

Año 22

Núm. 9.

REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE

BARCELONA

Premiada con MEDALLA de ORO en la Exposición Universal de
Barcelona de 1888 y en la de Boston de 1883; y con
medalla de plata en la de Paris de 1889

SEPTIEMBRE, 1898

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN, EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
RAMBLA DE SAN JOSE, NUMERO 30, PISO 1.º

TELÉFONO. 541

COMISIÓN DE REVISTA

Presidente: El Presidente de la Asociación, D. Fernando Junoy.

Vocales: { Sr. D. José Pascual y Deop.
 { " Joaquín Arajol.
 { " José Playá.
 { " José A. Barret.
 { " José Serrat y Bonastre.
 { " Gervasio de Artiñano.

Secretario: " Eugenio Sagnier.

SUMARIO

Consideraciones sobre la repartición de un sistema de fuerzas entre un número supérfluo de apoyos, (continuación), por J. S. y B.

Acción de los metaloides en la fundición.

Noticias:

Aprovechamiento directo de los gases de los Altos Hornos como fuerza motriz.

Navegación eléctrica en el lago de Walen (Suiza).

Bibliografía de algunas obras recibidas.

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN

10 PESETAS ANUALES EN TODA ESPAÑA Y 12 EN EL ESTRANGERO
UN NÚMERO SUELTO UNA PESETA

PRECIOS DE LOS ANUNCIOS

VARIA SEGÚN EL SITIO Y NÚMERO DE INSERCIÓNES

La Asociación no es responsable de las opiniones emitidas por sus miembros en las discusiones, ni de las notas ó trabajos publicados en la REVISTA.

No pueden reproducirse los artículos de esta Revista sin permiso de sus autores.

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona, Septiembre de 1898.

CONSIDERACIONES

SOBRE LA REPARTICIÓN DE UN SISTEMA DE FUERZAS ENTRE UN
NÚMERO SUPÉRFLUO DE APOYOS

(Continuación) (*)

PROBLEMAS CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO GRUPO

SERIE B.—*Caso en que la resultante única es
equilibrada por dos apoyos necesarios
y suficientes en su mismo plano*

Los problemas de esta serie que se presentan en la práctica son muy numerosos y en su mayor parte se hallan comprendidos bajo un nombre bien conocido: la «Teoría de las vigas continuas.» Esta teoría ha sido desarrollada de modo muy completo por Clapeyron, Bresse, Levy, Vinkler, Resal, Kœchlin, Flamant, Bertrand de Fontviolant y cuantos autores se han ocupado con alguna extensión de «Resistencia de materiales y cálculo de las construcciones metálicas.»

No entraremos pues en su estudio, que no presentaría novedad, y sólo nos permitiremos hacer una ligera digresión en el terreno de los problemas más sencillos á que dá lugar la consideración de solo dos apoyos necesarios y suficientes en el plano de la resultante única del sistema de fuerzas.

(*) Véase el número de Julio último.

En las consideraciones preliminares de este trabajo hemos hecho notar que solo la elasticidad de los cuerpos y de sus apoyos podía hacer entrar en juego un número supérfluo de estos últimos, y de un modo implícito hemos indicado que sólo el estudio de las deformaciones de cuerpos y apoyos podía llevarnos á la determinación de las verdaderas reacciones. Mas no se crea por esto que cuando no hay apoyos supérfluos se puede prescindir en absoluto de las deformaciones, por más que haya muchos casos en que las reacciones se determinan sencillamente sin recurrir á las fuerzas interiores. Tal sucede, por ejemplo, suprimiendo los apoyos supérfluos en los casos de la primera serie, porque es evidente que un apoyo opuesto única y directamente á una resultante no puede dar más que una reacción igual y contraria á la misma; pero la descomposición de una resultante entre dos apoyos situados en su plano no resulta siempre fácil de determinar. Aún separándonos del objeto principal de este trabajo, expondremos algunas consideraciones sobre los diversos casos á que puede dar lugar este sencillo problema, y que de un modo general pueden resumirse en tres, según que se trate de dos apoyos planos de un apoyo plano y uno articulado ó de dos apoyos articulados.

1.^{er} caso. Si tenemos un cuerpo cualquiera, por ejemplo un



Fig. 9

arco metálico (fig. 9) apoyado en dos asientos planos y sometido á una resultante situada en el plano medio de dichos asientos, habrá equilibrio si las reacciones r_1 , r_2 normales á los apoyos se cortan en un punto de la resultante, como indica la figura para la resultante R , y estas

reacciones pueden determinarse fácilmente por el paralelogramo de fuerzas. Mas si por cualquier causa la posición de la resultante se traslada de R á R' , el equilibrio desaparecerá, y los compo-

nentes r_1, r_2 que coincidan con R' y pasen por los apoyos, no siendo normales á estos, se descompondrán en dos normales n_1, n_2 y dos situadas en los planos de dichos apoyos t_1, t_2 que tenderán á hacer girar el cuerpo sin elevar el centro de gravedad hasta producir su caída en la forma indicada de puntos. Para que esto suceda, sin embargo, es necesario que t_1, t_2 sean mayores que las fuerzas de rozamiento que se desarrollan entre el cuerpo y los apoyos, ó sea llamando φ_1 y φ_2 los coeficientes de rozamiento respectivos, que $t_1 > \varphi_1 n_1$ y $t_2 > \varphi_2 n_2$. Podemos pues afirmar que aún en el caso de dos apoyos planos cuyas normales coincidan con la resultante única del sistema de fuerzas que solicita al cuerpo, podrá mantenerse este en equilibrio, mientras coincidan con dicha resultante las direcciones que pasen por dichos apoyos y formen con sus normales ángulos menores que los ángulos respectivos de rozamiento. Pero desde el momento en que están en juego las fuerzas de rozamiento, se establece la indeterminación, excepto en el caso límite, y la repartición de la resultante entre los apoyos no puede hacerse con seguridad, sino teniendo en cuenta la mayor ó menor adherencia de las superficies de contacto de los asientos, la deformabilidad del cuerpo y aún de los apoyos si estos no son sumamente rígidos.

Una aplicación curiosa de este caso puede hacerse á una armadura apoyada sobre dos muros rectos (fig. 10) y sometida además del peso de cubierta

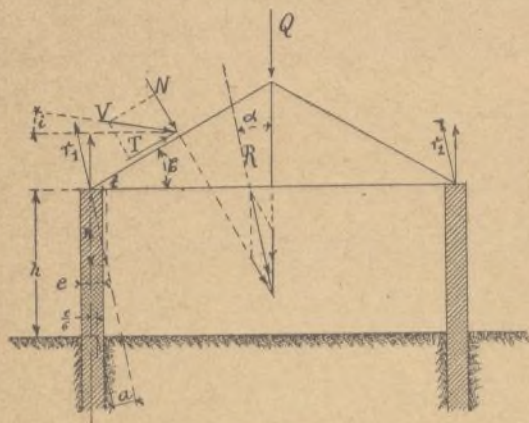


Fig. 10.

más del peso de cubierta que soporta á la acción del viento. Mientras sólo actúan cargas verticales, cuya resultante llamaremos Q , sean ó no simétricas, serán siempre equilibradas por dos reacciones también verticales de los apoyos que podrán determinarse sencillamente por los principios de descomposición de fuer-

zas en otras paralelas. Pero si suponemos que actúa el viento con un esfuerzo V que tendrá por valor el producto de su presión por metro cuadrado por la proyección de la parte de cubierta que carga sobre la armadura sobre un plano normal á la dirección del viento, este esfuerzo se descompondrá en dos: uno T paralelo á la cubierta, según el cual resbalará el aire, y otro normal N que compuesto con Q nos dará la resultante total R de las fuerzas á que la armadura se halla sometida. Si esta está simplemente sentada sobre los muros, lo más probable es que se desarrollen las reacciones r, r_1 paralelas á R siempre que el ángulo α sea inferior al de rozamiento entre la armadura y su asiento, y que por otra parte los muros sean capaces de dar tales reacciones sin comprometer su estabilidad.

