



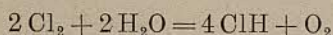
La esterilización de aguas por el cloro líquido y su desodorización por ventilación forzada

Memoria presentada en el Primer Congreso Nacional de Higiene y Saneamiento de la Habitación

Entre los numerosos procedimientos empleados para esterilizar las aguas destinadas al consumo público, el tratamiento por el cloro, ensayado y aplicado principalmente en los Estados Unidos no hace muchos años, es el que ha venido a ocupar el primer lugar por las ventajas que ofrece.

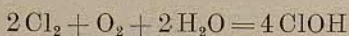
La descripción, aunque fuese somera, de los otros procedimientos, daría dimensiones excesivas a este trabajo. Por lo demás, estos otros procedimientos son de sobra conocidos.

La esterilización del agua por el cloro, es debida, según la opinión general, a la acción del oxígeno naciente debido a la reacción.

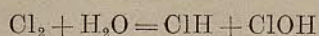


Este oxígeno naciente es el que se encargaría de destruir los gérmenes patógenos del agua.

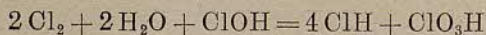
Pero como el agua siempre lleva oxígeno disuelto, y aun no llevándolo la reacción anterior da lugar a su formación en estado naciente, siempre se producirá ácido hipocloroso, en virtud de la reacción:



Aunque el ácido hipocloroso también se forma por la acción directa del cloro sobre el agua, según la reacción:

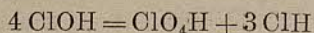


Con el tiempo puede formarse ácido clórico, de acuerdo con la reacción



Aunque dadas las pequeñas dosis de cloro empleadas para la esterilización del agua, la formación del ácido clórico es poco probable.

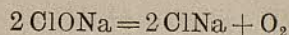
Por otra parte, el ácido hipocloroso bajo la acción de la luz da lugar a la formación de ácido perclórico:



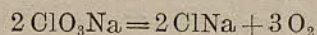
Resulta de estas breves consideraciones que

la reacción entre el cloro y el agua es algo más complicada de lo que generalmente se viene admitiendo.

El ácido hipocloroso reacciona con los elementos alcalinos o alcalino-terrosos disueltos en el agua, dando lugar a la formación de hipocloritos, los cuales se descomponen luego, formándose los cloruros correspondientes y desprendiéndose oxígeno, según la reacción:



También los cloratos, y todos los compuestos oxigenados que pudieran formarse, sufren la descomposición en cloruros dando oxígeno naciente:



En último extremo resulta que el cloro pasa al estado de combinación con las sales que contiene el agua, dando cloruros y oxígeno naciente.

Mas ¿debe atribuirse el poder germicida del cloro a la acción exclusiva del oxígeno naciente formado? a mi entender no; pues el cloro, según es sabido, ataca directamente a los compuestos orgánicos apoderándose del hidrógeno para formar ácido clorhídrico, y es lógico admitir que la acción directa del cloro sobre las bacterias del agua debe motivar la destrucción de éstas, aparte de la acción del oxígeno naciente. Es decir, el cloro, además de la acción germicida indirecta por el oxígeno naciente, es por sí solo capaz de destruir las bacterias que el agua contiene.

La proporción de cloro necesaria para la esterilización del agua es sumamente pequeña; esta proporción es, naturalmente, variable con la cantidad de sales y de materia orgánica que el agua contenga. De ordinario basta con una dosis de 0'2 a 0'5 miligramos de cloro por litro de agua, aunque algunas aguas requieren dosis mayores.

La técnica del tratamiento del agua por el cloro es sumamente sencilla. El cloro, contenido a presión en estado líquido en bidones de acero

resistentes, se incorpora al agua por medio de aparatos que regulan la dosis en la proporción conveniente. Estos aparatos son simples medidores de cloro. El primer aparato empleado, fué el que ideó el Mayor C. R. Darnall en 1910, que fué quien introdujo el empleo del cloro líquido como agente esterilizante.

Los inconvenientes con que se ha tropezado para la aplicación del cloro a la esterilización del agua, provienen todos del poder corrosivo de este gas y de la necesidad de medir pequeños volúmenes del mismo con suficiente precisión.

Los aparatos destinados a la dosificación del cloro deben, pues, ofrecer garantía absoluta de su precisión y estar contruados de modo que no sean deteriorados por el ataque del cloro.

Los aparatos clorizadores pueden ser de «alimentación directa», incorporando al agua una corriente de gas cloro, o bien de «solución», preparando una solución de cloro que es la que se incorpora al agua que debe esterilizarse.

La dosificación del cloro puede obtenerse a mano, o bien puede ser automática o semiautomática. La regulación a mano puede emplearse cuando se tiene seguridad absoluta de la constancia del caudal de agua, pues de no ser así obligaría a actuar sobre la válvula de regulación de la corriente de cloro, de acuerdo con las variaciones que experimentase el caudal de agua. Los aparatos de regulación semiautomática pueden emplearse cuando se trata de un caudal constante sometido a interrupciones, como ocurre cuando existen bombas para elevar el agua, que en ciertos momentos pueden dejar de funcionar; estos aparatos están dispuestos de modo que cuando se interrumpe la corriente de agua queda también interrumpida la corriente de cloro, la cual se regula de una vez a mano, según el caudal que suministran las bombas. En los aparatos de regulación automática la corriente de cloro se halla siempre en proporción constante con el caudal de agua, aunque si las oscilaciones de éste son grandes la dosis de cloro deja de ser exacta.

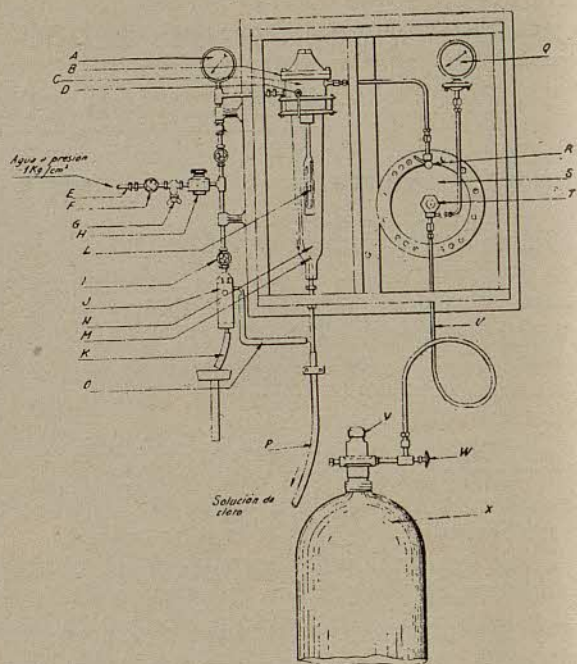
La dosificación del cloro se obtiene por tres procedimientos. Primero, por «burbujeo», dejando escapar al cloro en burbujas de tamaño determinado; basta contar el número de burbujas que se desprenden por minuto para saber la dosis de cloro que se emplea; este procedimiento sólo es aplicable a caudales pequeños. Segundo, «volumétrico» que permite medir el cloro contando el número de pulsaciones del aparato; a cada pulsación corresponde un volumen de cloro determinado. Tercero, «manométrico»; la corriente de cloro se mide por la pérdida de presión que el gas experimenta al pasar por un orificio practicado en una lámina de vidrio o de plata.

Los aparatos hoy empleados son los contruados por las casas «Wallace and Tiernan Co.» de los Estados Unidos, «Triton» de Alemania y «Paterson» de Inglaterra. Los medidores manométricos son muy parecidos en todos estos apa-

ratos. En cambio los medidores volumétricos de Wallace and Tiernan y de Paterson, son muy diferentes, por lo cual y por el interés que pueden ofrecer, merecen aquí descripción especial.

Fig 1

Aparato para la obtención de la solución de cloro
Sistema Wallace and Tiernan Co.



La figura 1 representa el aparato con medidor pulsatorio de la casa Wallace and Tiernan Co. Las letras de la figura se refieren a los siguientes elementos:

- A. — Indicador de presión del agua de alimentación del aparato.
- B. — Válvula que impide el acceso del agua al mecanismo de regulación de la corriente de cloro.
- C. — Tapa de la probeta de difusión.
- D. — Llave de regulación de la corriente de agua, que además impide que el cloro pase a los tubos y válvulas de alimentación de agua.
- E. — Terminal para enlace con el tubo de alimentación de agua.
- F. — Llave de paso para el agua.
- G. — Colador.
- H. — Llave para reducir la presión del agua de alimentación.
- I. — Llave de paso.
- J. — Tubo de donde deriva la corriente de agua que se incorpora por el tubo O a la solución de cloro.
- K. — Tubo de derrame.
- L. — Probeta invertida que mide el volumen de cloro por cada pulsación.

- M.—Tubo de salida de la solución de cloro.
- N.—Probeta de difusión.
- O.—Tubo de derivación que sirve para incorporar una corriente de agua derivada de J a la solución que sale por el tubo M.
- P.—Tubo que conduce la solución de cloro al punto de aplicación.
- Q.—Manómetro que indica la presión del cloro.
- R.—Llave de regulación de la corriente de cloro.
- S.—Regulador reductor de presión, que mantiene constante la presión del cloro a su salida.
- T.—Tapa del regulador de presión.
- U.—Conexión flexible.
- V.—Válvula del recipiente cargado con cloro líquido.
- W.—Llave auxiliar de regulación.
- X.—Recipiente que contiene 25 kg. de cloro líquido.

El funcionamiento del aparato medidor está basado en el principio del sifón; se trata de un «vaso de tántalo» invertido; el cloro gaseoso a presión, penetra en la probeta invertida por el tubo vertical que la prolonga y sostiene, haciendo descender el nivel del agua, a medida que la probeta se va llenando. Cuando el nivel de separación entre el cloro y el agua alcanza en su descenso el vértice del sifón invertido interior, el gas sale bruscamente por el sifón, elevándose el nivel del agua en el interior de la probeta hasta el extremo de la rama libre del sifón.

