimbau.—Id.—Id.
T. C.	D. Joaquín Canals y Castellarnau.—Id.—Id.
	A Tenientes coroneles.
C.e	D. Venancio Fúster y Recio.—Id.—Id.
C.e	D. José López Pozas.—Id.—Id.
C.e	D. José Vallejo y Elías.—Id.—Id.
C.e	D. José Viciana y García Roda.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Manuel del Río y de Andrés.—Id.—Id.
C.n	D. José Madrid y Blanco.—Id.—Id.
C.n	D. Joaquín Llavanera y Alférez.—Id.—Id.
C.n	D. Pablo Duplá y Valler.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Francisco Franco y Pineda.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Lorenzo Pedret y Vidal.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ramón Flores y Sanz.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Castilla.—Id—Id.
	Cruces.
T. C.	D. José Soroa y Sabater, se le concede la placa de la Real y militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 29 de noviembre de 1908.—R. O. 3 marzo.—*D. O.* núm. 50.
T. C.	D. José Medina y Brusa, íd. íd. con la antigüedad de 30 noviembre de 1908.—Id.—Id.
C.e	D. Juan Ortega y Rodés, se le concede la cruz de la Real y militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 1.º de marzo de 1904.—Id.—Id.
C.n	D. Fernando Jiménez Sáenz. íd. íd. con la antigüedad de 31 de agosto de 1908.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano Sainz Ortiz de Urbina, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por haber desempeñado durante más de cuatro años el cargo de profesor en las escuelas del batallón de Ferrocarriles.—R. O. 11 marzo.—*D. O.* número 58.
T. C.	D. Félix Giraldez Camps, se le concede la placa de la Real y militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 30 de noviembre de 1908.—R. O. 27 marzo.—*D. O.* núm. 70.
C.n	D. Miguel Manella y Corrales, se le concede la cruz de la Real y militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 24 de marzo de 1908.—Id.—Id.
C.n	D. Ernesto Villar y Peralta, se dispone se declare pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo, hasta su ascenso al inmediato, la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador del Profesorado, de que se halla en posesión.—R. O. 31 marzo.—*D. O.* número 73.
C.e	D. Francisco Díaz Domenech, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador del Profesorado, declarándo-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	la pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo, hasta su ascenso al inmediato.—R. O. 31 marzo. *D. O.* núm. 73.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.°	D. Mariano Valls y Sacristán, se le concede la gratificación de 40 pesetas que devengó, siendo capitán, en el mes de septiembre de 1904.—R. O. 2 marzo.—*D. O.* núm. 49.
	Destinos.
T. C.	D. Venancio Fúster y Recio, á ayudante de campo del general de división D. Francisco Pérez Clemente, gobernador militar de Mallorca.—R. O. 12 marzo.—*D. O.* núm. 58.
T. C.	D. Juan Montero y Esteban, de excedente en la 1.ª Región, á ayudante de campo del general de brigada D. Manuel Benítez y Parodi.—R. O. 17 marzo.—*D. O.* núm. 62.
T. C.	D. Luis Monravá y Cortadellas, de la Comandancia de Zaragoza, al 4.° Regimiento mixto.—R. O. 18 marzo.—*D. O.* núm. 63.
T. C.	D. José López Pozas, ascendido, del 1.er Depósito de reserva, á la Comandancia de Zaragoza.—Id.—Id.
T. C.	D. José Vallejo y Elías, ascendido, en situación de reemplazo en la 1.ª Región, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
T. C.	D. José Viciana y García Roda, ascendido, de la Comandancia de Lérida, á la de Tenerife.—Id.—Id.
C.°	D. Juan Vilarrasa y Fourdinier, de situación de reemplazo, á la Comandancia de Lérida.—Id.—Id.
C.°	D. Manuel del Río y de Andrés, ascendido, del 1.er Regimiento mixto, al 1.er Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.°	D. José Madrid y Blanco, ascendido, en situación de reemplazo en la 1.ª Región, continúa en la misma situación.—R. O. 18 marzo.—*D. O.* número 63.
C.°	D. Joaquín Llavanera y Alférez, íd. íd.—Id.—Id.
C.°	D. Pablo Duplá y Valler, ascendido, del Regimiento de Pontoneros, á situación de excedente en la 5.ª Región.—Id.—Id.
C.ª	D. Ricardo Martínez Unciti, de este Ministerio, á la Comandancia de Ciudad Rodrigo.—Id.—Id,
C.ª	D. Luis Sanz y Tena, de la Comandancia de Ciudad Rodrigo, al 5.° Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. Francisco Montesoro Chavarri, de la Academia del cuerpo, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
C.ª	D. Francisco Franco y Pineda, ascendido, del 3.er Regimiento mixto, al 6.° de íd.—Id.—Id.
C.ª	D. Lorenzo Pedret y Vidal, ascendido, del 3.er Regimiento mixto, al 1.° de íd.—Id.—Id.
C.ª	D. Ramón Flores y Sanz, ascendido, del 5.° Regimiento mixto, á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Sanjuán Otero, del 4.° Regimiento mixto, á la compañía de Telégrafos del mismo regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Nolla y Noguerol, del 1.er Regimiento mixto, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio López Martínez, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta, al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Inocente Sicilia y Ruiz, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Menorca, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
T. C.	D. Juan Avilés y Arnau, se dispone cese en el cargo de ayudante de campo del general de brigada D. Joaquín Barra-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	quer y Puig.—R. O. 22 marzo.—*D. O.* núm. 65.
T. C.	D. Juan Avilés y Arnau, de excedente en la 4.ª Región, á la Comandancia general de Ingenieros de la misma.—R. O. 24 marzo.—*D. O.* núm. 67.
C.ª	D. Cesar de Cañedo-Argüelles y Quintana, de excedente en la 5.ª Región, á ayudante de campo del general de brigada D. Eduardo de Cañedo-Argüelles y Quintana.—R. O. 27 marzo.—*D. O.* núm. 69.
C.ª	Sr. D. Juan Pagés y Millán, ascendido, del 4.º Regimiento mixto, á la Comandancia principal de la 8.ª Región.—R. O. 29 marzo.—*D. O.* número 71.
C.ª	Sr. D. Narciso de Eguía y Arguimbau, ascendido, del Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Joaquín de Canals y Castellarnau, ascendido, de la Comandancia general de la 4.ª Región, á la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Eduardo Cañizares y Moyano, de excedente en la 1.ª Región, al Estado Mayor Central.—R. O. 31 marzo.—*D. O.* núm. 73.
	Comisiones.
C.ª	D. Miguel Vilarrasa y Juliá, una en comisión mixta para designación del punto donde ha de establecerse la estación radiotelegráfica de Barcelona.—R. O. 29 marzo.
	Reemplazo.
C.ª	D. Félix Medinaveitía y Vivanco, se dispone quede de reemplazo hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 11 marzo.—*D. O.* núm. 58.
C.ª	D. José de Martos y Roca, con destino en el 6.º Regimiento Mixto, queda en situación de reemplazo, con residencia en la 2.ª Región.—R. O. 12 marzo.—*D. O.* núm. 59.
C.º	D. José Briz y López, queda en esta situación, por el término de un año, como plazo mínimo, con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 29 marzo.—*D. O.* núm. 70.
	Excedentes.
C.ª	D. César Cañedo-Argüelles queda en esta situación, por cese en el cargo de Ayudante de campo del General de la 1.ª Brigada de la 10.ª División D. Francisco Cirujeda y Cirujeda, con residencia en Pamplona.—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 3 de marzo.
C.º	D. Victoriano García San Miguel, queda en esta situación con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 10 marzo.—*D. O.* núm. 56.
	Licencias.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, dos meses, por enfermo, para Madrid y Alhama de Granada.—Orden del Capitán General de la 4.ª Región de 3 de marzo.
C.º	D. Mariano Solís y Gómez, dos meses, por enfermo, para Fortuna (Murcia), Ciudad Rodrigo (Salamanca) y Barcelona.—Orden del Capitán General de Canarias de 24 de marzo.
C.º	D. Antonio Catalá y Abad, dos meses, por asuntos propios, para Castellón y Casat de Poblet (Valencia).—Orden del Capitán General de la 4.ª Región de 29 de marzo.
	Supernumerario.
C.ª	D. Francisco Bastos y Ansart, con destino en la Comandancia de San Sebastián, en situación de supernumerario, quedando adscrito á la Subinspección de la 4.ª Región.—R. O. 15 marzo.—*D. O.* número 60.
	Matrimonios.
1.er T.º	D. Arturo Laclaustra y Valdés, se le concede autorización

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	para contraerlo con D.ª Angela Fernández Liencres y Guerrero.—R. O. 12 marzo.—*D. O.* núm. 58.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
A. de O.	D. Emilio Salazar y Hernández, se le concede el sueldo anual de 2.150 pesetas á partir del 1.º de febrero próximo pasado, por haber cumplido veinte años en su actual empleo.—R. O. 5 marzo.—*D. O.* núm. 51.
C. del M.	D. Félix López Arias, íd. íd. el de 3.500 pesetas desde 23 de diciembre de 1908, por haber cumplido veinte años de servicio desde que ascendió á oficial celador de fortificación de 3.ª clase.—R. O. 22 marzo.—*D. O.* núm. 66.
M. de O.	D. Gerardo Corpas é Illera, íd. íd. el de 5.000 pesetas á partir del 1.º de abril, por haber cumplido treinta y cinco años de servicio en su actual empleo.—R. O. 29 marzo.—*D. O.* núm. 71.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Febrero de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Haeder: Les moteurs à gaz.—Dos tomos de texto y un atlas.—3 vols.

Zenneck: Les oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil.—Tome II.—1 vol.

Flammarion: La Planéte Mars.—Tome II.—1 vol.

Reclus: L'Homme et la Terre.—Tome VI.—1 vol.

Gorgeu: Machines-outils.—1 vol.

Coudurier: Manuel des directeurs et contremaitres de petites usines à gaz.—1 vol.

Thomaelen: Manuel d'Electrotechnique.—1 vol.

Lagarde et Batardon: Les sociétés commerciales.—1 vol.

Otto: L'industrie des parfums d'après les théories de la Chimie moderne.—1 vol.

Cantelou: Etude sur l'Aviation.—1 volumen.

Ladenburg: Histoire du développement de la Chimie.—1 vol.

Benot: Arquitectura de las lenguas.—3 vols.

Benot: Diccionario de ideas afines y Elementos de tecnología.—1 vol.

Huelin: Diccionario técnico: Inglés, Español, Alemán, Francés.—1 vol.

Nyssens: L'energetisme.—1 vol.

Rhumer: Téléphonie sans fil.—1 vol.

Champly: La force motrice de l'eau.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.—Tomo XXVI.—1 vol.—Por dicha Real Academia.

Colección de planos de Escuela pública de enseñanza primaria.—1 vol.—Por el Ministerio de Instrucción Pública.

Marzo de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Boulanger: Hydraulique générale.—2 vols.

Jauch et Masmé jean: Cours de machines marines. Chaudières marines et accessoires. Premiere partie. Texto y atlas.—2 vols.

Baudin: Les constructions scolaires en Suisse.—1 vol.

Astier: L'enseignement technique en France et à l'Etranger.—1 vol.

Mesa: Pozos artesianos.—1 vol.

Alcubilla: Boletín Jurídico-Administrativo. Apéndice de 1908.—1 vol.

Monteverde: A pocket Glossary of English-Spanish, Spanish-Englis technical termes.—1 vol.

Soreau: Etat actuel et avenir de l'Aviation.—1 vol.

Gautier: L'Année Scientifique et Industrielle 1908.—1 vol.

Wurtz: Deuxième supplement au Dictionnaire de Chimie. I-Z.—2 vols.

Foch: De la conduite de la guerre. La manoeuvre pour la bataille.—1 vol.

Becerra: Ferrocarril de Melilla á Beni-Buifrur.—1 vol.

Schaffers: La Machine à influence, son évolution, sa théorie.—1 vol.

Connaissance des temps. Extrait pour l'an 1910.—1 vol.

Leroy: Materiales y documentos de Arte Español. Año 7.º—1 vol.

García Dacarrete: Derechos y deberes de los militares enfermos y de sus familias y Tratado práctico del servi-

cio en los Hospitales militares.—2 volúmenes.

OBRAS REGALADAS

García Antúnez: Complemento del cálculo infinitesimal.—Por el autor, capitán de Ingenieros.

Ferrocarriles construídos y plan de secundarios y estratégicos.—1 vol.—Por la Dirección general de Obras públicas.

Wester: El combate de «San Juan».—1 vol.—Por D. Domingo Arráiz.

Giménez Lluesma: Los ferrocarriles del Pirineo y la defensa nacional.—1 vol.—Por el autor, comandante de Ingenieros.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de abril de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de marzo....	54.426,82

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	82,75
Por el 2.º id. id.	94,90
Por el 3.er id. id.	101,00
Por el 4.º id. id.	78,40
Por el 5.º id. id.	98,00
Por el 6.º id. id.	67,20
Por el 7.º id. id.	85,75
Por el Regim. de Pontoneros..	83,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	61,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	151,20
En Madrid.....	792,10
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	127,35
Por la id. de la 3.ª id.	99,05
Por la id. de la 4.ª id.	92,35
Por la id. de la 5.ª id.	85,30
Por la id. de la 6.ª id.	87,45
Por la id. de la 7.ª id.	65,65
Por la id. de la 8.ª id.	45,00
Por la id. de Ceuta.....	25,35
Por la id. de Melilla.....	101,80
Por la Com.ª de Mallorca.....	53,40
Por la id. de Menorca.....	34,05
Por la id. de Tenerife.....	42,10
Por la id. de Gran Canaria.	35,00
Suma el cargo.....	57.037,47

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, comandante D. Rafael Cervela Malvar...	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

Resumen.	Pesetas.
Importa el cargo.....	57.037,47
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.927,47

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España, en cuenta corriente	3.102,47
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	53.927,47

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de marzo.....	661
Bajas.	
D. Rafael Cervela Malvar, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	660

Madrid, 30 de abril de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de mayo de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de abril.....	53.927,47

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto .	82,75
Por el 2.º id. id.	94,90
Por el 3.er id. id.	94,35
Por el 4.º id. id.	81,10
Por el 5.º id. id.	98,00
Por el 6.º id. id.	67,20
Por el 7.º id. id.	80,00
Por el Regim. de Pontoneros.	83,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,10
Por la Brigada Topográfica...	17,90
Por la Academia del Cuerpo..	155,55
En Madrid.....	794,95
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	127,35
Por la id. de la 3.ª id.	99,05
Por la id. de la 4.ª id.	84,10
Por la id. de la 5.ª id.	88,10
Por la id. de la 6.ª id.	95,80
Por la id. de la 7.ª id.	72,65
Por la id. de la 8.ª id.	48,60
Por la id. de Ceuta.....	25,35
Por la id. de Melilla.....	19,05
Por la Com.ª de Mallorca....	60,55
Por la id. de Menorca.....	34,05
Por la id. de Tenerife.....	»
Por la id. de Gran Canaria	»
Intereses devengados por las 50.000 pesetas nominales en en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 que posee la Asociación	500,00
Suma el cargo.....	56.891,27

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, coronel D. Julio Bailo Ferrer.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

	Pesetas.