Llamando p la presión del viento por metro cuadrado, i su ángulo de inclinación con la horizontal, l el ancho de la cubierta y d la distancia á que están espaciadas las armaduras, q el peso por m.² de superficie cubierta, y ϵ el ángulo de inclinación de la cubierta con la horizontal, podremos escribir para la armadura simétrica que representa la figura. 10: $Q = q \times d \times l$ „

$$V = p d \times \frac{l}{2 \cos \epsilon} \times \sin (\epsilon + i) \text{ y por lo tanto } N = V \times \sin (\epsilon + i) =$$

$$\frac{p d l}{2 \cos \epsilon} \times \sin^2 (\epsilon + i) . \text{ Sustituyendo ahora } N \text{ por sus dos com-}$$

ponentes vertical y horizontal N_v y N_h , tendremos $N_v = N \cos \epsilon =$

$$\frac{p d l}{2 \cos \epsilon} \times \sin^2 (\epsilon + i) \times \cos \epsilon = \frac{p d l}{2} \sin^2 (\epsilon + i) \text{ y } N_h =$$

$$N \sin \epsilon = \frac{p d l}{2 \cos \epsilon} \times \sin^2 (\epsilon + i) \times \sin \epsilon =$$

$$\frac{p d l}{2} \times \sin^2 (\epsilon + i) \times \operatorname{tg} . \epsilon .$$

La resultante R puede también suponerse compuesta de dos fuerzas, una vertical igual á $N_v + Q = \frac{p d l}{2} \sin^2 (\epsilon + i) + q d l = d l [q + p \sin^2 (\epsilon + i)]$ y otra horizontal igual á $N_h = \frac{p d l}{2} \sin^2 (\epsilon + i) \operatorname{tg} . \epsilon$; por lo tanto su magnitud será:

$$R = \sqrt{(N_v + Q)^2 + N_h^2} =$$

$d l \sqrt{\left[q + \frac{p}{2} \operatorname{sen}^2 (\zeta + i)\right]^2 + \left(\frac{p}{2} \operatorname{sen}^2 (\zeta + i) \operatorname{tg} \zeta\right)^2}$ y su inclinación definida por la tangente de α será:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_h}{N_v + Q} = \frac{\frac{p}{2} d l \operatorname{sen}^2 (\zeta + i) \operatorname{tg} \zeta}{d l \left[q + \frac{p}{2} \operatorname{sen}^2 (\zeta + i)\right]} = \frac{p \operatorname{sen}^2 (\zeta + i) \operatorname{tg} \zeta}{2q + p \operatorname{sen}^2 (\zeta + i)}$$

$$\text{ó simplificando } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \zeta}{\frac{2q}{p \operatorname{sen}^2 (\zeta + i)} + 1} \quad (1)$$

Esta fórmula (1) nos da el medio de determinar directamente el ángulo α , completamente independiente de d y l y por lo tanto ver si es superior ó inferior al de rozamiento; como este suele venir expresado por su tangente igual al coeficiente de rozamiento que llamaremos φ , podemos decir que para que haya equilibrio es necesario y suficiente que

$$\varphi > \frac{\operatorname{tg} \zeta}{\frac{2q}{p \operatorname{sen}^2 (\zeta + i)} + 1} \quad (2)$$

La aplicación á un caso práctico nos dirá si este se realiza comúnmente. Sea para un viento huracanado $p = 270$ kgs., $i = 10^\circ$ (inclinación máxima), $q = 150$ kg. y $\zeta = 30^\circ$, tendremos:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\frac{2 \times 150}{270 \operatorname{sen}^2 40^\circ} + 1} = 0.156$$

valor muy inferior al coeficiente de rozamiento del hierro con la piedra igual á 0.45, y madera con piedra, igual á 0.60. Pero si su ponemos que la armadura descansa sobre placas de fundición empotradas sobre el muro, el coeficiente de rozamiento de partida para superficies secas es solamente (Hütte) de 0.180, muy poco superior al necesario; por lo cual se obrará prudentemente no dejando simplemente apoyada sobre placas de fundición una armadura metálica de pendientes mayores de 30° en países donde sean de temer vientos huracanados.

Hemos dicho además que los muros debían ser capaces de dar tales reacciones sin comprometer su estabilidad; esto debe servir de base para su cálculo; que deberá hacerse de modo que la curva

de presiones que resulte de componer las reacciones con el peso del muro, pase siempre dentro del tercio central del espesor, para que no se desarrollen esfuerzos de tracción que no está en condiciones de resistir. Concretándonos solamente á la base del muro, suponiendo que sea de igual espesor e y que trabaje como un solo cuerpo una longitud de muro igual á la separación de las armaduras, ó sea d ; si llamamos además h la altura del muro, π su densidad y a el brazo de palanca de la reacción r_1 respecto del pie del tercio central más próximo, para que se conserve la estabilidad es preciso que se verifique la condición (véase fig. 10).

$$\pi d e h \times \frac{1}{6} e \geq r_1 \times a \quad (3)$$

ó bien admitiendo que la armadura carga en el centro del muro, y descomponiendo la fuerza igual y contraria á r_1 en una componente central n y una horizontal t á la altura del apoyo

$$(\pi d e h + n) \frac{1}{6} e \geq t \times h \text{ y haciendo notar que } t = n \operatorname{tg} \alpha$$

$$(\pi d e h + n) \frac{1}{6} e \geq n h \operatorname{tg} \alpha; \text{ de donde}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{\pi d e}{6 n} + \frac{e}{6 h} \quad (4) \text{ y } e \geq -\frac{n}{2 \pi d h} + \sqrt{\frac{n^2}{4 \pi^2 d^2 h^2} + \frac{6 n \operatorname{tg} \alpha}{\pi d}} \quad (5)$$

Estas expresiones nos dan el valor máximo que puede tener α para un valor de n y un espesor de muro dados ó el espesor e que debe darse al muro supuesto de espesor constante para las demás condiciones fijadas. El valor de n en caso del viento viene expresado en fracción de las cargas y componentes verticales y el momento de la componente horizontal del viento por

$$n = \frac{Q}{2} + \frac{3}{4} N_v - N_h \frac{l}{4} \operatorname{tg} \alpha = \frac{Q}{2} + \frac{3}{4} N_v - N_h \frac{\operatorname{tg} \alpha}{4}$$

Aplicando estas fórmulas á un caso práctico en que $d = 3$ ms, $h = 4$ ms, $l = 10$ ms. y $\pi = 2000$ kgs. por metro cúbico, y admitiendo para p , q , i y c los mismos valores que antes, tendremos:

$$2 = q l d = 150 \times 10 \times 3 = 4500 \text{ kilogramos}$$

$$N_v = \frac{p \, d \, l}{2} \operatorname{sen}^2 (\zeta + i) = \frac{270 \times 3 \times 10}{2} \operatorname{sen}^2 40^\circ = 1673 \text{ kgs.}$$

$$N_h = \frac{p \, d \, l}{2} \operatorname{sen}^2 (\zeta + i) \times \operatorname{tg} \zeta = \frac{270 \times 3 \times 10}{2} \operatorname{sen}^2 40^\circ \times \operatorname{tg} 30^\circ = 965 \text{ kgs.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0.156$$

$$n = \frac{4500}{2} + \frac{3}{4} \times 1673 - 965 \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{4} = 3366 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{por lo tanto: } e > \frac{-3366}{2 \times 2000 \times 3 \times 4} +$$

$$V \left(\left(\frac{3366}{2 \times 2000 \times 3 \times 4} \right)^2 + \frac{6 \times 3366 \times 0.156}{2000 \times 3} \right) = 0.658 \text{ ms.}$$

Este valor de e parecerá exagerado, pero ha de tenerse en cuenta que hemos partido de circunstancias extremas, tales como un viento huracanado y una armadura ligera, y por otra parte hemos calculado la estabilidad para que la mampostería no sufriese tracción alguna, siendo así que en realidad, según la clase empleada, puede resistir ligeras tracciones, y esta consideración, aumentando el brazo de palanca del peso y carga vertical, daría lugar á una gran disminución de e .

Hasta aquí en la armadura que representa la fig. 10 hemos supuesto que descansaba sobre sus apoyos por medio de superficies planas entre las cuales se establecía un rozamiento considerable; si suponemos ahora que con objeto de facilitar las dilataciones la armadura descansa en un apoyo sobre rodillos, este apoyo sólo podrá dar una reacción vertical, y la componente horizontal de R actuará solamente sobre el otro apoyo, cuya reacción formará con la vertical un ángulo que será aproximadamente igual á 2α , por lo cual convendrá empotrar la armadura y dar al muro del lado fijo el espesor correspondiente.

No presentamos otros ejemplos para no cansar al lector, pero creemos que con los estudiados queda demostrado que la descomposición de una resultante única entre dos apoyos planos no es tan

fácil como á primera vista parece y que en cada caso deben tenerse en cuenta las condiciones especiales del problema.

2.º caso. Sea, fig. 11, un cuerpo cualquiera sometido á una fuerza R y apoyada en una superficie plana s y un punto de articulación p . Es evidente que pudiendo dar la articulación reacciones en todos sentidos y no pudiendo darlas la superficie s más que en dirección normal á la misma, sin que se inicie una tendencia al movimiento, las reacciones serán perfectamente determinadas, la de s será la normal r_1 y la de p unirá el centro de la articulación con el punto de intersección de r_1 y R ; y la magnitud de dichas reacciones podrá deducirse por el paralelógramo de fuerzas. No insistiremos, pues, sobre este caso, cuya determinación no deja lugar á dudas.

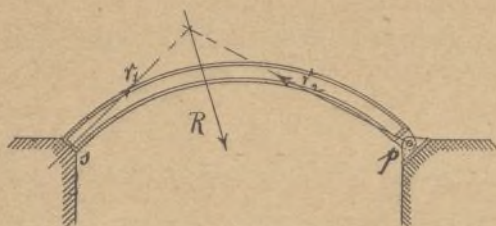


Fig. 11

3.º caso. Un cuerpo de rigidez perfecta apoyado en dos articulaciones completas y sometido á una fuerza R puede ser mantenido en equilibrio por

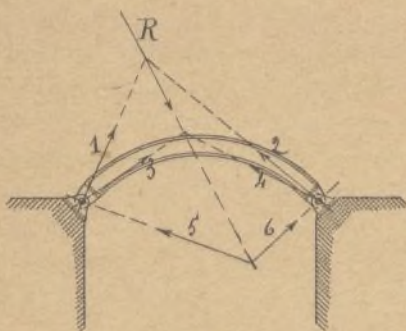


Fig. 12

dos reacciones cualesquiera, con tal que sus direcciones coincidan con la fuerza R . La simple observación de la figura 12 basta para comprender que lo mismo equilibrarán á R las reacciones 1 y 2 que las 3 y 4 ó 5 y 6, de modo que para cuerpos de rigidez perfecta el problema resulta completamente indeterminado. Pero como tales cuerpos no existen en reali-

dad, cualesquiera que sean las reacciones que supongamos se desarrollen en un principio, la deformación consiguiente del cuerpo

hará variar estas reacciones hasta darles una dirección en la cual las fuerzas interiores estén en equilibrio con las exteriores, y esta condición nos conduce á la solución del problema.