Resulta así, que a cada pulsación del aparato corresponde un volumen de cloro a la presión del agua de alimentación indicada por el manómetro A., igual al volumen de la probeta invertida L, comprendido entre el nivel del extremo de la rama libre del sifón y el nivel del vértice de éste. De este modo basta contar el número de pulsaciones del aparato por minuto, para saber la cantidad de cloro que se incorpora al agua.

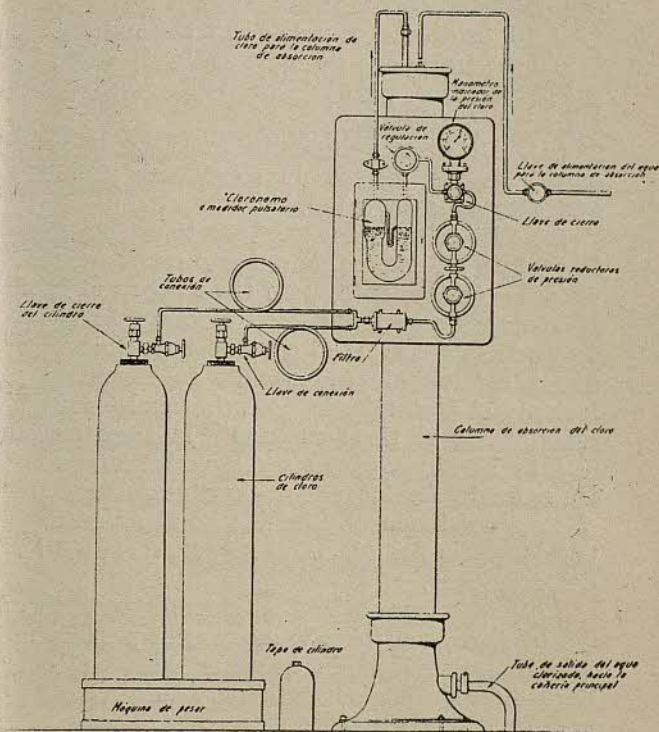
Con un aparato de esta clase, se pueden esterilizar más de 5.000 m.³ de agua diarios.

En la figura 2 se puede apreciar la disposición de un aparato Paterson. Las indicaciones que constan en la figura, permiten suprimir toda descripción. El aparato medidor o «cloronomo» consiste en un tubo en U cuyas ramas están en comunicación por otro tubo curvo delgado. Este tubo en U contiene ácido sulfúrico, que sirve de cierre inerte entre el gas cloro seco contenido en el aparato y la columna de absorción en donde el cloro se disuelve en el agua. El acceso del gas a la rama de entrada deprime la columna de ácido sulfúrico hasta que queda al descubierto la boca del tubo de enlace, permitiendo así el paso de una cantidad determinada de cloro a la otra rama del tubo en U. Esto restablece el equilibrio y permite que retroceda el ácido sulfúrico hasta cerrar nuevamente el tubo de comunicación, completándose de este modo la oscilación que se repite indefinidamente en la misma forma. Este aparato presenta sobre el anterior, entre otras, la ventaja de eliminar por

completo el contacto del cloro húmedo con toda pieza metálica. La columna de absorción es de porcelana, y está cargada con pómez para retardar y dividir la corriente descendente de agua, que

Fig 2

Aparato para la obtención de la solución de cloro
Sistema Paterson



absorbe al cloro que asciende desde la parte inferior de la columna.

Las ventajas de la esterilización por el cloro quedan patentes cuando se observa el rápido desarrollo de este procedimiento, principalmente en Norteamérica donde se empezó a aplicar, y después de la guerra en Europa, donde fué traído por el ejército norteamericano.

Pero no estará de más hacer aquí la defensa de este procedimiento, refutando las impugnaciones de los partidarios del ozono, que también son muchos, aunque van estando en menor número cada día.

La propia obra de Vosmaer, ardiente defensor del ozono, «Ozone. Its manufacture properties and uses» (D. Van Nostrand Co. New York 1916) puede servir para la demostración. En toda esta obra sólo se menciona al cloro una sola vez. Merece ser traducido aquí lo que en ella se consigna. Dice así, (pág. 153):

(a). El gas cloro actúa sobre el agua de muy diferentes maneras; la reacción es algo mucho más complicado que la simple liberación de oxígeno *in statu nascendi* en el agua.

(b). Las desventajas son las propiedades altamente nocivas del cloro, el olor y sabor su-

mamente desagradables, y la absoluta imposibilidad de aplicarlo de una manera satisfactoria, de modo que resulte tratada cualquier porción de la masa de agua. El gas cloro es malo para este objeto. No es un problema fácil de ingeniería preparar una mezcla homogénea de grandes volúmenes de agua con pequeños volúmenes de otra cosa distinta.

(c). En lo que respecta a los costes de estos tratamientos, es difícil dar cifras exactamente comparables. «Engineering Record» de 1913, página 16, establece el precio del tratamiento por el cloro para aguas de mala calidad, entre 3'75 y 19'00 dólares, y entre 1'75 y 5'60 dólares, para las aguas ordinarias.

(d). Debemos prescindir de la cuestión del coste, cuando, hemos de considerar problemas que afectan a la salud.

(e). El método del cloro no tiene, en efecto, la ventaja del exceso de oxígeno en el agua después del tratamiento, pero tiene sobre el ozono, la ventaja de su instalación mucho más barata, de modo que aun en el caso de que el coste llegue a ser tan elevado cuando se considera solamente el tratamiento, todavía resulta más barato cuando se tiene en cuenta la amortización.

(f). El cloro puede ser muy bueno para el tratamiento de las aguas de cloaca, mas para el agua destinada a la bebida no es ningún competidor serio del ozono, si se persigue la *calidad* del resultado.

Los anteriores párrafos, versión casi literal del original, son sobrado elocuentes para demostrar la animosidad de su autor contra el cloro. Pero merecen ser comentados y refutados aquí, para que, de no haberlo sido en otro lugar, quede demostrada la superioridad del cloro sobre el ozono.

(a). Que la reacción entre el cloro y el agua tratada, sea algo más que la formación de ácido clorhídrico con liberación de oxígeno naciente, que es el que en último extremo se encarga de destruir la materia orgánica, nada dice en contra del cloro; pues sabido es que éste ataca también a la materia orgánica, apoderándose del hidrógeno y descomponiéndola; también puede el cloro atacar directamente a los compuestos inorgánicos disueltos en el agua, comportándose en estas reacciones como agente de gran poder oxidante.

El consumo de cloro en estas reacciones *directas*, que parece preocupar a Vosmaer, debe ser reducidísimo, por cuanto la proporción de agua es mucho mayor que la de sales disueltas. Estas reacciones directas, en lo que a las sales inorgánicas concierne, podrán traducirse en un ligerísimo aumento de la dosis de cloro necesaria para la esterilización, y nada más.

Pero lo mismo podría decirse respecto al ozono, el cual debe ser dosado en cada caso de acuerdo con la composición del agua, y siempre aplicado en exceso.

(b). El cloro resultaría nocivo en dosis elevadas, pero en manera alguna lo es en las pro-

porciones infinitesimales empleadas para la esterilización del agua. Ciertamente es que el agua tratada por el cloro tiene un ligero sabor y olor, sobre todo cuando la dosis empleada excede de lo debido, mas este sabor y olor resultan casi inapreciables cuando el cloro se emplea en la debida proporción.

Prueba de lo anterior es, que en la actualidad existen más de 30 millones de personas en el mundo que beben agua tratada por el cloro, sin molestia de ninguna clase. El autor de estas líneas, que se considera como persona de paladar delicado, emplea el producto «halazone» para esterilizar el agua que bebe de ordinario y, no obstante la dosis excesiva de cloro, tolera perfectamente el marcado sabor que conserva el agua.

El argumento esgrimido contra el cloro, de que es difícil conseguir que llegue a actuar sobre cualquier porción de la masa de agua, se vuelve con mayor fuerza contra el ozono. El cloro es soluble en el agua, y permanece en contacto con ésta desde el momento en que se le adiciona, hasta el momento de ser consumida. En cambio el ozono sólo está temporalmente en contacto con el agua, y si durante el tiempo de la reacción, ésta no ha llegado a toda la masa, la esterilización será incompleta. Por esto se debe emplear una proporción exagerada de ozono.

Resulta, así, que el difícil problema de ingeniería, a que alude Vosmaer, toca más de cerca al caso del ozono que al del cloro; y prueba de ello es la multitud de ozonizadores que se han ideado, entre ellos los de Vosmaer mismo, que por cierto merecen contarse entre los aparatos más perfeccionados de su clase. Pero hay algo más; si, por cualquier motivo, el agua esterilizada por el ozono se pone posteriormente en contacto con sustancias que la contaminen, quedará de nuevo contaminada, no ocurriendo esto tan fácilmente con el agua clorizada, por cuanto ésta lleva en sí el agente destructor de todo germen microbiano que pudiera venir a impurificarla.

(c). En este párrafo revela también el autor su parcialidad por el ozono, cuando no dice el precio del tratamiento por el cloro por unidad de volumen, sin duda para que no aparezca la diferencia de precio entre ambos tratamientos.

(d). La afirmación del autor no puede ser más cierta, pero cabe agregar, «siempre que la salud pública no resulte perjudicada, el mejor procedimiento será el más económico».

(e). En contra de la *ventaja*, del exceso de oxígeno en el agua, presentada por el ozono, el cloro tiene el *inconveniente* de quedar en el agua, defendiéndola de nuevas contaminaciones posibles hasta su llegada al consumidor; mientras que el exceso de oxígeno disuelto, que queda después del tratamiento por el ozono no defiende al agua de una contaminación. Prueba de esto es que casi todas las aguas contienen oxígeno disuelto, y a pesar de ello se hallan cargadas de bacterias.