RESUMEN

Importa el cargo.....	56.891,27
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.781,27

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.	50.825,00
En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.956,27
Total igual.....	53.781,27

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia en 30 de abril.....	660
Baja.	
D. Julio Bailo y Ferrer, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	659

Madrid, 31 de mayo de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ABRIL DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Retiros.
T. C.	D. José Brandis y Mirelis, de reemplazo en la 1.ª Región, se le concede para la misma, con residencia en Guadalajara.—R. O. 6 abril.—*D. O.* número 77.
C.ª	Sr. D. Mauro Lleó y Comín, con destino en la Comandancia de Melilla, para San Lorenzo del Escorial (Madrid).—R. O. 19 abril.—*D. O.* núm. 87.
C.ª	D. Ramón Irureta-Goyena y Rodríguez, en situación de excedente en la 1.ª Región y en comisión en la Liquidadora de las Capitanías Generales y Subinspecciones de Ultramar, se le concede el retiro para esta corte.—R. O. 30 abril.—*D. O.* núm. 85.
	Ascensos.
	A comandante.
C.ª	D. José Ferré y Vergés.—R. O. 5 abril.—*D. O.* ndm. 76.
	A capitán.
1.er T.e	D. José Samaniego y Gonzalo.—Id.—Id.
	Cruces.
C.ª	Sr. D. Francisco Manzanos y Rodríguez Brochero, la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de agosto de 1908.—R. O. 6 abril 1909.—*D. O.* núm. 78.
C.ª	D. Gregorio Francia y Espiga, la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 26 de marzo de 1908.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
T. C.	D. José Vallejo y Elías, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas desde 1.º de abril de 1909.—R. O. 10 abril.—*D. O.* núm. 80.
	Destinos.
C.e	D. José Maestre y Conca, del 7.º Regimiento Mixto, á Ayudante de campo del General de brigada D. José Jofre y Montojo.—R. O. 6 abril.—*D. O.* núm. 77.
C.e	D. Gumersindo Alonso Mazo, de excedente en la 1.ª Región y en comisión en la Inspección general de las Comisiones liquidadoras del Ejército, al Ministerio de la Guerra.—R. O. 21 abril.—*D. O.* número 88.
C.a	D. Ramón Aguirre y Martínez Valdivieso, de excedente en la Comisión liquidadora de las Capitanías Generales y Subinspecciones de Ultramar, al Ministerio de la Guerra.—Id.—Id.
C.l	Sr. D. Juan de Pagés y Millán, de la Comandancia Principal de la 8.ª Región, al 4.º Regimiento mixto de Ingenieros.—Id.—Id.
C.e	D. Enrique Toro y Vila, de la Comandancia de Badajoz, á la de Madrid.—Id.—Id.
C.e	D. José Ferré y Vergés, ascendido, del 4.º Regimiento mixto, á situación de excedente en la 4.ª Región.—Id.—Id.
C.e	D. Augusto Ortega y Romo, de reemplazo en la 1.ª Región, á la Comandancia de Badajoz.—Id.—Id.
C.a	D. José Castilla, excedente en la 1.ª Región, al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.a	D. Félix Madinaveitia y Vivanco, de reemplazo forzoso en la 6.ª Región, á la Comanduncia de Badajoz.—Id.—Id.
C.a	D. José González Juan, del 7.º

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Regimiento mixto, al 4.º ídem ídem.—R. O. 21 abril.—*D. O.* número 88.
C.ª	D. José Samaniego y González, ascendido, del Batallón de Ferrocarriles, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de la Gándara y Cividanes, de reemplazo por enfermo en la 8.ª Región, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.e	D. José Ferré y Vergés, de excedente en la 4.ª Región, á Ayudante de campo del General de Brigada D. Joaquín Barraquer y de Puig, Comandante general de Ingenieros de la 4.ª Región.—R. O. 22 abril.—*D. O.* núm. 89.
C.ª	D. Eduardo Marquerie y Ruiz Delgado, de la Comandancia de Valladolid, á Profesor de la Academia del Cuerpo.—R. O. 30 abril.—*D. O.* número 97.
	Recompensas.
C.ª	D. Fermín de Sojo y Lomba, se dispone se anote en su hoja de servicios la satisfacción con que se ha visto su generoso desprendimiento y su amor al Cuerpo á que pertenece, donando á la Academia del mismo 470 ejemplares de la obra de que es autor, titulada *Minas Militares Terrestres*, para con su importe adquirir con destino al salón de actos de la Academia, los retratos de siete Ingenieros ilustres. — R. O. 3 abril. — *D. O.* núm. 76.
C.ª	D. Carlos Requena y Martínez, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por su obra titulada *Manual de Gimnasia Militar.*—R. O. 7 abril.—*D. O.* núm. 79.
C.ª	D. Luis Alonso y Pérez, la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de Profesor en las Escuelas técnicas del Batallón de Ferrocarriles.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	—R. O. 10 abril.—*D. O.* número 80.
1.er T.e	D. Mariano del Pozo y Vázquez, la íd. íd. con íd., por haber desempeñado el cargo de Profesor en las Escuelas regimentales del 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. Celestino García Antúnez, se dispone se declare pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador del Profesorado, de que se halla en posesión.—R. O. 14 abril.—*D. O.* número 83.
C.ª	D. Pedro Soler de Cornellá y Scandella, íd. íd. de íd. íd.—Id.—Id.
C.e	D. Miguel López Rodríguez, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por haber desempeñado durante más de cuatro años el cargo de Profesor en las Escuelas regimentales del 1.er Regimiento mixto. — R. O. 21 abril.—*D. O.* núm. 89.
C.ª	D. Ildefonso Güell y Argüés, la de 1.ª clase de íd. íd. por ídem del 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.ª	D. Ricardo Requena y Martínez, con destino en la Comandancia de Badajoz, queda en esta situación con residencia en la 1.ª Región, por el término de un año, como plazo mínimo.—R. O. 16 abril.—*D. O.* núm. 85.
C.ª	D. Ramón Ríos y Balaguer, con destino en el 1.er Regimiento mixto, íd. íd., con residencia en la 5.ª Región.—Id.—Id.
C.ª	D. José Bosch y Atienza, con destino en la Brigada Topográfica, queda en dicha situación con residencia en la 8.ª Región, por el término de un año como plazo mínimo.—R. O. 28 abril.—*D. O.* núm. 94.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Supernumerario.
er T.e	D. Félix González y Gutiérrez, con destino en el 7.° Regimiento y en comisión en el Laboratorio del Material de Ingenieros, se dispone pase á esta situación adscripto á la 1.ª Región, por haber sido nombrado por R. O. de 23 de marzo último, expedida por el Ministerio de Estado, Ingeniero primero, Jefe de Obras públicas en los territorios españoles del Golfo de Guinea, con el haber anual de 5.000 pesetas de sueldo y 10.000 de sobresueldo.—R. O. 13 abril.—*D. O.* núm 82.
	Licencias.
C.l	Sr. D. Lorenzo Gallego y Carranza, se le concede un mes de prórroga á la que disfrutaba por enfermo.—R. O. 5 abril.—*D. O.* núm. 76.
T. C.	D. Antonio Boceta y Rodríguez, dos meses por asuntos propios para Italia y París.—Idem. —Idem.
C.n	D. José Fajardo y Verdejo, tres meses por asuntos propios para Francia, Suiza, Alemania, Austria, Servia, Italia, Grecia, Tuquía, Siria y Egipto.—R. O. 16 abril.—*D. O.* núm. 84.
	Matrimonios.
C.e	D. Miguel Gómez y Tortosa, se le concede licencia para contraerlo con D.ª María de la Purificación López-Rubio y Palacios.—R. O. 23 abril.—*D. O.* núm. 92.
C.n	D. Miguel García y de la Herrán, íd. íd. con D.ª María Ana Martínez y Mora.—R. O. 29 abril.—*D. O.* núm. 96.
	PERSONAL DEL MATERIAL.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D Trinidad Cárdenas y Sedano. con destino en la Comandancia de Valencia, se le concede el sueldo de 5.000 pesetas anuales, á partir del 1.° de abril, por haber cumplido treinta y cinco años de servicio como maestro de obras militares.—R. O. 23 abril.—*D. O.* núm. 91.
D. del M	D. Francisco Ferrer y Vila, con destino en la Comandancia de Mallorca, se le concede el sueldo anual de 2.150 pesetas, á partir del 1.° de febrero último, por haber cumplido en 11 de Enero anterior veinte años de servicio como dibujante de plantilla.—Id.—Id.

MES DE MAYO DE 1909

	Retiro.
C.l	Sr. D. José Palomar y Mur, en situación de supernumerario en la 5.ª Región, se le concede el retiro para Zaragoza.—R. O. 19 mayo.—*D. O.* núm. 109.
	Ascensos.
	A Coroneles.
T. C.	D. Juan Topete y de Arrieta.—R. O. 3 mayo.—*D. O.* núm. 98.
T. C.	D. Rafael Moreno y Gil de Borja.—Id.—Id.
	A Tenientes coroneles.
C.e	D. José Tafur y Fúnez.—R. O. 3 mayo.—*D. O.* núm. 98.
C.e	D. Natalio Grande y Mohedano.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Pedro de Anca y de Merlo.—Id.—Id.
C.n	D. Cirilo Aleixandre y Ballester. —Id.—Id.
C.n	D. Leandro Lorenzo y Montalvo.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. José Rivera y Juez.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano del Pozo y Vázquez. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Gerardo Lasalle y Boluda.— Id.—Id.
	Cruces.
C.e	D. Ramón Irureta-Goyena y Rodríguez, se le concede la placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 12 de febrero de 1909.—R. O. 13 mayo.—*D. O.* núm. 107.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Eduardo Marquerie y Ruiz Delgado, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—R. O. 12 mayo.—*D. O.* núm. 106.
C.n	D. Tomás Fernández Quintana, con destino en el Centro Electrotécnico, se le concede la gratificación de 1.500 pesetas anuales.—R. O. 27 mayo.— *D. O.* núm. 116.
	Recompensas.
C.n	D. José María Samaniego y Gonzalo, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de Profesor en las Escuelas regimentales y técnicas del Batallón de Ferrocariles.—R. O. 8 mayo.— *D. O.* núm. 104.
1.er T.e	D. Mario Pintos Leví, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar», por haber prestado sus servicios durante más de cuatro años en el Parque Aerostático.—Id. Id.
1.er T.e	D. Félix González Gutiérrez, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar» por haber desempeñado sus servicios durante más de cuatro años en el Laboratorio del Material de Ingenieros.—R. O. 8 mayo.— *D. O.* núm. 104.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Rafael Moreno y Gil de Borja, ascendido, del Laboratorio á Ingeniero Comandante de la Comandancia de Melilla.—R. O. 12 mayo.—*D. O.* núm. 105.
C.l	Sr. D. Lorenzo Gallego y Carranza, del Estado Mayor Central, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 13 mayo.—*D. O.* núm. 106.
C.l	Sr. D. Narciso de Eguía y Arguimbau, del 1.er Regimiento mixto, al Estado Mayor Central.— R. O. 14 mayo.—*D. O.* núm. 107.
C.l	Sr. D. Juan Topete y de Arrieta, ascendido, de la Junta Facultativa, á excedente en la 1.ª Región.—R. O. 19 mayo.— *D. O.* núm. 109.
C.l	Sr. D. Rafael de Aguilar y de Castañeda, marqués de Villamarín, de la Comandancia de Menorca, á excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
T. C.	D. José Tafur y Funes, ascendido, del Centro Electrotécnico, al mismo.—Id.—Id.
T. C.	D. Natalio Grande y Mohedano, ascendido, del Regimiento de Pontoneros, á la Comandancia del Ferrol.—Id.—Id.
T. C.	D. Lorenzo de la Tejera y Magnín, de la Comandancia del Ferrol, á la Junta Facultativa.—Id.—Id.
T. C.	D. José Vallejo y Elías, del Centro Electrotécnico, al Laboratorio.—Id.—Id.
C.e	D. José Blanco y Martínez, de la Comandancia Principal de la 8.ª Región, á excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.e	D. Cirilo Aleixandre y Ballester, ascendido, de reemplazo en la 1.ª Región, continúa en igual situación. Id.—Id.
C.e	D. Pedro de Anca y de Merlo, ascendido, del 2.º Regimiento

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	mixto, al Centro Electrotécnico.—R. O. 19 mayo.—*D. O.* número 109.
C.e	D. Leandro Lorenzo y Montalvo, ascendido, del 6.º Regimiento mixto, á la Comandancia Principal de la 8.ª Región. —Id.—Id.
C.e	D. Pablo Duplá y Vallier, excedente en la 5.ª Región, al Regimiento de Pontoneros. —Id.—Id.
C.e	D. Manuel Echarri y Navaqüés, excedente en la 1.ª Región, al 7.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
C.n	D. José Rivera y Juez, ascendido, del 4.º Regimiento mixto á la Brigada Topográfica.—Id.—Id.
C.n	D. Mariano del Pozo y Vázquez, ascendido, de la Compañía de Telégrafos del 3.er Regimiento mixto al 7.º—Id.—Id.
C.n	D. Gerardo Lasalle Boluda, ascendido, de la Sección ciclista del Estado Mayor Central al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Antonio Arenas y Ramos, del 7.º Regimiento mixto al 2.º.—Id.—Id.
C.n	D. Laureano Maciá Valcárcel, de reemplazo en la 8.ª Región á la Comandancia de Valladolid.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Paniagua y de Porras, de reemplazo en la 2.ª Región al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Falquina Jiménez, de la Compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento mixto á la Sección ciclista del Estado Mayor Central.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Inocente Sicilia Ruiz, del 1.er Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de Acosta y Tovar, de la Compañía de Telégrafos del 3.er Regimiento mixto continuará en el Regimiento encargándose de la estación radiotelegráfica de Almería.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Emilo Ostos Martín, del 3.er Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo Regimiento.—R. O. 19 mayo.—*D. O.* núm. 109.
C.l	Sr. D. Enrique Carpio y Vidaurre, de la Comandancia de San Sebastián, al 1.er Regimiento mixto.—R. O. 21 mayo.—*D. O.* núm. 110.
C.l	Sr. D. Jacobo García Roure, de reemplazo en la 2.ª Región, á Comandante Principal de Ingenieros de la 8.ª Región.—Id.—Id.
C.e	D. Eugenio de Carlos y Hierro, excedente en la 1.ª Región, continúa en la misma situación y en comisión en las Inspecciones Liquidadoras del Ejército.—R. O. 28 mayo.—*D. O.* núm. 116.
C.e	D. Ricardo Ruiz Zorrilla y Ruiz Zorrilla, íd. íd.—Id.—Id.
C.e	D. Valeriano Casanueva y Novak, íd. íd..—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Bengoa y Cuevas, de la Compañía de Telégrafos de Santa Cruz de Tenerife al 6.º Regimiento mixto.—R. O. 31 mayo.—*D. O.* núm. 118.
1.er T.e	D. José Vallespín y Cobián, del 6.º Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos de Santa Cruz de Tenerife.—Id. —Id.
	Reemplazo.
C.n	D. José Samaniego y Gonzalo, con destino en el 1.er Regimiento mixto, se dispone quede en dicha situación por el término de un año, como plazo mínimo con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 6 mayo. —*D. O.* núm. 102.
	Supernumerarios.
C.n	D. José García y Benítez, con destino en el 3.er Regimiento mixto y en comisión en el Centro Electrotécnico, pasa á dicha situación, quedando adscripto al Gobierno Militar de Ceuta.—R. O. 18 mayo.—*D. O.* núm. 109.
C.n	D. Enrique Paniagua y de Porras, con destino en el 1.er Re-

Empleos en el Cuerpo.	ombres, motivos y fechas.

gimiento mixto, pase á dicha situación, quedando adscripto á la Subinspección de la 2.ª Región.—R. O. 27 mayo.—*D. O.* núm. 116.