El ejemplo práctico más común de este caso es el de los arcos metálicos articulados en sus apoyos, cuya teoría ha sido completamente estudiada por los autores de resistencia de materiales antes citados.

Existen también en la práctica ejemplos de arcos metálicos cuya articulación está sustituida por 3 ó más cuñas que descansan sobre asientos planos, pero este caso, así como en el de los arcos empotrados, y en general todas las vigas rectas ó curvas empotradas, suponen la existencia de apoyos superfluos y entran de lleno en la serie A del 2.º grupo, á pesar de lo cual no los desarrollaremos por haber sido ya objeto de trabajos muy completos.

J. S. B.

(Continuará).

ACCIÓN DE LOS METALOIDES EN LA FUNDICIÓN

Traducción de una memoria presentada por Mr. Guy R. Johnson de Embreville (Tennessee, E. U.) en el meeting celebrado en Stockolmo por el «Iron and Steel Institute.»

Al presentar al «Institute» la siguiente memoria, hecha por indicación de uno de sus miembros más eminentes, el autor debe manifestar que ha sido escrita con el criterio de un fundidor americano, y que si como es probable difiere mucho del modo de pensar de los fundidores ingleses y continentales, es de esperar, sin embargo, que promoverá ese cambio de impresiones, sin el cual ninguna industria puede esperar desarrollo.

Jamás ha habido en la historia de la industria época alguna en que la economía fuese más necesaria que ahora y en que hubiera mayor necesidad para prácticos y teóricos de convenir bajo una base sólida de mútua inteligencia —Hoy está completamente acordado, por lo menos en este lado del Atlántico, que la buena dirección de una fundición moderna comprende cierto conocimiento de la Química y una comprensión propia de los efectos producidos en el hierro fundido por los diferentes metaloides. Esta memoria está destinada á arrojar alguna luz en la desacreditada cuestión de las propiedades químicas respecto de las físicas en el hierro fundido, y es de esperar que contribuya á que los fundidores que no utilizan los servicios de algún químico, acaben por no poder comprar hierro fundido con conocimiento de causa. Los ensayos y análisis presentados han sido hechos durante tres años y son en su mayoría promedios de cierto número de ensayos ó análisis. Muchos de ellos han sido publicados antes, especialmente los cuadros que han aparecido en algunos periódicos técnicos americanos en 1897. Por otra parte, los resultados que se consignan en los cuadros han sido comprobados y con tanto éxito, que no se ha tenido que cambiarles nada de su forma original. El valor de

estas experiencias decrece algo si se considera que han sido hechos con una sola clase de hierro, el de Embreville, y que además tres años son un período de tiempo muy corto para tener una verdadera información sobre un asunto tan criticado. Pero en cambio, hay que observar que los minerales de Embreville contienen casi toda clase de elementos que se encuentran en el hierro fundido y que siendo la norma de su fabricación el análisis químico, hay una infinita variedad de pedidos fundados en la misma base.

Para mejor inteligencia de este trabajo será quizás conveniente estudiar los elementos y sus efectos en el hierro clasificado empezando por el carbono, el cual no vacila en afirmar el autor que tiene una influencia mayor en el hierro que ningún otro elemento; para una gran variación entre ciertos límites la influencia de los demás elementos no se ejerce precisamente sobre el mismo hierro sino sobre el carbono. Según los estudios modernos, hay cuatro formas de presentarse el carbono en el hierro fundido, pero apenas es necesario citar, dado el carácter de esta memoria, más que las dos variedades conocidas por carbono grafitico y carbono combinado y solo estas consideraremos. La cantidad total de carbono que entra en un hierro presenta poca diferencia según las clases, pero las cantidades relativas de carbono grafitico y combinado tienen gran influencia en la resistencia. En general puede decirse que cuanto más carbono tiene el hierro fundido, menor es su resistencia; véase, como ejemplo, la comparación de un hierro americano al carbón vegetal con un hierro al cok producido en el horno de Embreville:

	Hierro al carbón vegetal.	Hierro de Embreville.
Silicio.	1'69 por 100.	1'11 por 100
Azufre.	0'060 »	0'083 »
Fósforo.. . . .	0'364 »	0'303 »
Manganeso.	0'50 »	0'50 »
Carbono combinado.	0'89 »	0'75 »
Carbono grafitico.	2'32 »	3'02 »
Carga de ruptura por tracción.	24'5 k.gs por $\frac{m}{m^2}$	21 k.gs por $\frac{m}{m^2}$

Hay que observar que el hierro al cok tenía la ventaja de contener un medio por ciento menos de silicio, lo cual favorece su resistencia.

Otro análisis de hierro al cok obtenido en el mismo horno, pero con una proporción de silicio más próxima al hierro al carbón vegetal, es:

Silicio.	1'38 por 100
Azufre.	0'044 »
Fósforo.	0'361 »
Manganeso.. . . .	0'55 »

El carbón no está determinado, pero no puede diferir mucho del anterior. El resultado de la resistencia de cuatro barretas fué 18'5 kgs. por m^2 .

La observación de las proporciones de carbono es instructiva.

	Carbono en el hierro al carbón vegetal.	Carbono en el hierro al cok.
Grafitico.	2'32 por 100	3'02 por 100
Combinado.	0'89 »	0'75 »
Total.	3'21 »	3'77 »

Proporción del carbono combinado respecto del grafitico.

Hierro al carbón vegetal.	27'7 por 100
Hierro al cok.	20'0 »

En otros términos el hierro al carbón vegetal es más fuerte que el hierro al cok por contener menos carbono total y tener mayor proporción de carbono combinado respecto del grafitico que el hierro al cok.

Para comprobar esta teoría, el autor ha hecho el experimento de fundir chatarra de hierro dulce con lingote en el cubilote con objeto de obtener una proporción de carbono más baja. Como es un hecho bien conocido de los fundidores que las piezas produci-

das de este modo son esponjosas y poco consistentes, la mezcla fué colada en lingotes y refundida, dando un hierro homogéneo de gran resistencia, cuyo análisis y resistencia á la tracción son los siguientes:

Silicio.	0·94 por 100
Azufre.	0·037 »
Fósforo.	0·192 »
Manganeso.	0·21 »
Carbono grafitico.	2·58 »
Carbono combinado.	0·46 »
Carga de ruptura por tracción de una barra torneada sacada del centro de un lingote entero. .	
	24 k. ^{gs} por m/m ²

El experimento se repitió varias veces variando la proporción de hierro dulce cada vez, y los resultados establecieron claramente el hecho de que bajando el carbono total el hierro se vuelve más resistente.

Los que emplean hornos de reverbero han comprobado este hecho, y el autor conoce varias casas que hacen piezas coladas que deben tener gran resistencia á la tracción que emplean el horno de reverbero con exclusión del cubilote y queman bastante carbono para dar la resistencia deseada á un hierro que de otra manera sería ordinario. El Mayor Malcomb M.^o Dowell, de Chicago, ha demostrado últimamente este hecho en una série de piezas para trabajos del Gobierno, aunque sus resultados de tracción son indudablemente debidos en gran parte á la débil proporción de fósforo.

Ensayos del Mayor M.^o Dowell.

Silicio.	1·34 por 100
Azufre.	0·03 »
Fósforo.	0·08 »
Manganeso.	1·00 »
Carbono grafitico.	2·09 »
Carbono combinado.	0·93 »
Carga de ruptura por tracción.	
	35 k. ^{gs} por m/m ²

El carbono grafitico hace el hierro blando, fácil de trabajar y poco quebradizo, pero á causa de la solución de continuidad que produce, disminuye la resistencia á la tracción. Esta solución de continuidad proviene de que en esta forma el carbono está simplemente mezclado entre las moléculas del hierro, al contrario de lo que sucede con el carbono combinado que forma con el hierro una verdadera combinación química. De lo mismo resulta que un hierro muy rico en carbono combinado se trabaja difícilmente y tiene una mayor resistencia, pero es más quebradizo (v. cuadro I). Hé aquí algunos casos corrientes:

Un cilindro de locomotora tiene que resistir mucho desgaste; debe tener mucha resistencia á la tracción y densidad, y sin embargo debe ser trabajado convenientemente en el taller; por lo tanto, un hierro núm. 3 de fractura gris es el mejor para emplear en la práctica. Para piezas de fundición ordinaria, sin embargo, es preferible un hierro mucho más blando, y ordinariamente vemos usar hierros núms. 1 y 2, mezclados con cantidad variable de chatarra según la idea del fundidor.

No es difícil transformar el carbono grafitico en carbono combinado. El enfriamiento rápido produce este efecto y la refundición combinada con el enfriamiento en los moldes de arena produce generalmente el grano deseado, en tanto que empleando moldes metálicos y con hierro de baja proporción de silicio, todo el carbono grafitico se transforma en combinado, dando por resultado la fundición blanca. La refundición repetida de un hierro con la consiguiente pérdida de silicio da un hierro atruchado. En la fabricación de hierro maleable se emplea un horno de reverbero para producir este efecto, pero en este caso el proceso es llevado más allá y la mayor parte del carbono es quemada.