(f). No cabe mayor desprecio hacia el cloro. Sin duda no han sentido tal desprecio los habitantes de Nueva York, Chicago, Filadelfia, La Habana, Buenos-Aires, Lima, Richmond, Bologne-sur-Mer, y otras tantas poblaciones del mundo, en donde sus habitantes, en lugar de seguir los consejos de Vosmaer, «lanzando el cloro a la cloaca», sea permitida la expresión, lo incorporan con mayor acierto a sus aguas de bebida, para garantizar su salud con menos gastos y mayor seguridad que con el ozono.

Para detalles sobre las dosis de cloro suficientes y sobre el poder bactericida de este gas, merece recomendarse la lectura de un trabajo del Doctor Moragas, Profesor de Bacteriología y de Higiene, publicado en los «Anals de l'Academia i Laboratori de Ciencies Mèdiques de Catalunya» (Octubre 1919), con el título «Experiencies sobre l'esterilització química de l'aigua de beguda».

Es preciso reconocer que el agua tratada por el cloro conserva cierto sabor y olor que no dejan de constituir un inconveniente, sobre todo mientras el público no llega a habituarse. Naturalmente que el agua tratada por el cloro podría desodorizarse con algún agente reductor, como el anhídrido sulfuroso, (método Manzie) y mejor con un hiposulfito, el cual se agregaría en forma de solución. Pero esto no deja de tener sus inconvenientes. Es indudablemente más ventajoso el sistema de ventilación forzada, ideado por el autor de estas líneas.

Las figuras 3 y 4 representan en corte vertical y horizontal una instalación de esta clase.

La solución de cloro procedente de los aparatos 4 se incorpora por el tubo 7 al caudal de agua que se debe esterilizar, que llega conducido por el tubo 3. El depósito 2 donde se efectúa la mezcla, llamado depósito de difusión, tiene una pared intermedia 8 con objeto de que se formen remolinos que faciliten la difusión del cloro por toda la masa del agua. El agua pasa por el tubo 9 al depósito de esterilización 12, en el cual tiene que recorrer un largo trayecto en zigzag; este depósito está dispuesto de modo que el agua tarde media hora en efectuar el recorrido total del mismo, pues media hora es tiempo sobrado para que la esterilización del agua sea completa.

A continuación el agua pasa por los tubos 15 y 16 a la galería de aireación 17. El agua sale de los tubos 15 y 16 en forma de surtidores muy finos, encontrándose con la corriente de aire que circula por la galería y sufriendo por consecuencia una enérgica aireación. El agua cae en el fondo de la galería y por el tubo 26 se vierte en el depósito 29 donde se almacena para darla al consumo.

La corriente de aire está producida por la aspiración del ventilador 22 dispuesto en el tubo 25 de salida en el extremo de la galería. El aire penetra por las aberturas 20 de la base del «scrubber» o columna de lavado 19, que está llena de cok en trozos. En el camino ascen-

dente del aire a través del cok de la columna, encuentra una corriente descendente de agua que cae del plato superior. El aire queda así limpio de toda materia extraña que no hubiera sido detenida por las telas metálicas y algodón con que están protegidas las aberturas 20. El aire lavado pasa por el tubo 18 a la galería, y sale por 25 al exterior.

El agua del depósito elevado 5, alimentado por la bomba 30, que la toma ya esterilizada del depósito principal, sirve para alimentar, por los tubos 21 y 32, al «scrubber» y a los aparatos clorizadores.

La instalación puede funcionar sin necesidad de una vigilancia asidua. Esta instalación mereció el único Gran Premio de la Sección Industrial en la Exposición anexa al Primer Congreso Nacional de Higiene y Saneamiento de la Habitación.

La aireación enérgica no sólo se traduce en disminuir la proporción de cloro que contiene el agua, desodorizándola de una manera notable, sino además en aumentar la proporción de oxígeno disuelto, facilitando nuevas oxidaciones, como la del hierro y mejorando, por consiguiente, el sabor del agua, en el cual tan marcada influencia tiene la proporción de oxígeno disuelto. La aireación reduce también notablemente la cantidad de ácido carbónico disuelto en el agua, así como otros gases que pudiera ésta contener.

El agua dividida en gotas o en surtidores finos absorbe rápidamente el oxígeno del aire. El cuadro siguiente dará idea de la importancia de esta absorción:

Oxígeno absorbido por el agua vertida en forma dividida desde diversas alturas:

(Oesten)

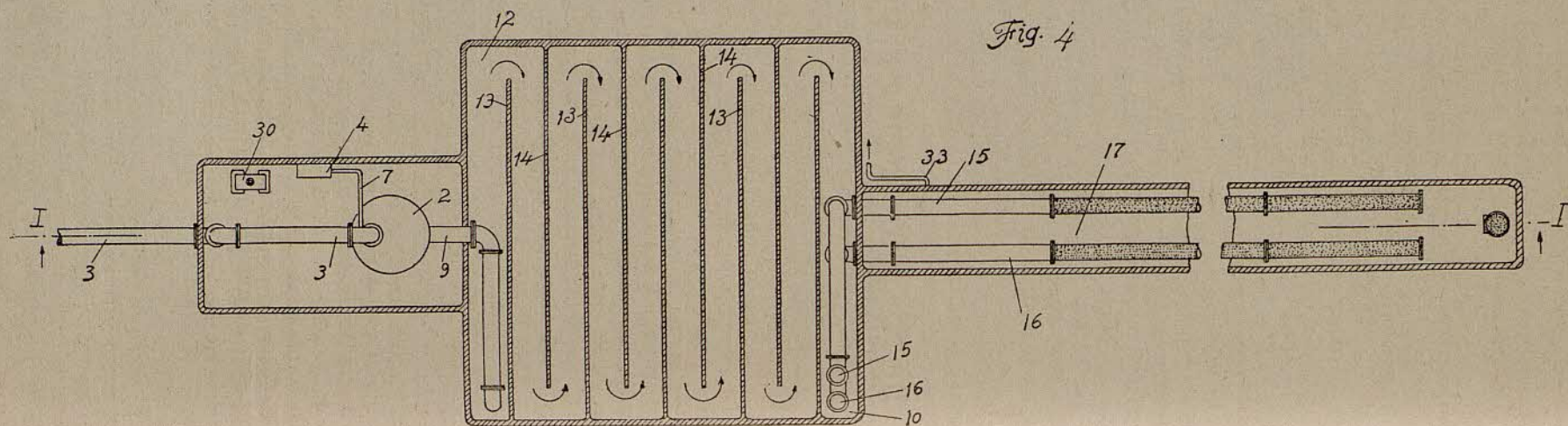
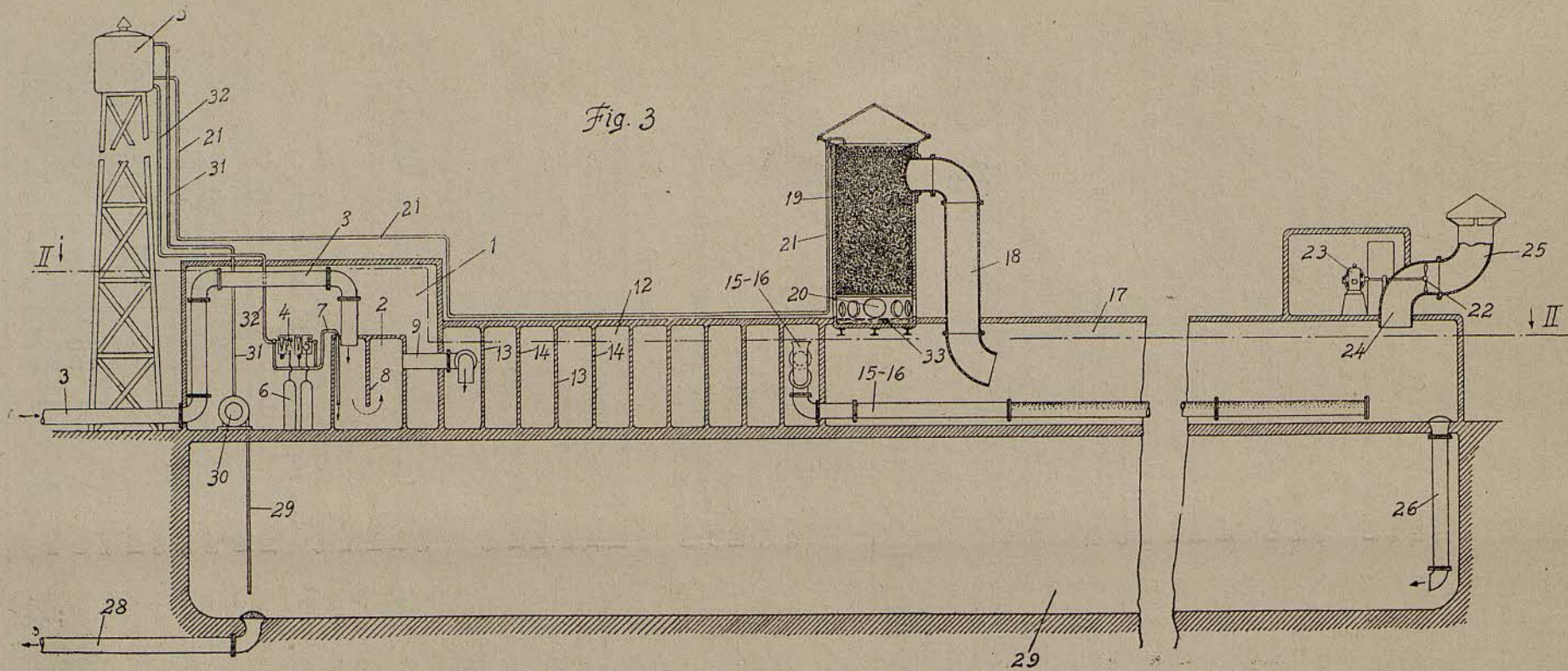
Altura de caída. centímetros	Oxígeno absorbido. miligramos por litro
10	1'21
25	1'79
50	2'52
100	6'50
200	7'33

La influencia que la aireación tiene sobre el ácido carbónico disuelto en el agua puede verse en el siguiente cuadro:

Ácido carbónico que queda disuelto después de la aireación por exposición del agua en gotas:

(G. C. y M. C. Whipple)

Duración de la exposición. segundos	Ácido carbónico disuelto. miligramos por litro			
0	5'0	10'0	25'0	50'0
0'5	4'1	6'9	13'8	23'4
1	3'5	5'3	9'3	14'0
2	3'0	4'1	6'2	8'5
5	2'5	3'0	3'8	4'5
15	2'1	2'1	2'1	2'1



En cuanto a la eliminación de otros gases, merece consignarse el cuadro siguiente:

Gas sulfhídrico que queda disuelto después de la aireación por exposición del agua en gotas:

(G. C. y M. C. Whipple)

Duración de la exposición. segundos	Hidrógeno sulfurado. miligramos por litro	Olor del agua.
0	15.2	débil
1	10.2	muy débil
1.5	5.0	muy débil
2	2.6	nulo

En cuanto a la desodorización del agua clorizada, mis experimentos particulares demuestran plenamente que el olor después de la aireación queda totalmente eliminado.