Vuelta al servicio.

C.¹ Sr. D. Jacobo García Roure, en situación de reemplazo en la 2.ª Región, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo permacecer en su actual situación hasta que le corresponda ser colocado.--R. O. 18 mayo.— *D. O.* núm. 108.

Comisiones.

C.ⁿ D. José Iribarren y Jiménez, se dispone forme parte, sin perjuicio de su actual cometido, de la comisión militar de estudio de los ferrocarriles de la 1.ª Región en reemplazo del de igual empleo D. Arístides Fernández.--R. O. 28 mayo.—*D. O.* núm. 116.

Clasificaciones.

C.¹ Sr. D. Rafael Peralta y Maroto, se le declara apto para el ascenso.—R. O. 22 mayo.—*D. O.* número 112.

C.¹ Sr. D. Ramón Arízcun é Iturralde.—Id.—Id.

C.¹ Sr. D. Fernando Recacho y Arguimbau.—Id.—Id.

C.¹ Sr. D. Félix Arteta Jáuregui.—Id.—Id.

C.¹ Sr. D. Eduardo Cañizares y Moyano.—Id.—Id.

C.¹ Sr. D. Julio Rodríguez Mourelo. Id.—Id.

C.¹ Sr. D. Francisco Manzanos y Rodríguez-Brochero.--Id.—Id.

Licencias.

1.er T.e D. Antonio Pérez Barreiro, una de dos meses por enfermo para Mondariz (Pontevedra) y Vivero (Lugo).—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 10 de mayo.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

1.er T.e D. Antonio Sánchez Cid Agüeros, otra de dos meses, por asuntos propios. para Alcalá de Guadaira (Sevilla), San Fernando (Cádiz) y Jabugo (Huelva).—Orden del Capitán General de la 2.ª Región de 13 de mayo.

Residencias.

C.e D. José Briz López, se le autoriza para trasladarse á Campillo de Altobuey (Cuenca).—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 1.º de mayo.

C.e D. Cirilo Aleixandre y Ballester, íd. íd. para Madrid.—Orden del Capitán General de la 2.ª Región de 18 de mayo.

PERSONAL DEL MATERIAL

Destinos.

C. del M D. Francisco Soriano Cubells, del 7.º Regimiento mixto, á las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—R. O. 14 mayo. —*D. O.* núm. 107.

C. del M D. Pedro Arau y González, de nuevo ingreso y procedente del 1.er Regimiento mixto, al 7.º íd. íd.—Id.—Id.

M. de O. D. Sebastián Guerra y García, de la Comandancia de Bilbao, con residencia en Santoña, á situación de excedente en la 6.ª Región prestando servicio en las obras de la «Colonia Penitenciaria del Dueso».—R. O. 19 mayo.—*D. O.* número 110.

O. C. F. D. Julián Portell y Tosquellas, de excedente en la 4.ª Región y en comisión en las obras del Castillo de Figueras á la Comandancia de Ceuta, cesando en dicha comisión.—R. O. 16 mayo.—*D. O.* núm. 114.

O. C. F. D. José Gorroño Achá, de la Comandancia de Ceuta, á excedente en la 2.ª Región.—Id. —Id.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de junio de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de mayo	53.781,27

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto .	77,60
Por el 2.º id. id.	93,00
Por el 3.er id. id.	92,20
Por el 4.º id. id.	79,10
Por el 5.º id. id.	93,00
Por el 6.º id. id.	66,40
Por el 7.º id. id.	80,00
Por el Regim. de Pontoneros.	83,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	157,70
En Madrid.....	840,80
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	121,70
Por la id. de la 3.ª id.	79,45
Por la id. de la 4.ª id.	97,20
Por la id. de la 5.ª id.	85,10
Por la id. de la 6.ª id.	86,70
Por la id. de la 7.ª id.	63,00
Por la id. de la 8.ª id.	43,40
Por la id. de Ceuta.....	33,25
Por la id. de Melilla.....	25,45
Por la Com.ª de Mallorca....	60,55
Por la id. de Menorca.....	27,65
Por la id. de Tenerife.....	42,10
Por la id. de Gran Canar.a	»
Suma el cargo.....	56.300,12

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Excelentísimo Sr. General D. Juan Palou de Comasema y Sánchez.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

	Pesetas.
Importa el cargo.....	56.300,12
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.190,12

RESUMEN

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.	50.825,00
En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.365,12
Total igual.....	53.190,12

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia en 31 de mayo.....	659
Baja.	
Excmo. Sr. General D. Juan Palou de Comasema y Sánchez, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	658

Madrid, 30 de junio de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JUNIO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Baja.

C.ª D. José Redondo y Ballester, por fallecimiento ocurrido en 7 de junio de 1909 en Menorca.

Ascensos.

A Coronel.

T. C. D. Alvaro de la Maza y Agar.—R. O. 3 junio.—*D. O.* número 121.

A Teniente Coronel.

C.ª D. Jorge Soriano y Escudero.—Id.—Id.

A Comandante.

C.ª D. Benito Chías y Carbó.—Id.—Id.

A Capitán.

1.er T.e D. Mariano Ramis y Huget.—Id.—Id.

Cruces.

C.t Sr. D. Ramón Arízcun é Iturralde, la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 4 de junio de 1906.—R. O. 2 junio.—*D. O.* núm. 121.

Clasificaciones.

T. C. D. Eusebio Torner y de la Fuente, se le declara apto para el ascenso.—R. O. 3 junio.—*D. O.* núm. 122

T. C. D. Manuel Maldonado y Carrión.—Id.—Id.

T. C. D. Manuel Ruiz Montlleó.—Id.—Id.

T. C. D. Juan Montero y Esteban.—Id.—Id.

T. C. D. Rafael Albarellos y Sáenz de Tejada.—Id.—Id.

C.e D. Francisco Ricart y Gualdo.—Id.—Id.

C.e D. José Briz y López.—Id.—Id.

C.e D. José Maranges y Campo.—Id.—Id.

C.e D. José Aguilera Merlo, se le declara apto para el ascenso. R. O. 3 junio.—*D. O.* número 121.

C.e D. Juan Luengo Carrascal.—Id.—Id.

C.e D. Wenceslao Carreño Arias.—Id.—Id.

C.n D. Alfredo Amigó Gassó.—Id.—Id.

C.n D. Félix López Pérez.—Id.—Id.

C.n D. Rafael Marín del Campo Peñalver.—Id.—Id.

C.n D. Carlos Barutell Pówer.—Id.—Id.

C.n D. Agustín Alvarez Meiras.—Id.—Id.

C.n D. Antonio Arenas Ramos.—Id.—Id.

C.n D. Vicente Rodríguez Rodríguez.—Id.—Id.

1.er T.e D. Luis Zorrilla Polanco.—Id.—Id.

1.er T.e D. Ricardo Aguirre Benedicto.—Id.—Id.

1.er T.e D. Florentino Canalls González.—Id.—Id.

1.er T.e D. Luis Sierra Bustamante.—Id.—Id.

1.er T.e D. José Durán Salgado.—Id.—Id.

1.er T.e D. Sixto Pou Partes.—Id.—Id.

1.er T.e D. Mauricio Cuesca García.—Id.—Id.

1.er T.e D. Joaquín Tarazona Aviñón.—Id.—Id.

1.er T.e D. José Lasso de la Vega Olaeta.—Id.—Id.

1.er T.e D. Inocente Sicilia Ruiz.—Id.—Id.

Recompensas.

1.er T.e D. Juan Gómez-Giménez, se dispone se le manifieste el agrado con que se ha visto su celo, aplicación y amor al servicio al redactar el proyecto de *Cartilla para el ascenso á Telegrafistas segundos, eléctricos y ópticos, obreros de línea y conductores.*—R. O. 7 junio.—*D. O.* núm. 125.

1.er T.e D. Ricardo Maya Cano-Manuel,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de Profesor de las Escuelas técnicas y regimentales del Batallón de Ferrocarriles.—R. O. 16 junio.—*D. O.* núm. 132.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. Rafael Serra Astrain, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas por profesorado.—R. O. 8 junio.—*D. O.* número 126.
C.l	Sr. D. Lorenzo Gallego y Carranza, se le concede la gratificación de 1.500 pesetas.—R. O. 11 junio.—*D. O.* número 128.
T. C.	D. José Tafur y Funes, se le concede la gratificación de 1.500 pesetas.—Id.—Id.
C.e	D. Pedro de Anca y Merlo, se le concede la gratificación de 600 pesetas.—Id.—Id.
T. C.	D. José Vallejo Elías, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—R. O. 17 junio.—*D. O.* núm. 133.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Alvaro de la Maza y Agar, ascendido, del Ministerio á Ingeniero Comandante de Menorca.—R. O. 11 junio.—*D. O.* núm. 127.
C.l	Sr. D. Rafael de Aguilar y de Castañeda, Marqués de Villamarín, de excedente en la 1.ª Región á Ingeniero Comandante de Melilla.—Id.—Id.
C.l	Sr. D. Rafael Moreno y Gil de Borja, de la Comandancia de Melilla á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Eduardo Gallego y Ramos, de reemplazo en la 1.ª Región, á Ayudante de campo del General de División D. Vicente Arizmendi y Jáudenes, Comandante General de Artillería de la 6.ª Región.—R. O. 18 junio.—*D. O.* núm. 133.
C.e	D. Benito Chías y Carbó, ascendido, de la Comandancia de Barcelona á situación de excedente en la 4.ª Región.—R. O. 23 junio.—*D. O.* número 137.
C.n	D. Mariano Ramis y Huget, ascendido, Alumno de la Escuela Superior de Guerra, del 4.º Regimiento mixto al mismo, para el percibo de haberes en plaza de categoría inferior, continuando en la Escuela Superior de Guerra.—Id.—Id.
C.n	D. José Sanz Forcadas, de la Compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento mixto á la Comandancia de Barcelona.—Id.—Id.
C.n	D. Julián Gil Clemente, en situación de reemplazo en la 1.ª Región, á la Compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Franco y Pineda, del 6.º Regimiento mixto al 3.º.—Id.—Id.
C.n	D. Félix Medinaveitia y Vivanco, de la Comandancia de Badajoz al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Jaime Coll y Soriano, en situación de reemplazo en la 2.ª Región al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Bamón y Sena, en situación de reemplazo en la 2.ª Región á la Comandancia de Badajoz.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Palanca y Martínez, de la Compañía de Telégrafos de la Comandancia de Mallorca al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Barreiro Alvarez, de la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca á la de Telégrafos de la misma.—Id.—Id.
	Comisiones.
C.e	D. Wenceslao Carreño y Arias, una para formar parte en comisión mixta para entender en el replanteo de la carretera de Santa Marta de Orti-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	gueira á Guitiriz.—R. O. 9 de junio de 1909.
C.ª	Sr. D. Pedro Vives y Vich, se le declara indemizable la comisión desempeñda desde el 14 de abril á fin del mismo con el fin de inspeccionar en Guadalajara los asuntos pendientes de organización del Servicio Aerostático.—R. O. 12 junio.—*D. O.* núm. 129.
C.ª	D. Rogelio Ruiz Capilla, se dispone forme parte, sin perjuicio de su actual cometido, de la Comisión Militar y de estudio de los ferrocarriles de la 3.ª Región, en reemplazo del de igual empleo, D. Manuel Aspiazu Paul.—R. O. 21 junio.—*D. O.* núm. 136.
C.ª	Sr. D. Joaquín de La Llave García, se dispone forme parte de la Junta que ha de examinar y calificar los trabajos efectuados en las capitales de las regiones y distritos militares por los Oficiales del Ejército aspirantes á ingreso en la Escuela Superior de Guerra.—R. O. 28 junio.—*D. O.* núm. 142.
	Reemplazo.
C.ª	D. Mariano del Pozo y Vázquez, con destino en el 7.º Regimiento mixto, pasa á esta situación con residencia en la 2.ª Región por el término de un año como plazo mínimo.—R. O. 25 junio.—*D. O.* número 140.
	Supernumerarios.
C.ª	D. Laureano Macía y Valcárcel, con destino en la Comandancia de Valladolid pasa á dicha situación adscripto á la Subinspección de la 8.ª Región.—R. O. 25 junio.—*D. O.* núm. 140.
	Licencias.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, se le concede un més de prórroga á la que disfruta por enfermo en esta Corte.—Orden del Capitán General de la 4.ª Región, 1.º de junio de 1909.
C.ª	D. Rafael Peralta y Maroto, dos meses por enfermo para Pontevedra.—Orden del Capitán General de la 3.ª Región, 2 de junio de 1909.
C.ª	D. José Samaniego Gonzalo, se le conceden tres meses de licencia por asuntos propios para París.—R. O. 3 junio.—*D. O.* núm. 122.
1.er T.e	D. Eduardo Gómez-Acebo y Echevarría, se le conceden seis meses de licencia por asuntos propios para Lima (Perú).—R. O. 8 junio.—*D. O.* núm. 125.
1.er T.e	D. Rafael Ruibal Leira, dos meses por enfermo para Pontevedra, Tuy, Santiago y Madrid.—Orden del Capitán General de la 4.ª Región, 14 de junio de 1909.
C.e	D. Francisco Ricart y Gualdo, se le conceden tres meses de licencia por asuntos propios para París y Marsella (Francia), Bruxelas (Bélgica), Amsterdam (Holanda), Polonia y Berlín (Alemania), Berna y Ginebra (Suiza), Milán (Italia), Igualada (Barcelona) y Valencia.—R. O. 25 junio.—*D. O.* núm. 140.
	Residencia.
T. C.	D, Dionisio Delgado Dominguez, se le concede traslado para Madrid, según relación. Orden del Capitán General de la 1.ª Región, 4 de junio de 1909.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Florencio Achalandabaso Barrera, se le concede licencia para contraerlo con doña Josefa Marquerie Iribarren.—R. O. 14 junio.—*D. O.* número 129.
1.er T.e	D. Federico Bassa Forment, se le concede licencia para contraerlo con doña María del Pilar Bray y Bassa. R. O. 17 junio.—*D. O.* núm. 133.
1.er T.e	D. Manuel Cuartero Martínez,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	se le concede licencia para contraerlo con doña María de las Nieves Sagaseta y Miguel. —R. O. 24 junio.—*D. O.* número 138.
C.ª	D. Manuel Giménez Fuente, se le concede licencia para contraerlo con doña Juana Barca del Barrio.—R. O. 25 junio. *D. O.* núm. 140.

ESCALA DE RESERVA

Ascensos.

A Capitanes.

1.er T.e	D. Gabriel Hernández Caparrós.—R. O. 6 junio.—*D. O.* núm 125.
1.er T.e	D. Valentín Alonso Montero.—Id.—Id.

A 2.os Tenientes.