Silicio.—El efecto de este elemento en el hierro colado, es probablemente mejor conocido que el de ningún otro de los elementos. Su proporción varía desde la pequeña fracción de 1 por 100 en hierros blancos y de grano abierto hasta 17 por 100 y más en el ferro-silicio. Su influencia en la fundición es darle blandura, porque tiende á llevar el carbono del hierro al estado grafitico; pero es imposible decir cuál es la influencia que ejerce *per se* en el hierro, dada su gran influencia sobre el carbono, del cual es im-

posible separarlo. Probablemente su efecto es debilitar el hierro, pero con la ordinaria proporción de carbono hasta 1·5 por 100 parece dar diferencias pequeñas, á pesar de lo cual se observará en los cuadros que la mayor resistencia del hierro corresponde á la menor proporción de silicio. Hay que observar, sin embargo, que la cantidad de azufre es relativamente grande, bastante para transformar mucho carbono grafitico en combinado (v. cuadro III).

Azufre —Este elemento convierte el carbono grafitico en carbono combinado y de aquí resulta que hace al hierro más duro, más denso y más quebradizo. Cuanto más caliente se funde el hierro más baja es la proporción de azufre, y por lo tanto mayor la de carbono grafitico. De esto resulta que las fundiciones números 1 y 2 tienen poco azufre (muy amenudo no llegan á 0·01 por 100), en tanto que un núm. 3 del mismo horno suele tener alrededor de 0·10 por 100, y no es raro encontrar hierro blanco con 0·3 ó más por 100 de azufre, pero un hierro así se rompe como vidrio. Apesar de esto, á causa de los caracteres arriba mencionados, de que el azufre tiende á convertir el carbono grafitico en combinado, es estimado en ciertas clases de fundición, y un hierro para que tenga gran resistencia y densidad debe contener de 0·05 á 0·075 por 100 y aun más, siendo este punto posible de obtener solo por cuidadosos experimentos con el hierro que se emplea. Por ejemplo, fijándonos en el cuadro IV, se ve que 0·141 de azufre da el mayor coeficiente de resistencia á la ruptura, en tanto que el hierro resulta de grano gris cerrado. La capa exterior de este hierro era dura para trabajar con herramientas, aunque después de quitada el hierro parecía más bien acero que fundición. Otro caso es el hierro de cañones de Finspong, cuyos análisis dan de 0·09 á 0·150 por 100. Sin embargo, para piezas de fundición ordinaria, es preferible tener la menor cantidad de azufre posible.

Respecto de esto, no hay que olvidar que el cok contiene una proporción relativamente grande de azufre y que el hierro se apodera fácilmente de ella, y que en consecuencia, algunas toneladas de piezas fundidas se pierden por haber despreciado el contenido en azufre del cok el fabricante ó el fundidor. Por la misma razón se pierde anualmente mucho lingote, cuyo defecto

procede del cok, con el cual se ha fundido en el cubilote. Si se recuerda que el mejor cok fabricado en los Estados Unidos tiene un 0'5 por 100 de azufre y muchas veces pasa de un 1 por 100, y que en general la existencia de 0'1 por 100 en las piezas fundidas ya las hace demasiado duras, se comprenderá la importancia de los análisis del cok.

Fósforo.—El fósforo tiene indudablemente cierta tendencia *per se* á convertir el carbono grafitico en combinado. La mejor prueba de ello puede verse en los hornos que fabrican lingote Thomas para convertirlo en acero. Este hierro que contiene menos de 1 por 100 de silicio, 0'6 de azufre y 2 por 100 de fósforo, es casi siempre blanco puro y muy quebradizo. Al lado de la gran influencia del silicio y el azufre en el hierro, el efecto del fósforo en el lingote ordinario no se hace sentir mucho. Es de importancia, sin embargo, para el fundidor, por cuanto favorece de una manera marcada la contracción y da fluidez al hierro fundido. Los fundidores de tubos han apreciado esto y los fabricantes modernos de este material cuidan de que su composición contenga bastante fósforo. El autor conoce casos en que un hierro conteniendo de 1'80 á 2 por 100 de fósforo que en otro tiempo era considerado inútil, es ahora muy buscado para mezclarlo con otros hierros que sólo tienen fósforo en cantidad moderada. Aun cuando no es fácil tener un dato exacto, se comprende que esta clase de piezas tiene de 1 á 1'25 por 100 de fósforo. Lo mismo puede decirse para las piezas fundidas delgadas que deben hacerse de hierro que contenga de 1 á 1'25 por 100 de fósforo y aún más según la pieza de que se trate. Al mismo tiempo debe recordarse que para trabajos que necesiten gran resistencia á la tracción, es preferible una baja proporción de fósforo; no conviene más de 0'2 por 100. Las ruedas de fundición contienen de 0'2 á 0'4 por 100. El hierro que contiene menos de 0'2 por 100 contrae mal y corre rojo y con poca fluidez; pero es necesario para piezas maleables y para mezclarlo con otros hierros fosforosos para obtener una mezcla fuerte.

Manganeso (*).—Del mismo modo que el azufre, el manganeso

(*) Aunque el manganeso es un metal, el autor lo comprende en esta Memoria sin duda por lo común que es encontrarlo en el hierro. (N. del traductor).

tiene una fuerte tendencia á convertir el carbono grafitico en carbono combinado; por otra parte tiene la calidad de facilitar el que el hierro contenga mucho carbono, como se deduce de los siguientes análisis:

	Hierro de Embreville «Maleable»	Hierro de Embreville «Muy manganesífero»
Silicio	1'13.. . . .	1'21
Azufre	0'019.	0'011
Fósforo.	0'185.	0'185
Manganeso	0'81.. . . .	3'61
Carbono grafitico	3'32.. . . .	3'47
Carbono combinado	0'80.. . . .	0'97
Carbono total.	4'12.. . . .	4'44

Como regla general puede decirse que cuanto más manganeso tiene un hierro más carbono contiene.

Naturalmente, siendo un elemento que endurece, el fundidor ordinario debe abstenerse de un hierro que contenga mucho manganeso; el lingote corriente producido en los Estados Unidos contiene de 0'50 á 0'75, de modo que no se dá gran importancia á dicho elemento, no tanto como debiera dársele si se tiene en cuenta que por su gran afinidad con el azufre sirve al fundirlo en el cubilote para llevarse este elemento, que de otra manera se combinaría con el hierro y es bien conocido de algunos fundidores que un hierro en el cubilote pierde su manganeso por combinación con el azufre, formándose un sulfuro que pasa á la escoria. Por otra parte los mejores hierros blandos que se fabrican, algunas marcas escocesas, tienen ordinariamente un 1 por 100 y este solo hecho es una razón para emplear cierta cantidad de manganeso.

La presencia del manganeso es necesaria en hierros bajos en silicio para hacer fundición templada, ó piezas que han de ser fuertes y duras; la proporción ha de ser de 1 por 100 ó más. Recientemente se vió en el horno de Embreville una aplicación de este efecto. Un cliente deseaba un hierro maleable con más de 2 por 100 de manganeso y se hizo así, pero mientras el hierro presentaba una fractura Núm. 1 ó Núm. 2 con un contenido en silicio

de 1'50 á 2 por 100, las piezas templadas llevadas al laboratorio fueron tan duras á pesar de haber puesto especial atención en enfriarlas despacio, que no pudieron taladrarse, á pesar de que el análisis no lo indicaba.

Análisis del hierro.

Silicio.	1'50 por 100
Azufre.	0'012 »
Fósforo.. . . .	0'177 »
Manganeso	2'57 »
Fractura.	Número 1.

Como comprobación, el autor preparó algunas muestras, que envió al profesor H. M. Howe, eminente metalúrgico. Hé aquí su informe:

DUREZA DE LAS MUESTRAS NÚMEROS 10, 11, 12, 16, 17 Y 18

*Cuatro mediciones en cada una de las seis rayas, ó en total,
24 mediciones en cada muestra.*

Muestra número	Acero de na- vasjas.	11	10	12	16	17	18
Dureza máxima. . .	1'40	2'49	3'51	2'95	3'18	3'58	4'75
Ancho de la { mínimo.	1'08	1'41	1'54	2'03	2'17	2'13	2'62
raya. . . { medio.	1'233	1'84	2'343	2'400	2'700	2'865	3'580

			<u>Silicio</u>	<u>Manganeso.</u>		
Número	10	colada	1321	1'44	3'68	Templada al rojo.
»	11	»	1321	1'44	3'68	Idem azul.
»	12	»	1321	1'44	3'68	Sin templar.
»	16	»	1335	1'44	0'88	Templada al rojo.
»	17	»	1335	1'44	0'88	Idem azul.
»	18	»	1335	1'44	0'88	Sin templar.

Por otra parte, todos los ingenieros conocen el acero al manganeso de Hadfield y sus maravillosas cualidades.

Para resumir: Para obtener piezas de fundición grís, de blanda ordinaria, debe emplearse hierro grafitico, con poco azufre y manganeso, pero con una cantidad regular, de 0,75 á 1 por 100, de fósforo.

Para piezas de máquina resistentes, debe emplearse un hierro número 3, de fractura gris cerrada, con una proporción de 0,80 á 1,50 por 100 de silicio, de 0,03 á 0,05 por 100 de azufre y 0,35 á 0,50 por 100 de fósforo.

