

Año 23.

Núm. 4.

# REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

---

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

**AGRUPACIÓN 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 París de 1889  
y en la de Bruselas de 1897

---

**ABRIL, 1900**

---

**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. Carlos M.<sup>a</sup> de Moy.

Vocales:	}	Sr. D. José Pascual y Deop.
		, , Bernardo Puig.
		, , Jaime Prats.
		, , José Playá.
		, , Luis Daunis.
		, , José Serrat y Bonastre.
Secretario:	}	, , Alvaro Llatas.
		, , Gervasio de Artiñano.
		, , Luis de Babot.

---

## SUMARIO

Construcciones de cemento armado, por Nicolás Tous, Ingeniero industrial, (continuación).

Progresos de la máquina de vapor durante un siglo, por el Dr. R. H. Thurston, trad. de J. S. B.

Noticias:

La máquina de vapor al final del siglo XIX.

Estaciones centrales de fuerza motriz y de calefacción por vapor.

Un transformador de gran potencia y voltaje variable.

---

## PRECIOS DE SUSCRIPCION

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 INSERCCIONES

---

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.



# Academia Tecnológica

PARA ALUMNOS INTERNOS Y EXTERNOS

Dirigida por el Ingeniero industrial, mecánico y químico

**D. Pedro Rius y Matas**

Preparación completa para el ingreso en la Escuela de Ingenieros industriales.

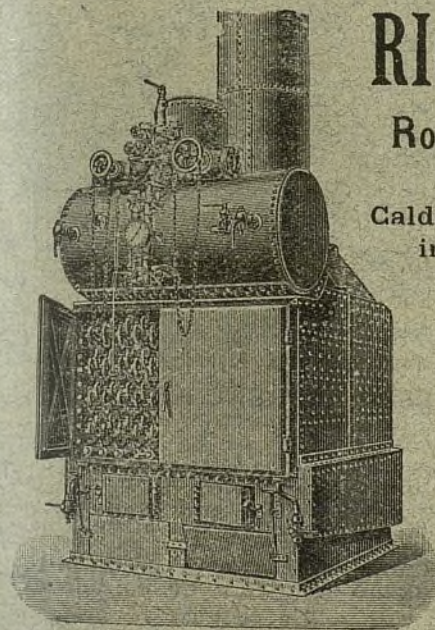
Las clases de matemáticas correspondientes al primer curso de preparación, las explica el ingeniero D. Ramón M.<sup>a</sup> Pons y Bas (Vice-Director de la Academia); las de dibujo y química corren á cargo del señor Director, confiándose las restantes asignaturas al personal facultativo de la Academia, compuesto exclusivamente de Ingenieros Industriales, Arquitectos, Doctores y Licenciados en las respectivas facultades.

Curso ante-preparatorio para los alumnos no bachilleres.

Dibujo de preparación con modelos iguales á los de la Escuela de Ingenieros.

Durante el curso se realizan excursiones de carácter científico y de aplicación.

**PELAYO, 10, 1.º — BARCELONA**



## RICARDO ZARAGOZA

Ronda de la Univesidad, 14

Calderas multitubulares  
inexplosibles sistema **NICLAUSSE**

La caldera **Niclausse** posee ventajas no conocidas aún en ningún otro sistema de calderas tubulares. Los tubos son desmontables por el frontis de la caldera, sin necesidad de quitar ningún elemento. Las juntas son cónicas y equilibradas. No tienen tirantes ni tuercas. Con la caldera **Niclausse** se obtiene una vaporización de 11 kilogramos de vapor por kilo de carbón.

En España más de **11,000** caballos en funcionamiento.

La casa **J. & A. Niclauste de París** construye actualmente las calderas auxiliares del «Cardenal Cisneros», «Princesa de Asturias» y «Cataluña» y tiene otras instalaciones en proyecto, para la marina española, 17,000 caballos para la alemana, 6,000 para la inglesa, 150,000 para la francesa, 28,000 para la italiana, 36,000 para la marina rusa, etc. etc.

**Maquinas de vapor de la casa Bro-**

**wett Lindley & C.º de Manchester:** en Cataluña más de **2,000** caballos funcionando.

**Purificadores** de agua para la alimentación de calderas, garantizando por completo la no formación de incrustaciones. Estos purificadores son aplicables á cualquier depósito de que se disponga.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



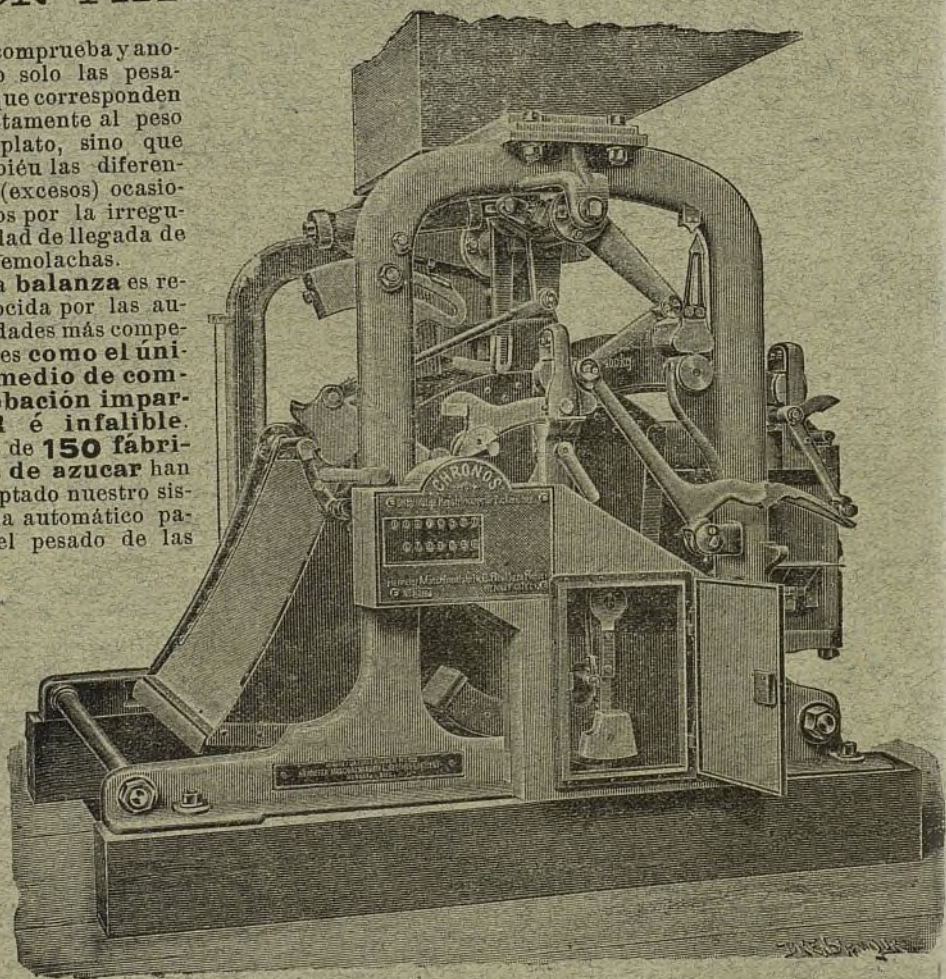
# BALANZA AUTOMÁTICA PARA REMOLACHAS

# CHRONOS

CON PATENTE EN TODOS LOS PAISES

que comprueba y anota no solo las pesadas que corresponden exactamente al peso del plato, sino que también las diferencias (excesos) ocasionados por la irregularidad de llegada de las remolachas.

La **balanza** es reconocida por las autoridades más competentes como el **único medio de comprobación imparcial é infalible**. Más de **150 fábricas de azúcar** han adoptado nuestro sistema automático para el pesado de las



remolachas y en todas partes con éxito satisfactorio. En España la Azucarera Madrileña y la Azucarera de Cayera nos han encargado balanzas de esta clase.

## NUMEROSAS Y EXCELENTE REFERENCIAS

## VENTAJAS

Pesado y anotado de los más exactos, seguros y completamente automáticos sin ayuda de vigilancia de ningún género, por lo tanto **gran economía de salario**.

Aumento esencial de la cantidad de remolachas trabajadas por día, á consecuencia del funcionamiento regular de la balanza. La balanza es inaccesible y está al abrigo de cualquier mano mal intencionada.

No se depende, como sucede con las básculas de mano de la habilidad y buena voluntad de los obreros, así como del grado de confianza que pueden inspirar.

Gran facilidad de instalación y conducción. — Envío franco de prospectos y proyectos

NUESTRA ESPECIALIDAD EXCLUSIVA DESDE 1872. — **BALANZAS AUTOMÁTICAS**

Más de **7000** en uso en todas las partes del mundo.