Sarg.º	D. Pablo Francia Pardal.—R. O. 28 junio.—*D. O.* núm. 141.
»	D. José Vila Sala.—Id.—Id.
»	D. Juan García Moreno.—Id.—Id.
»	D. Antonio Sánchez Burgos.—Id.—Id.
»	D. Lázaro Rodríguez Carretero.—Id.—Id.
»	D. Juan García Plaza.—Id.—Id.
»	D. Filastro Pardo Díaz de Otazu.—Id.—Id.
»	D. Angel Marín Román.—Id.—Id.
»	D. Antonio Rodríguez Alcalde.—Id.—Id.
»	D. Manuel Hernández Pedraz.—Id.—Id.
»	D. Antonio Ferragut Canaves.—Id.—Id.
»	D. Pedro Sanz Parra.—Id.—Id.
»	D. Benito Mateo Triviño.—Id.—Id.
»	D. Maximino Moleiro Rodríguez.—Id.—Id.
»	D. Dioclecio Bravo Simón.—Id.—Id.
»	D. Julián Puertas López.—Id.—Id.
»	D. Rafael López Hernández.—Id.—Id.
»	D. Juan de Bernabé Peña.—Id.—Id.
Sarg.º	D. Vicente Granda Antón.—R. O. 28 junio.—*D. O.* núm. 114.
»	D. José Mateo Aguilar.—Id.—Id.
»	D. Manuel Rollán García.—Id.—Id.
»	D. Luis Herreros Castellanos.—Id.—Id.
»	D. Jesús Mateo Balaguer.—Id.—Id.
»	D. Valentín de Santiago Fuentes.—Id.—Id.

Destinos.

2.º T.e	D. Pablo Francia Pardal, de la Compañía de Telégrafos (red de Madrid) al 2.º Regimiento mixto.—R. O. 30 junio. *D. O.* núm. 142.
»	D. José Vila Sala, del 7.º Regimiento mixto al 3.º íd.—Id.—Id.
»	D. Juan García Moreno, del 4.º Depósito de reserva al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Antonio Sánchez Biergas del 4.º Regimiento mixto á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Gran Canaria.—Id.—Id.
»	D. Lázaro Rodríguez Carretero, de la Compañía de Telégrafos (red de Madrid) al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Juan García Plaza, de las tropas afectas al servicio de Aerostación al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Filastro Pardo Díaz de Otazu, del 2.º Regimiento mixto al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
»	D. Angel María Román, del 3.er Regimiento mixto al 6.º íd.—Id.—Id.
»	D. Antonio Rodríguez Alcalde, de la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Manuel Hernández Pedraz, del 6.º Regimiento mixto al 1.º íd.—Id.—Id.
»	D. Antonio Ferragut Canaves, de la Brigada Topográfica al 4.º Regimiento mixto.—R. O,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	30 junio. — *D. O.* núm. 142.
Sarg.º	D. Pedro Sanz Parra, del 2.º Regimiento mixto al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
»	D. Benito Mateo Triviño, de la Compañía de obreros al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Maximino Moleiro Rodríguez, del 1.er Regimiento mixto al 5.º id.—Id.—Id.
»	D. Dioclecio Bravo Simón, del Batallón de Ferrocarriles al mismo Batallón.—Id.—Id.
»	D. Julian Puertas López, de la Compañía de obreros al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Rafael López Hernández, del 2.º Regimiento mixto al 7.º íd.—Id.—Id.
»	D. Juan de Bernabé Peña, del 7.º Depósito de reserva al 1.º —Id.—Id.
»	D. Vicente Granda Antena, del 6.º Regimiento mixto al 7.º íd.—Id.—Id.
»	D. José Mateo Aguilar, del 7.º Regimiento mixto al 3.º íd. —Id.—Id.
»	D. Manuel Rollán García, del Batallón de Ferrocarriles al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Luis Herreros Castellanos, del Batallón de Ferrocarriles al 2.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
Sarg.º	D. Jesús Mateo Balaguer, del 2.º Regimiento mixto al 7.º íd.—R. O. 30 junio.—*D. O.* número 142.
»	D. Valentín de Santiago Fuentes, de la sección de Tropa de la Academia al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.

PERSONAL DEL MATERIAL

Abonos de tiempo.

M. de O. D. Gorgonio Uriarte del Castillo, se dispone que el período de cuatro meses de prácticas al ingresar en su Cuerpo le sea de abono para el de servicio.—R. O. 14 junio.—*D. O.* núm. 130.

Sueldos haberes y gratificaciones.

A. de O. D. Irineo Fuentes Ubierna, se le concede el sueldo de 1.750 pesetas anuales á partir del 1.º de julio próximo por cumplir el día 21 del actual diez años de servicios como escribiente de plantilla.—R. O. 26 junio.—*D. O.* núm. 141.

M. de O. D. Manuel Arroyo y Fernández, se le concede el sueldo de 2.750 pesetas anuales á partir del 1.º del actual por haber cumplido diez años de servicios como Maestro de Obras militares.—Id.—Id.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del sorteo de Instrumentos, correspondiente al 1.er semestre de este año, verificado el día 20 de julio.*

Acciones que han entrado en suerte 175. No han sorteado las de los números 35, 72, 76, 112, 135, 146, 159, 161, 167 y 177 por hallarse vacantes, y las números 29, 103, y 104 por no haber hecho efectivo su importe.

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS.

N.º	NOMBRE DEL LOTE	Valor.	Acción agraciada.	Dependencia ó nombre del socio.
1	Gemelos prismáticos Busch, 8 aumentos	213,75	121	D. Antonio Moreno Zubia.
2	Barómetro de bolsillo Dola...	118,75	73	Comd.ª General 6.ª Región.
3	Máquina de escribir *Junior*....	118.75	1	D. Ignacio de Castro.
4	Ecli-clísimetro de Abney.....	118,75	45	D. Miguel López Lozano.
5	Gemelos estadia.....	99,75	140	D. Enrique Santos Guillén.
6	Barómetro de alturas.....	95,00	151	Comd.ª General 3.ª Región.
7	Estuche de dibujo Gysi.....	95,00	52	D. Angel María Rosell.
8	Estuche de dibujo Gysi	63,40	100	D. Francisco de Lara.
9	Brújula Barker.....	57,00	98	D. Prudencio Borra.
10	Brújula Peigné.....	30,90	94	D. Tomás Clavijo.
11	Cenicero de despacho.....	28,50	132	D. Felipe Martínez Mendez.
	TOTAL.....	1.044,55		

Madrid 22 de julio de 1909.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El Coronel director, P. A., GIMÉNEZ.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos correspondiente al 1.er semestre de 1909*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior.....	2,95
Importe de 175 acciones del semestre, á 6 pesetas una.....	1050,00
No han entrado en suerte los números 35, 72, 76, 112, 135, 146, 159, 161, 167 y 177 por hallarse vacantes, y los números 29, 103 y 104 por no haber hecho efectivo su importe.	
Suma.....	1052, 95
Importe de los lotes sorteados en el semestre.....	1044,55
Suma.....	1044,55

RESUMEN

Suma el cargo.....	1052,95
Idem la data.....	1044,55
Queda disponible para el semestre siguiente.....	8,40

Madrid 22 de julio de 1909.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El Coronel Director, P. A., GIMÉNEZ.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Abril de 1909

OBRAS COMPRADAS

Le Costruzioni moderne in Italia. — 1 vol.

Lumet et Rambosson: Documents sur l'Art, décoratif français du IX^me^ au XIX^me^ siécle.—4 vols.

Cordemoy: Exploitation des ports maritimes.—1 vol.

Bottcher: Cranes. Their Construction, Mechanical Equipment and Working. —1 vol.

Aucamus et Galine. Tramways et automobiles 2^me^ edition.—1 vol.

Monéry: Précis d'Hygiène militaire.—1 vol.

Richardson: The Modern Asphalt Pavement.—1 vol.

Giménez y Vega: Croquis de Historia Militar.—1 vol.

Douzal: Production électrique de l'ozone et applications à l'industrie, l'hygiéne, la thérapeutique.—1 vol.

Pierre: Etude sur les transporteurs aériens.—1 vol.

Winter: Los factores del rendimiento industrial.—1 vol.

Corvisard-Traductor: Réglement du 14 octobre 1907 sur le service en campagne dans l'armée japonaise.—1. vol.

Borel: Eléments de la théorie des probabilités.—1 vol.

Schuyler: Reservoirs for Irrigation, Water-Power and Domestic Water-Supply.—1 vol.

Moreau: Traité des chemins de fer-Tome VI.—1 vol.

Connaissance des temps 1911.—1 vol.

Chwolson: Traité de Physique. Tome deuxieme, quatrieme fascicule.—1 vol.

Résal: Cours de ponts métalliques. Tome I.—1 vol.

Ferrocarriles secundarios y estratégicos. Ley. Plan general y Reglamento definitivo.—1 vol.

Vidal-Lablache: Histoire et Geographie. Atlas général.—1 vol.

Anuario Militar de España 1909.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Giannitrapani: La guerra russo-giapponese nell'anno 1904.—Por el Capitán de Ingenieros, D. Carlos Barutell. —2 vols.

Duque de Tovar: Discursos leídos ante la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.—1 vol.—Por el autor.

Mora: Canalización del Manzanares, Jarama y Tajo.—1 vol.—Por el autor.

Grainicianu: Note asupra. Eserci. tiilor de manevra si de lupta ale Infanteriei —1 vol.—Por el autor.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de julio de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de junio.....	53.190,12

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto .	84,65
Por el 2.º id. id.	93,00
Por el 3.er id. id.	95,35
Por el 4.º id. id.	79,10
Por el 5.º id. id.	98,00
Por el 6.º id. id.	61,90
Por el 7.º id. id.	76,85
Por el Regim. de Pontoneros.	83,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	165,00
En Madrid.....	800,85
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	123,90
Por la id. de la 3.ª id.	96,25
Por la id. de la 4.ª id.	90,65
Por la id. de la 5.ª id.	79,45
Por la id. de la 6.ª id.	83,50
Por la id. de la 7.ª id.	67,75
Por la id. de la 8.ª id.	45,00
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.ª de Mallorca....	53,70
Por la id. de Menorca.....	24,50
Por la id. de Tenerife.....	89,15
Por la id. de Gran Canar.ª	70,00
Suma el cargo.....	55.732,17

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, teniente coronel retirado, D. José Brandis Mirelis.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

	Pesetas.

RESUMEN

Importa el cargo.....	55.732,17
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	52.622,17

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	1.797,17
En el íd. de íd., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	52.622,17

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existecia según balance de junio último.....	658
Bajas.	
D. José Brandis Mirelis, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	657

Madrid, 31 de julio de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general presidente, MARVÁ

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JULIO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ESCALA ACTIVA
	Destinos.
C.l	Sr. D. Antonio Vidal y Rúa, del Ministerio á los Talleres del Material.—R. O. 20 julio.—*D. O.* núm. 159.
C.n	D. Ramón Taix Atorrasagasti, de la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Menorca.—Id.—Id.
C.n	D. Miguel Domenge y Mir, del 4.º Regimiento mixto á excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Juan de la Puente y Hortal, del 3.º Regimiento mixto al 7.º id.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Valcarcel y López Espila, del 1.er Regimiento mixto al 3.º id.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Ingunza y Lima, de reemplazo en la 8.ª Región á la Comandancia de Badajoz.—Id.—Id.
C.n	D. Carlos Codes é Illescas, de reemplazo en la 1.ª Región al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Rivadulla Valera, ascendido, del 3.er Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Arsenio Jiménez Montero, ascendido, de la Academia al 2.º Regimiento mixto.—Id—Id.
1.er T.e	D. Juan Reig Valerino, ascendido, de la Academia al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Monserrat Fenech Muñoz, ascendido, de la Academia al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Ortiz Echagüe, ascendido, de la Academia á la Compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ignacio de la Cuadra Mas, ascendido, de la Academia al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Serrano Maranges, ascendido, de la Academia al 3.er Regimiento mixto.—R. O. 20 julio.—*D. O.* núm. 159.
1.er T.e	D. Gustavo de Montaud Noguerol, ascendido, de la Academia al 2.º Regimiento mixto. Id.—Id.
1.er T.e	D. Agustín Arraiz Arranz, ascendido, de la Academia al 4.º Regimientomixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Lena López, ascendido, de la Academia al 3.er Regimientomixto—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eduardo Hernández Vidal, ascendido, de la Academia al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Fuster Rossiñol, ascendido, de la Academia á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Alberto Alvarez Rementería, ascendido, de la Academia al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Rodero Carrasco, ascendido de la Academia al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Navarro Serrano, ascendido, de la Academia al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José López Otero, ascendido, de la Academia al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Mayandía Murillo, ascendido, de la Academia al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Alfonso de la Llave Sierra, ascendido, de la Academia al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis de la Torre Capelastegui, ascendido, de la Academia al 5.º Regimiento mixto. Id.—Id.
C.l	Sr. D. Rafael Moreno y Gil de Borja, de excedente en la 1.ª Región al Ministerio.—Real orden 21 julio.—*D. O.* número 160.
T. C.	D. Ramiro Ortiz de Zárate y Armendáriz, á la Comandancia de Melilla, en comisión.—R. O. 27 julio.—*D. O.* núm. 165.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
1.er T.e	D. Emilio Jiménez Millas, al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, en comisión.—R. O. 30 julio.—*D. O.* núm. 168.
1.er T.e	D. José Cubillo Fluiters, al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, en comisión.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Enrique Arrillaga López, al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, en comisión.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Florencio Achalandabaso Barrera, de reemplazo en la 6.ª Región al 5.º Regimiento mixto.—R. O. 30 julio.—*D. O.* número 168.
C.n	D. Joaquín de la Llave y Sierra, supernumerario en la 1.ª Región, se le destina en comisión, como Secretario del Comandante principal de Ingenieros del Cuartel General del Comandante en Jefe de las fuerzas del ejército de operaciones en Melilla.—R. O. 31 julio.—*D. O.* núm. 169.

Ascensos.

A Capitan.

1.er T.e	D. Ramón Taix Atorrasagasti.—R. O. 5 julio.—*D. O.* núm. 146.

A 1.os Tenientes.

(por haber terminado con aprovechamiento el plan de estudios.)

2.º T.e A.	D. Arsenio Jiménez Montero.—R. O. 8 julio.—*D. O.* número 149.
»	D. Juan Roig Valerino.—Id.—Id.
»	D. Monserrat Fenech Muñoz.—Id.—Id.
»	D. José Ortiz Echagüe.—Id.—Id.
»	D. Ignacio de la Cuadra Mas.—Id.—Id.
»	D. Luis Serrano Maranges.—Id.—Id.
»	D. Agustín Arraiz Arranz.—Id.—Id.
»	D. Francisco Lena López.—Id.—Id.
»	D. Eduardo Hernández Vidal.—Id.—Id.
»	D. Gustavo de Montaud Nogué-rol.—R. O. 8 julio.—*D. O.* número 149.
2.º T.e A.	D. Joaquín Fuster Rossiñol.—Id.—Id.
»	D. Alberto Alvarez Rementería.—Id.—Id.
»	D. José Rodero Carrasco.—Id.—Id.
»	D. Antonio Navarro Serrano.—Id.—Id.
»	D. José López Otero.—Id.—Id.
»	D. Antonio Mayandía Murillo.—Id.—Id.
»	D. Alfonso de la Llave Sierra.—Id.—Id.
»	D. Luis de la Torre Capelastegui.—Id.—Id.

Recompensas.

C.n	D. Lorenzo Angel Patiño, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar», por haber prestado sus servicios durante cuatro años en el Laboratorio del Material de Ingenieros.—R. O. 21 julio.—*D. O.* núm. 161.

Licencias.