Para cilindros de prensa hidráulica, conviene la misma composición anterior, pero aumentando el azufre hasta 0,075 á 0,110 por 100.

Para ruedas templadas, el análisis del hierro debe ser: Silicio 0,5 á 0,8 por 100, azufre 0,02 á 0,04 por 100, manganeso 1 por 100, fractura conveniente núm. 3 ó núm. 2 cerrado.

Respecto de esto debe tenerse en cuenta que mientras el silicio parece ser el elemento de mayor influencia en el temple del hierro (V. Cuadros XII y XIV), al mismo tiempo el fósforo hace el efecto, antes consignado, de cambiar el carbono grafitico en combinado. La diferencia, sin embargo, entre la fractura de un hierro templado con poco fósforo y otro rico en fósforo pero con la misma proporción de silicio, es sorprendente. En el hierro pobre en fósforo la parte blanca ó templada se extiende dentro de la parte gris á manera de dedos, en tanto que en el hierro rico en fósforo la separación entre la parte grís y la blanca se presenta dejando una línea seguida (V. Cuadro XIV). Esta penetración del temple hace el hierro con poco fósforo mucho más apreciable para ruedas de vagón, cilindros endurecidos para laminar, etc.

Para terminar, algunas palabras sobre las barretas de ensayo, ya que en estos últimos años se ha discutido mucho en este país sobre la forma, dimensiones y resultado de las mismas. Para proceder con entera imparcialidad, el autor debe reconocer que las barras son tanto más apropiadas en cuanto guardan cierta proporción con las piezas, especialmente en el espesor. Para muchos las barras de media pulgada (12,7 milímetros) son rechazadas por dar resultados demasiado altos, lo cual deriva de que por su poco

espesor el hierro se enfría rápidamente y contiene mucho carbono combinado, lo cual aumenta su densidad y resistencia á la tracción; pero si las piezas de fundición deben tener un espesor de media pulgada, es natural usar barras de este diámetro. Además en todos los casos deben preferirse barras redondas á las cuadradas, por ser las primeras más susceptibles de un enfriamiento simultáneo; lo cual no sucede cuando hay cuatro vértices, en los cuales el enfriamiento se retarda necesariamente.

El autor debe insistir en que los fundidores exijan al comprar hierro el análisis del mismo modo que exigen la fractura por la sencilla razón de que nadie es capaz de conocer la composición de un hierro con solo mirarlo. Un hierro de aspecto núm. 1, muy marcado, al ser analizado ha resultado tener menos de 1 por 100 de silicio, y en cambio, hierros de grano cerrado con todo el aspecto de hierros para fabricar acero, que no parecían tener siquiera un 1 por 100, han dado por análisis más de 3 por 100 (V. Cuadro IV) En tales casos el azufre hace que el grano sea cerrado; para esto se necesita una proporción de 0,04 ó 0,05 por 100. Un efecto ordinario del azufre es dar lugar á superficies profundamente picadas. Cualquiera de las dos clases de hierro que hemos citado puede dar, fundiéndolo solo, piezas de grano cerrado, duras de trabajar, pero haciendo el acabado conveniente, mientras la resistencia á la tracción de ambas será baja.

En pocas palabras, la conclusión que se deduce de un modo evidente de los resultados, es que no hay hierro malo, sino que una clase es mejor que otra. Cada hierro tiene su aplicación, y si los fundidores al comprar hierro se fijan en el análisis tanto como en la fractura y por otra parte escojen cuidadosamente el cok, tendrán menos pérdidas y resultados más regulares.

A continuación se encuentran los cuadros de ensayos y análisis, sobre los cuales está basada esta memoria. Debe tenerse presente que casi todos los análisis presentan mayor proporción de azufre que el que tienen los hierros ordinarios, pero esto deriva de que los análisis han sido hechos con las barras de ensayo y no con el mismo lingote; esto se muestra claramente en el Cuadro número XV.

CUADRO I.—HIERRO DE EMBREVILLE.

RESISTENCIA Á LA TRACCIÓN.

Silicio, azufre y fósforo constantes.—Carbono variable.

Núm. de orden	Clase fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO						ENSAYOS FÍSICOS		
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono com- binado	Grano después de fundido	Diámet. ^o mm.	Carga de ruptura. Kilogs.	Carga por mm. ²
1	1 F	1'20	0 066	0'175	3'72	0'15	Muy abierto	19	3,500	12'40
2	1 F	1'24	0'053	0'179	3'65	0'20	»	19	3,530	12 50
3	2 F	1'29	0'067	0'170	3'50	0'28	Ab. ^o brillante	19	4,450	15'70
4	2 F	1'21	0 069	0'179	3'52	0'33	»	19	4 500	15'90
5	2 F	1'28	0'057	0'171	3'49	0'35	»	20'6	4,550	13'60
6	2 F	1'27	0'063	0'175	3'58	0'32	»	20'6	4 400	13'20
7	3 F	1'20	0'068	0'175	3'45	0'39	Cerr. ^o brill. ^{te}	20'6	5,070	15'30
8	3 F	1'20	0'066	0'170	3'42	0'40	»	19	4,900	17'30
9	G.F	1'29	0'053	0'175	3'48	0'35	Grís	19	4,800	17'00
10	G.F	1'28	0'055	0'179	3'34	0'56	»	19	6,000	21'20
11	G.F	1'25	0'066	0'170	3'32	0'61	»	20'6	5,850	17'60
12	G.F	1'25	0'067	0'170	2'88	0'98	Muy cer. ^o grís	20'6	7,900	23 70
13	G.F	1'21	0'060	0'174	2'95	0'93	»	20'6	7,950	23'90
14	G.F	1'29	0'053	0'179	2'84	0'92	»	19	7,200	25'50

CUADRO II.—HIERRO DE EMBREVILLE.

RESISTENCIA Á LA TRACCIÓN.

Silicio, azufre y carbono constantes.—Fósforo variable.

Núm. de orden	Clase fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO						ENSAYOS FÍSICOS		
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono com- binado	Grano después de fundido	Diámet. ^o mm.	Carga de ruptura	Carga por mm. ²
1	G.F	1 09	0 010	0 121	3 03	0 78	Grís	20'6	6,000	18 00
2	»	1'10	0'072	0'143	3'10	0'79	»	20 6	5,850	17'60
3	»	1'01	0'075	0'150	2 93	0'82	»	19	5,750	20'20
4	»	1'13	0'081	0'174	3 00	0'81	»	20'6	5,950	17'80
5	»	1'08	0'076	0'208	2'89	0'88	»	20 6	5 850	17'60
6	»	1'06	0'078	0'247	2 96	0 85	Cerrado grís	19	6 100	21'50
7	»	1 11	0'083	0'303	3'02	0'75	»	19	6,100	21'50
8	»	1'03	0'073	0 354	2'96	0 83	»	20'6	5,400	16'20
9	»	1 02	0'078	0 412	2 91	0 85	Grís brillante	19	4,900	17'30
10	»	1'09	0'081	0'453	2 83	0 80	»	20 6	4 600	13 80
11	»	1'07	0'073	0'517	2 80	0 88	»	20'6	4,600	13 80
12	»	1'07	0 082	0'554	2'84	0 81	»	20'6	4,850	14'50

CUADRO III.—HIERRO DE EMBREVILLE.
Resistencia á la tracción.—Fósforo, azufre y carbono constantes.—Silicio variable.

Núm. de orden	Clase fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono combinado	Grano después de la fusión	Diámetro mms.	Carga de ruptura. Kilogramos	Carga por m. ²
1	—	0·31	0·071	0·179	3·03	0·79	Grís	19	6,350	22·40
2	—	0·53	0·068	0·181	2·96	0·83	»	19	5,800	20·40
3	—	0·74	0·074	0·184	2·99	0·81	»	20·6	5,950	17·80
4	—	1·01	0·077	0·183	3·07	0·78	»	20·6	6,000	18·00
5	—	1·27	0·070	0·178	2·98	0·85	»	19	5,850	20·50
6	—	1·55	0·068	0·185	2·94	0·83	»	19	5,700	20·00
7	—	1·76	0·067	0·179	3·07	0·83	»	20·6	5,400	15·20
8	—	2·03	0·073	0·179	3·01	0·80	»	20·6	4,650	14·00

No se da la clase fundida porque se hicieron mezclas para hacer comparaciones.

CUADRO IV.—HIERRO DE EMBREVILLE.
Resistencia á la tracción.—Silicio, fósforo y carbono constantes.—Azufre variable.

Núm. de orden	Clase fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono combinado	Grano después de la fusión	Diámetro mms.	Carga de ruptura. Kilogramos	Carga por m. ²
1	—	1·22.	0·051	0·203	2·38	0·83	Grís	20·6	5,950	17·80
2	—	1·19	0·072	0·197	3·07	0·80	»	20·6	5,750	17·20
3	—	1·25	0·109	0·198	3·03	0·78	»	20·6	5,850	17·60
4	—	1·23	0·141	0·202	2·96	0·97	Cerrado grís	19	7,100	25·00
5	—	1·26	0·172	0·207	2·99	0·92	»	20·6	7,800	23·40

CUADRO V.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Resistencia á la flexión.—Silicio, azufre y fósforo constantes.—Carbono variable.