Ateliers de construcción de **HENNEF C. REUTHER & REISERT m. b. H.**  
Hennef s/Sieg. (Prov. Rhénane, Alemania)

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes **Aten la Revista Tecnológico Industrial.**



# LA MAQUINISTA TERRESTRE

- Y -

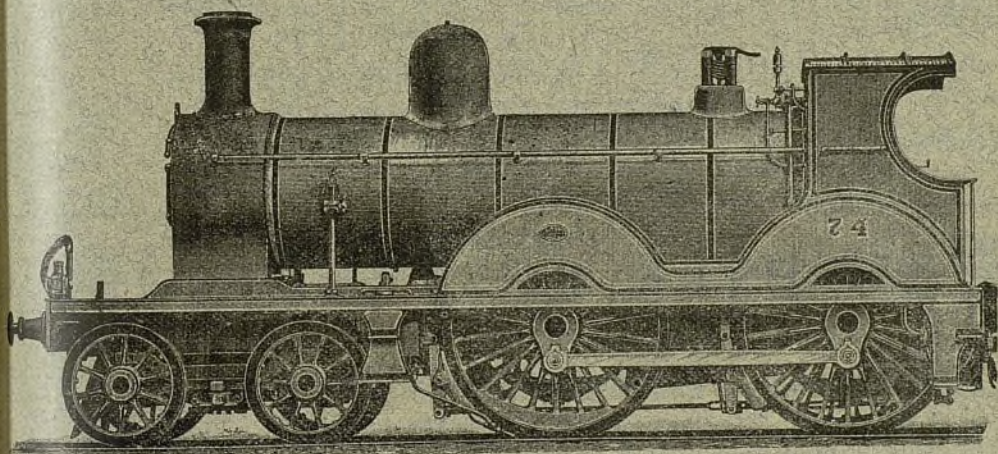
## MARITIMA

BARCELONA

TALLERES DE CONSTRUCCION.—BARCELONETA

---

Máquinas de vapor fijas, semifijas y portátiles.—Máquinas para extracción y desagüe de minas.—Máquinas para la marina. Generadores de vapor.—Diques flotantes.—Trabajos de calderería. Hierro forjado de todas dimensiones.



Locomotoras y material fijo para ferro-carriles.—Construcciones metálicas.—Puentes y armaduras.—Mercados públicos. Gruas de mano, de vapor ó hidráulicas.—Motores hidráulicos.—Transmisiones de movimiento.—Fundición de hierro y bronce. Proyectos industriales.

---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



# PLANAS, FLAQUER Y COMP.<sup>A</sup>

## CONSTRUCTORES DE MAQUINAS

Casa fundada en 1857.—Dirección general: Ronda Universidad, 22.—Barcelona.

### CONSTRUCCIONES MECÁNICAS

Especialidad en **Turbinas** y toda clase de **Motores hidráulicos**. (Construidos más de 900, con una fuerza total de de 55.000 caballos).

**TURBINAS** á libre desviación á reacción, para funcionar inmersas y con aspiración.

**TURBINAS** de eje vertical, de eje horizontal, con cámara abierta y con cámara cerrada.

**TURBINAS** dobles, de coronas múltiples y de admisión parcial.

**TURBINAS** especiales para instalaciones eléctricas.

**REGULADORES** de gran sensibilidad para turbinas.

**Transmisiones** de movimiento de todas clases.—**Prensas hidráulicas** con cilindros de acero fundido.—**Bombas** de todas clases para riegos y grandes elevaciones de agua..

### CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS

**Máquinas y Motores eléctricos** de todas clases. (Fuerza total de las construidas, superior á 25.000 caballos).

**GRANDES DINAMOS** á pequeña velocidad para estaciones centrales.

**MAQUINAS** de corriente alterna para utilización de energía eléctrica á gran distancia.—Concesionarios de la casa **GANZ Y COMPANIA**, de Budapest.

**ALTERNADORES** de corriente polifase.

**TRANSFORMADORES** sistema Zilpernowski, Dery y Blathy.

**MOTORES** de corriente continua, alternativa y trifase, de arranque automático.

**Reguladores** automáticos y á mano.—**Aparatos de medida**.—**Accesorios**

para estaciones centrales y para toda clase de instalaciones. **Lámparas** de arco, de incandescencia y de material vario.—**Cables**, **Conductores** aéreos y subterráneos, **Aisladores**, etc., etc.

### INSTALACIÓN COMPLETA DE ESTACIONES CENTRALES

Alumbrado eléctrico de poblaciones.

Transporte y distribución de energía eléctrica á grandes y pequeñas distancias.—Importantes aplicaciones efectuadas.—*Pídanse proyectos y presupuestos.*

## Patentes de Invención

Y

### MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

### OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

## D. GERÓNIMO BOLIVAR

INGENIERO INDUSTRIAL

Ronda de la Universidad, 19.—BARCELONA

Redacción de Memorias y solicitudes —Planos. Pago de anualidades. Expedientes de puestas en práctica.—Consultas y dictámenes sobre nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el extranjero.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.  
Ayuntamiento de Madrid



# COMPañÍA DEL FRENO DE VACIO

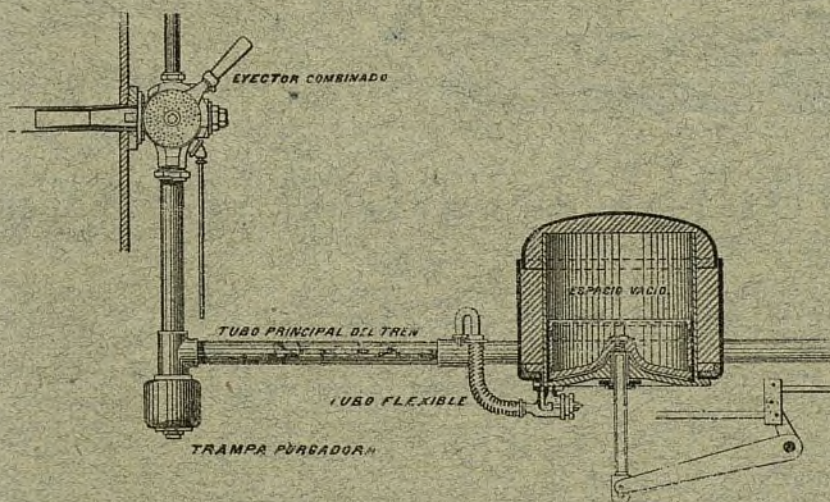
Dirección para España, Portugal, Francia y Bélgica: 15, RUE PORTALIS, PARÍS

MEDALLAS DE ORO. { Exposición Universal, París, 1878.  
— Internacional, Londres, 1885  
— Universal, París, 1889.

## FRENOS CONTINUOS AUTOMÁTICOS Y NO AUTOMÁTICOS

PARA FERROCARRILES Y TRANVIAS Á VAPOR

FRENOS DE ACCIÓN RÁPIDA para trenes largos militares y mercanCIAS.



## SEÑALES DE ALARMA

combinadas con el freno por comunicación entre el maquinista, conductores y viajeros

CONSTRUCCIÓN SENCILLA, ACCIÓN MUY ENÉRGICA, ENTRETENIMIENTO CASI NULO

## 250.000 APLICACIONES A FIN DE 1897

en Inglaterra, en el Continente, en las Indias, América del Sur, Colonias, etc.

AGENCIAS. { Viena, 2/5 Marchfeldstrasse, 2.  
Berlin, 71, Alt. Moablt.  
Amsterdam, O. Z. Wooburgwall, 217.  
FlorenCia, 21, Vià Cavour.

San Petersburgo, Admralitats-Canal, 9  
Sidney, 71, Clarence Street.  
Calcuta, 30, Strand.

Dirección general — LONDRES: 32, Queen Victoria Street.

Agradecemos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



# GRAN FABRICA DE PRODUCTOS REFRACTARIOS Y DE GRÉ

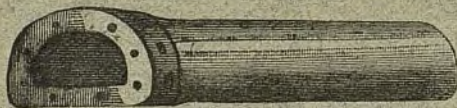


DE

## M. CUCURNY BARCELONA



Única en España.—Fundada en 1840



## GRAN EXISTENCIA DE LADRILLOS REFRACTARIOS

### DEPÓSITO DE TIERRA REFRACTARIA

à precios sumamente reducidos

**Especialidad** en la construcción de retortas en grandes dimensiones para fábricas de gas, sulfuro de carbono, blanco de zinc, refinación de azufres y otras industrias.

**Hornos y crisoles** para la fundición de toda clase de metales.

**Hornos** para la calefacción de retortas, para la fabricación de cemento, cal, yeso, vidrio, cristal, negro animal y su revivificación, para ladrillerías, dulcerías y pan cocer.

**Hornillos económicos** para coladas, planchar y guisar.

**Muflas** para decorar cristal y porcelana; crisoles.

**Escorificadores**, copelas y muflas para ensayos y fundición de metales.

**Vasos porosos** de todas formas y dimensiones para pilas eléctricas y galvanoplastia.

**Torrillas de gré**, bombonas, tubos, evaporaderas, cubos, jarrros, barreños y otros objetos para la fabricación, conducción y transporte de ácidos.

**Válvulas y espitas** para algibes, tinas de tintorerías y blanqueos, y para toda clase de ácidos y licores.

---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



# FRANCISCO DE A. MAS

REPRESENTANTE DE FABRICAS NACIONALES Y EXTRANJERAS

Materiales para talleres de construcciones metálicas,  
ferrocarriles, minas y contratistas.

**Cármén, 40 — BARCELONA**

**Hierros y aceros laminados en barras:** planos, cuadrados, redondos, hasta 14 metros de longitud, viguetas **I** hasta 515  $\text{m}^2/\text{m}$  de altura, **L** hasta 381  $\text{m}^2/\text{m}$ , hierros **L**, **T**, carriles, zores ó traviesas Wautherin, llantas y demás perfiles especiales.

**Chapas de hierro y acero:** de grandes dimensiones y calidad especial para calderas, hogares, gasómetros, puentes, para trabajos de forja, etc.—Chapas estriadas.—Planos anchos.—Planchas delgadas hasta el número 30.—Planchas especiales para cubos y para la fabricación de hoja de lata.

**Fondos de calderas.—Placas abovedadas para puentes**

**Tubos forjados de hierro y acero dulce:** para calderas fijas marinas y locomotoras; para aire comprimido; para pozos artesianos y prensas hidráulicas; tubos sistemas Field y Perkins.

**Planchas onduladas galvanizadas,** de hierro y acero para cubiertas metálicas y todos sus accesorios.—Planchas dulces planas galvanizadas, emplomadas y estañadas.

**Piezas de hierro forjado** en tornillos, tirafondos, escarpas, topes, frenos, ganchos de tracción, tensores, cadenas de seguridad y demás herrajes de vía y para coches y wagones para ferrocarriles, Argollones, Norays, etc.