C.n	D. Miguel García de la Herranz, se le concede un mes de licencia, por asuntos propios, para París (Francia), Madrid, La Granja y Valencia.—R. O. 2 julio.—*D. O.* núm. 145.
C.n	D. Julio Berico y Arroyo, se le conceden dos meses de licencia, por asuntos propios, para París (Francia).—R. O. 22 julio.—*D. O.* núm. 162.
C.n	D. Gerardo Lasalle Boluda, dos meses por enfermo para Madrid, Salamanca y Puente Viesgo (Santander).—Orden del Capitán General de la 7.ª Región, 6 de julio de 1909.
C.n	D. Mario de la Escosura y Méndez, dos meses por enfermo para Fuentes de Andalucía (Sevilla), Cádiz, Roda y Puerto de Santa María (Cádiz).—Orden del Capitán General de la 2.ª Región, 9 de julio de 1909.
C.e	D. Francisco de Lara y Alonso, dos meses por asuntos propios para Bilbao y Barcelona.—

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Orden del Capitán General de la 1.ª Región, 10 de julio de 1909.
C.ª	D. Diego Fernández Herce, un mes por asuntos propios para Irún (Guipúzcoa) y Oleiros (Coruña).—Orden del Capitán General de la 8.ª Región, 12 de julio de 1909.
	Comisiones.
C.ª	D. Carlos Masquelet y Lacací, la de entender en el estudio del proyecto de reparación y ensanche del camino vecinal de Scrantellos, en la carretera de Ferrol á Cobas, hasta el lugar de Vilasanches.—R. O. 10 de julio de 1909.
C.ª	D. Germán León y Castillo Olivares, íd. en el replanteo del trozo 5.º de la carretera de Las Palmas á San Nicolás por San Mateo (Gran Canaria).—R. O. 10 de julio de 1909.
C.ª	D. Alfonso Martínez Rizo, ídem, íd. en el estudio del ferrocarril estratégico de Villajoyosa á Denia.—R. O. 19 de julio de 1909.
C.ª	D. Germán León y Castillo Olivares, la de entender en el replanteo del trozo 3.º de la carretera de 3.er orden de Tamaraceite á Valleseco por Teror (Gran Canaria).—R. O. 30 de julio de 1909.
	Supernumerarios.
C.ª	D. Jaime Coll y Soriano, con destino en el 6.º Regimiento mixto pasa á dicha situación quedando adscripto á la Subinspección de la 2.ª Región.—R. O. 15 julio.—*D. O.* número 156.
C.ª	D. Juan Ramón y Sena, con destino en la Comandancia de Badajoz pasa á dicha situación quedando adscripto á la Subinspección de la 2.ª Región.—R. O. 13 julio.—*D. O.* número 153.
	Cruces.
C.ª	D. Eusebio Jiménez Lluesma, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de mayo de 1909.—R. O. 14 julio.—*D. O.* núm. 155.
C.ª	Sr. D. Antonio Vidal y Rúa, Caballero de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, se le concede la inclusión en la escala de Aspirantes á pensión, con la antigüedad de 9 de diciembre de 1907.—.O R. 14 julio.—*D. O.* núm. 155.
C.ª	D. Francisco Ibañez Alonso, se le concede la Cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 28 de enero de 1908.—Real orden 8 julio.—*D. O.* núm. 150.
	Indemnizaciones.
C.ª	Sr. D. Pedro Vives y Vich, se declara indemnizable, con los beneficios de los artículos 10 y 11 del Reglamento, la comisión desempeñada en Guadalajara para inspeccionar el servicio de Aerostación durante los días 1.º al 7 de mayo de 1909.—R. O. 7 julio.—*D. O.* núm. 149.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
O. A.	D. Severino Lemos, se le concede el sueldo anual de 1.700 pesetas á partir del 1.º del actual, por haber cumplido el plazo de diez años á que se refiere el art. 6.º del Reglamento.—R. O. 6 julio.—*D. O.* núm. 148.
O. A.	D. León Gómez.—Id.—Id.
M. de T.	D. Lucio San Antonio, se le concede el aumento de sueldo de 750 pesetas anuales, por haber cumplido el plazo de diez años á que se refiere el Reglamento.—R. O. 6 julio.—*D. O.* número 148.
M. de T.	D. Emilio Tarres.—Id.—Id.
M. de T.	D. Federico Goy.—Id.—Id.
M. de T.	D. Mariano Sacó.—Id.—Id.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de agosto de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de julio.....	52.622,17
CARGO	
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto .	78,70
Por el 2.º id. id.	102,00
Por el 3.er id. id.	93,80
Por el 4.º id. id.	74,35
Por el 5.º id. id.	100,00
Por el 6.º id. id.	58,75
Por el 7.º id. id.	81,70
Por el Regim. de Pontoneros.	83,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	172,30
En Madrid.....	698,70
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	126,70
Por la id. de la 3.a id.	124,25
Por la id. de la 4.a id.	90,55
Por la id. de la 5.a id.	79,45
Por la id. de la 6.a id.	84,15
Por la id. de la 7.a id.	63,00
Por la id. de la 8.a id.	49,40
Por la id. de Ceuta.....	31,60
Por la id. de Melilla.....	40,45
Por la Com.a de Mallorca....	53,85
Por la id. de Menorca.....	27,65
Por la id. de Tenerife.....	42,10
Por la id. de Gran Canar.a	»
Intereses devengados por las 50.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, que posee la Asociación.....	500,00
Suma el cargo.....	55.559,12
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, capitán D. José Redondo Ballester..	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00
RESUMEN	
Importa el cargo.....	55.559,12
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	52.449,12

	Pesetas.
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España en cuenta corriente.....	1.624,12
En el íd. de íd., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	52.449,12
MOVIMIENTO DE SOCIOS	
Existencia según balance de julio último.....	657
Altas	
como socios fundadores con arreglo al caso b del artículo 3.º del reglamento de la Asociación.	
Alvarez Rementería.—D. Alberto. Arraiz Arranz.—D. Agustín..... Cuadra Mas.—D. Ignacio de la.... Fenech Muñoz.—D. Monserrat.... Fúster Rossiñol.—D. Joaquín..... Hernández Vidal.—D. Eduardo... Jiménez Montero.—D. Arsenio.... Lena López.—D. Francisco..... López Otero.—D. José..... Llave Sierra.—D. Alfonso de la... Mayandía Murillo.—D. Antonio... Montaud Noguerol.—Gustavo de... Navarro Serrano.—D. Antonio.... Ortiz Echagüe.—D. José..... Reig Valerino.—D. Juan..... Rodero Carrasco.—D. José..... Serrano Maranges.—D. Luis..... Torre Capelástegui.—D. Luis de la	18
Suma.....	675
Bajas.	
D. José Redondo Ballester por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	674

Madrid, 31 de agosto de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE AGOSTO DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Bajas.
C.[l]	Sr. D. Octavio Alvarez González, se le concede el retiro para esta corte.—R. O. 13 agosto.—*D. O.* núm. 180.
C.[l]	Sr. D. Ramon Alfaro Zarabozo, id. id. id. para Barcelona.—Id. —Id.
C.[n]	D. Juan Ruiz Stengre, se le concede la licenciá absoluta sin sueldo ni uso de uniforme.—R. O. 30 agosto.—*D. O.* número 195.
	Cruces.
C.[e]	D. José Portillo Bruzon, se le concede la placa de la Real y militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 24 octubre de 1908.—R. O. 25 agosto.— *D. O.* núm. 191.
C.[n]	D. José Navarro Sánchez, idem la cruz de la id. con la antigüedad de 18 febrero de 1909. —Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.[l]	Sr. D. Antonio Vidal y Rúa, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas desde 1.º de agosto por haber sido nombrado Director de los Talleres del Material.—R. O. 20 agosto.—*D. O.* núm. 187.
C.[e]	D. Cayetano Fúster y Martí, se le concede la gratificación de 1500 pesetas anuales como comprendido en el artículo 8.º del vigente reglamento orgánico para las Academias militares.—R. O. 3 agosto.— *D. O.* núm. 172.
	Recompensas.
C.[n]	D. Senén Maldonado Hernández, se le concede la cruz de 1.ª clase Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar» por haber prestado sus servicios durante cuatro años en los Talleres del Material.—R. O. 20 agosto.—*D. O.* núm. 187.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
C.[n]	D. Emilio Herrera Linares, con destino en las Tropas afectas al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, se dispone se incorpore con urgencia á la Unidad que presta sus Servicios en Melilla.—R. O. 3 agosto.—*D. O.* número. 171.
T. C	D. Juan Montero Esteban, cesa en el cargo de ayudante de campo del General de Brigada D. Manuel Benitez y Parodí.—R. O. 10 agosto.— *D. O.* núm. 177.
T. C.	D. Juan Montero Esteban, se le nombra Ayudante de órdenes del General de división D. Ramón González Vallarino.— R. O. 10 agosto.— *D. O.* número 177.
1.[er] T.[e]	D. Cipriano Arbex y Gusi, del 5.º Regimiento mixto al ejército de operaciones de Melilla. —R. O. 12 agosto—*D. O.* número 179.
C.[n]	D. Martín Acha Lascaray, del 5.º Regimiento mixto, se le destina en comisión á la Comandancia de Melilla.—R. O. 14 agosto.—*D. O.* núm. 181.
C.[n]	D. José Ferré Verges, de escedente en la 4.ª Región á ayudante de campo del General de Brigada D. Enriqne Escriu y Folch, Comandante general de Ingenieros de la 4.ª Región.—R. O. 21 agosto.— *D. O.* núm. 187.
T. C.	D. Juan Cólogan Cólogan, de excedente en Canarias, al 6.º Regimiento mixto.—R. O. 24 agosto.—*D. O.* núm. 189.
T. C.	D. Eusebio Torner y de la Fuente, á jefe del Depósito de planos é instrumentos sin perjuicio de su actual destino en el Ministerio.—Id.—Id.
C.[n]	D. Juan Casado Rodrigo, del 1.[er] Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
C.[n]	D. Eduardo Gallego Ramos, de excedente en la 6.ª Región, al

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	7.º Regimiento mixto.—R. O. 24 agosto.—*D. O.* núm. 189.
C.ª	D. Ruperto Vesga Zamora, de reemplazo en la 1.ª Región, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. José Castilla, del 7.º Regimiento mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.ª	D. Francisco Vidal Planas, del 7.º Depósito de reserva á la Comandancia de Valladolid.—Id.—Id.
C.ª	D. Ramón Ríos Balaguer, de reemplazo en la 5.ª Región, al 7.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.ª	D. Luis Cañellas Marquina, del 6.º Regimiento mixto, al 4.º id.—Id.—Id.
C.ª	D. José Navarro Sánchez, de reemplazo en la 3.ª Región, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. José de Martos Roca, de reemplazo en la 2.ª Región, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de la Gándara Cividanes, del 1.er Regimiento mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mario Jimenez Ruiz, del 4.º Regimiento mixto á la Segunda Unidad aerostática, en comisión, conservando sua actual destino.—Id.—Id.
C.ª	D. Fernando Iñiguez Garrido, del 3.er Regimiento mixto á la Comandancia de Melilla, en comisión, conservando su actual destino.—R. O. 28 agosto. *D. O.* núm. 193.
	Supernumerarios.
C.ª	D. Tomás Ortiz de Salórzano y Ortiz de la Puente, de reemplazo en la 1.ª Región, queda en situación de supernumerario adscripto á la Subinspección de la misma Región.—R. O. 5 agosto.—*D. O.* número 174.
C.ª	D. Arístides Fernández Mathews, con destino en el batallón de Ferrocarriles, queda en situación de supernumerario adscripto á la Subinspección de la 8.ª Región.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Comisiones.
C.ª	D. Ubaldo Martínez de Septien, se dispone que, sin perjuicio de su actual cometido, forme parte de la comisión militar de estudio de los ferrocarriles de la 6.ª Región en reemplazo del de igual clase D. Jerónimo Robredo.—R. O. 21 agosto.—*D. O.* núm. 187.
T. C.	D. Lorenzo de la Tejera y Magnín, se dispone gire una visita de inspección á las Prisiones de Peñíscola, Castellón, Valencia, Tarragona, Figueras, Barcelona y Dueso, en unión del Director General de Prisiones y un Jefe de dicha Dirección según Real orden del Ministro de Gracia y Justicia, fecha 24 agosto de 1909.
C.e	D. Vicente Martí y Guberna, se dispone represente á este Ministerio en la comisión mixta para el replanteo de la carretera de 3.er orden de San Miguel á Los Abrigos (Canarias).—R. O. 26 agosto de 1909.
	Licencias.
T. C.	D. Julio Carande y Galán, dos meses, por enfermo, para Puente Viesgo (Santander), Madrid, Valladolid y Almendral (Badajoz).—Orden del Capitán General de la 6.ª Región de 6 agosto de 1909.
C.ª	D. Federico Mendicuti Luna, veinte días, por enfermo, para Panticosa (Huesca).—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 11 agosto de 1909.
1.er T.e	D. Enrique Santos Guillén, dos meses, por enfermo, para Biznart (Granada).—Orden del Capitán General de la 3.ª Región de 8 de agosto de 1909.
1.er T.e	D. Antonio Pérez Barreiro, dos meses de prórroga, á la que disfruta por enfermo, en Vivero (Lugo) y Mondariz (Pontevedra).—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 21 agosto de 1909.
C.ª	D. Federico Torrente Villacampa, dos meses, por enfermo, para Aldahuesca (Huesca) y Sobrón y Soportilla (Alava). Orden del Capitán General de

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	la 4.ª Región de 23 agosto de 1909.
C.ª	D. Francisco Javier de Manzanos, dos meses, por enfermo, para Avila y Bilbao.—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 30 agosto de 1909.
	Escuela Superior de Guerra
C.ª	D. Juan Beigbeder Atienza, se le nombra alumno de dicho Centro de enseñanza.—R. O. 10 agosto.—*D. O.* núm. 177.
	Obras de texto.
T. C.	D. Manuel de las Rivas y López, se declara texto definitivo en la Academia de Artillería para la asignatura de *Nociones de arquitectura y construcción de edificios fabriles militares*, la obra de que es autor.—R. O. 13 de agosto.—*D. O.* núm. 181.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Juan Gómez Jiménez, se le concede autorización para contraerlo con Doña Zoila Gonzalez.—R. O. 25 agosto.—*D. O.* núm. 191.
	ESCALA DE RESERVA
	Destinos.
2.º T.e	D. Luis Herrero Castellanos, del 2.º Regimiento Mixto al Batallón de Ferrocarriles.—Real orden 4 agosto.—*D. O.* número 172.
2.º T.e	D. Pedro Sanz Parra del Batallón de Ferrocarriles al 2.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
2.º T.e	D. Pablo Francia Pardal, del 2.º Regimiento mixto, al ejército de operaciones de Melilla conservando su actual destino.—R. O. 12 agosto.—*D. O.* núm. 179.
2.º T.e	D. Filastro Pardo y Díaz de Otazu, del batallón de Ferrocarriles, al 2.º Regimiento mixto.—R. O. 24 agosto.—*D. O.* núm. 190.
2.º T.e	D. Manuel Rollán García, del 2.º Regimiento Mixto al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos haberes y gratificaciones.
C. del M.	D. Lorenzo Alcázar Alcalde, se le concede el sueldo anual de 4.250 pesetas á partir de 1.º de julio, por haber cumplido treinta años de servicios desde que ascendió á oficial Celador.—R. O. 12 agosto.—*D. O.* núm. 180.
	Destinos.
C. del M.	D. Manuel Segura Fernández, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo permanecer en la situación de reemplazo forzoso, ínterin por turno le corresponda obtener colocación.—R. O. 20 agosto. *D. O.* núm. 187.
A. de O.	D. Leonardo Aranda Campos, de reemplazo voluntario en la 2.ª Región á la Comandancia de Málaga, con residencia en Granada.—R. O. 30 agosto.—*D. O.* número 194.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de septiembre de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de agosto....	52.449,12

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto .	87,15
Por el 2.º id. id.	110,00
Por el 3.er id. id.	105,80
Por el 4.º id. id.	97,50
Por el 5.º id. id.	108,30
Por el 6.º id. id.	68,10
Por el 7.º id. id.	82,55
Por el Regim. de Pontoneros.	87,65
Por el Bon. de Ferrocarriles..	65,90
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	162,90
En Madrid.....	713,40
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.u	123,90
Por la id. de la 3.ª id.	99,25
Por la id. de la 4.ª id.	83,35
Por la id. de la 5.ª id.	70,30
Por la id. de la 6.ª id.	82,55
Por la id. de la 7.ª id.	63,00
Por la id. de la 8.ª id.	49,40
Por la id. de Ceuta.....	63,20
Por la id. de Melilla.....	30,45
Por la Com.ª de Mallorca....	51,85
Por la id. de Menorca.....	27,65
Por la id. de Tenerife.....	42,10
Por la id. de Gran Canar.ª	135,50
Suma el cargo.....	55.081,92

DATA

Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	110,00

	Pesetas.