Núm. de orden	Clase de fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono combinado	Grano después de la fusión	Barras de entre centros Milímetros	Carga de ruptura Kilogramos	Flèche en Milímetros
1	1 F	1.20	0.066	0.175	3.73	0.15	Muy abierto	25×51×650	795	7.20
2	1 F	1.24	0.053	0.179	3.65	0.20	»	—	820	8.00
3	2 F	1.29	0.067	0.170	3.50	0.28	Abierto brillante	—	930	10.40
4	2 F	1.21	0.069	0.179	3.52	0.33	»	—	930	10.40
5	2 F	1.28	0.067	0.171	3.49	0.35	»	—	950	11.20
6	2 F	1.27	0.063	0.175	3.58	0.32	»	—	900	10.40
7	3 F	1.20	0.068	0.175	3.45	0.39	Cerrado brillante	—	1,180	12.80
8	3 F	1.20	0.066	0.170	3.42	0.40	»	—	1,130	12.00
9	3 F	1.29	0.053	0.175	3.48	0.35	Grís	—	1,180	12.80
10	G F	1.28	0.055	0.179	3.34	0.61	»	—	1,290	13.60
11	G F	1.25	0.066	0.170	3.32	0.56	»	—	1,340	13.50
12	G F	1.25	0.067	0.170	2.88	0.98	Muy cerrado grís	—	1,380	14.40
13	G F	1.21	0.061	0.174	2.95	0.93	»	—	1,400	15.20
14	G F	1.29	0.053	0.179	2.84	0.92	»	—	1,340	15.20

CUADRO VI.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Resistencia á la flexión.—Silicio, azufre y carbono constantes.—Fósforo variable.

Núm. de orden	Clase de fundida	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico	Carbono combinado	Grano después de la fusión	Barras de entre centros Milímetros	Carga de ruptura Kilogramos	Flecha en Milímetros
1	G. F.	1.09	0.080	0.121	3.03	0.78	Gris	25 × 51 × 650	1,200	12.80
2	»	1.10	0.072	0.143	3.10	0.79	»	—	1,220	13.60
3	»	1.01	0.075	0.150	2.93	0.82	»	—	1,270	13.60
4	»	1.13	0.081	0.174	3.00	0.81	»	—	1,180	13.60
5	»	1.08	0.076	0.208	2.80	0.88	»	—	1,200	12.80
6	»	1.06	0.078	0.247	2.96	0.84	Cerrado gris	—	1,290	14.40
7	»	1.11	0.083	0.303	3.02	0.75	»	—	1,270	14.40
8	»	1.03	0.073	0.354	2.96	0.83	»	—	1,220	13.60
9	»	1.02	0.078	0.412	2.90	0.85	Grís brillante	—	1,140	11.20
10	»	1.09	0.081	0.453	2.83	0.80	»	—	1,020	8.00
11	»	1.07	0.073	0.517	2.80	0.88	»	—	950	8.00
12	»	1.09	0.082	0.554	2.83	0.81	»	—	950	7.20

CUADRO VII.—HIERRO DE EMBREVILLE
Resistencia á la flexión —Fósforo, azufre y carbono constantes.—Silicio variable.

Núm. de orden fundida	Clase	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono gráfico.	Carbono combinado, después de fundido.	Grano	Barras de 0'60 entre centros. Milímetros	Carga de ruptura. Kilogramos	Flecha Milímetros
1	—	0·31	0·071	0·179	3'03	0·79	Gris	25 × 51 × 650	1,050	8·00
2	—	0·53	0·068	0·181	2·94	0·83	»	»	1,180	13·60
3	—	0·74	0·074	0·184	2·98	0·81	»	»	1,300	14·40
4	—	1·01	0·077	0·183	3·07	0·78	»	»	1,350	13·60
5	—	1·27	0·070	0·178	2·98	0·85	»	»	1,300	14·40
6	—	1·55	0·068	0·185	2·94	0·83	»	»	1,250	14·40
7	—	1·76	0·067	0·179	3·07	0·83	»	»	1,200	12·00
8	—	2·03	0·073	0·179	3·01	0·80	»	»	1,230	12·80
9	—	2·53	0·078	0·183	2·99	0·79	»	»	1,000	10·40
10	—	3·11	0·071	0·180	3·10	0·77	»	»	930	9·60

CUADRO VIII.—HIERRO DE EMBREVILLE
Resistencia á la flexión.—Silicio, fósforo y carbono constantes.—Azufre variable.

Núm. de orden fundida	Clase	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS			
		Silicio	Azufre.	Fósforo	Carbono gráfico	Carbono combinado, después de fundido.	Grano	Barras de 0·60 entre centros. Milímetros.	Carga de ruptura. Kilogramos.	Flecha. Milímetros.
1	—	1·22	0·051	0·203	2·98	0·83	Gris	25 × 51 × 650	1,360	14·40
2	—	1·19	0·072	0·197	3·07	0·80	»	»	1,380	14·40
3	—	1·25	0·109	0·198	3·03	0·78	»	»	1,300	12·80
4	—	1·23	0·141	0·202	2·86	0·97	Gris cerrado	»	1,320	12·00
5	—	1·26	0·172	0·207	2·99	0·92	»	»	1,340	10·40

CUADRO IX.—HIERRO DE EMBREVILLE
Ensayos de percusión.—Fósforo, azufre y carbono constantes.—Silicio variable.

Núm. de orden	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS	
	Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono gráfico.	Carbono combinado.	Grano después de fundido.	Barras de 0'30 entre centros. Milímetros.
1	0'53	0'068	0'181	2'94	0'83	Gris	25 × 25 × 380
2	1'01	0'077	0'183	3'07	0'78	»	»
3	1'55	0'068	0'185	2'94	0'83	»	»
4	2'03	0'073	0'179	3'01	0'80	»	»
5	3'11	0'074	0'180	3'10	0'77	»	»

Para el ensayo se empleó un martillo de 460 kgs., cayendo perpendicularmente. El primer golpe de la altura de 0'300 metros y los siguientes cada uno 25 milímetros más alto que el anterior.

Rota al primer golpe

CUADRO X.—HIERRO DE EMBREVILLE
Ensayos de percusión.—Silicio, azufre y carbono constantes.—Fósforo variable.

Núm. de orden	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO					ENSAYOS FÍSICOS	
	Silicio	Azufre	Fósforo.	Carbono gráfico.	Carbono combinado.	Grano después de fundido.	Barras de 0'30 entre centros. Milímetros.
1	1'01	0'075	0'150	2'93	0'82	Gris	25 × 25 × 380
2	1'08	0'076	0'208	2'89	0'88	»	»
3	1'11	0'083	0'303	3'02	0'75	Gris cerrado	»
4	1'02	0'078	0'412	2'91	0'85	»	»
5	1'07	0'073	0'517	2'80	0'88	Gris brillante	»

Número de golpes
11
10
8
3
1

CUADRO XI.—HIERRO DE EMBREVILLE
Ensayos de percusión.—Silicio, fósforo y carbono constantes.—Azufre variable.

ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO							ENSAYOS FÍSICOS	
Núm. de orden	Silicio	Azufre	Fósforo	Carbono grafítico.	Carbono combinado.	Grano después de fundido.	Barras de 0'30 entre centros. Milímetros.	Número de golpes
1	1'19	0'072	0'197	3'07	0'80	Gris	25 × 51 × 510	10
2	1'23	0'141	0'202	2'96	0'77	»	»	8
3	1'26	0'172	0'207	3'09	0'82	Gris cerrado	»	8

CUADRO XII.—HIERRO DE EMBREVILLE
Ensayos de temple.—Fósforo, azufre y carbono constantes.—Silicio variable.

Núm. de orden	ANÁLISIS			ENSAYOS FÍSICOS	
	Silicio	Azufre	Fósforo	Dimensiones de las barras	Profundidad del temple
1	1'76	0'067	0'179	25 × 51 × 510	Cerrado pero no templado
2	1'55	0'068	0'185	»	Perceptible en el vertice
3	1'27	0'070	0'178	»	3 milímetros de espesor
4	1'05	0'069	0'181	»	6 id.
5	0'87	0'065	0'183	»	16 id.
6	0'31	0'070	0'179	»	Templado completamente

La tira que se templaba iba al fondo y la barra presentaba su cara de 25 milímetros. El temple indicado es el término medio de la barra y el análisis de las piezas templadas. Las barras sin templar del mismo material eran de fractura gris.

CUADRO XIII.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Ensayos de temple.—Fósforo y azufre constantes.—Silicio y carbono variables.

Núm. de orden	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO				ENSAYOS FÍSICOS	
	Silicio	Azufre	Fósforo	Grano de las piezas no templadas	Dimensiones de las barras, Milímetros	Profundidad del temple, Milímetros
1	1'27	0'070	0'178	Grís	25 × 51 × 510	3
2	1'20	0'066	0'175	Abierto como el número 1	—	3
3	0'88	0'065	0'183	Grís	—	16
4	0'92	0'072	0'182	Abierto como el número 1	—	16
5	0'86	0'067	0'177	»	—	16
6	1'05	0'069	0'181	Grís	—	6
7	1'09	0'074	0'176	Abierto como el número 1	—	6

CUADRO XIV.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Ensayos de temple.—Silicio, azufre y carbono constantes.—Fósforo variable.