**Planchas de zinc** de  $2^{\text{m}} \times 1^{\text{m}}$  desde 1400 gramos la plancha.

**Cables** de hierro, acero dulce y acero fundido al crisol, planos y redondos de todas dimensiones. **Cables galvanizados. Alambre de cobre** para telégrafos y teléfonos.

**Máquinas herramientas para talleres de construcción y para trabajar la madera**

**Piezas de acero:** trenes completos de eje y ruedas, cilindros para laminadores, cilindros para prensas hidráulicas, herramientas para minas y canteras, y toda pieza de acero fundido según diseño.

**Hierro colado:** tubos para la conducción de agua, gas y vapor; piezas de repetición y toda clase de piezas según diseño ó modelo.

**Hierro maleable** en piezas bajo diseño ó modelo.

**Aluminio** en planchas, barras y alambres.

**Vagonetas basculadoras** de diferentes capacidades y para varios anchos de vía.

**Lingote de hierro** de la Sociedad Vizcaya de Bilbao.

Concesionario para España del **ACEITE SOLUBLE** para el engrase de las herramientas de las máquinas-útiles.

Con mucho gusto se facilitarán cuantos catálogos, precios y datos se soliciten.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid





# LA CONSTRUCTORA DE MAQUINAS DE ANDRÉS OLIVA

Carretera de Mataró, 342, San Martín de Provensals (Barcelona)

## APLICACION DEL FRENO SISTEMA RAMONEDA

Especialidad en MAQUINARIA COMPLETA para BLANQUEOS, TINTORERIAS,  
ESTAMPADOS y APRESTOS

Hidro extractores simples y con motor anexo.—Prensas hidráulicas para todas aplicaciones.—Prensas de tornillo y engranajes para la agricultura.—Elevación de aguas para riego é industria.—Instalación de fábricas para la elaboración de harinas y aserrar maderas.—Máquinas secadoras de café, privilegiadas.—Ascensores hidráulicos y mecánicos.—Máquinas y calderas de vapor.—Motores á gas.—Turbinas.—Transmisiones de movimiento y Reparación de máquinas.

Proyectos y Presupuestos

## EL INDICADOR DE PRESIONES

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

D. JUAN A. MOLINAS

De reconocida utilidad para Ingenieros, Constructores de máquinas de vapor, Jefes de taller y Maquinistas.

Forma un esmerado volumen con grabados intercalados en el texto, y véndese al precio de Pesetas 3'50 en esta administración.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.  
Ayuntamiento de Madrid



# VALLS HERMANOS

INGENIEROS Y CONSTRUCTORES

Premiados con **26 medallas** de oro y plata, **3** Grandes Diploma, de Honor y **2** de Progreso por sus especialidades.

TALLERES DE FUNDICIÓN Y CONSTRUCCIÓN FUNDADOS EN 1854

Director Gerente: D. AGUSTIN VALLS BERGÈS, Ingeniero

Calle de Campo Sagrado, núm. 19

(Ensanche, Ronda de San Pablo) — **BARCELONA**

MAQUINARIAS É INSTALACIONES COMPLETAS SEGÚN LOS ÚLTIMOS ADELANTOS PARA

Fábricas y Molinos de aceites, para pequeñas y grandes cosechas, (Prensas hidráulicas, de engranes de molineta ó palancas, etc.) movida á brazo, por caballería ó por motor.

Fábricas de fideos y pastas para sopa, movidas por caballería ó por motor  
Fábricas de chocolate, en pequeña y grande escala, movidas á brazo, por caballería ó por motor.

Fábricas de harinas y sus anexos de molinería.

Prensas para vinos, bombas para trasegar, estrujadoras, etc.

Prensas para losetas y mosaicos, de palanca é hidráulicas. Moldes de todas clases para las mismas.

Máquinas de vapor, Motores, Turbinas sistema *Moreno* perfeccionadas, Malacates, Norias, Bombas, Guillotinas, Transmisiones, etc.

Especialidad en **prensas hidráulicas** y de todas clases, para todas las aplicaciones, con modelos de sus sistemas privilegiados.

Estudios, Planos, Presupuestos, Peritaciones, etc., etc.

La casa ha verificado y sigue montando de continuo instalaciones en toda España, América y extranjero.—Numerosas referencias.

Para telegramas: VALLS, *Campo Sagrado*. — BARCELONA

Teléfono número 595

---

## BREVETS D' INVENTION

(France Etranger)

*Marques de Fabrique, Procès de contrefaçon, etc.*

## CASALONGA

Ingenieur-Consell (depuis 1867

PARIS

15, RUE DES HALLES. 15

Chronique Industrielle

DESSINS & GRAVURES sur BOIS. CLICHES

Guides de l' Inventeur en chaque pays (2 fr. par Guide).

---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



# EXPLOSIONES DE GENERADORES DE VAPOR

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

**D. G. J. DE GUILLÉN-GARCIA**

---

Esta obra premiada con primer premio en el Concurso de 1893 de la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona y publicada por esta Asociación á propuesta de un jurado calificador, véndese en esta Administración al precio de 7 pesetas y en las librerías de Puig, Plaza Nueva. 5; Verdaguer, Rambla del Centro, 5; Mayol, calle Fernando VII, 13; Bastinos, calle Pelayo, 52; Casals, Pino, 5; Parera, Cortes, 228 y Subirana, Puertaferri, 14.

---

## Colección Legislativa

REFERENTE Á LOS

# INGENIEROS INDUSTRIALES

---

Comprende todo lo legislado respecto á los Ingenieros Industriales desde la creación de la carrera; forma un tomo de 260 páginas encuadernado en rústica y se vende en esta Administración al precio de 3 pesetas ejemplar.

---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.  
Ayuntamiento de Madrid



# DISPONIBLE



---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



---

Para la aplicación del freno  
**SISTEMA RAMONEDA**  
para ascensores y monta-cargas, dirigirse á  
**D. JOSÉ M. MANICH.**—Ingeniero  
Calle de Méndez-Núñez, núm. 3, piso 2.º  
**BARCELONA**

---

**DISPONIBLE**

---

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á  
los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid



# REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

## ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Abril de 1900.

### CONSTRUCCIONES DE CEMENTO ARMADO

POR NICOLÁS TOUS Ingeniero Industrial.

(Continuación).

#### CAPÍTULO IV.

**Tipos de construcciones de cemento armado y procedimientos de ejecución.**

Las variantes fundadas en el principio del ferro-cemento, en las múltiples aplicaciones de este material, estriban, todas ellas, en la disposición del esqueleto metálico y en la forma de los perfiles de las barras que lo constituyen.

§. 22.—*Sistema Monier*.—Dos series de varillas redondas *a*, *b* (fig. 14), perpendiculares entre sí y entrelazadas por ligaduras de alambre, caracterizan el sistema Monier.

La fig. 14, representa una losa de este sistema; las barras se hallan espaciadas regularmente y la distancia que media entre dos varillas con-

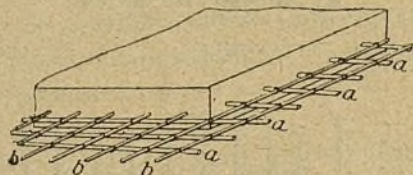




Fig. 14.

secutivas, varía entre 5 y 10  $\text{cm}$ . Las varillas de la serie inferior, llamadas de resistencia, tienen un diámetro proporcionado á la carga que la losa debe soportar y las varillas *b*, llamadas de repartimiento, tienen diámetros de 3 á 6  $\text{mm}$ .

Cuando se trata de cargas importantes y no es suficiente un solo emparrillado, se superponen dos ó tres de ellos, entrelazándolos convenientemente.



§. 23.—*Sistema Bordenave*.—Difiere del precedente, por la forma del perfil de las barras empleadas. Mr. Bordenave emplea secciones en forma de  y, particularmente, en forma de , laminadas al mínimo espesor posible.

§. 24.—*Sistema Hyatt*.—Las barras de resistencia, consisten en pletinas agujereadas, para permitir el paso de las varillas de repartimiento.

§. 25.—*Sistema Cottancin*.—El entramado Cottancin consiste en un tejido de mallas más ó menos espesas, formado por una varilla continua de 4'5 m/m diámetro. Las figs. 15, 16 y 17 indican la forma de las mallas de este sistema.

El procedimiento Cottancin suprime las ligaduras indispensables en los sistemas antes mencionados.

Mr. Cottancin, constituye los solados reforzando las losas de su sistema por medio de nervios que, con más ó menos propiedad, denomina *épines contreforts*. Indicamos en la

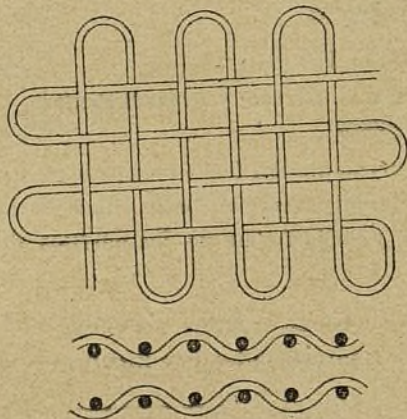


Fig. 15.

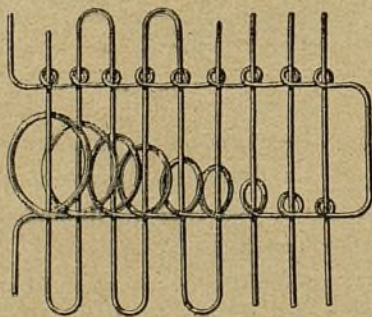


Fig. 16.