CONCLUSIONES

1ª La esterilización del agua por el cloro, es el procedimiento más perfecto conocido y

debe emplearse preferentemente por su eficacia, aparte de las ventajas que ofrece por su economía y por la sencillez de su aplicación.

2ª La aireación enérgica por ventilación forzada, según el plan descrito en este trabajo, u otro semejante, debe emplearse a continuación del tratamiento por el cloro, pues, constituye el medio complementario más sencillo y perfecto de mejorar la potabilidad del agua.

3ª La elevada morbilidad y mortalidad que en España sufrimos, debidas a gérmenes contenidos en el agua, imponen la rápida implantación de instalaciones de esterilización en la casi totalidad de nuestras poblaciones, y los Poderes Públicos deben prestar a este problema toda la atención que merece, fomentando por todos los medios la mejora de los abastecimientos y la esterilización de las aguas por el cloro, como medio más perfecto y económico que los demás conocidos.

SIXTO OCAMPO

Barcelona, 14 de Octubre de 1922.

Haberes que percibe el personal conductor de las locomotoras

La forma de liquidar el pago del trabajo que produce un operario es variable según su profesión u oficio, pues depende de particularidades y detalles propios del mismo. En este artículo se explica la forma como las Compañías de Ferrocarriles acostumbran a pagar a sus maquinistas y fogoneros, exponiendo un método nuevo para liquidar en forma relativamente sencilla y equitativa dos de los conceptos por los cuales estos agentes perciben retribución, y que son: *prima por economía de engrase* y *prima por economía de carbón*.

Los haberes que cobra al mes el personal conductor de las locomotoras se componen de dos partes, una fija y otra variable con la cantidad y calidad del trabajo efectuado. La primera es el sueldo propiamente dicho y es un número fijo de pesetas que depende de la categoría de cada agente (según sea maquinista o fogonero) y de la clase o grado que dentro de ésta posea cada individuo. La segunda está constituida por sobrepagas una llamada *gasto de viaje* y las otras *primas*.

El gasto de viaje es una compensación al mayor gasto que supone para un agente tenerse que mantener fuera de su residencia. Se liquida sumando a fin de cada mes las horas de servicio pasadas en la línea y abonando un tanto fijo por cada una de ellas (lo mismo al maquinista que

al fogonero). La cantidad que se acostumbra a cobrar por este concepto oscila entre 50 y 100 pesetas en los servicios llamados activos; es muy variable y depende desde luego del precio unitario a que se abone la hora.

Las primas tienen por objeto interesar al personal a procurar que su trabajo sea lo mejor y económico posible y se abonan generalmente por los cuatro conceptos siguientes: 1º Prima por recorrido; 2º Prima por tiempo ganado; 3º Prima por economía de engrase; y 4º Prima por economía de carbón.

Prima por recorrido. Consiste en dar a los agentes una bonificación por los kms. que efectúa sobre su máquina y tiene por objeto que los maquinistas y fogoneros estén interesados en recorrer cada mes el mayor número de kms., compensándoles así su mayor trabajo.

Como la facilidad en recorrer un km. es variable con la clase de tren, es decir, según se trate de mercancías, viajeros o expresos se abonan algo más los kms. recorridos en los primeros que en los segundos y más en los de viajeros que en los expresos. Esta prima importa para los maquinistas hasta 100 pesetas al mes en los servicios activos y para los fogoneros vale generalmente los $\frac{2}{3}$ de lo que representa para su maquinista.

Hoy día se ha limitado legalmente la jornada

de trabajo a 8 horas, de modo que desaparece el principal efecto que debía producir esta prima y que era compensar el trabajo extraordinario; el servicio se hace ahora según turnos establecidos de forma que no sobrepasen aquélla, y no tiene por lo tanto razón de existir, apesar de que continúa abonándose, sin duda para no variar el precedente establecido y para no dar lugar a reclamaciones del personal acostumbrado a percibirla.

Prima por tiempo ganado. Para la buena marcha del servicio de trenes y comodidad de los viajeros, que son en definitiva los que producen gran parte de ingresos a las Compañías de Ferrocarriles, es necesario que los trenes vayan a su hora de itinerario y por lo tanto es del mayor interés procurar ganar en la marcha los retrasos que por cualquier causa se hubiesen producido. La prima por tiempo ganado se ha establecido para estimular al personal a llevar mayor velocidad que la prescrita en el itinerario (sin pasar de límites ya fijados) siempre que el tren vaya con retraso.

Para liquidarla se les abona al personal de máquinas un número determinado de céntimos por cada minuto que gane y este número, al igual que lo dicho para la prima por recorrido, varía según sea la clase de los trenes y el interés que represente para la Compañía el llevarlos a la hora marcada en su itinerario. Se abona más el minuto ganado con los expresos y correos que el ganado con los otros trenes de viajeros y más el ganado con éstos que con los de mercancías.

El importe total que representa mensualmente esta prima es muy variable, pero puede llegar a valer 100 pesetas para los maquinistas y 50 para los fogoneros. Para evitar retrasos injustificados, puede descontarse al personal de máquina los minutos que pierden por su culpa en la misma proporción de abono que representaría si fuesen ganados.

Prima por economía de engrase. La prima por engrase, tiene por objeto interesar a los maquinistas y fogoneros en gastar la menor cantidad de aceite, compatible desde luego, con el buen engrasamiento de todas las piezas del mecanismo de la locomotora.

Para liquidar esta prima se expone un método nuevo, tal como ha quedado anunciado en las primeras líneas de este trabajo:

En una máquina, cada órgano que se engrasa debe consumir normalmente un cierto número de gramos de aceite; las máquinas en que esto ocurra indicarán que el personal de las mismas no ha desperdiciado el engrase, y por lo tanto, ya que esto indica un buen trabajo debe dársele un premio o prima por este concepto; si ha

gastado menos aceite que el normal, la prima será mayor, y si ha gastado más, será ésta menor, pudiendo llegar a ser negativa.

«El trabajo que representa engrasar una máquina es directamente proporcional al número de elementos que en la misma hay que lubricar, de modo que también proporcional al mismo deberá ser la prima que cobre su personal».

El resultado de dividir el número de litros de aceite que ha gastado en un mes una serie de máquinas iguales en servicio similar, por el de kms. recorridos por las mismas, será el *gasto medio normal* del grupo en el mes considerado. Si esta operación se hace con todas las máquinas de una Compañía, se tendrá el *gasto medio normal general*, y si se divide el número que represente las pesetas que al mes quiera aproximadamente repartir una Compañía a su personal por concepto de prima de engrase, por el total de kms. recorridos por las máquinas, se tendrá el valor de la prima km. para el *gasto medio normal general*.

El procedimiento a seguir, se verá claramente con sólo hacer lo que se va indicando a continuación (véase además fig. adjunta):

Dibujar dos ejes de coordenadas rectangulares, dividir el de las x en partes iguales que indicarán gastos de aceite por km., trazar de puntos la bisectriz del ángulo que forman los ejes, determinar cuál ha sido el *gasto medio normal general* del mes cuyas primas quieran buscarse, por el punto del eje x que represente el gasto hallado, se levanta una perpendicular al mismo y se la limita en el punto que encuentre a la bisectriz trazada de puntos. Esta vertical será por definición la prima concedida por km. al *gasto medio normal general* y nos servirá para graduar el eje, teniendo además en cuenta que el cero está en el origen de coordenadas y que sus divisiones nos marcarán los abonos concedidos a cada gasto.