Núm. de orden	ANÁLISIS DE LAS BARRAS DE ENSAYO				ENSAYOS FÍSICOS	
	Silicio	Azufre	Fósforo	Grano de las piezas no templadas	Dimensiones de las barras, Milímetros	Profundidad del temple, Milímetros
1	1'05	0'069	0'181	Grís	25 × 51 × 510	6
2	1'07	0'063	0'875	»	—	6

El número 1 tenía el temple penetrando á manera de fibras por el interior de la masa grís. El número 2 tenía la parte blanca completamente supurada de la grís.

CUADRO XV.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Efecto de la fusión en el cubilete sobre el silicio, azufre y fósforo.

Núm. de orden	Número de colada	ANÁLISIS ANTES DE FUNDIR			Fractura	ANÁLISIS DESPUÉS DE FUNDIR		
		Silicio	Azufre	Fósforo		Silicio	Azufre	Fósforo
1	383	1·86	0·012	0·189	2	1·69	0·063	0·185
2	384	1·86	0·016	0·187	2	1·61	0·051	0·191
3	683	1·79	0·011	0·134	2-3	1·63	0·072	0·138
4	717	1·83	0·040	0·191	3	1·70	0·082	0·188
5	541	1·74	0·048	0·175	G. F.	1·55	0·091	0·171
6	755	2·25	0·024	0·164	1-2	2·08	0·063	0·164
7	332	2·80	0·014	0·164	1	2·58	0·051	0·169
8	328	2·29	0·011	0·130	1	2·05	0·062	0·125
9	802	4·31	0·035	0·348	S. M.	4·11	0·078	0·353
10	801	3·39	0·027	0·334	S. M.	3·23	0·058	0·332
11	485	0·54	0·028	0·145	M.	0·42	0·065	0·149
12	668	0·47	0·032	0·191	M.	0·30	0·080	0·187
13	314	0·91	0·069	0·152	G. F.	0·78	0·099	0·141
14	369	0·79	0·016	0·235	3-2	0·57	0·072	0·240
15	739	0·75	0·027	0·221	3	0·64	0·067	0·219

Cubilete de 0 m. 585 diámetro interior; 0 m. 300 del fondo á las toberas; 2·130 m. de las toberas á la boca de carga.—El análisis antes de la fusión tomado de las barras de ensayo del Alto Horno, las cuales coinciden con las análisis de los lingotes al azar (V. Cuadro XVII).—Resultados generales: el silicio decrece de 0·10 á 0·20, el azufre aumenta de 0·03 á 0·05, el fósforo no varía.

CUADRO XVI.—HIERRO DE EMBREVILLE
 Varias combinaciones de la misma fractura y
 superficie exterior.

Número de orden.	Número de colada.	Silicio.	Azufre.	Fósforo.	Frac- tura.	Superficie exterior.
1	278	0'50	0'109	0'211	G. F.	Muy porosa.
2	50	2'86	0'133	0'334	»	»
3	313	0'62	0'140	0'160	»	»
4	54	2'39	0'108	0'249	»	»
5	745	0'83	0'023	0'217	»	Lisa.
6	366	1'22	0'016	0'243	»	»
7	782	1'29	0'021	0'239	3 F	Muy porosa.
8	523	2'28	0'011	0'167	»	Ligeramente porosa.
9	364	1'36	0'012	0'347	»	»
10	821	1'88	0'011	0'227	»	Lisa.
11	99	0'41	0'027	0'165	»	Ligeramente picada.
12	22	3'22	0'049	0'776	»	Lisa.
13	97	0'64	0'024	0'167	2 F	»
14	119	0'76	0'021	0'151	»	»
15	66	1'16	0'015	0'179	»	»
16	123	1'57	0'016	0'268	»	Muy porosa.
17	75	0'49	0'164	0'134	»	»
18	244	1'56	0'044	0'179	»	Lisa.
19	4	2'12	0'021	0'360	»	»
20	7	2'97	0'027	0'432	»	»
21	10	3'44	0'021	0'428	»	»
22	96	0'71	0'019	0'195	»	»
23	193	1'05	0'023	0'229	»	»
24	36	1'63	0'026	0'177	»	»
25	679	2'00	0'011	0'175	»	»
26	32	2'63	0'024	0'282	»	»

CUADRO XVII.—HIERRO DE EMBREVILLE.

Comparación del análisis de barras de ensayo con lingote tomado al azar de la colada.

Núm. de orden.	Número de colada.	BARRAS DE ENSAYO			LINGOTE		
		Silicio.	Azufre.	Fósforo.	Silicio.	Azufre.	Fósforo.
1	364	1'36	0'012	0'347	1'35	0'015	0'350
2	782	1'29	0'021	0'239	1'25	0'029	0'231
3	325	1'61	0'031	0'260	1'63	0'035	0'268
4	383	1'86	0'012	0'189	1'91	0'018	0'180
5	220	1'95	0'023	0'182	1'95	0'020	0'186
6	203	1'37	0'021	0'237	1'30	0'028	0'229
7	781	1'57	0'031	0'260	1'62	0'035	0'265
8	238	1'79	0'028	0'199	1'67	0'019	0'189
9	679	2'00	0'011	0'175	2'02	0'009	0'170
10	1	2'19	0'032	0'288	5'07	0'039	0'238
11	523	2'28	0'071	0'167	2'28	0'083	0'160
12	755	2'25	0'024	0'182	2'19	0'020	0'178
13	840	2'10	0'016	0'144	2'11	0'016	0'157
14	50	2'86	0'133	0'334	2'78	0'138	0'340
15	54	2'39	0'108	0'249	2'33	0'110	0'253
16	312	0'66	0'078	0'176	0'66	0'084	0'181
17	278	0'55	0'109	0'211	0'53	0'120	0'209
18	313	0'62	0'140	0'160	0'65	0'150	0'166
19	193	1'05	0'023	0'229	1'08	0'016	0'233
20	236	1'21	0'063	0'183	1'26	0'051	0'180
21	366	1'22	0'016	0'243	1'26	0'019	0'239
22	457	0'83	0'023	0'217	0'81	0'025	0'209

Barras de ensayo en número de dos, tomadas al tiempo de colar virutas mezcladas en partes iguales.—Lingotes tomados a. azar, taladrados en nueve partes y virutas mezcladas.

NOTICIAS

APROVECHAMIENTO DIRECTO DE LOS GASES DE LOS ALTOS HORNOS COMO FUERZA MOTRIZ.—Los recientes experimentos hechos en varios establecimientos metalúrgicos, especialmente en los de la «Société Cockerill» en Seraing (Bélgica), con motores de gas, que utilizan directamente los gases que se desprenden de los altos hornos, parece que dan resultados satisfactorios y han de proporcionar un nuevo manantial de fuerza motriz poco aprovechado hasta ahora. Es verdad que en casi todas las instalaciones de altos hornos, los gases del tragante son recogidos por tuberías que los conducen á ser quemados en hogares de calderas para producción de vapor, el cual á su vez hace funcionar las máquinas soplantes, pero empleando los gases directamente en motores apropiados, el trabajo obtenido resulta ser 5 ó 6 veces mayor y por lo tanto, después de mover las máquinas soplantes, los ascensores y demás accesorios del alto horno, queda una gran cantidad de trabajo que puede aprovecharse para la laminación, la forja y el ajustaje de piezas ó para cualquier otra industria.

Los experimentos de la Société Cockerill fueron hechos en un principio con un pequeño motor de gas «Simplex», de 8 caballos, del tipo de Delamarre-Deboutville, que funcionó durante once meses, desarrollando sólo 4 caballos, pero con algunas modificaciones llegó á producir 8. El consumo de gas era muy elevado, pero era de esperar una reducción con máquinas mayores. Los resultados obtenidos decidieron á la sociedad Cockerill á emprender los experimentos más en grande, para lo cual se construyó en los talleres de la sociedad una máquina de 200 caballos, según proyecto de Mr. Delamarre. El gas, al salir del alto horno, pasa por tres pares de lavadores de cok, en donde se pone en contacto con agua inyectada en forma de lluvia fina por medio de inyectorres Korting, y una vez lavado se almacena en un gasómetro que sirve al mismo tiempo de regulador, y del gasómetro va á la máquina. Esta es de un solo cilindro de 0'800 metros de diámetro por 1 metro de carrera, funciona según el ciclo de Beau de Rochas y á la velocidad de 100 revoluciones por minuto. Para mayor regularidad está provista de un pesado volante y un regulador que actúa sobre una válvula que modera la entrada del gas. La compresión inicial en el cilindro es de 8 atmósferas, y el gas es encendido eléctricamente. Las pruebas de esta máquina hechas por Mr. Aimé Witz han dado resultados muy satisfactorios. Durante cuatro horas se ha mantenido una fuerza constante de 180 caballos indicados, con un consumo de gas de 3,25 m.³ por caballo indicado por hora, cantidad muy pequeña comparada con las calderas y máquinas de vapor que necesitan unos 16 m.³. La principal

dificultad que es el polvo que estos gases arrastran, se remedia en gran parte con el lavado y el reposo en el gasómetro, y por otra parte no produce grandes desgastes en el interior del motor, pudiendo considerarse el empleo del gas libre completamente de polvo, como el empleo del agua destilada en las calderas, que si es conveniente no es tampoco de absoluta necesidad.