RESUMEN

Importa el cargo.....	55.081,92
Idem la data.....	110,00
Existencia en el día de la fecha.	54.971,92

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	4.146,92
En el íd. de íd., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	54.971,92

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia según balance de agosto último.....	674
Bajas.	
D. Juan Ruiz Stongre, á voluntad propia, por fin de agosto.....	1
Quedan en el día de la fecha...	673

Madrid, 30 de septiembre de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ESCALA ACTIVA
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Eduardo Mier y Miura.—R. O. 16 septiembre.—*D. O.* núm. 208.
T. C.	D. Antonio Los Arcos Miranda.—Id.—Id.
T. C.	D. Juan Montero y Montero.—Id.—Id.
	A Teniente Coronel.
C.e	D. José Maestre y Conca.—Id.—Id.
C.e	D. José Barranco Catalá.—Id.
	A Comandante.
C.n	D. Florencio de la Fuente y Zalba.—Id.—Id.
C.n	D. Agustín Scandella y Beretta.—Id.—Id.
	A Capitán.
1.er Te.	D. Andrés Fernández Osinaga.—Id.—Id.
1.er T.e	Antonio Moreno Zubia.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eusebio Redondo Ballester.—Id.—Id.
	A 1.os Tenientes.
2.o T.e A.	D. Francisco López Mancisidor.—R. O. 9 septiembre.—*D. O.* núm. 202.
2.o T.e A.	D. Ricardo Murillo Portillo.—Id.—Id.
2.o T.e A.	D. Juan Patero d'Etchecopar.—Id.—Id.
2.o T.e A.	D. José Fernández de la Puente y Fernández de la Puente.—Id.—Id.
	Cruces.
T. C.	D. José Fernández y Menéndez Valdés, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 17 septiembre de 1908.—R. O. 15 septiembre—*D. O.* núm. 208.
	Sueldos haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. Ladislao Ureña Sanz, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas por Profesorado.—R. O. 21 septiembre.—*D. O.* núm. 213.
	Recompensas.
1.er T.e	D. Felix González Gutiérrez, se le concede mención honorífica por los servicios prestados en el Laboratorio del Material y el mérito de los folletos de que es autor titulados *Ensayos de carbones* y *Observaciones realizadas en Sigüenza en el eclipse de sol de 30 Agosto de 1905.*—R. O. 28 septiembre.—*D. O.* núm. 219.
	Destinos.
T. C.	D. José Barranco Catalá, ascendido, de la Comandancia de Ciudad Rodrigo al Ministerio. R. O. 18 septiembre.—*D. O.* núm. 210.
C.n	D. Eduardo Gallego Ramos, del 7.o Regimiento Mixto se le destina en comisión a la Comandancia de Melilla.—R. O. 21 septiembre—*D. O.* número 212.
T. C.	D. Luis Iribarren Arce, cesa en el cargo de Ayudante de órdenes del General de Brigada D. Fabriciano Menéndez Baizán y Moran.—R. O. 22 septiembre.—*D. O.* núm. 213.
C.l	Sr. D. José de Toro y Sánchez, de la Comandancia de Pamplona á la de Zaragoza.—

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	R. O. 23 septiembre.—*D. O.* núm. 214.
C.ª	Sr. D. Eduardo Mier y Miura, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico y Estadístico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Antonio Los Arcos Miranda, ascendido, de la Comandancia de Pamplona, á la misma, como Ingeniero Comandante.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Juan Montero y Montero, ascendido de la Comandancia de Toledo á la de Barcelona. —Id.—Id.
T. C.	D. Ramón Fort Medina, de la Comandancia de Barcelona á la de Pamplona.—Id.—Id.
T. C.	D. José Maestre y Conca, ascendido, excedente en la 3.ª región á la Comandancia de Barcelona.—Id.—Id.
T. C.	D. Luis Iribarren Arce, excedente de la 1.ª Región, á la Comandancia de Toledo.—Id. —Id.
C.e	D. Florencio de la Fuente y Zalba, ascendido, de la Comandancia de Gijón á situación de excedente en la 7.ª Región. —Id.—Id.
C.n	D. Ubaldo Martínez de Septien y Gómez, del 5.º Regimiento Mixto al 1.º—Id.—Id.
C.n	D. Luis Barrio y Miegimolle, del 1.er Regimiento Mixto al 5.º—Id.—Id.
C.n	D. Andrés Fernández Osinaga, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta á la de Gijón y en comisión á la de Ceuta.—Id.—Id.
C.n	D. Antonio Moreno Zubia, ascendido, del 3.er Regimiento Mixto á excedente en la 2.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Eusebio Redondo Ballester, ascendido, de la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla á situación de excedente y en comisión á la Comandancia de la misma plaza.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Mompó Costa, de reemplazo por enfermo en la 3.ª Región al 7.º Regimiento Mixto. R. O. 23 septiembre.—*D. O.* núm. 214.
1.er T.e	D. Francisco López Mancisidor, ascendido, de la Academia al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ricardo Murillo Portillo, ascendido, de la Academia al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Patero d'Etchecopar, ascendido, de la Academia á la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Mallorca. —Id.—Id.
1.er T.e	D. José Fernández de la Puente y Fernández de la Puente, ascendido, de la Academia á la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Menorca.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Aresio Viveros y Gallego, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Mallorca á la de Zapadores de la misma, continuando en la Escuela Superior de Guerra.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Carcaño Más, del 6.º Regimiento Mixto, á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla.—Id. —Id.
1.er T.e	D. Luis Serrano Maranges, del 3.er Regimiento Mixto á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta.—Id. —Id.
1.er T.e	D. José de la Gándara y Cividanes, de la compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento Mixto, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla en comisión.—Id. —Id.
C.e	D. Agustín Scandella Beretta, se dispone pase á situación de excedente y continue en comisión hasta fin de curso en la Escuela Superior de Guerra.—R. O. 30 septiembre de 1909.
	Comisiones.
C.n	D. Mariano Lasala y Llanas, la de representar al ramo de Guerra en el estudio de la ca-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	carretera del Puente sobre el Alagón, en la de Jaca á Sangüesa á Martos.—R. O. 13 septiembre de 1909.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, id. id. id. id. de Tossa á S. Feliu de Guixols (Gerona).—R. O. 16 septiembre de 1909.
C.e	D. José Camps y Oliver, id. id. id. id. entre Camprodón y Mollá (Gerona).—R. O. 16 septiembre de 1909.
	Licencias.
C.n	D. Cárlos Barutell y Power, una de veinte días por enfermo para Mondáriz (Pontevedra) Orden del Inspector General de los Establecimientos de Instrucción é Industria Militar.—1.° septiembre de 1909.
C.n	D. Droctoveo Castañón y Reguera, una de dos meses por enfermo para Granada y Madrid para atender á la curación de heridas recibidas en campaña.—Orden del Gobierno Militar de Melilla fecha 5 septiembre de 1909.
C.e	D. Augusto Ortega Romo, un mes de prórroga á la que disfruta por enfermo en Madrid y Palencia.—Orden del Capitan General 1.ª Región fecha 16 septiembre 1909.
C.n	D. Emilio Ochoa Arrabal, una de dos meses por enfermo para Madrid.—Orden del Capitan General 5.ª Región 29 septiembre de 1909.
	Matrimonios.
C.n	D. Enrique Rolandi y Pera, se le concede autorización para contraerlo con D.ª María Luisa Gaite y Sancho.—R. O. 13 septiembre.—*D. O.* número 206.
C.n	D. Antonio Arenas y Ramos, se le concede autorización para contraerlo con D.ª Consuelo León Garrido.—R. O. 23 septiembre.—*D. O.* núm. 214.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
2.° T.	D. Juan García Moreno, se le concede la permuta de 4 cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y dos con distintivo blanco por otras de 1.ª clase de la misma orden y distintivo.—R. O. 30 septiempre.—*D. O.* núm. 221.
	Destinos.
1.er T.e	D. Andrés Castelló Jardin, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Tenerife, al 1.er Regimiento Mixto.—R. O. 24 septiembre.—*D. O.* número 215.
2.° T.	D. José Vila Sala del 3.er Regimiento Mixto á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Menorca.—Id.—Id.
2.° T.	D. Valentín de Santiago Fuentes, del 1.er Regimiento Mixto á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Tenerife.—R. O. 24 septiembre.—*D. O.* núm. 215.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Retiros.
O. C.	D. Salvador Requejo Diz, se le concede para el Ferrol.—R. O. 21 septiembre—*D. O.* núm. 213.
O. C.	D. Vicente Perez Gil, id. id. para Logroño.—Id.—Id.
	Destinos.
C. del M.	D. Antonio Conejero y Gracia, del Museo de Ingenieros á la Comandancia de Algeciras con residencia en la Línea.—R. O. 16 septiembre—*D. O.* número 209.
	Recompensas.
M. de O.	D. Federico García Mercadal, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito militar con dis-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	tintivo blanco, pensionada.—R. O. 28 septiembre.—*D. O.* núm. 219.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
O. A. M.	D. Miguel Gómara Gonzalez, se le concede el sueldo anual de 1700 pesetas por haber cumplido 10 años de servicio como obrero aventajado de plantilla.—R. O. 30 septiembre.—*D. O.* núm. 221.
A. de O.	D. Lepoldo Pascual Ramos, id. id. de 2150 pesetas por haber cumplido 20 años de servicio como auxiliar de plantilla.—Id.—Id.
M. de O.	D. Jesús Martos García, id. id. de 4.250 pesetas por haber cumplido 30 años de servicio como Maestro de Obras de plantilla.—R. O. 30 septiembre.—*D. O.* núm 221.
A. del M.	D. Fernando Villena Chozas, id. id. de 1700 pesetas por haber cumplido 10 años de servicio como Aparejador de plantilla.—Id.—Id.
	Abonos de tiempo.
M. de O.	D. Francisco Huelgas Casanova, se dispone le sirva de abono de tiempo de servicios, únicamente los cuatro meses de prácticas.—R. O. 11 septiembre.—*D. O.* núm. 205.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Mayo de 1909

OBRAS COMPRADAS

Heusch: Considerations sur la guerre russo-japonaise.—1 vol.

Fritsch: Fabrications des engrais chimiques.—1 vol.

Mathot: Construction et fonctionnement des moteurs à combustión interne.—1 vol.

Yseboodt: L'Allumage des Moteurs à Explosion.—1 vol.

Poincaré: Thermodynamique.—1 vol.

Murray: Wireless thelegraphy.—1 vol.

Goffi: Manual del Ingeniero Mecánico y del proyectista industrial.—1 vol.

Brassey: The Naval Annual 1909.—1 vol.

Istruzione tedesca sugli esplosivi.—1 volumen.

Anuario del Comercio 1909 (Bailly-Bailliere).—2 vols.

OBRAS REGALADAS

Instrucciones para la conservación, entretenimiento y empleo del material de campaña de tiro rápido, modelo 1906, por la Comisión de Experiencias de Artillería.—1 vol.

Descripción, funcionamiento y datos de la ametralladora Hotchkiss de 7 milímetros, por la misma Comisión.—1 volumen.

Resumen de los trabajos realizados por la Comisión de Experiencias de Artillería durante el año 1908, por la misma.—1 vol.

Requena: Nueve meses en el ejército alemán. Por el autor, Capitán de Ingenieros.—1 vol.

Carrera: Tratado elemental de Geodesia. Por el autor, Comandante de Ingenieros.—1 vol.

Rojas: Ascensiones con globo esférico

libre. Por el autor, Comandante de Ingenieros.—1 vol.

Osma: Discursos leídos ante la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Por el autor.—1 vol.

Junio de 1909.

OBRAS COMPRADAS

L'Arquitecture Moderne â París. Les concours de facades de 1903 á 1908.—1 vol.

Klein: Etude sur le Ròle du Gènie en campagne.—1 vol.

Casas: Estudios hospitalarios y Memoria descriptiva del proyecto de hospital provincial de Albacete.—1 vol.

Congrès Internacional des applications de l'Électricité. Marseille 1908.—3 vols.

Kessler: La Guerre.—1. vol.

Connan: Switchboard Measuring Instruments for continuous and Polyphase Systems.—1 vol.

Robinson: Hydraulic Power and Hydraulic Machinery.—1 vol.

Gallego Ramos: Anuario de los Ingenieros Militares españoles. Tomo 2.º 1. vol.

Nansouty: Actualitès Scientifiques. 5.ª annèe.—1. vol.

Rodríguez: La enseñanza en España. 1 vol.

The Statesman's Year-Book 1909.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Alcalde: Cálculo de probabilidades. Por el autor, capitán de Ingenieros.—1 vol.

La Llave: Bulgaria. Conferencia. Por el autor, coronel de Ingenieros.—1 vol.

Aranaz: La industria militar de las pólvoras y explosivos modernos, conferencia. Por el autor.—1 vol.

Santiago Gadea: El Intendente del primer sitio de Zaragoza Calbo de Rozas, por el autor.—1 vol.

Vegas: Discursos leidos ante la Real Academia de ciencas, por el autor.—1 vol.

Julio de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Chalon: Manuel du Mineur. Quatrième èdition.—1 vol.

Martonne: Traitè de Gèographie physique. Fasc. 1, 2 y 3.—1 vol.

Brisker: Calcul et ètude du haut fourneau.—1 vol.

Gaztelu: Resumen de las lecciones de puentes de fábrica y algunas de puentes metálicos. Texto y atlas.—2 vols.

Gaztelu: Idem idem de cimientos. Texto y atlas.—2 vols.

Billon: Soudes et potasses.—1 vol.

Jouguet: Thèorie des moteurs thermiques.—1 vol.

Campana: L'Artillerie de campagne á tir rapide et á boucliers.—1 vol.

Lamperez: Historia de la arquitectura cristiana. Tomo 2.º—1 vol.

Morales: Datos para la historia de Melilla.—1 vol.

Reboud: L'electricitè et ses applications. Premiere partie.—1 vol.

Zeitschrift für Bauwesen 1907. Texto y atlas.—2 vols.

OBRAS REGALADAS

La Puerta: Dircursos, principales artículos científico-literarios y trabajos de laboratorio orginales. Por el autor.—1 vol.

Ibañez Marin: El Mariscal Soult en Portugal (Campaña de 1809). Por el autor.—1 vol.

Cubillo: Navegación aérea. Dirigibles. Aeroplanos. Por el autor, teniente de Ingenieros.—1 vol.

Fages: Discursos leidos ante la Real Academia de Ciencias. Por el autor.—1 vol.