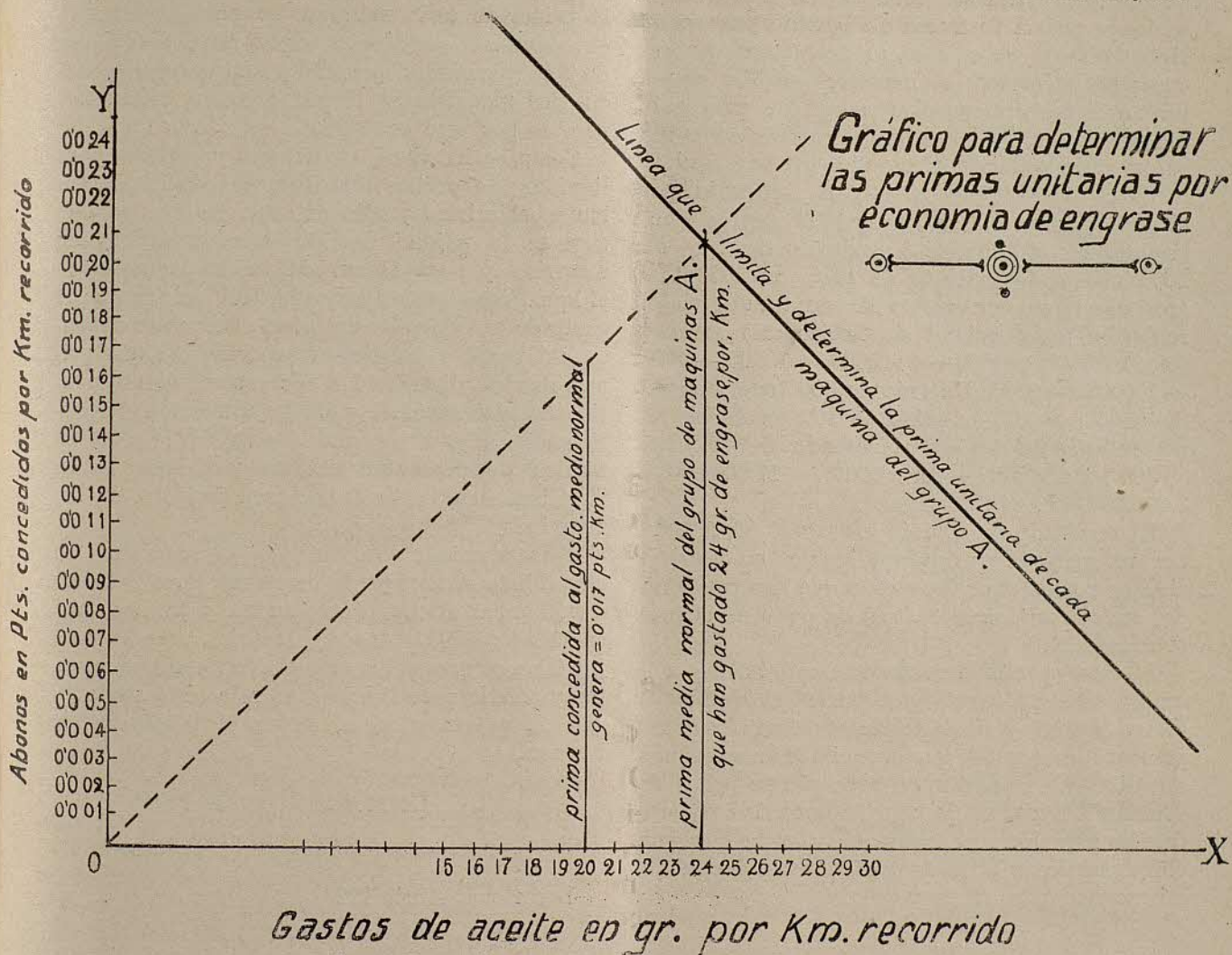
Cada grupo de máquinas iguales puestas en servicio similar tienen su *gasto medio normal* y por lo tanto su *prima media normal* que se encontrará trazando por el punto del eje x que represente el gasto, una paralela al eje y hasta que corte a la bisectriz y por su extremo se dibujará en trazo fuerte una perpendicular a la citada bisectriz, cuya línea servirá para encontrar la prima de cada máquina según su propio gasto.

Este método gráfico es de fácil aplicación práctica, puesto que podrían tenerse impresos los cuadrículados de los ejes; la prima correspondiente al *gasto medio normal general* podría fijarse de una vez para siempre, y por lo tanto podría tenerse graduado lo mismo el eje de las x que el de las y y tener trazada también la

bisectriz del ángulo que forman. Para cada grupo de máquinas iguales en servicio similar se cogería un impreso y se trazaría la prima correspondiente al *gasto medio normal* del grupo y por su extremo se dibujaría en trazo fuerte la perpendicular a la bisectriz. En un momento se establecería lo que debería cobrar cada máquina del grupo con sólo buscar su gasto, y por el punto del eje x que lo representase

efectuar un trabajo determinado. En el engrase el gasto era proporcional al número de kilómetros recorridos; aquí el gasto de carbón lo será al número de kilográmetros efectuados por la máquina. Vamos a determinarlos.

El arrastre de 1 tonelada de tren en vía recta y horizontal puede suponerse *aproximadamente* que necesita un esfuerzo de 3, 4 o 5 kgm. según se trate de trenes de mercancías, viajeros



se trazaría una paralela al eje y limitada por la línea de trazo fuerte. Si el gasto de una máquina fuese mayor que el determinado por el corte de la línea de trazo fuerte con el eje x , la prima sería negativa. La prima dada a cada máquina se busca hoy día por métodos muy variados y empíricos y de ella se hacen dos partes, una para el maquinista y otra para el fogonero (llegan a cobrar hasta 30 pesetas por este concepto).

Prima por economía de carbón. Al igual que lo dicho para con el engrase, esta prima tiene como finalidad interesar al personal en que gaste la menor cantidad posible de carbón para

o expresos, en razón a las diferencias de velocidad media de uno a otro, y la de 1 T. de máquina doble que la de una tonelada de tren que remolca, por razón de la mayor resistencia de su mecanismo. Una máquina que pese 100 T. y lleve un tren de mercancías que pese 500 toneladas entre dos estaciones separadas por 2000 metros de vía recta y horizontal, hará un trabajo de $(2 \times 100 + 500) \times 3 \times 2000 = 4.200.000$ kgm.

Una rampa supone para cada tonelada remolcada un exceso de esfuerzo expresado en kgm. por el mismo número que nos da la inclinación del perfil en ‰ y una pendiente, en lugar de

suponer suplemento de esfuerzo, es al revés, puesto que ella lo proporciona al tren. Esto quiere decir que en una pendiente de un 2‰ la resistencia de los trenes sería sólo $3 - 2 = 1$, $4 - 2 = 2$ y $5 - 2 = 3$ respectivamente para los tres tipos de trenes antes dichos. Las pendientes que den resistencias negativas no se tienen en cuenta nada más que en el valor preciso para que la resistencia sea cero. Entre cada dos estaciones podría formarse un baremo para cada tipo de tren, en el cual se calculasen de una vez para siempre, los números por los cuales hay que multiplicar el tonelaje de tren más máquina, para que sumado este resultado con los valores den los kgms. efectuados por la máquina.

Entre dos estaciones A y B separadas por el perfil; rampa de 15‰ en 1000 metros + horizontal en 500 metros + pendiente de 2‰ en 2000 metros + pendiente de 10‰ en 5000 metros, el número del baremo para un tren de viajeros (de resistencia 4 en horizontal) sería = $15 \times 1000 - 2 \times 2000 - 4 \times 5000 = 15000 - 4000 - 20000 = -9000$. Un tren de 300 toneladas remolcado por una máquina de 100 toneladas representaría un trabajo efectuado de $(2 \times 100 + 300) \times 4 \times 8500 - 400 \times 9000 = 17.000.000 - 3.600.000 = 13.400.000$ kgm.

El resultado de dividir los kgms. efectuados por un grupo de máquinas iguales en servicio similar por los kgs. de carbón que han consumido, será el *gasto medio normal del grupo* en el mes considerado.

Si esta operación se hace con todas las máquinas de una Compañía, se tendrá el *gasto medio normal general*, y si se divide el número que representa las pesetas que aproximadamente quieran distribuirse al mes en concepto de prima de combustible por el de kgms. efectuados por todas las máquinas, se tendrá el valor de la prima correspondiente al *gasto medio normal general* (lo mismo que para el engrase).

Para liquidar las primas de combustible servirían impresos iguales a los descritos para el engrase. Cada grupo de máquinas iguales en servicios similar tendría un gasto medio normal y por lo tanto su *prima media normal*, por cuyo extremo se dibujaría en trazo fuerte la perpendicular a la bisectriz, cuya línea nos marcaría la prima de cada máquina del grupo según su propio gasto. Al igual que para el engrase la prima de cada máquina se distribuye entre el maquinista y el fogonero; en las proporciones de 2 partes para el primero y una para el segundo (los maquinistas llegan a cobrar hasta 200 pesetas por este concepto).

Como se ha visto, el sistema propuesto para liquidar las primas de engrase y de combustible es el mismo y sólo difieren en que para el engrase la unidad de comparación es el km. recorrido y para el carbón se ha establecido el kgm., cosa que es muy racional, puesto que el gasto de carbón para un mismo recorrido depende del perfil y del peso transportado. Estas primas quedan distribuidas por procedimiento gráfico de base racional y sin la aplicación de coeficientes arbitrarios que destruyen la bondad teórica de cualquier sistema y además hacen la prima independiente del rendimiento de las máquinas.

Para terminar este trabajo, diremos que un maquinista activo y que haga un buen servicio puede ganar al mes, entre sueldo y primas, una cantidad de 1000 ptas y hasta algo más, lo cual justifica el que se les exijan ciertos conocimientos y condiciones físicas y morales que son además la garantía de la responsabilidad que se les confía.

L. LE MONNIER J. PRATS TOMÁS
Ingenieros Industriales

Barcelona, Abril 1923



Fábrica Española de Automóviles "ELIZALDE"

Turismo: 6/8 - 15/20 - 18/30 HP. (4 cilindros)
20/30 y 50/60 HP. (8 cilindros)

Industria: 6/8 HP. para 500 kilogramos.
15/20 HP. para 1,000 y 1,500 kilogramos,

Talleres y Despacho: Paseo S. Juan, 149 - BARCELONA



CORRESPONDENCIA DE PARÍS

CONGRESO DE NANCY

Comisión Internacional de métodos de ensayo de lingotes y piezas de hierro fundido

Los miembros de las diferentes Comisiones internacionales de métodos de ensayo de lingotes y piezas de hierro fundido habían sido convocados sobre la proposición de M. E. Ronceray. Estaban presentes las personas siguientes:

Comisión francesa: MM. Portevin, Ronceray, Gasne (que representa M. Aubry, miembro de la Comisión francesa).

Otras personalidades francesas: MM. de Boisgrollier, Ledesert, Leflaive.

Comisión belga: MM. Piedeboeuf, Proyard, Masson, Leonard.

Comisión italiana: M. Vanzetti.

Comisión suiza: MM. Fabre, Schwyser.

La comisión inglesa convocada por telegrama y carta no pudo enviar delegados.