NAVEGACIÓN ELÉCTRICA EN EL LAGO DE WALEN (SUIZA).—Desde algunos años navega por el lago de Walen un bote eléctrico de acumuladores llamado «Electra» capaz para veinte personas. El bote tiene el casco de madera y mide 10 metros de eslora por 1·70 de manga y 0·6 de calado; está provisto de 40 acumuladores dispuestos en dos series bajo los asientos y encerrados herméticamente en cajas de ebonita de 27 centímetros altura por 20 de ancho. La batería se carga á 20 amperes y se descarga á 30 amperes y 84 volts durante 7 horas ó sea á 210 ampere-horas como máximo. La corriente obra sobre un electro-motor bipolar de tres caballos colocado en la popa del bote y cuya armadura está calada sobre el árbol de la hélice dando á plena carga 1.000 revoluciones con una velocidad para el bote de 12 kilómetros por hora. A media carga ó sea con una corriente de 15 amperes la velocidad del motor es de 600 revoluciones y la del bote de 8 kilómetros. Cerca del timonel están colocados un regulador de velocidad, una caja de resistencia, un voltmetro y un amperómetro para cada serie de acumuladores, con ocho contadores para variar la velocidad ó invertir la marcha del bote que puede pararse en 20 metros ó sea en 2 veces su longitud. La carga de la batería se hace de noche utilizando para ello la estación central que proporciona la luz eléctrica á Weesen, la cual utiliza la corriente del torrente de Flibach, un caudal de 100 litros por 1'' con un salto de metros ó sea 100 caballos en el eje de la turbina. De la casa de máquinas á la estación del bote hay 500 metros y la corriente es conducida por dos alambres de cobre de 6 milímetros, verificándose la carga sin sacar los acumuladores del bote.

El coste total de la instalación se compone como sigue:

Bote.	1200 francos.
Batería de acumuladores y accesorios.	5400 »
Motor de 3 caballos.	2400 »
Total.	9000 francos.

Un motor de petróleo hubiera costado la mitad, pero en cambio no se nota el humo, mal olor, ruido y vibración que son inherentes á esta clase de motores.

BIBLIOGRAFIA

DE ALGUNOS LIBROS RECIBIDOS

CURSO DE COMPLEMENTO DE ÁLGEBRA, GEOMETRÍA Y TRIGONOMETRÍA Y CURSO DE GEOMETRÍA ANALÍTICA, adoptados al Programa de ingreso á la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, por D. ANTONIO FERRER Y ARMAN, Ingeniero Industrial, profesor del Colegio de Valldemía y de la Escuela de Artes y Oficios de Mataró.—Mataró 1898.—Cuadernos n.º 1 y n.º 2.

Existen, no hay duda, un gran número de tratados sobre Complemento de Algebra ó Algebra Superior, Geometría y Trigonometría, y sobre Geometría Analítica, lo mismo en idioma español que extranjero, la mayor parte de ellos de reputadísimos autores y que en mayor ó menor extensión pueden adaptarse á los Programas de nuestras Escuelas especiales en general. Pero para que esta enseñanza responda á los estudios ulteriores que se dán en la escuela y á las necesidades de la práctica de la carrera, sus programas no pueden en modo alguno adaptarse en un todo á ninguna de las obras mencionadas, pues las diversas materias presentadas en cada una y la extensión con que son tratadas, obedece en cada caso al criterio de sus autores y al fin que estos desean conseguir, por lo general distinto del que debe guiar á un ingeniero. Esto hace que los alumnos estudiando estas asignaturas tengan que poseer una verdadera biblioteca y perder un tiempo precioso para entresacar de cada obra lo que le interesa para poder contestar de un modo brillante á los programas citados, trabajo impropio y en extremo pesado.

Las obras del Sr. Ferrer vienen á prestar un gran servicio á los alumnos, ahorrándoles este pesado trabajo y una gran pérdida de tiempo y por lo tanto satisfacen una necesidad de tiempo sentida, pues en ellas del modo más claro y sencillo expone todas las materias que constituyen los cursos de estas asignaturas, adaptadas perfectamente á los programas hoy vigentes, tratados con la mayor extensión posible y complementadas con cuantas aplicaciones ha entendido pertinentes para mayor comprensión y utilidad á los cursantes.

Felicitamos al Sr. Ferrer por su utilísimo trabajo, que esperamos verá recompensado por un éxito seguro entre los alumnos que se preparan para el ingreso á la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, á quienes especialmente recomendamos.

HANDBUCH DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN.—Fünfter Band —DER EISENBAHNBAU.—Dritte Abteilung; Weichen und Kreuzungen. Drehscheiben und Schiebühnen, bearbeitet von Ferdinand Loewe, Georg Meyer, Herausgegeben von F. Loewe und

Dr. H. Zimmermann mit 125 Abbildungen im Text.—Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1898.—Preis 8 M.

Este Manual de las Ciencias del Ingeniero constituye una enciclopedia en extremo útil é interesante para todos los Ingenieros en general, por tratar de un modo claro y ordenado y con una gran extensión, sobre todos los ramos de la Ingeniería, exponiendo al mismo tiempo los métodos, aparatos y máquinas más recientes y mejor recomendadas por la práctica é incluyendo multitud de datos de la mayor utilidad.

El presente fascículo constituye una parte de lo que sobre ferrocarriles trata este Manual y comprende los capítulos VI y VII. En el capítulo VI, el autor se ocupa exclusivamente de los cambios de vía y de los cruzamientos que estudia con todo el detalle en tres partes.

En la primera trata de la construcción de los cambios de vía en todos los casos que pueden presentarse y en todas las formas más prácticas y seguras que en cada caso se pueden adoptar. En esta parte se ocupa también con gran extensión, de la descripción de sus distintos elementos, de los detalles de su construcción y de los medios de seguridad que pueden emplearse en los diferentes casos, y en fin, se ocupa de su instalación en cada caso.

La segunda parte de este capítulo la dedica el autor al cálculo de los cambios de vía, considerando los casos de un cambio sencillo, de un cambio doble y de un cambio inglés, ó sea de un cambio de vía en un cruzamiento, y por último, en la tercera parte estudia los enlaces de vías por medio de agujas en los distintos casos que pueden ofrecerse, indicando su cálculo y modo de construcción en cada uno de ellos.

El capítulo VII está dedicado al estudio de las plataformas giratorias y de los carros transbordadores. Respecto á las primeras, el autor estudia detalladamente los principales tipos que se emplean para ejes, para coches y wagones y para locomotoras con tender; estudia la resistencia que oponen al movimiento y los distintos medios que se emplean para moverlas, ya sea á mano, ya por medio del vapor y del agua en presión y por medio de la electricidad; describe su instalación, sus aplicaciones para el enlace de vías y finalmente expone algunas interesantes experiencias llevadas á cabo sobre los medios para ponerlas en movimiento.

Respecto á los carros transbordadores, después de hacer un estudio general sobre los mismos, sobre los medios para ponerlos en movimiento y sobre la resistencia que oponen á este, el autor describe los principales tipos de carros en fosos que se emplean para ejes, coches y wagones y para locomotoras con ó sin tender, y también los carros que van fuera de fosos; para ejes, coches y wagones con movimiento á mano y por medio de la electricidad. Concluye este estudio exponiendo algunas experiencias sobre la construcción y funcionamiento de estos carros, según el Congreso técnico de 1893 de las Compañías alemanas en Estrasburgo.

Por el gran interés que ofrece, recomendamos esta obra á

nuestros lectores en general y particularmente á aquellos que se ocupan en la construcción y explotación de ferrocarriles, no dudando sacarán gran provecho de su consulta.

JUSTA INTERPRETACIÓN QUE DEBE DARSE AL CERO Y AL INFINITO MATEMÁTICO.—Conferencias dadas en el Salón Doctoral de la Universidad en los días 6 y 20 de Marzo por el Dr. D. José Domenech y Estapá, catedrático de la Facultad de Ciencias, Arquitecto y Académico de la Real de Ciencias y Artes.—Curso de 1897-88.—Barcelona 1898, 1 opúsculo.

En estas conferencias, el autor de un modo claro y brillante dejó sentado lo que en ellas se propuso, esto es, la justa interpretación que debe darse al cero y al infinito matemático, prestando con ello un verdadero servicio á la ciencia, pues viene á desvanecer los errores en que algunos incurren de un modo lamentable al tratar sobre estas cuestiones matemáticas.

En este trabajo, después de extenderse en algunas consideraciones generales, establece la definición del cero y del infinito matemático; pone luego en relieve los conceptos erróneos que se han originado de viciosas interpretaciones que se les ha dado, y expone la justa interpretación de los resultados cero é infinito de algunos problemas y de ciertos algoritmos algébricos, por medio de los diversos órdenes de cantidades infinitesimales. Por último, demuestra la justa interpretación de los resultados cero é infinito en las Geometrías analítica y proyectiva.

En fin, este trabajo, que revela en su autor profundos conocimientos matemáticos, reviste un gran interés científico, por tender á desvanecer absurdos que aún hoy por desgracia algunos científicos los acogen, por lo cual felicitamos á su autor y recomendamos su lectura á nuestros lectores

LIBROS RECIBIDOS

ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS DE BILBAO.—Memoria relativa al curso de 1896-97, presentada por el Secretario de la Junta Directiva D. Alberto de Gaminde.—Bilbao, 1897.—1 folleto.

THE STATE OF NICARAGUA of the Greater Republic of Central America, by Gustavo Niederlein, Chief of the Scientific Department.—The Phyladelphia Museum.—Phyladelphia 1898.—1 folleto.

THE REPUBLIC OF GUATEMALA by Gustavo Niederlein.—Phyladelphia Museum.—Phyladelphia 1898.—1 folleto.