Panaitescu y Fometescu: Cursul de Fortificatie al Scolaei Militare de

Infanterie.—Comunicatiuni. Por los autores.—1 vol.

Catálogo general del Museo de Artillería.— Tomo 1.º Por dicho Museo. — 1. vol.

Agosto de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Tedesco et Forestier: Manuel théorique et pratique du constructeur en ciment armé.—1 vol.

Chwolson: Traité de Physique.—Tome III.—1.er fascicule.—1 vol.

Flotte de Roquevaire: Carte du Maroc.—1 vol.

Guilbert: Nouvelle méthode de prévision du temps.—1 vol.

Morsch: Le béton armé. — Etude théorique et pratique.—1 vol.

Nast: Législation industrielle. — Des conventions collectives relatives á l'organisation du travail.—1 vol.

Croquis de la kabila de Guelaya.

OBRAS REGALADAS

Acosta: Concepto del átomo en la Físico-química moderna.—Por el autor, Ingeniero militar.—1 vol.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de octubre de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de septiembre	52.449,12

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto .	86,30
Por el 2.º id. id.	106,00
Por el 3.er id. id.	95,80
Por el 4.º id. id.	87,50
Por el 5.º id. id.	104,15
Por el 6.º id. id.	66,10
Por el 7.º id. id.	82,55
Por el Regim. de Pontoneros.	85,50
Por el Bon. de Ferrocarriles..	63,90
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	162,00
En Madrid.....	951,03
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	134,55
Por la id. de la 3.ª id.	94,80
Por la id. de la 4.ª id.	86,85
Por la id. de la 5.ª id.	77,30
Por la id. de la 6.ª id.	82,85
Por la id. de la 7.ª id.	66,15
Por la id. de la 8.ª id.	52,20
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	30,45
Por la Com.ª de Mallorca....	55,85
Por la id. de Menorca.....	27,65
Por la id. de Tenerife.....	37,60
Por la id. de Gran Canar.ª	»
Suma el cargo.....	57.629,75

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Excelentísimo Señor General D. Joaquín Barraquer y de Puig (q. s. g. h.).....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	57.629,75
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	54.519,75

	Pesetas.
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	3.694,75
En el íd. de íd., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	54.519,75

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia según balance de septiembre último.....	673
Altas como socios fundadores con arreglo al caso *b* del artículo 3.º del reglamento de la Asociación.	
Fernández de la Puente y Fernández de la Puente.—D. José.....	
López Mancisidor.—D. Francisco.....	
Murillo Portillo.—D. Ricardo	5
Patero D'Etchecopar.—Don Juan.....	
Con arreglo al artículo 18 del Reglamento.	
González Irún.—D. Antonio.	
Suma.....	678
Bajas.	
Excmo. Sr. General D. Joaquín Barraquer y de Puig, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	677

Madrid, 31 de octubre de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.= V.º B.º=El general presidente, MARVÁ.

CONVOCATORIA

Con arreglo á lo dispuesto en el art. 19 del Reglamento de esta Asociación y para los efectos que dicho artículo determina, se celebrará Junta general ordinaria en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, el día 5 de enero próximo á las 4 de la tarde.—Madrid 30 de noviembre de 1909.—El General, Presidente, *José Marvá.*

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Cruces.

T. C. Sr. D. Guillermo de Aubarede Kierulf, se le concede la placa de la Real y militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 7 de agosto de 1909.—R. O. 7 octubre.—*D. O.* núm. 227.

C.e D. Marcelino del Río Larrinaga, ídem la cruz de la id. íd. —Id.—Id.

Destinos.

C.n D. Rogelio Ruiz Capilla, del 3.er Depósito de reserva, á la Comandancia de Melilla, en comisión.—R. O. 9 octubre. —*D. O.* núm. 228.

C.n D. Francisco Franco Pineda, del 3.er Regimiento mixto, á la Comandancia de Melilla, en comisión.—Id.—Id.

C.n D. Antonio Moreno Zubia, de excedente en la 2.ª Región, á ayudante de campo del General de la 3.ª División D. Fernando Serrano Martínez.—R. O. 13 octubre.—*D. O.* número 231.

C.l Sr. D. Federico Jimeno Saco, de la Comandancia de Valencia, á Comandante General de Ingenieros de la 3.ª Región, en comisión.—R. O. 13 octubre.—*D. O.* núm. 232.

C.n D. Antonio González Irún, de supernumerario, sin sueldo, se le concede la vuelta al servicio.—R. O. 14 octubre.—*D. O.* número 233.

C.n D. Alfonso Rodríguez y Rodríguez, del 2.º Regimiento mixto, á ayudante de campo del Ministro de la Guerra.—R. O. 22 octubre.—*D. O.* núm. 239.

C.l Sr. D. Juan Montero y Montero, de la Comandancia de Barcelona á la de Valencia.—R. O. 26 octubre.—*D. O.* número 242.

C.l Sr. D. Juan Topete y de Arrieta, de excedente en la 1.ª Región, á la Comandancia de Barcelona.—Id.—Id.

T. C. D. Eduardo Ramos y Díaz de Vila, de la Comandancia de Algeciras, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.

T. C. D. Juan Cologán y Cologán, del 6.º Regimiento mixto, á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.

C.n D. Gerardo Lassalle y Boluda, del 6.º Regimiento mixto, al 2.º—Id.—Id.

C.n D. Antonio González Irún, de supernumerario en la 7.ª Región, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.

1.er T.e D. Eduardo Hernández Vidal, del 1.er Regimiento mixto, á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.

C.n D. Miguel García y de la Herrán, de ayudante de campo del General Iriarte, á la Comandancia de Melilla, conservando su actual destino.—Id.—Id.

T. C. Excmo. é Ilmo. Sr. D. Juan Tejón y Marín, de supernumerario en la 5.ª Región, á excedente en la misma.—R. O. 29 octubre.—*D. O.* núm. 245.

C.n D. Luis Ugarte Sáinz, de supernumerario en la 7.ª Región, á excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

C.n D. José del Campo Duarte, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondientes á los diez años de efectividad en su empleo.—

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	R. O. 28 octubre.—*D. O.* número 245.
	Recompensas.
C.e	D. Arturo Chamorro Sánchez, se le concede mención honorífica por servicios extraordinarios prestados en la Comandancia de Valladolid.—R. O. 5 octubre.—*D. O.* número 225.
C.l	Sr. D. Rafael Peralta Maroto, se le concede la cruz de tercera clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por haberse distinguido en los trabajos de Escuela práctica realizados en el año 1908.—R. O. 7 octubre.—*D. O.* núm. 227.
T. C.	D. Ricardo Escrig Vicente, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por ídem.—Id.—Id.
C.e	D. José Maestre Conca, se le concede mención honorífica, por ídem.—Id.—Id.
C.e	D. José Castañón Valdés, por ídem.—Id.—Id.
C.n	D. José Rodríguez Roda, por ídem.—Id.—Id.
C.n	D. José González Juan, por ídem.—Id.—Id.
C.n	D. Joaquín Coll Fúster, por ídem.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel García Díaz, por ídem.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Enrique Santos Guillén, por ídem.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Almela Estrada, por ídem.—Id.—Id.
C.n	D. Guillermo Ortega Agulla, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo.—R. O. 29 octubre.—*D. O.* número 246.
C.e	D. Antonio Catalá Abad, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo rojo, pensionada, por los combates sostenidos en Melilla el 18 de julio.—R. O. 30 octubre.—*D. O.* núm. 247.
C.n	D. Carmelo Castañón Reguera, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo rojo, por los combates sostenidos en Melilla el 18 de julio.—R. O. 30 de octubre.—*D. O.* núm. 247.
1.er T.e	D. Emilio Alzugaray y Goicoechea, la id. pensionada, por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Bruno Morcillo Munera, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco. pensionada con el 10 por 100 del sueldo, por su *Manual de explosivos para usos militares.*—R. O. 30 octubre.—*D. O.* núm. 247.
	Comisiones.
C.n	D. Enrique Cánovas Lacruz, una en comisión mixta para el estudio de la carretera de Puente Arnela á Villagarcía (Pontevedra).—R. O. 15 octubre de 1909.
C.e	D. Wenceslao Carreño Arias, otra en ídem íd. para el replanteo de la carretera de Grandas de Saline á Fonsagrada (Lugo).—R. O. 19 octubre de 1909.
	Licencias.
C.l	Sr. D. Lorenzo Gallego Carranza, un mes, por enfermo, para las provincias de Madrid, Valladolid y para Fortuna (Murcia).—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 1.º de octubre de 1909.
C.e	D. Miguel Vaello Llorca, dos meses, por enfermo para Irún (Guipúzcoa) y Alhama de Aragón (Zaragoza).—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 4 de octubre de 1909.
1.er T.e	D. Mariano Sáinz y Ortiz de Urbina, dos meses, por enfermo, para El Escorial (Madrid).—R. O. 14 octubre.—*D. O.* número 233.
C.e	D. Augusto Ortega Romo, un segundo mes de prorroga á la que disfruta por enfermo en Madrid y Palencia.—Orden del Capitán general de la 1.ª Región de 27 de octubre de 1909.
1.er T.e	D. José Bengoa y Cuevas, una de dos meses, por enfermo, para Madrid y Motril (Granada).—Orden del Capitán Ge-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	neral de la 7.ª Region de 27 de octubre de 1909.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Retiros.
O. C.	D. Lucas Nistal Pérez, para Las Palmas (Canarias).—R. O. 29 octubre.—*D. O.* núm. 245.
	Ascensos.
	A Oficial Celador de 1.ª clase, con 3.900 pesetas.
O. C. 1.ª	D. Pablo Berrocal Almendáriz. —R. O. 13 octubre.—*D. O.* número 232.
	A Oficial Celador de 1.ª clase.
O. C. 2.ª	Faustino Fernández de Mendoza.—Id.—Id.
O. C. 2.ª	D. José González Fernández.—Id.—Id.
	Destinos.
O. C.	D. Eduardo Pérez Puertas, de la Comandancia de Sevilla á la de Melilla, en comisión.—R. O. 6 octubre.—*D. O.* número 226.
C. del M.	D. Teodoro Monge Nieto, de la Comandancia de Valladolid al Museo, y en comisión á la Comandancia de Melilla.—R. O. 6 octubre.—*D. O.* núm. 226.
M. de O.	D. Alberto Salazar Monreal, cesa en su comisión de la Penitenciaria de Figueras para prestar servicio en la Comandancia de Gerona.—R. O. 29 octubre.—*D. O.* núm. 245.
O. C. 1.ª	D. Pablo Berrocal y Almendáriz, ascendido, de la Comandancia de Cádiz á la misma.—Id.—Id.
O. C. 1.ª	D. Faustino Fernández de Mendoza, ascendido, de excedente en la 1.ª Región á la Comandancia de Valladolid.—Id.—Idem.
O. C. 1.ª	D. José González Fernández, ascendido, de la Comandancia de Madrid á la misma.—Id.—Idem.
C. del M.	D. Rafael Arce y Mas, de la Brigada Topográfica á la Comandancia del Ferrol.—Id.—Idem.
M. de T.	D. Emilio Cuenca García, aspirante aprobado, al Laboratorio.—R. O. 29 octubre.—*D. O.* número 245.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de noviembre de 1909.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de octubre...	54.519,75

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto .	86,45
Por el 2.º id. id.	109,15
Por el 3.er id. id.	95,80
Por el 4.º id. id.	87,50
Por el 5.º id. id.	104,15
Por el 6.º id. id.	74,10
Por el 7.º id. id.	80,55
Por el Regim. de Pontoneros.	85,50
Por el Bon. de Ferrocarriles..	63,90
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	161,75
En Madrid.....	816,95
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	139,75
Por la id. de la 3.ª id.	98,85
Por la id. de la 4.ª id.	103,00
Por la id. de la 5.ª id.	77,35
Por la id. de la 6.ª id.	82,55
Por la id. de la 7.ª id.	63,80
Por la id. de la 8.ª id.	52,20
Por la id. de Ceuta.....	63,30
Por la id. de Melilla.....	28,05
Por la Com.ª de Mallorca....	51,70
Por la id. de Menorca.....	31,95
Por la id. de Tenerife.....	37,60
Por la id. de Gran Canar.ª	30,50
Intereses devengados por las 50.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 que posee la Asociación.....	500,00
Suma el cargo.....	57.667,20

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido D. José Lezcano Acosta (q. s. g. h.).	3.000,00
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido D. Gregorio Codecido Berdú (q.s.g.h.)	3.000,00
Suma y sigue....	6.000,00
Suma anterior...	6.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	6.110,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	57.667,20
Idem la data.....	6.110,00
Existencia en el día de la fecha	51.557,20

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 (50.000 pesetas nominales), depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	50.825,00
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	732,20
Total igual.....	51.557,20

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de octubre último, según balance.....	677
Bajas, por fallecimiento.	
D. José Lezcano Acosta..... D. Gregorio Codecido Berdú. D. Faustino Tur Palau..... D. Julio Arribas Vicuña....	4
Quedan en el día de la fecha...	673

Madrid, 30 de noviembre de 1909.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El general, presidente, P. I., RODRÍGUEZ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 1909

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA.

Bajas.

T. C. D. Faustino Tur y Palau, falleció en Zaragoza el 10 de noviembre de 1909.

C.ª D. Julio Arribas y Vicuña, falleció en esta corte el 13 de noviembre de 1909.

Recompensas.

C.ª Sr. D. Julio Rodríguez Mourelo, se le concede la placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de mayo de 1909.—R. O. 25 noviembre.—*D. O.* núm. 268.

C.ª D. Francisco del Rio Joan, íd. íd. con la antigüedad de 8 octubre.—Id.—Id.

C.ª D. Gregorio Francia y Espiga, la Cruz de 1.ª clase de María Cristina, por los combates del 20 y 21 de julio en Sidi-Alí, Sidi Ahmed el Hach, Sidi Musa y 2.ª Caseta.—R. O. 11 noviembre.—*D. O.* núm. 255.

1.er T.e D. Federico Bassa Forment, la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, por id. id.—Id.—Id.

1.er T.e D. José Combelles Bergós, id. id., por id. id.—Id.—Id.

1.er T.e D. Francisco Carcaño Más, id. id., por id. id.—Id.—Id.

C.ª Sr. D. Juan Bautista Topete y Arrieta, la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, como comprendido en el artículo 23 del reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* núm. 260.

C.ª Sr. D. Felix Arteta Jáuregui, se le concede la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco por íd. íd.—Id.—Id.

C.ª D. Agustín Gutiérrez de Tobar y Soiglies, la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco como comprendido en el párrafo 1.º del artículo 18 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* núm. 260.

C.e D. Luis Andrade Roca, la cruz de 2.ª clase por id. id. por su obra *Geología.*—Id.—Id.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

1.er T.e D. Julio García Rodríguez, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas á partir del 1.º de noviembre.—R. O. 12 noviembre.—*D. O.* número 257.

C.ª D. Victorino Barranco y Gauna, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas á partir del 1.º de noviembre de 1909.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* núm. 260.

1.er T.e D. Ramón Corrales López, íd. íd. de 600 pesetas.—Id.—Id.

Destinos.

T. C. D. Angel Arbex é Inés del 5.º Regimiento Mixto al Regimiento de Pontoneros.—R. O. 18 noviembre.—*D. O.* número 262.

1.er T.e D. Agustín Arnaiz Arranz, del 4.º Regimiento mixto al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.

C.ª Sr. D. Jacobo García Roure, de la Comandancia Principal de la 8.ª Región al Museo del Cuerpo.—R. O. 22 noviembre.—*D. O.* núm. 267.