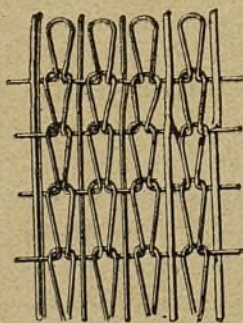


Fig. 17.



figura 18 la forma del armazón de estos nervios: las cabezas de los montantes sobresalen del macizo, con objeto de permitir su enlace con el emparrillado de las losas.

Los resaltos, dispuestos en la parte inferior de los nervios, sirven de apoyo al cielo-raso; éste se halla constituido por unos

tableros de yeso que se utilizan, como cimbras, para el forjado del pavimento; durante el tiempo necesario para esta operación, mantienen, dichos tableros, á la rasante de las cabezas de los nervios con el auxilio de tacos de madera.

La apariencia de los resaltos, lejos de ser un inconveniente, se utiliza para el artesonado de los techos y se presta á vistosas combinaciones decorativas.

§. 26.—*Sistema Ransom*.—Este constructor se limita á embeber, en la masa de cemento, una serie de barras independientes, de sección cuadrada, retorcidas para evitar su resbalamiento en el macizo.

§. 27.—*Sistema Mélan*.—Aplicable á la construcción de bovedillas. Consiste en el empleo de armaduras hechas con viguetas de **I**, cintradas según la curvatura de las bovedillas, y apoyadas en las ramas inferiores de las viguetas del piso.

§. 28.—*Sistema Hennebique*.—Mr. Hennebique ha contribuido mucho al desarrollo del cemento armado, y con su sistema inició la tendencia de dar á los edificios una estructura homogénea: pavimentos, vigas, columnas, tabiques, etc., están contruídos de un modo análogo, y cuando estos elementos forman parte de una misma obra, puede ésta ser considerada como un monolito.

Por ejemplo: en una pilastra, el esqueleto está formado por un número par de barras, de sección circular, dispuestas verticalmente y mantenidas á distancia mediante pletinas de repartimiento (figura 19). El empleo de tubos forjados, en vez de barras macizas tiene,

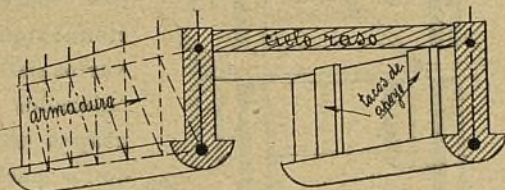


Fig. 18.



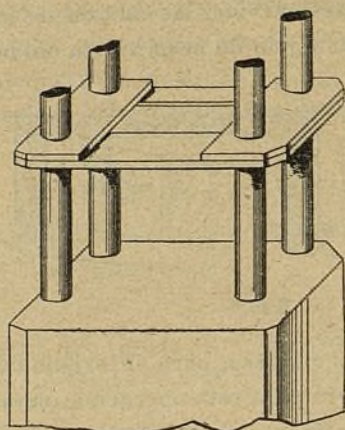


Fig. 19.

en este caso, excelente aplicación, máxime tratándose de grandes cargas. El esqueleto de los solados Hennebique, consiste también en varios sistemas de barras redondas, enlazados por medio de estribos ó grapas de pletina. La fabricación de los macizos se puede hacer de dos maneras: moldeando toda la estructura del piso sobre una sole-  
ra de tabla, acondicionada según la disposición de las vigas; ó bien: preparando, de antemano, las losas y el cielo raso á las dimensiones

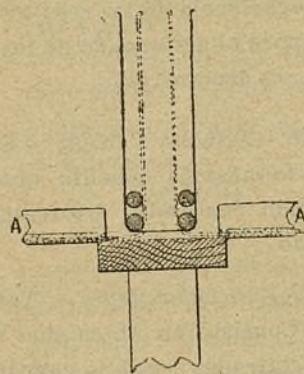
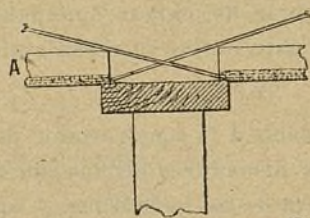


Fig. 20.

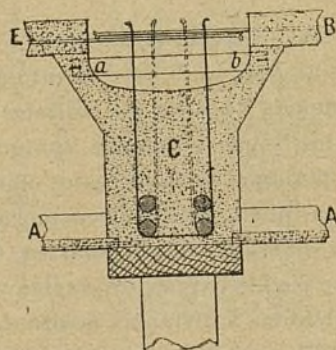
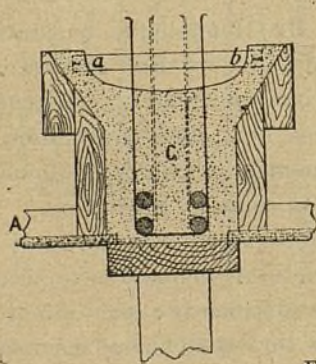


Fig. 21.







Forman el esqueleto barras redondas  $m$ ,  $n$ , enlazadas por medio de grapas  $g$  (fig. 24). Para evitar cualquier resbalamiento de las abrazaderas, que constituyen los montantes del esqueleto,

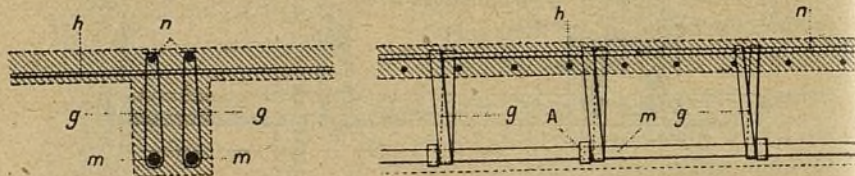


Fig. 24.

se disponen unos manguitos  $A$ , sujetos á las barras inferiores, mediante cuñas  $B$  introducidas en muescas practicadas á buril (figura 25). Fuertes ligaduras de alambre completan esta disposición.

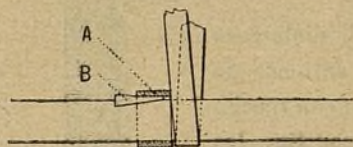


Fig. 25.

Las armaduras de las losas de este sistema, están formadas por varillas unidas por parejas, mediante anclas de pletina, según figura 26.

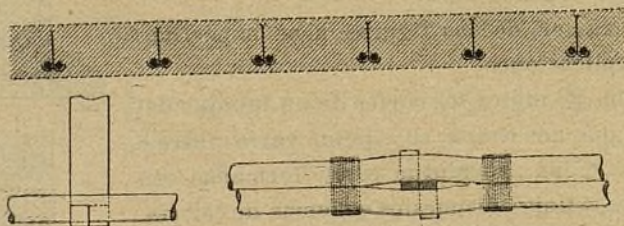


Fig. 26.

La flexibilidad de las varillas, facilita la intercalación de las pletinas de refuerzo.

§. 30.—*Sistema Mattrai*.—En esta clase de estructuras, las vigas principales, perfil  $\text{I}$ , están embebidas en la masa de hormigón que constituye el forjado de la obra.

Una red de alambres, formando catenaria, hállase tendida



lateralmente á dichas vigas, sin rebasar su altura (fig 27) Las dos series *a b* de hilos, diámetro 5  $\text{m}/\text{m}$ , son capaces, por sí solas, de

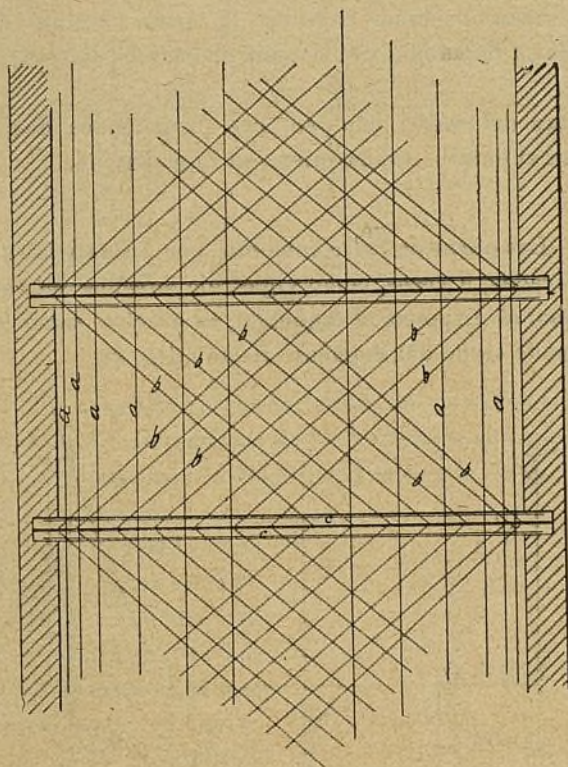


Fig 27.

resistir el peso propio de la solería, mas la carga accidental. En consecuencia: parte del esfuerzo que actúa en la región central del tramo, es transmitido á los puntos de apoyo de las vigas; el momento flector máximo hállase notablemente disminuido: resulta ser la cuarta parte, aproximadamente, del momento efectivo correspondiente á una carga uniformemente repartida. Las catenarias *c*, de refuerzo de las vigas, contribuyen también al mismo objeto.

En tramos de poca luz, son innecesarias las viguetas; en cuyo caso, las catenarias están ancladas directamente á los muros que forman el perímetro de la obra.





§. 31. — *Sistema Golding* — El sistema de este constructor americano, se presta á muchas aplicaciones, sobre todo cuando se trata de cubrir grandes cruñas.

Caracterizan el sistema Golding, la forma original de las armaduras de su invención y el sistema de nervios de refuerzo abovedados.

Al tratar del metal déployé, nos proponemos describir este sistema con el detalle que requiere su importancia.

§. 32. — Las obras de ferro-cemento, por su naturaleza, pueden ser consideradas, á veces, como vigas empotradas en sus apoyos; en cuyo caso: al disponer el esqueleto, es preciso tener en cuenta los cambios de signo del momento flector (fig. 28).