M. E. Ronceray abre la sesión y ruega a las personas presentes elegir un Presidente. M. Portevin es elegido por unanimidad y al aceptar, propone a M. Ronceray como secretario, que acepta igualmente.

No insistiremos en el detalle de las discusiones pero creemos necesario traducir in extenso el resumen hecho por M. Portevin, Presidente.

«Agradeciéndoos el honor que me hacéis, nombrándome para presidir la Comisión Internacional de métodos de ensayos de lingotes y piezas de hierro fundido, me pregunto cuales pueden ser los motivos que os guiaron al designarme, cuando hay tantas personas más calificadas que yo para este puesto. No creo tener otros méritos, que la independencia y la franqueza con que a veces emití mis opiniones relativas a las cuestiones que estamos llamados a examinar.

Lo esencial, si queremos hacer obra útil, es abstraernos momentáneamente de toda preocupación de interés personal, olvidar todo prejuicio y no ver más que el problema de interés general a fin de plantearlo con entera libertad.

No he de necesitar recordaros la importancia del asunto que vamos a tratar; de la elección de un buen método de ensayos apropiado, depende no solamente la calidad de los productos librados, la seguridad de quienes los empleen, la economía que resultará de su duración en servicio, sino además la mejora general y el desarrollo de la fabricación de piezas fundidas.

Los ensayos de comprobación y recepción juiciosamente concebidos y correctamente aplicados pueden tener una repercusión extremadamente fecunda y determinar un nuevo desarrollo de la industria, mientras que los malos métodos de calificación de los productos pueden no solamente prohibir toda mejora sino paralizar la fabricación hasta el punto de equivaler a una sentencia de muerte.

Preconizar un procedimiento de ensayos o introducir nuevos procedimientos puede, si los fundidores siguen nuestras sugerencias, constituir un arma de doble filo, por eso importa examinar escrupulosamente el problema bajo todos sus aspectos, para no exponerse a graves errores y a consecuencias lamentables.

Por eso el concurso de todos es necesario: Cada uno debe aportar su saber, su experiencia y su documentación para permitir el tomar una decisión con el mínimo de probabilidades de error.

Si durante la guerra hemos asistido a un desarrollo considerable de ciertas fabricaciones hasta entonces estacionarias es en gran parte porque el peligro común había hecho callar las preocupaciones egoístas (que están lejos de haber desaparecido completamente), y había determinado la puesta en común de todos los esfuerzos y de todas las competencias. Es necesario cuando menos aprovecharse de esta constatación y de esa enseñanza y persuadirse, contrariamente a una opinión desgraciadamente muy frecuente, que el aislamiento técnico, lejos de ser una condición del progreso es más bien un obstáculo a esto último.

A fin de tratar de orientar un poco nuestros trabajos y situar el problema que debemos resolver, me permitiré primero echar una ojeada de conjunto sobre los ensayos de metales en general para penetrarnos bien de su significación y de su objeto y desembarazarnos previamente de ciertos prejuicios o de ciertas opiniones que no tienen otra fuerza que la de la rutina.

Ensayar los materiales es esforzarse de definir y de obtener experimentalmente uno o varios coeficientes numéricos destinados a informarnos anticipadamente de las cualidades de empleo del metal y de las piezas fabricadas.

Ensayos mecánicos y resistencia de materiales

A primera vista parece indicado elegir de preferencia a los otros un ensayo que nos dé directamente por la experiencia el valor de las características de la materia que figuran o intervienen en los cálculos de piezas de construcción o de máquinas, es decir el módulo y el límite de elasticidad.

Pero no hay que exagerar demasiado la importancia que se cree deber atribuir a esa aproximación de términos que no consiste, las más de las veces, más que en una semejanza de terminología.

No solamente el acuerdo no existe sobre la intervención de concepto de límite de elasticidad (1) sino que todavía la práctica demuestra que hay una discordancia a veces enorme entre los

(1) En un estudio reciente (Rev. Metal. XIX, 436, Juillet 1922), M. Mesnager concluye: "no hay que renunciar a las teorías admitidas hasta hoy en Francia, para determinar el límite de elasticidad del acero dulce y del cobre."

datos producidos por el cálculo y las calificaciones experimentales del límite elástico.

Además, los datos obtenidos por el cálculo son tan precarios que se modifican los valores hallados por medio de un coeficiente absolutamente arbitrario y variable llamado coeficiente de seguridad, lo que acaba de quitarnos toda ilusión sobre la existencia de una correlación estrecha en el cálculo y las características mecánicas de la materia.

Experimentalmente, el límite elástico es un dato no solamente discutible en su concepción, no solamente convencional en su definición, sino además función de las condiciones y de la sensibilidad de los medios de determinación.

De todas maneras la determinación del módulo y de lo que se ha convenido en llamar límite de elasticidad aparente o proporcional exige la medida o el enregitrado de las deformaciones elásticas; pero éstas son extremadamente pequeñas en los metales, de manera que cuando se opera por tracción (salvo en el caso del acero dulce y más generalmente de los materiales en los cuales la ferrita o hierro alfa es el elemento estructural predominante por los cuales se observa un límite elástico aparente marcado por un «palier» o un brusco cambio de dirección de la curva «deformación-carga»), hay que recurrir a precauciones y a disposiciones especiales de un manejo delicado que necesitan experiencias prolongadas y que se salen completamente del dominio de las pruebas de recepción industrial y quedan por el momento reservadas a los laboratorios de estudio. Otros procedimientos, tales como la flexión, parecen más aptos a obtener cómodamente las características elásticas (módulo y límite).

Esto se manifiesta de una manera más evidente en el caso de los hierros fundidos de moldeado que nos ocupan y por los cuales la determinación del módulo es precisamente lo más interesante porque este coeficiente varía en grandes proporciones en los hierros fundidos, al contrario de lo que ocurre con los aceros ordinarios en los cuales el módulo varía muy poco con la composición y el tratamiento. De hecho, el ensayo de tracción corriente es incapaz de darnos una evaluación del módulo y hay que recurrir para ello al ensayo de flexión o a otros procedimientos. Sin subordinar esencialmente el ensayo que elegiremos a la posibilidad de la determinación del módulo o del límite elástico, hay que retener por lo menos que a igualdad de las otras calidades el ensayo que nos de uno de esos datos, deberá ser el objeto de nuestras preferencias.

Privilegio del ensayo de tracción

Del hecho que en los resultados corrientes de un ensayo de tracción figura una cantidad llamada límite elástico, queda en el espíritu de ciertas personas que dicho ensayo constituye un ensayo primordial produciendo el dato del mismo nombre que intervienen en los cálculos. Pero, según lo que acabamos de decir, no es más que una ilusión, pero que contribuye en parte a es-

tablecer lo que llamaremos el privilegio del ensayo de tracción, es decir, una situación aparte, un ensayo prototipo al cual deben relacionarse todos los otros como término de referencia.

De las cuatro características suministradas por un ensayo de tracción completo, límite elástico E , carga de ruptura R , alargamiento de ruptura A , estricción Σ , dos solamente tienen una significación relacionada con la utilización de los materiales: E , que, con el módulo, define el campo de las deformaciones elásticas que circunscribe las condiciones de empleo Σ , que puede servir para caracterizar la ductibilidad; cuando son precisamente a las otras dos características R y A , que se limitan las determinaciones corrientes en la práctica.

Se cree también, que los esfuerzos de tracción son los que determinan generalmente la rotura o el abandono de las piezas mecánicas, pero no es exacto; las piezas se destruyen casi siempre, sea por desgaste sea por agrietado progresivo bajo los esfuerzos repetidos o las vibraciones, rara vez por choque único y excepcionalmente por tracción pura, caso realizado sólo por los alambres o barras de suspensión, cables, tensores, etc.

Además, el concepto de la tracción pura en tanto que el modo de deformación simple está lejos de realizarse efectivamente durante los ensayos, no es más que un ideal sin hacer intervenir las flexiones parásitas que acompañan siempre el ensayo de tracción; un estudio experimental atento muestra que la deformación procede por mecanismos más complejos (líneas de Lüders o de Piebert, estricción) que le quitan toda apariencia de fenómeno simple y elemental.

No quedaría para conservar el ensayo de tracción su situación privilegiada más que su antigüedad y su universalidad, pero hacer estado de ello sería negación de todo progreso; vemos ensayos muy criticables conservarse y otros más antiguos, aunque perfectamente apropiados, como manera de calificación, como el ensayo de Monge de los hierros fundidos por flexión, abandonados sin razón.

No ha de verse en estas reflexiones, sin gran importancia en realidad, una crítica sistemática del ensayo de tracción; si las hemos hecho es porque este ensayo goza con frecuencia de una boga, de una extensión y de una reputación exageradas, o más bien que se aplica sin discernimiento y por rutina en muchas circunstancias en las cuales es el menos indicado.

Queremos sencillamente colocarlo en su justo lugar, es decir, sobre el mismo plano que los otros. De ninguna manera constituye el ensayo prototipo que debe servir obligatoriamente de término de comparación para buscar el valor de los diversos métodos de ensayo.

Excelente en ciertos casos este ensayo no significa nada en los demás. Es necesario, según las propiedades de la materia ensayada, según el objetivo y según el empleo al cual se destinan las piezas, elegir el ensayo lo más apropiado te-

niendo en cuenta el conjunto de condiciones que vamos a tratar de enumerar, porque nos parecen las principales.

Resulta de todo esto que en la elección de la manera de ensayo debemos guiarnos no por consideraciones teóricas o por la rutina actual, sino por la concordancia experimental entre los datos suministrados por el ensayo adoptado y el comportamiento de las piezas ensayadas en el servicio a que se las destina, concordancia que debe satisfacer cuando menos la semejanza de clasificación obtenida en los dos casos.