C.ª D. Carlos Bernal García, del 3.er Regimimiento mixto á Ayudante de campo del General de brigada D. Pedro del Real

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	2.º Jefe del Gobierno Militar de Melilla.—R. O. 29 noviembre.—*D. O.* núm. 270.
	Reemplazo.
1.er T.e	D. Antonio Pérez Barreiro, pasa á esta situación por enfermo en la 8.ª Región.—Orden del Capitán General de la 5.ª Región de 10 de noviembre de 1909.
C.e	D. Augusto Ortega y Romo, queda en esta situación por enfermo con residencia en esta Corte.—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 27 noviembre de 1909.
	Licencias.
1.er T.e	D. Antonio Sánchez Cid, una de dos meses por enfermo para Sevilla.—Orden del General en Jefe de las fuerzas del Ejército de operaciones en Melilla de 22 de noviembre de 1909.
T. C.	D. Braulio Albarellos y Sáenz de Tejada, una de dos meses por enfermo para San Sebastián y Logroño.—Orden del Capitán General de Canarias de 23 noviembre de 1909.
1.er T.e	D. Luis Dávila y Ponce de León, dos meses de prórroga á la que por enfermo está disfrutando en Granada.—Orden del Capitan General de Canarias de 25 noviembre de 1909.
	Matrimonios.
C.n	D. Félix López Pérez, se le concede licencia para contraerlo con doña Carmen Gil Tejerizo.—R. O. 11 noviembre.—*D. O.* núm. 256.
	ESCALA DE RESERVA
	Recompensas.
1.er T.e	D. Tomás López Casanova, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo.—R. O. 4 noviembre de 1909.—*D. O.* núm. 250.
2.º T.e	D. Antonio Rodríguez Alcalde, se le concede la permuta de dos cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo por otras de 1.ª clase de la misma orden y distintivo.—R. O. 10 noviembre.—*D. O.* número 255.
2.º T.e	D. Manuel Rollán García, id. id., por id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Santana Frías, se le concede la Cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, por su comportamiento en los combates del 20 y 21 de julio en Sidi-Alí, Sidi-Ahmed-el-Hach, Sidi-Musa y 2.ª Caseta.—R. O. 11 noviembre.—*D. O.* núm. 255.
2.º T.e	D. José Vila y Sala, se le concede mención honorífica como comprendido en el artículo 16 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* número 260.
	PERSONAL DEL MATERIAL.
	Ascensos.
	A Oficial Celador de 1.ª clase.
O1.Cr.2.ª	D. Faustino Alvarez Cimadevilla.—R. O. 11 noviembre de 1909.—*D. O.* núm. 256.
	Clasificaciones.
C. del M.	D. Lorenzo Alcázar Alcalde, se le desestima su petición en súplica de que se le conceda mayor antigüedad para el percibo de sueldos.—R. O. 26 noviembre.—*D. O.* núm. 269.
	Destinos.
C. del M.	D. Federico Ferreira y Moreno, del 5.º Regimiento mixto de Ingenieros á la Comandancia de Gran Canaria.—R. O. 17 noviembre.—*D. O.* núm. 260.
O1.Cr.1.ª	D. Faustino Alvarez Cimadevilla; ascendido, de la Comandancia de Cartagena á la misma.—R. O. 26 noviembre.—*D. O.* núm. 269.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Septiembre de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Righi y Dessau: Telegrafía sin hilos. —1 vol.
Escard: Les matiéres abrasives industrielles.—1 vol.
Wernicke: Les isolants en électrotechnique.—1 vol.
Carpenter: Commet organiser les usines et entreprises pour réaliser des bénéfices.—1 vol.
Kuropatkin: Memorias del General Kuropatkin.—1 vol.
Gil: Trazado de curvas circulares. Tablas trigonométricas.—1 vol.
Thévenes: Législation des chemins de fer et des tramways.—1 vol.
Bonnal: Exploitation commerciale des chemins de fer.—1 vol.
Ponte y Blanco: Elementos de carreteras y ferrocarriles.—1 vol.
Toledo: Tratado de Algebra. Tomo 1.º —1 vol.
Toledo: Elementos de Aritmética Universal. Tomo 1.º—1 vol.
Guillot: Comment construire une ville.—1 vol.
Un mapa del Norte de Marruecos. —1 vol.
Un mapa de la cabila de Guelaya.—1 vol.
Donghi: Manua'e del architetto. 4 fasc. —1 vol.
Strade ferrate. 2 fasc.

OBRAS REGALADAS

Lozano: Telegrafía Optica (duplicado) —2 vols.—Por el Centro Electrotécnico.
Lozano: Topografía (duplicado).—1 volumen.—Por el Centro Electrotécnico.
Lozano: Geografía (duplicado).—1 vol. —Por el Centro Electrotécnico.
Castañón: Telegrafía eléctrica, curso de Jefes de estación (duplicado).—1 vol.—Por el Centro Electrotécnico.
Castañón: Telegrafía eléctrica, curso de telegrafistas primeros (duplicado). 1 vol.—Por el Centro Electrotécnico.
Ortega: Escuela de Mecánico-Automovilistas, Cartilla para el primer curso (duplicado).—1 vol. — Por el Centro Electrotécnico.
Righi y Dessau: Telegrafía sin hilos. —1 vol.—Por los traductores.
Núñez Granés: Vías públicas del interior, ensanche y extrarradio de Madrid. Memoria.—1 vol.—Por el autor.
Reglamento de la Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando para huérfanos del Arma de Artillería é Ingenieros (duplicado).—1 vol.—Por la Asociación.
Annual Report of the War Department. Vol. 5 (1908).—1 vol.—Por el Cuerpo de Ingenieros inglés.
Santiago Gadea: 1808-1814. El Intendente del primer sitio de Zaragoza Calbo de Rozas.—1 vol.—Por el autor.

Octubre de 1909.

OBRAS COMPRADAS

Kuss et Févre: 13.ª partie. Traité de l'exploitation des mines. Tomo 1.º Pertenece al Cours de Construction de Oslet.—1 vol.
Boudry et Chauvet: 17.ª partie. Traité de peinture en batiment et de décoration. Pertenece al Cours de Construction de Oslet.—3 vols.
Danchaud et Piel: 18.ª partie. Métré et attachements de terrasse, maçonnerie, carrelage, ciments et égouts. Tomos 2.º, 3.º y Suplemento. Pertenece al Cours de Construction de Oslet.—3 vols.
Jaulin: Travaux Graphiques.—1 vol.
Kirkpatrik: Souvenirs de la dernière guerre carliste (1872-1876).—1 vol.
Escard: Les métaux spéciaux.—1 vol.
Gilbert: Curso de análisis infinitesimal.—1 vol.
Russell: La théorie des courants alternatifs. Tomo 1.º y 2.º—2 vols.
Riquier: Les systémes d'équations aux dérivés partiellos.—1 vol.
Renaud: Cours complet d'automobilisme.—1 vol.
Revilla: Trabajo de metales y maderas. —2 vols.
Chappuis et Berget: Leçons de physique générale. Tomo 3.º—1 vol.

Rovira: La madera y su estereotomía. —2 vols.
Rovira: El hierro, sus cortes y enlaces. —2 vols.
Garrett: Hydrailic tables and diagrams for practical Engineers.—1 vol.
Lavori artistici in ferro.—1 vol.
Santiago Gadea: 1808-1814. El Intendente del primer sitio de Zaragoza, Calvo de Rozas.—1 vol.

OBRAS REGALADAS.

Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis-en Natuurkundige Afdeeling. Tomo 17, primera y segunda parte, por la Academia de Ciencias de Amsterdam.—2 vols.
Proceedings of the Section of Sciences. Tomo 11, por id. id.—2 vols.
Jaarboek van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, por id. id.—1 vol.
Andany: Historia de la volación y de las máquinas volatorias, por D. Amado Hernández.—1 vol.
Memorias de la Real Academia de Ciencias de Amsterdan. Tomo 14, por la Academia de Amsterdan.
Giannitrapani: La tattica delle tre armi ed i suoi fattori odierni, por el autor.—1 vol.
Estadística de los presupuestos generales del Estado y de los resultados que ha ofrecido su liquidación en los años 1890-1891 á 1907, por la Intervención general de la Administración del Estado.—1 vol.
Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando. Noticias referentes á la misma, por la Asociación (duplicado).—1 vol.
Rodríguez: D. Pablo Morillo. Resumen de su vida, por el autor.—1 vol.

Noviembre de 1909.

OBRAS COMPRADAS.

Salvador y Agrasot: Exposición Regional de Valencia en 1909.—1 vol.
Appert et Henrivaux: Verre et Verrerie. Texto y Atlas.- 2 vols.
Deharme et Pulin: Chemins de fer. Etude de la locomotive. Texto y Atlas. —2 vols.
Guignet, Dommer et Grandmougin: Blanchiment et appréts. Teinture et impression. Matiéres colorantes. —1 vol.
Geschwind: Industries du sulfate d'aluminium, des aluns et des sulfates de fer.—1 vol.
Geschwind et Sellier: La Betterave agricole et industrielle.—1 vol.
Lavoinne: La Seine maritime et son estuaire.—1 vol.
Deharme: Chemins de fer. Superstructure. Texto y Atlas.—2 vols.
Aguillon: Legislation des mines en France.—2 vols.
Duchesne: Hygiène générale et higiène industrielle.—1 vol.
Henry: Théorie et pratique du mouvement des terres.—1 vol.
Lechalas: Manuel de droit administratif.—2 vols.
Lallemand: Nivellement de haute précision.—1 vol.
Dorion: Exploitation des mines.—1 vol.
Pelletier: Droit industriel. Brevets d'invention.—1 vol.
Joannis: Traité de Chimie organique appliquée.—2 vols.
Hubert-Valleroux: Les associations ouvrieres et les associations patronales.—1 vol.
Toldt: Traité des fours à gaz.—1 vol.
Pita: Campañas de Alejandro Farnesio. 1 vol.
Bechmann: Hydraulique agricole et urbaine.—1 vol.
Rousset et Chaplet: Les combustions industrielles.—1 vol.
Marvá: Mecánica aplicada á las construcciones, 4.ª edición 2 vols., texto y 1 atlas.—3 vols.
Rouché et Brisse: Coupe des pierres. Texto y atlas.—2 vols.
Tarbé de Saint Hardouin: Notices biographiques sur les Ingenieurs des ponts et chaussées.—1 vol.
Thiéry: Restauration des montagnes, correction des torrents. Reboisement. —1 vol.
Lapparent: Le vin et l'eau-de-vie de vin.—1 vol.
Martonne: Traité de Géographie physique. Fasc. 4.
Baudry de Saunier: Elementos de locomoción aérea.—1 vol.
Del Rio: Radiología popular (Rayos X). —1 vol.
La Gándara: Estudios acerca de ametralladoras.—1 vol.
Maymó y Pons: Manual de Mécanica aplicada. 2.ª edición.—1 vol.
Haber: Thermodynamics of Technical Gas-Reactions.—1 vol.
Schlomann: Dictionnaire technique illustré en six langues. Tomo 5.º Chemins de fer.—1 vol.

Warre: Letters from the Peninsula 1808-1812.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Ureña: Estudio teórico-práctico de los explosivos. Por el autor, Teniente de Ingenieros.—1 vol.

Memorias de la Real Academia de Ciencias. Tomo XV. Por la Academia.—1 vol.

Estadística administrativa de la Contribución industrial y de Comercio. Año 1907. Por Don Amado Hernández.—1 vol.

Correa: Tratado elemental de Meteorología. Texto y atlas.—Por el autor.—2 vols.

Gilbert: Curso de análisis infinitesimal. Por el editor Bailly-Bailliere.—1 vol.

Torroja: Aplicaciones métricas de la Estereoscopia. Por el autor.—1 vol.

Marvá: Las tropas de Ingenieros en la Campaña de Melilla. Por el autor, General de Brigada.—1 vol.

Noriega: Algunas propiedades de las potencias de los números enteros. Por el autor.—1 vol.

Banús: Napoleón y la Guerra en la Península. Memoria. Por el autor, Coronel de Ingenieros.—1 vol.

La Tejera: Primer Congreso Penitenciario Nacional. Por el autor, Teniente Coronel de Ingenieros.—1 vol.

Barutell: Observaciones al método de enseñanza de los motores térmicos, por el autor, Capitán de Ingenieros.—1 vol.

Rocchi: Estudio sobre la organización más conveniente de los fuertes. Por el autor.—1 vol.

Garcia Mollá: La Sección Eléctrica. Por el observatorio del Ebro.—1 vol.

Diciembre de 1909.

OBRAS COMPRADAS.

Marcon: Notions élémentaires sur la Métallurgie.—1 vol.

Fabry: Problémes et exercices de Mathématiques générales. Enoncés.—1 vol.

Bell y Wilson: Telefonía práctica.—1. vol.

La Torre: Anuario de ferrocarriles. Año 1909.—1 vol.

Dawson: Electric tracion on railways.—1 vol.

Moore & Silicok: Sanitary Engineering.—2 vo's.

Geikie: Traité pratique de Géologie.—1 vol.

Ketchum: The Desing of Higway bridges.—1 vol.

Manville: Les découvert s modernes en Physique.—1 vol.

Lefebvre: Clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs.—1 vol.

Gallego: Estudios y tanteos. Saltos de agua. Tomo 2.°—1 vol.

Grimshaw: Mecánica de taller.—1 vol.

Turpain: Téléphonie.— 1 vol.

Fabry: Problémes et exercices de Mathématiques.—1 vol.

Rouse Ball: Recreations mathématiques. 3.ª parte.—1 vol.

Barbillion: Les compteurs électriques á courants continus.—1 vol.

Michel: Histoire de l'Art. Tomos I. II. y III.—6 vols.

OBRAS REGALADAS

Andany: Pasado, presente i porbenir de la abiazión, por el autor.—1 vol.

INDICE

Págs.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Balance de fondos correspondiente al mes de diciembre de 1908. 1
Acta de la Junta general ordinaria celebrada el día 21 de enero de 1909 5
Balance de fondos correspondiente al mes de enero de 1909..... 9
Idem de íd. á febrero..... 17
Idem de íd. á marzo..... 21
Idem de íd. á abril..... 29
Idem de íd. á mayo 30
Idem de íd. á junio 37
Idem de íd. á julio..... 45
Idem de íd. á agosto..... 49
Idem de íd. á septiembre..... 53
Idem de íd. á octubre 61
Idem de íd. á noviembre..... 65

Sorteo de instrumentos.

Mes de enero de 1908..... 4
Idem de julio..... 43

Novedades ocurridas en el personal del Cuerpo en el año de 1909.

Mes de diciembre de 1908..... 2
Idem de enero de 1909..... 12
Idem de febrero..... 18

Págs.

Mes de marzo de 1909..... 22
Idem de abril..... 31
Idem de mayo..... 33
Idem de junio 38
Idem de julio..... 46
Idem de agosto..... 50
Idem de septiembre..... 54
Idem de octubre 62
Idem de noviembre 66

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Mes de diciembre de 1908..... 14
Idem de enero de 1909..... 14
Idem de febrero..... 26
Idem de marzo..... 26
Idem de abril..... 44
Idem de mayo..... 57
Idem de junio 58
Idem de julio..... 58
Idem de agosto 59
Idem de septiembre..... 68
Idem de octubre 68
Idem de noviembre..... 69
Idem de diciembre..... 70

Sociedad Benéfica de Empleados subalternos de Ingenieros.

Año de 1908..... 10