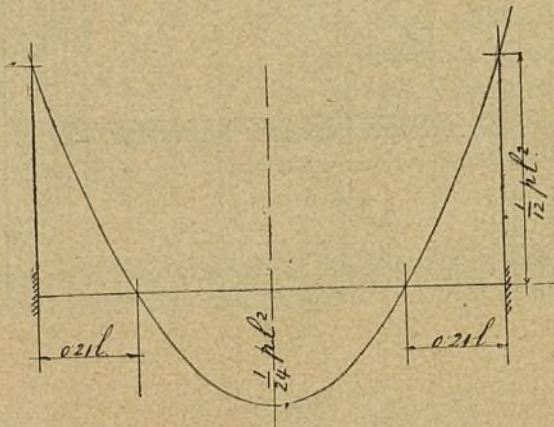


Fig. 28.

En vigas con armaduras dobles, simétricas ó desimétricas, es innecesario recurrir al empleo de barras supletorias; pero cuando el esqueleto está distribuido en una sola cara de la pieza, es preciso evitar que el conglomerado trabaje por estiramiento en la región desprovista de armadura.

Iguales consideraciones subsisten, cuando se aplica la teoría de las vigas continuas al cálculo de ciertas estructuras de ferro-cemento, en consecuencia de su naturaleza monolítica.



La fig. 29, indica el procedimiento empleado por Mr. Hennebique en la construcción de pisos.

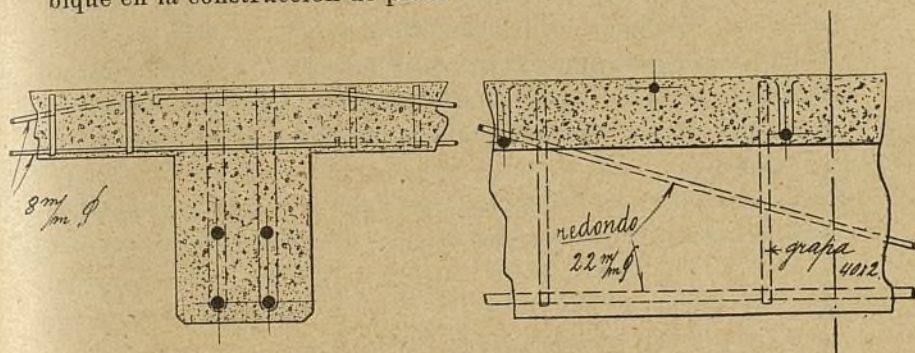


Fig. 29.

§. 33.—Para facilitar el desencofrado de los macizos y para evitar el deterioro de las maderas de los artesones que sirven para el moldeo, se suele emplear la disposición indicada en la fig. 30.

Conviene interponer, entre los macizos de cemento y las caras contiguas de los moldes, una substancia aisladora, con objeto de evitar la posible adherencia del mortero á la madera. Tiras de papel de empaque, resuelven la cuestión de un modo satisfactorio.

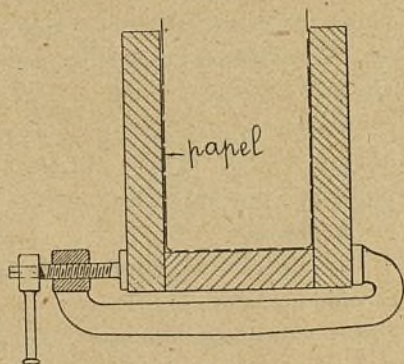


Fig. 30.

§. 34 —El cemento armado tiene excelentes aplicaciones en la fabricación de cañerías.

El esqueleto metálico de esta clase de obras, se compone: de un sistema de barras directrices, dispuestas en forma de hélice, ó en forma de círculo y de un sistema de generatrices, interpuestas entre las barras del primer sistema y la cara del tubo solicitada directamente por la carga.

Los tubos de ferro cemento, se fabrican de diverso modo, según sea la importancia de los mismos. Cuando su diámetro es pequeño,



encuéntrense en el comercio en trozos de largo variable, moldeados mediante formas de madera ó de metal; las uniones se efectúan por medio de enchufes ó de manguitos.

Las tuberías de gran diámetro, se fabrican en obra: directamente, sin juntas y sin necesidad de formas; ó bien: empalmando trozos de tubo, de peso manejable, moldeados previamente, en posición vertical.

En el primer caso, el esqueleto se halla revestido de un tejido metálico que permite el moldeo de la argamasa; dicho esqueleto se fabrica por trozos, de un metro de largo, los cuales se colocan sobre el macizo de asiento de la tubería, enlazándolos sucesivamente con la parte ya terminada de la misma.

En el segundo caso, cuando los diversos trozos de la tubería han adquirido el grado suficiente de dureza, efectúase su empalme por medio de manguitos de ferro-cemento y se obtiene la impermeabilidad de las juntas, con un lechada de Portland.

La calidad y precio de coste de este género de obras, depende mucho de la organización de los trabajos y de la herramienta empleada en ellos; citaremos, como ejemplo, las obras de canalización de Achères, cuyo desarrollo mide aproximadamente 35 kilómetros. Un sistema de vías transportables, vagonetas y grúas montadas sobre carros, mantuvo constantemente á pie de obra el emplazamiento de los talleres. Véase, sobre este particular, el dictámen publicado por MM. Bechmann y Launay en los «Annales des Ponts et Chaussées».

Las barras del esqueleto de las tuberías, son, comunmente, de sección circular; Mr. Bonna emplea perfiles en forma de  $+$ , de ramas diferentes (40 mm.  $\times$  20); Mr. Bordenave, adopta perfiles de  $\Gamma$ , de 12 á 26 mm. de altura; tablas de 4 á 11 mm., ancho; espesor de 1'2 á 2'4 mm.

Quando se emplean varillas redondas, conviene intercalar entre ellas, de metro en metro, perfiles en  $\sqcup$ ,  $\sqsubset$ , etc., con objeto de asegurar la rigidez de la armadura durante su revestimiento con hormigón.

La completa impermeabilidad de las tuberías de cemento armado no se obtiene desde luego; es preciso dejar transcurrir algunos meses de servicio.



Las filtraciones provienen de los huecos que existen en el mortero; con el tiempo, las sales arrastradas por dichas filtraciones acaban por obturar los escapes.

Para asegurar una inmediata impermeabilidad, Mr. Bonna interpone entre el armazón del tubo y la cara interior del mismo, un forro de chapa delgada de acero; de este modo evita que los golpes de ariete puedan arrancar los macizos de hormigón que constituyen el relleno de las mallas del esqueleto. En tal caso, conviene estudiar si resulta más ventajosa una tubería ordinaria de chapa.

§. 35 —El ferro-cemento ha sido aplicado en la construcción de un número muy variado de obras. Nos limitaremos á citar algunas de ellas, indicando, al final de estos apuntes, una extensa bibliografía, útil para el lector cuando desee estudiar la cuestión con más detalle.

Almacenes, oficinas, establecimientos de baños, silos, tuberías, depósitos, alcantarillas, puentes, etc., etc., han sido construídos aplicando los sistemas cuyos principios hemos mencionado.

Citaremos, además, ciertas obras de detalle construídas también con ferro-cemento: balcones, escaleras, ménsulas, etc., etc.

La figura 31, indica la estructura de una escalera apoyada sobre vigas metálicas; las figs. 32 y 33 representan un tipo de escalera de la casa Linder de Basilea.

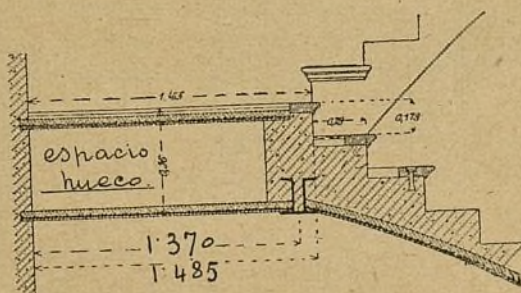


Fig. 31.



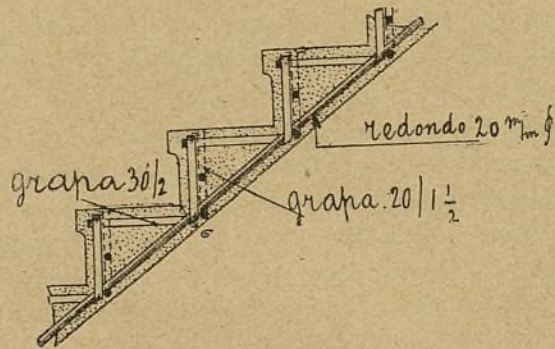


Fig. 32.

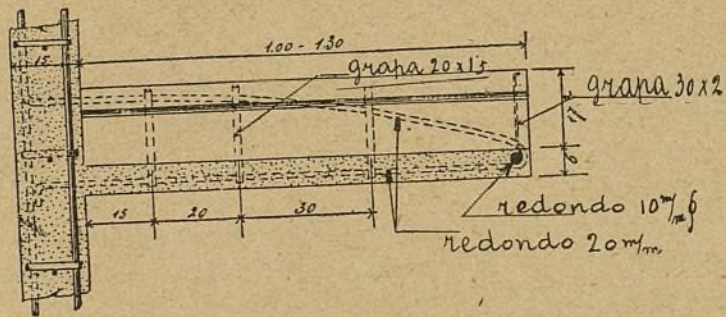


Fig. 33.