Condiciones necesarias a las cuales debe satisfacer un ensayo mecánico de recepción

Para ser significativo, eficaz, práctico y demostrativo, un ensayo de recepción debe, según nuestra opinión, llenar obligatoriamente las condiciones siguientes:

1ª Producir un valor numérico y, si es posible, registable gráficamente, esto a fin de reducir al *mínimum* las divergencias de interpretación y las discusiones.

2ª Ser sensible, es decir, producir diferencias marcadas entre las diversas calidades y categorías de materiales utilizados industrialmente.

3ª Ser preciso en este sentido que la influencia de los errores experimentales inherentes al procedimiento y a la materia ensayada, sea de un orden de dimensiones inferior a la de las diferencias que existan entre las diversas calidades de materiales.

4ª Ser simple, rápido y económico, a fin de que esta simplicidad, rapidez y economía incite a quien lo utilice a multiplicar los ensayos para que sea un auxiliar de la fabricación y no una traba.

Bajo este punto de vista es de desear que el ensayo adoptado puede servir no solamente de ensayo de recepción, sino también de comprobación permanente de fabricación, de manera que pueda regularse ésta de modo seguro para reducir al *mínimum* los desechos de recepción siempre onerosos; al menos debe disponer el taller de un procedimiento rápido relacionado con el utilizado para el control final que permita asegurarse previamente, durante la fabricación misma de que no se hallarán ni sorpresas ni dificultades en el control definitivo.

En el dominio experimental, lo que es difícil de realizar es la obtención de un mismo resultado numérico. Cifras diferentes se obtienen siempre, pero determinar un modo de ensayo y condiciones de fabricación que den resultados concordantes, es el punto donde reside toda la dificultad. Pero al mismo tiempo lo que hay que realizar necesariamente es continuar los ensayos hasta tanto que dicho resultado sea obtenido.

Esto parece oponerse a una cuestión de principio: para asegurarse que un modo de ensayo produce resultados regulares, y analizar los diversos factores y causas de errores que pueden afec-

tarlo, hay que disponer como materia de ensayo de un producto homogéneo que se pueda dividir en probetas, o una serie de muestras fabricadas y preparadas de manera que sean idénticas entre sí bajo el punto de vista de la propiedad considerada.

Pero ¿cómo asegurarse de esta homogeneidad y de esta constancia de fabricación, sin recurrir precisamente al procedimiento de ensayo que se estudia, y cómo reconocer en los resultados las diferencias debidas al modo de ensayo y las que provienen de la materia ensayada?

No se puede por consiguiente proceder más que por aproximaciones sucesivas o basándose sobre las experiencias anteriores y sobre todos los informes conocidos para solucionar este doble problema (1).

Limitándome aquí al ensayo concerniente a la homogeneidad y a la obtención de probetas de propiedades semejantes, pues para las piezas de hierro fundido que nos ocupan este ensayo domina toda la cuestión, todos nuestros esfuerzos y todos nuestros ensayos serán estériles y conducirán a discusiones vanas si no examinamos primeramente este problema bajo todos sus aspectos y con todas sus consecuencias. Es completamente inútil acumular resultados experimentales y hacer estado de los datos publicados hasta hoy en forma de cuadros numéricos o de curvas representativas, si no tenemos constantemente en el espíritu esta preocupación primordial para las piezas de hierro fundido tal como salen de la colada.

Este es indispensable bajo los puntos de vista siguientes:

1º Regularidad y uniformidad de los resultados obtenidos por un mismo modo de ensayo.

2º Comparación entre ellos de los resultados obtenidos por los diversos modos de ensayo y las formas diversas de las probetas.

3º Ensayo sobre piezas o sobre probetas coladas separadamente.

4º Modo de obtención y dimensiones de las probetas de ensayo.

Homogeneidad y comparabilidad de piezas fundidas

La constitución química, la estructura y las propiedades del metal colado partiendo de un mismo baño de hierro fundido líquido, son funciones de la rapidez del enfriamiento y de la temperatura de la colada; la influencia de esos dos factores es variable con la composición química del hierro fundido.

Esto es un hecho indiscutible y clásico. Las propiedades mecánicas dependen pues del espesor de las piezas, de la naturaleza de las paredes de los moldes y en una misma pieza podrán variar de la periferia al centro. Los resultados mecánicos variarán pues según la di-

(1) Consultar el estudio M. Charpy et Cornu-Thenard, publicado por la Rev. Met. XIV, 84, Marzo-Abril 1913, para darse cuenta de las dificultades halladas y de las precauciones tomadas en la preparación de las barras de acero de igual resistencia.

mención de las piezas coladas, el emplazamiento y las dimensiones de la probeta de ensayo. No hay que consultar los numerosos estudios publicados con ese motivo (por ejemplo: Reusch, Leyde, Heyn, Treuheit, etc.) y asegurarse por un examen de la fractura *micrográfica* y el ensayo a la bola. Resulta pues que las propiedades mecánicas de piezas de espesores desiguales coladas con un mismo hierro fundido líquido, pueden ser tan diversas como las piezas idénticas coladas con hierros fundidos químicamente diferentes.

Por consiguiente es absurdo tratar de calificar el valor mecánico real de una pieza de hierro fundido ensayando una barra o probeta colada separadamente; bajo este punto de vista es usar y ensayar un metal inútilmente.

Ensayo de dureza a la bola, control de la homogeneidad

El empleo de la bola, ensayo localizado y rápido, como control de la homogeneidad, empleado para los aceros (1) está perfectamente indicado para las piezas fundidas y nos procura un medio de salir del círculo vicioso que señalábamos.

Rigurosamente hablando, la identidad de dureza no prueba la identidad de la materia, pero la identidad de la materia implica la igualdad de dureza.

Así es que últimamente Stahl Eisen XIII. (p. 1189, 3 de Agosto 1922), P. Oberhoffer y W. Poensgen han demostrado el error cometido así, por Reusch y Leyde cuando han buscado el determinar la influencia de la sección de las probetas de ensayo. Esa influencia no puede precisarse más que eligiendo convenientemente las barras de prueba en una misma pieza de hierro fundido bastante voluminosa para ser considerada como homogénea e isótropa en una región dada y asegurándose de esta homogeneidad por el ensayo de la bola de Brinell. Los resultados publicados por esos dos experimentadores operando así son particularmente interesantes. Muestran que a igualdad de análisis químico y de dureza Brinell, los resultados de los ensayos de flexión y de tracción son función de las dimensiones de la probeta y que por consiguiente la relación que puede existir entre la dureza y los resultados de estos últimos ensayos no es valedera más que para una probeta de sección determinada.

La diferencia de dureza entre la superficie y el centro de la pieza y la variación del número de dureza con el diámetro de la bola que ha sido señalado con frecuencia, es prueba de la sensibilidad del método. Poseemos pues un medio sencillo de hallar una condición necesaria, si no suficiente, de la homogeneidad de una pieza y de la comparabilidad de diversas piezas de forma y dimensiones idénticas.

Esto es importante, porque el ensayo directo

(1) Este control ha sido impuesto por la aeronáutica francesa para la recepción de los cigüeñales de los motores de aviación.

de las piezas puede conducir, según el método de recepción que se adoptara, a cortar una probeta en el metal, lo que equivale a sacrificar la pieza; no se puede proceder, por consiguiente, a una prueba de recepción individual, lo que daría evidentemente el máximo de seguridad, pero el ensayo a la bola (y también el ensayo de sonoridad) efectuado en condiciones idénticas sobre una serie de piezas fabricadas, permitirá operar juiciosamente una clasificación para lotes y un ensayo o prueba de recepción por elección de una pieza sacrificada. Así es como de hecho se ha obtenido una reclasificación de lotes de granadas de hierro acerado que han dado entera satisfacción durante el tiro cuando, la clasificación por colada había dado un conjunto lo más heterogéneo posible, cuya consecuencia hubiera sido el desecho en las pruebas de tiro cuando todas las granadas habían sido aceptadas como consecuencia de las pruebas de fabricación.

Conclusiones

Sin prejuzgar en nada las maneras ni las condiciones de ensayo que adoptáramos como prueba o ensayo de recepción, podemos examinar por anticipación las condiciones generales siguientes, que propongo en principio a vuestras deliberaciones, teniendo en cuenta las consideraciones que acabamos de exponer y particularmente las relativas a la heterogeneidad de las piezas fundidas:

1º El ensayo de calificación y recepción de piezas de hierro fundido se hará sobre las piezas mismas y no sobre probetas coladas separadamente.

2º El ensayo será individual, es decir, se ensayarán todas las piezas fabricadas o bien se hará por elección de algunas, pero después de un ensayo individual a la bola y en condiciones definidas, a fin de tener una primera garantía sobre la uniformidad de las piezas que compongan el lote de fabricación.

3º La probeta de ensayo elegida será lo bastante pequeña para poderla retirar de piezas de formas y dimensiones tan variadas como sea posible y operar sobre una porción de metal homogéneo.

4º La elección del método de ensayo se hará examinando sus calidades intrínsecas (expresión numérica del resultado, posibilidad de registro del fenómeno, sensibilidad, precisión, simplicidad, rapidez y economía) y su valor de empleo y no según su comparación con una prueba de ensayo admitida implícitamente como tipo o sobre consideraciones teóricas a priori.

5º En las experiencias de comparación entre los diversos procedimientos de ensayo que podrán ser instituídos para formarse una opinión o para comprobar las ya emitidas, será conveniente en todos los casos verificar por el ensayo de la dureza a la bola, la homogeneidad y la uniformidad de calidad del metal que se servirá de término de comparación.

Me parece indispensable al empezar que nos pongamos de acuerdo sobre estos diferentes puntos, dado su carácter general, antes de abordar la discusión propiamente dicha de los procedimientos y condiciones de recepción.»

La discusión comienza y en resumen las disposiciones siguientes se adoptan a la unanimidad en lo relativo a las diversas cuestiones sometidas a la comisión:

1º Se sobresee la discusión relativa a los ensayos de recepción sobre piezas o sobre probetas coladas separadamente; pero las probetas elegidas y sobre las cuales se harán los ensayos, serán de dimensiones tales que podrán retirarse ya sea de barras coladas separadamente, ya sea de las piezas mismas, y por consiguiente serán lo bastante pequeñas como dimensiones, lo que además será una garantía de homogeneidad.