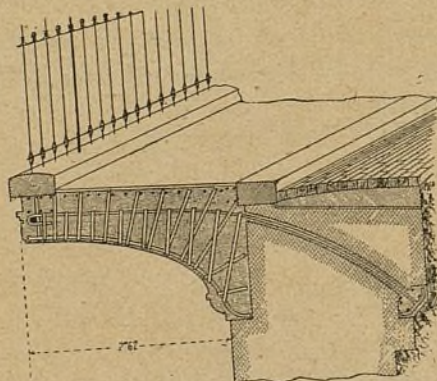


Fig. 34.

Se puede citar, como ejemplo notable de estructuras voladizas, el tipo de acera construida en el boulevard Pereire, con motivo del ensanche del ferrocarril de circunvalación de París (fig. 34).

(Continuará.)



## PROGRESOS DE LA MÁQUINA DE VAPOR DURANTE UN SIGLO

POR EL DR. R. H. THURSTON.

---

Hace veinte años, pasando revista á los progresos hechos por la máquina de vapor hasta aquella fecha y buscando las causas de las ventajas definitivas logradas en la economía de su funcionamiento, el autor en su «History of the Growth of the Steam Engine» (Historia del desarrollo de la máquina de vapor), decía: «La dirección de los perfeccionamientos ha sido señalada por un aumento continuo de la presión del vapor, mayor expansión, disposiciones para obtener vapor seco, mayor velocidad del émbolo, protección cuidadosa contra las pérdidas por radiación y conductibilidad, y en las máquinas marinas por la condensación de superficie».

Estas afirmaciones, así como la discusión detallada de los sistemas para obtener una mejora real desde el tiempo de Watt, empleados ahora y entonces, se aplican igualmente en el día y el resumen vale por todo el siglo. Los puntos más notables de este progreso son tres: 1.º Aumento de la presión del vapor; 2.º aumento correlativo de la relación total de expansión; 3.º aumento continuo de la velocidad del émbolo y de rotación.

De estos métodos el primero y el segundo que de hecho no son más que medios adecuados para obtener un mismo objeto que es el aumento de la diferencia de temperaturas del ciclo de la máquina, da por consecuencia un aumento del rendimiento termodinámico, y el tercero produce una disminución en las pérdidas de calor y trabajo, permitiendo conseguir un trabajo mayor con una máquina más pequeña. De una manera aproximada la economía obtenida con estos métodos es proporcional al incremento de la raíz cuadrada de la extensión total del campo de variación de la temperatura dentro del cual se verifica el trabajo, y al incremento del número recíproco del tiempo empleado por una embolada ó por una revolución de la máquina; en otros términos, al incremento de la velocidad. Es pues interesante y útil el anotar cuales han sido las magnitudes de estas variables, desde el principio del siglo



cuando la máquina de vapor adquirió ya su forma actual, y empezó su inmenso trabajo que nos había de conducir á la civilización actual. Los datos siguientes y los diagramas que los acompañan muestran, aproximadamente, quizás con exactitud suficiente, lo que han sido las velocidades de la máquina, las relaciones de expansión y las presiones del vapor desde que nació el siglo que está expirando, lo que han sido los grados de adelanto y los aumentos de economía efectuado.

El problema del ingeniero dedicado á la perfección de la máquina de vapor, puede resumirse con exactitud y concisión del modo siguiente: Conociendo las condiciones de lo que debiera ser una máquina ideal, puramente térmica, producir una máquina real de un ciclo similar, libre dentro de los límites practicables de los defectos del ciclo y de las pérdidas no térmicas que tienen lugar, por otra parte, y caracterizan todas las máquinas reales en mayor ó menor grado.

La máquina ideal sería una máquina puramente térmica, en el sentido de que sus únicas pérdidas fueran las que tienen lugar en un cilindro de vapor construido con un material perfectamente no conductor, y que no hubiera pérdida de calor por conducción ni radiación, ni por transformación en trabajo inútil. Esto sentado, la solución del problema consistiría solamente en la disposición de una distribución tal, que asegurara la forma propia del ciclo, como figura geométrica y el empleo de un cilindro no conductor y de un fluido no conductor, ó en el caso de que ninguno de estos medios pueda asegurarse, una aproximación tal á estas condiciones que asegurara la mayor proximidad posible al ideal. El empleo de vapor recalentado, el trabajo en compound, y el empleo de máquinas de gran velocidad son sencillamente los medios aplicados, mientras el aumento de la presión y de la relación de expansión y la adopción de la condensación, así como otros medios de disminuir la contrapresión, son los medios de aumentar el rendimiento ideal de la máquina.

Es muy interesante volver la vista hácia atrás en el presente siglo y observar de qué manera la adopción de las disposiciones hoy corrientes para mejorar la máquina de vapor durante este período de su existencia, (que precisamente coincide con el siglo



XIX), han dado el resultado deseado, y de qué manera los rendimientos, trabajo desarrollado y transformación termodinámica, se han ido aproximando á los cálculos de la máquina térmica ideal. La dirección principal del progreso general ha sido hacia las máquinas de gran velocidad, hacia las altas presiones y correspondientes relaciones de expansión total, disminución de las compresiones, recalentamiento del vapor y trabajo en compound, así como el empleo de formas perfeccionadas de distribuidores y sus mecanismos.

El aumento de velocidad de las máquinas asegura una mayor inmunidad contra las pérdidas por conductibilidad y radiación dentro y fuera de la máquina, porque asegura una mayor suma de trabajo y el gasto de más vapor por unidad de tiempo para un volumen dado de cilindro, reduciéndose por consecuencia la pérdida por unidad de peso de vapor y de trabajo útil para una pequeña magnitud. Al doblar la velocidad de la máquina, el tanto por ciento de pérdida se reduce aproximadamente á proporción de la diferencia de los cuadrados de las dos velocidades; mientras que en igualdad de demás condiciones el trabajo producido es el doble, y por lo tanto el coste de construcción de la máquina para una fuerza dada se reduce considerablemente. En las máquinas de Watt, la bomba de vapor, ó la máquina Cornish como se llamó, era más económica que el mismo modelo de máquina rotativa del mismo constructor, por la razón de que careciendo de volante para regular la velocidad, durante una embolada, admitía vapor de tal manera que el émbolo partía de un salto y atravesaba el cilindro tan rápidamente que quedaba relativamente poco tiempo para la pérdida por condensación del vapor en contacto con las paredes frías del cilindro. Esta superioridad se mantuvo bajo este concepto, hasta que otras formas de máquinas tuvieron una velocidad de émbolo parecida á la de la máquina antigua, ó fueron provistas de disposiciones que permitieron alcanzar el mismo resultado reduciendo las pérdidas por otros medios.

Las máquinas modernas en igualdad de demás condiciones, mejoran su rendimiento y dan un trabajo mayor al aumentar su velocidad. La figura 1 muestra como se ha verificado la extensión y progreso bajo este punto de vista en las máquinas marinas, to-



madas como ejemplo de este caso desde el principio de su empleo hasta la fecha. Esta se refiere prácticamente al siglo XIX, puesto

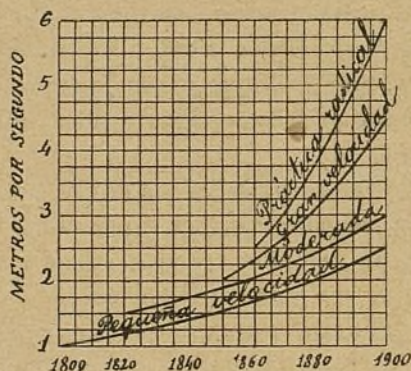


Fig. 1.—Velocidad de los émbolos de las máquinas marinas.

que los trabajos anteriores de Fitch y otros inventores se dieron resultados prácticos.

John Stevens en 1804 y Robert Fulton en 1807, fueron los más avanzados en la aplicación práctica de las máquinas de vapor á la navegación, si bien no hay que olvidar que John Fitch en los Estados Unidos transportaba viajeros por un precio establecido y con un servicio regular, empleando varios vaporcitos de pequeña dimensión y velocidad muy moderada, entre Filadelfia y Bordentown y Trenton, sobre el río Delaware, algunos años antes entre 1787 y 1791.

En la figura la curva más baja del diagrama representa el progreso hecho en la práctica conservadora de Watt y sus sucesores é imitadores; la curva próxima más alta muestra los progresos hechos por los constructores rivales y más radicales desde 1820 en adelante; la siguiente curva muestra las grandes velocidades obtenidas cuando Corliss y sus contemporáneos las introdujeron como peligrosamente elevadas; finalmente la curva superior representa el límite de la práctica más radical, la línea peligrosa aceptada en los últimos cuarenta años del siglo. Según esto, se ve que las



velocidades del émbolo han aumentado de 1 metro á 2'5 por segundo en las máquinas marinas de tipo más moderado durante todo el siglo; que en los que pueden llamarse hoy tipos moderados la velocidad ha aumentado de 1'50 ms. á 3 ms.; en los tipos de gran velocidad el aumento durante sus fechas límites ha sido de 2 metros á mitad del siglo hasta 4'5 ms. en la actualidad, y finalmente los constructores más radicales han aumentado la velocidad de 2'5 hasta seis metros. En casos escepcionales, ó en esfuerzos hechos para realizar verdaderos *tour de force* se han empleado durante algún tiempo velocidades aún mucho mayores.

Los diagramas dados, sin embargo, representan la práctica adoptada mercantilmente por ciertos constructores y en ciertas clases de construcciones. Así los constructores de torpederos han adoptado la práctica radical, mientras los constructores de pequeños buques para trayectos cortos, han conservado las velocidades bajas que consideraban como económicas y de seguridad más permanente.

Las velocidades de las máquinas pueden ser medidas ó por la de los émbolos ó por la de rotación, y claro está que esta última y la longitud de carrera determinan la velocidad del émbolo. En algunas máquinas, como en las que tienen válvulas de distribución de trinquete, la velocidad de rotación queda limitada á la que permite la necesidad de asegurar el funcionamiento del trinquete, y esto, por ejemplo, en las máquinas Corliss no puede lograrse en la actualidad á poco más de 100 revoluciones por minuto, si bien se conocen ejemplos de velocidades mucho mayores, y en un caso especial se mantuvo durante algunos años una velocidad de 160 revoluciones.

La figura 2 representa el progreso logrado en las velocidades de rotación que, naturalmente, han aumentado en el mismo sentido que las de los émbolos. La curva más baja del diagrama corresponde á máquinas pesadas y una práctica de construcción muy conservadora; la línea intermedia de las velocidades para la buena práctica corriente en las respectivas fechas y la curva superior, muestra el límite que se considera seguro en la construcción más atrevida para las máquinas, que como las marinas no tienen limitación práctica para la velocidad, por el sistema de distribución



empleado. Cada curva tiene sus escalas apropiadas indicadas al borde del diagrama.

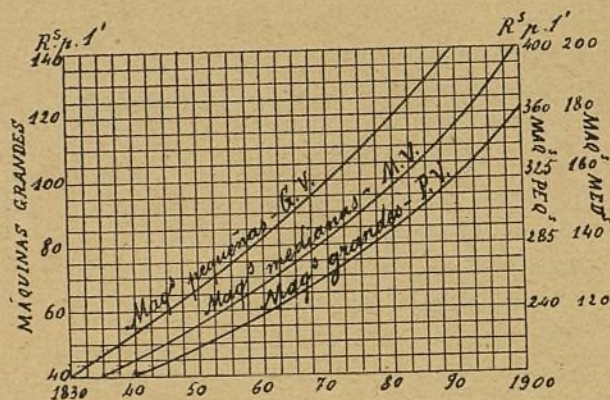


Fig. 2. - Velocidad de rotación de las máquinas marinas, 1800-1900.

La práctica de los torpederos corresponde al caso más alto y la construcción de máquinas marinas buenas al intermedio. La línea más baja ha subido de 40 revoluciones en 1840, á 100 ó 110 en 1890 ó 1899 y parece que llegará para una práctica moderada á 120 revoluciones al final del-siglo. Las máquinas marinas muy grandes con sus diámetros mayores de 3 ó 4 pies (0·900 á 1<sup>m</sup>,200) en sus cilindros de alta presión y de 6 á 8 (1<sup>m</sup>,800 á 2<sup>m</sup>,400) en los de baja con carreras de 1<sup>m</sup>,500 á 1<sup>m</sup>,800, giran hoy á 90 ó 100 revoluciones por minuto con seguridad aparente, y con una indiscutible ventaja en la economía y la reducción de peso y volumen. Las máquinas de mediana fuerza y dimensión han aumentado de una manera parecida de 100 á 200 revoluciones, y las pequeñas máquinas de gran velocidad de los torpederos han sido construidas con miras radicales en estos últimos años, hasta funcionar á velocidades de rotación antes increíbles: entre 400 y 600 revoluciones. Al mismo tiempo las turbinas de vapor han dado un paso que jamás hubieran podido alcanzar los constructores de torpederos con sus máquinas de 5 á 10000 revoluciones por minuto; los tipos de mayores dimensiones no bajarán probablemente de la velocidad de 1000 á 2000 revoluciones.



La figura 3 representa la velocidad del émbolo de las locomotoras desde el principio de su introducción hasta el día, progreso que coincide también con el siglo. La línea inferior representa lo

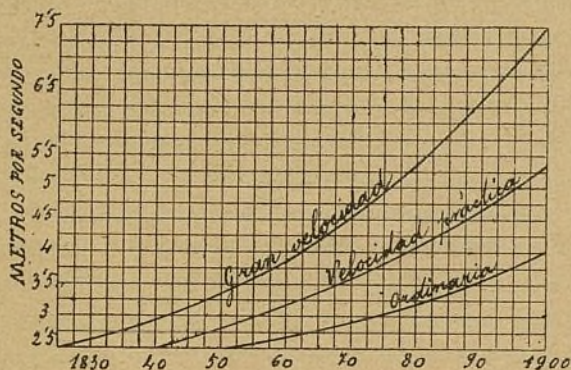


Fig. 3.—Velocidad de los émbolos de locomotoras.

que parece haber sido considerado como práctica modelo desde el tiempo en que ésta se sigue; la línea media muestra los adelantos del siglo en la buena práctica ordinaria, y la línea superior corresponde á las máquinas de gran velocidad. Estas deducciones sin embargo, no deben tomarse como exactas ó comprobadas. La velocidad de la locomotora es necesariamente muy variable. El carácter de su servicio varía en gran manera y los constructores se ven obligados por estas varias condiciones, más que por consideraciones de economía de combustible.

La práctica ordinaria se estableció aproximadamente en 1850, después de medio año de experiencia y variaciones de los tipos y métodos de construcción. El modelo fué establecido, hay que reconocerlo, por George y Robert Stephenson en 1830. Existe sin embargo una variación mucho menor en la práctica de reputados constructores de este ramo que en la construcción de máquinas marinas. También se debe hacer constar que en los primeros tiempos hubo ocasiones en que las máquinas de aquella época fueron obligadas á funcionar á una velocidad que rivaliza con la de las máquinas similares actuales; como cuando George y Robert Stephen-



son en Septiembre de 1830 llevaron la máquina *Rocket* á razón de 58 kilómetros por hora, llevando el estadista Huskisson herido á su casa, recorriendo 24 kilómetros en 25 minutos. Esta máquina fué llevada en 1837 á la velocidad de 6'4 kilómetros en 4  $\frac{1}{2}$  minutos en el Midgeholme Railway, cerca de Carlisle; una velocidad de 84 kilómetros por hora.

La práctica corriente, durante el pasado medio siglo ó más, ha subido según los tipos de Stephenson y sus sucesores, de 2<sup>m</sup>,50 ó 3<sup>m</sup> por segundo á unos 5<sup>m</sup> al fin del siglo: mientras las grandes velocidades más exageradas deben tomarse un 30 ó 50 por ciento mayores como máximos adoptados en ocasiones especiales.

Las presiones del vapor han ido aumentando constantemente desde los tiempos de Watt, si bien es curioso recordar que algunos de los trabajos experimentales de los inventores de la máquina marina así como de la locomotora, fueron hechos con presiones considerables, y al mismo tiempo las máquinas fijas de Jacob Perkins trabajaron á presiones de 70 á 100 kilogramos por centímetro cuadrado y el mismo inventor en 1836 propuso el empleo de presiones de 140 kilogramos (?). El Dr. Albans un poco después adoptó presiones de 42 á 56 kilogramos y con ellas hizo funcionar pequeñas máquinas por algún tiempo con gran economía y sin dificultades aparentes. Sin embargo, los modelos de máquinas marinas, así como las bombas de vapor de principios del siglo empleaban el vapor á una presión poco superior á la atmosférica y se tardó mucho en aumentarla.

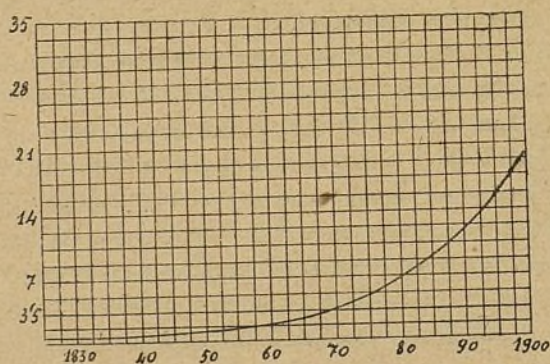


Fig. 4.—Presiones del vapor en las máquinas marinas.



La figura 4 representa la marcha general de este cambio en las máquinas marinas desde principio del siglo, en buques de servicio regular. Durante mucho tiempo el aumento fué sumamente pequeño; pero aproximadamente hácia la mitad del siglo, la introducción del condensador de superficie, permitiendo el empleo de agua dulce en las calderas ó á lo menos evitando la introducción de agua de mar, y por lo tanto permitiendo al maquinista salir de las dificultades debidas á la precipitación continua de materias sólidas sobre las superficies expuestas al fuego de la caldera; dieron lugar á la adopción de presiones de vapor cada vez mayores y permitieron al proyectista adoptar las disposiciones convenientes para utilizar un mayor campo de temperatura, que se lograron con un aumento en la presión y dieron un mayor rendimiento térmico.

Desde aquel tiempo el aumento se ha hecho rápidamente, y la ley de incremento con el tiempo está representada aproximadamente por la curva del diagrama. El aumento de presión, á su vez, hizo necesario adoptar primeramente la máquina Compound de dos cilindros, luego la de triple expansión y últimamente la de cuádruple. La máquina Compound apareció en 1854, la de triple en 1874 y la cuádruple en los últimos años del siglo. La demanda de presiones elevadas, al mismo tiempo, determinó una modificación gradual de los tipos de calderas y últimamente obligó á adoptar las calderas multitubulares calentadas exteriormente, hoy ya corrientes; una forma de calderas aparecidas al mismo tiempo que las máquinas de vapor del tipo moderno.

El aumento de la relación de expansión adoptado desde el principio ha ido de un modo casi constante en relación con la presión y puede calcularse, de un modo aproximado, para máquinas de condensación ordinarias en un décimo de la presión de la caldera expresada en libras dividida por diez (expresando la presión en atmósferas ó kilogramos por centímetro cuadrado, esto equivale á multiplicar por 1'4). La presión final en buenas máquinas ha sido de unos 0'70 kg., bajando en máquinas del mayor rendimiento y que dan el máximo de trabajo en un tiempo dado á 0'55 y en algunos casos á 0'50 y 0'42 kgs. absolutos. La relación exacta entre la razón de la presión del vapor con la contrapresión y la expansión total en todas las clases de máquinas han sido afectadas necesaria-



mente de un modo muy apreciable por el grado de aproximación á la expansión ideal ó adiabática. La condensación inicial y la reevaporación consiguiente tienen una influencia muy marcada sobre esta relación, y esta á su vez depende del carácter de la construcción y de las cualidades del fluido.