2º Se reunirá bajo la forma de diversos legajos los documentos recientes relativos a las cuestiones sometidas al estudio; dichos legajos serán enviados respectivamente a Bélgica, Suiza, Italia, Gran Bretaña y América.

3º Se procederá, tanto por medio de las Asociaciones técnicas como por el concurso individual de fundidores, a ensayos de comparación entre los métodos siguientes:

a) Ensayo a la bola de Brinell (bola de 10 mm., carga 3000 kilos.

b) Ensayo de flexión sobre probeta tipo adoptada por Fremont, en las mismas condiciones de ensayo que las realizadas en la máquina descrita por este autor.

c) Ensayo cortante sobre probeta cuadrada o redonda de 25 mm² de sección.

d) Ensayo de fragilidad por choque único sobre probetas de las mismas dimensiones que las adoptadas para la flexión.

Los ensayos se comenzarán sobre probeta sin entalle y no se hará de entalle, más que si la sensibilidad parece suficiente.

El ensayo de flexión se hará ya sea sobre máquina Fremont o sobre otra máquina cualquiera, como una máquina de bola, que permitan el registro de la curva-deformación de cargas.

Un programa preciso de ejecución de esos ensayos se establecerá de acuerdo con las diversas Asociaciones Técnicas de Fundición, estudiado respectivamente por cada una de ellas.»

La sesión se termina a las 18 y media.

Los legajos previstos por la segunda resolución se constituirán en la diligencia de la Comisión francesa y los ejemplares remitidos por ella a cada país para que la Comisión nacional pueda trabajar separadamente, mientras se produce una segunda reunión internacional.

CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

El día 4 del presente mes de Mayo el profesor Morgan Books, de la Universidad de Illinois, disertó, en nuestro local social, sobre los trabajos del profesor Moore relativos a la fatiga de los metales y sobre otros extremos no menos interesantes.

Dada la importancia de la conferencia, la publicaremos íntegra en nuestro próximo número.

Eduardo Barrau

El día 16 de Abril falleció a los 58 años nuestro consocio D. Eduardo Barrau, uno de los *pioneros* de la Electricidad en nuestro país. Habiendo empezado sus estudios en la Escuela de Barcelona, su gran afición por el estudio, de la por entonces nueva ciencia cuya enseñanza entre nosotros estaba en sus albores, le hizo emigrar a Hungría entrando en la casa Ganz de Buda-Pest trabajando bajo las órdenes del gran Dolibo de Drobolsky y recibiendo de este eminente Ingeniero los conocimientos de dicha ciencia que en aquel tiempo se consideraba aún como cosa mágica y prodigiosa y practicándose al mismo tiempo en los talleres de la referida casa hasta convertirse en un experto constructor como lo demostró en la casa Planas, Flaquer y Cia., de Gerona, al regresar a nuestro país.

Desde las primeras instalaciones de alumbrado por corriente continua hasta las de transporte a alta tensión, Barrau había asistido y contribuido con su despierta inteligencia, con su cerebro ágil y rápido a todos los perfeccionamientos de la Electricidad en la citada casa, de gloriosa historia en los anales de la Electricidad en nuestro país.

Sus grandes conocimientos teóricos le llevaron más tarde a una Institución de Enseñanza Electrotécnica en Nueva York, pasando después a Londres, regresando a nuestro país a raíz de la guerra europea, siendo solicitado por la Mancomunitat e ingresando enseguida, en la Extensió d'Ensenyament.

Además de electricista expertísimo era un escritor técnico muy notable, habiéndose honrado esta Revista con sus trabajos en diferentes épocas y ocasiones, habiendo traducido últimamente varias obras del inglés y del alemán, idiomas que conocía perfectamente, siendo sus traducciones correctísimas, atildadas y elegantes, de tal forma, que muchas veces mejoraban el original.

Reciba la familia de nuestro malogrado compañero el más sentido pésame de nuestra Asociación y de esta Revista y en particular de los que tuvimos la dicha de haber sido sus amigos, la expresión de nuestro más profundo dolor.

BIBLIOGRAFÍA

Notes sur les courroies de transmission, par R. DELA-VEUVE, Ingenieur.—Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, París.

Hemos recibido esta interesantísima monografía, que comprende todo lo concerniente al título que lleva.

En efecto, el cálculo de las correas, es completo en todos los casos mecánicos que pueden presentarse, enriquecidos por numerosísimos cuadros y abacos abarcando todas las cuestiones que se presentan en los diferentes tipos de correa, cuyas cualidades y descripción hace con sumo detalle.

Como dice muy bien en su prólogo el autor, no presenta esta obrita nada nuevo, ni ninguna teoría trascendental, pero es una colección completa de informaciones técnicas presentando en forma práctica y asequible hechos conocidos pero a veces olvidados y en forma que se prestan fácilmente a ser consultados siempre que se crean de actualidad.

Essais des Machines électriques, par H. DELALANDE.—Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, París.

Hemos recibido esta reciente publicación de la editorial Béranger que constituye una obra completa en su género, con más de 440 páginas y 213 láminas.

Da una descripción detallada de los aparatos de medida, tanto los eléctricos (voltímetros, amperímetros, &c.) como los mecánicos, de aplicación inmediata en los ensayos de las máquinas eléctricas (contadores de vueltas, medidores de potencia, &c.).

Después de la reseña de los aparatos de medida, viene una completa descripción de todos los ensayos, uno a uno, que se verifican en la comprobación de las características de las máquinas eléctricas.

Los ensayos de temperatura, de resistencia, de la inductancia magnética, de corrientes devatadas, y otras muchísimas más, que con una riqueza grande de detalles prácticos van apareciendo en el transcurso de la obra, constituyen el resumen más completo que conocemos y más práctico, entre todas las obras de electricidad que acometen la descripción de los ensayos de las máquinas eléctricas.

Al felicitar al autor y al editor por la aparición de esta obra, nos felicitamos nosotros en nombre de la Técnica por la contribución valiosa que constituye para la moderna bibliografía eléctrica, agradeciendo al editor el obsequio de remitirnos la obra.

Du cercle d'inertie, par CH. RICHARD.—Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, París.

Se trata de un breve, concreto, conciso y completo opúsculo en el que de una manera clara y brillante se exponen *todas* las aplicaciones que el «círculo de inercia» tiene, para la determinación de los «momentos de inercia», y «núcleos centrales de inercia» de los perfiles más corrientes de la construcción mecánica.

El «círculo de inercia» reemplaza con ventaja la «elipse central de inercia» en todas las aplicaciones de la resistencia de materiales.

Por sencillas construcciones gráficas y ejemplos prácticos, el autor nos va resolviendo los problemas relativos a los momentos de inercia, y también a la flexión desviada, a flexión y extensión (o compresión) a la vez.

Nos lleva también a la teoría de los muelles centrales de inercia prescindiendo de la elipse de iner-

cia, y finalmente da un cálculo de la flexa, por un sistema muy sencillo y que se ha establecido como obligatorio en Alemania.

Las figuras y la claridad del texto son encantadoras pudiéndose resolver instantáneamente cualquier problema.

Diremos que es uno de los libros de resistencia de materiales más *seductor* si vale la expresión.

J. J. M.

Les compteurs électriques, por F. FONTAINE.—París, 1922.—Librería Béranger.—Un volumen de 16×25 cm., con 140 páginas y 139 figuras.

Entre el último envío de libros que con proverbial largueza nos ha favorecido la casa Béranger, aparece este tratado obra del profesor de Montefiore, conocido ya por otras publicaciones de esta especialidad. Consta de diez capítulos, empezando por el fundamento y estudio de los coulombímetros en sus diversos tipos registradores, electrolíticos a gas y de mercurio, motores, electromagnéticos a mercurio y de balancines; sigue luego el estudio de los juliómetros con todos sus detalles de funcionamiento y construcción. A continuación siguen tres capítulos dedicados a los tipos de contadores para corriente alterna, con el estudio de los transformadores de intensidad y de tensión para los de alta tensión. Un capítulo eminentemente práctico estudia las partes mecánicas de los contadores tipo motor, y otros dos muy interesantes se dedican para el estudio de la conservación, verificación y reglaje, terminando la obra con la descripción y fundamento de contadores especiales.

Esta simple enumeración pone de manifiesto el interés de la obra que nos ocupa de carácter práctico pero provista de los fundamentos científicos que han servido de base para el establecimiento de los diversos tipos de contadores que describe. Por todo ello el tratado de Fontaine ha de prestar excelente utilidad a cuantos se dedican a esta rama de la Tecnología Eléctrica.

Turbinas a gas y a vapor, por el profesor Ingeniero A. STODOLA.—5ª edición.—Berlín 1922.—Julio Springer, editor.—1111 págs. con 1104 figuras y 12 tablas.

La obra de Stodola es de todos conocida y apreciada. En esta nueva edición se han ampliado algunos capítulos y se han introducido otros nuevos, aumentándose también el caudal de datos obtenidos por la experiencia en estos últimos años, especialmente en lo que se refiere a turbinas de potencias superiores a 10.000 HP. Entre otros trabajos recientes de los Ingenieros que se dedican al estudio y perfeccionamiento de las turbinas de vapor hay un estudio de Zoelly para la resolución de los problemas concernientes a la locomotora con turbina.

El capítulo dedicado a los condensadores de superficie está completamente refundido. Este libro interesa no solamente a los Ingenieros constructores sino también a los que deben utilizar las turbinas.

Der Bruckenbau, por el Ingeniero profesor JOSEPH MELAN.—2º tomo. Puentes de piedra y de cemento armado. 452 págs., 358 figs.—3er tomo, 1ª mitad. Puentes de hierro. 456 págs., 517 figs. 2ª edición.—Franz Deuticke.—Leipzig y Viena, 1920-1921.