La mejora última de la máquina de vapor que señala el mejor adelanto del siglo y particularmente de sus últimos años, es la que reduce esta diferencia del ideal termodinámico, que es consecuencia de la pérdida interior que supone el cambio de calor entre el vapor y el metal del cilindro. El ciclo ideal de Rankine del cilindro no conductor, puede asegurarse con el sistema actual de hacer los cilindros no conductores, ó dando al vapor casi gaseoso la cualidad de reducir considerablemente, sino del todo, este cambio de calor. Empleando un fluido ó un cilindro no conductor, el cambio de calor es imposible.

El desecado y recalentado del vapor ha venido á reconocerse como un sistema esencial en el funcionamiento económico de la máquina de vapor. Los separadores en la proximidad del cilindro son hoy día muy eficaces para separar las menores partículas de agua del vapor que entra en la máquina y de este modo el recalentamiento se facilita mucho; pero el recalentamiento en sí mismo es un problema que ni en construcción ni en funcionamiento está completamente resuelto. A pesar de esto, todas las máquinas que dan un máximo de economía en la actualidad emplean vapor seco y más ó menos recalentado. Estos métodos se aplican no solo para la entrada de vapor en la máquina, sino que se emplean amenudo entre cilindros cuando la máquina tiene varios. En este caso la separación es siempre practicable y fácil de hacer efectiva, pero el recalentamiento, aún cuando se disponga expresamente, raras veces tiene lugar en los «recalentadores». Una caloría empleada en recalentar el vapor antes de su introducción en el cilindro, sea éste de alta, mediana ó baja presión, equivale á varias que se ahorran de vapor; pero las dificultades prácticas son tales, que aún en las mejores máquinas modernas es raro ver calentar el vapor más de 28° C. y el recalentamiento entre cilindros se efectúa raras veces. Los mejores rendimientos modernos han sido obtenidos con máquinas en las cuales se logra la mayor aproximación á las condi-



ciones termodinámicas ideales. La variación usual de rendimiento con la de velocidad de la máquina, no es en este caso tan notable y siempre menos importante.

Las deducciones fundamentales de la experiencia, así como del examen teórico del problema, y los principios que deben presidir á la construcción y funcionamiento de la máquina de vapor en la cual se desea un rendimiento máximo, son los siguientes:

- 1.º Adoptar la presión del vapor tan elevada como lo permita la seguridad, dadas las condiciones del caso.
- 2.º Procurar la contrapresión más baja posible.
- 3.º Dar la expansión entre los mayores límites de temperatura y presión que se han encontrado industrialmente satisfactorios.
- 4.º Adoptar la mayor velocidad posible dentro de la seguridad.
- 5.º Emplear vapor seco y si es practicable, recalentado moderadamente en todos los cilindros.
- 6.º Proyectar la máquina de tal manera que los rozamientos y las pérdidas exteriores de calor queden reducidas á los menores límites prácticos.
- 7.º Al aplicar cualquiera disposición para aumentar el rendimiento, calcular el límite en el cual la ventaja obtenida es compensada por el coste adicional. Al escoger un tipo de máquina para una aplicación cualquiera, averiguar cual es la que da un trabajo útil mayor por unidad gastada en producirlo.

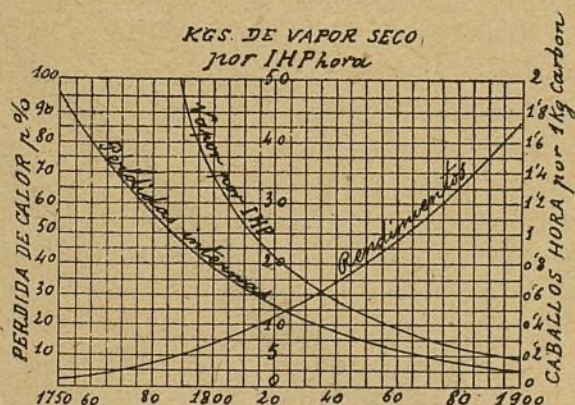


Fig. 5.—Progreso del rendimiento de la máquina de vapor.—1750-1900.



El progreso en el perfeccionamiento de la máquina de vapor se mide por el aumento de rendimiento, asegurado por las mejoras introducidas en su construcción y funcionamiento. Este aumento está representado en la fig. 5 que comprende las curvas del rendimiento medio de la máquina de vapor, en sus mejores tipos desde Smeaton y Newcomen hasta el final del siglo XIX. Una curva de rendimiento mide el aumento de trabajo útil logrado por unidad de combustible consumido; la curva del calor, consumo de vapor y de combustible representa la cantidad gastada por caballo y por hora. Se ve bien que las pérdidas interiores de la máquina, que constituían al principio un 95 por ciento de todo el calor, vapor y combustible gastado, se han ido extinguiendo hasta el punto de que un 80 por ciento ó más del vapor se utiliza en el cilindro.

La curva del calor, vapor y combustible gastados, es quizás la medida más corriente del crecimiento del rendimiento de la máquina durante el siglo que fine.

La escala adoptada corresponde á kilogramos de vapor por caballo hora indicado, que equivale aproximadamente á 600 calorías entre el agua de alimentación y la temperatura del vapor. Puede servir la misma curva para otra escala de décimos de kilogramos de combustible, suponiendo para un rendimiento máximo de las calderas, que cada kilogramo de carbón produce diez kilogramos de vapor. Se ve bien, que el aumento de rendimiento se ha aproximado recientemente á 0'20 caballos hora por kilogramo de carbón en la curva de rendimientos cada diez años; 0'45 kilogramos de vapor y 0'045 kilogramos de combustible en igual período en la curva del calor y que la disminución de la magnitud de las pérdidas interiores ha sido y continúa siendo de 1 por ciento en cada diez años. Estas proporciones de aumento deben ser tomadas como correspondientes á la época actual y en proporción algo menor es de creer que continuarán en años sucesivos, del mismo modo que los incrementos de presión, relación de expansión y velocidad de la máquina, es de esperar que prolongarán las curvas en la década próxima, é irán siguiendo la misma dirección observada hasta aquí en los diagramas, hasta que un cambio inesperado debido á la inversión ó á la aproximación de la curva hacia un punto crítico, desconocido hasta ahora, determinará un cambio en la ley del pro-



greso. Pero un cambio de este género no afecta á nuestra profecía y tenemos sin duda una predicción científica instructiva y sumamente útil «En este terreno la ciencia habla como un oráculo.»

El límite para el porvenir inmediato parece ser de diez libras de vapor (4'54 kgs.), una libra de combustible (0'454 kgs) y un rendimiento de 2'2 caballos hora por 1 kg. de combustible; sobre estos límites es difícil esperar progreso alguno, excepto en condiciones hoy fuera de los actuales puntos de vista de la ingeniería.

Algunas máquinas aisladas han excedido en rendimiento de los límites arriba indicados, como los mejores resultados generales del perfeccionamiento progresivo del siglo. Es, pues, interesante comparar la aproximación de los datos presentados y de las máquinas aisladas con la máquina de vapor idealmente perfecta. Si fuese posible producir una máquina térmica absolutamente perfecta, fuese de vapor ó de cualquier otro tipo calórico, operando con gases, vapores, líquidos ó sustancias sólidas, su rendimiento máximo no sería la unidad, sino una fracción que es medida por la relación de la diferencia máxima de temperatura de trabajo con la temperatura absoluta máxima, es decir, el rendimiento teórico del ciclo de Carnot. Este es, por lo tanto, el tipo de comparación que debe aceptarse en nuestro caso. Numéricamente representado es una cantidad variable, que crece, naturalmente, con la elevación de la presión del vapor en el caso de la máquina de vapor. Se admite que es proporcional al logaritmo de dicha presión, cuando la contrapresión es el mínimo práctico. Su valor viene dado con suficiente aproximación para el objeto actual, por la expresión  $Q = \frac{a}{\log. p'}$  en la cual  $Q$  es el gasto de calor, vapor ó combustible, según los valores de  $a$  y  $p'$ , la presión en libras inglesas por pulgada cuadrada. Traducida esta fórmula al sistema métrico decimal, se convierte en  $Q = \frac{a}{\log. 14'3 p}$ , siendo  $p$  la presión en kilogramos por centímetro cuadrado, y los valores de  $a$  son aproximadamente 4050 para hallar  $Q$  en calorías, 6'75 si se quiere  $Q$  en kilogramos de vapor y 0'675 para tener  $Q$  en kilogramos de combustible. El tanto por ciento de rendimiento térmico viene dado por la fórmula decimal  $E = 12'5 \log. 14'3 p$ , que es aplicable entre las presiones usuales.



Empleando estas diversas expresiones, se ve que el rendimiento del ciclo de Carnot, dentro de las presiones acostumbradas, resulta ser de 25 por ciento para una presión de 100 libras ó 7 kgs., y que multiplicando esta presión por 10, el rendimiento se eleva á 37'5. Al mismo tiempo, el gasto en calorías resultaría ser de 2025 por caballo hora; el de vapor á 600 calorías por kilogramo, de 3'375 kgs. y el de combustible de 0'3375 kgs. para 7 kgs. de presión; y á alta presión estas cantidades, se convierten en 1350 calorías, 2'250 kgs. de vapor y 0'225 kgs. de combustible de buena calidad, quemado en una caldera de gran rendimiento.

El ciclo de Rankine, defectuoso por la falta de la compresión que caracteriza el ciclo de Carnot, hace variar las constantes de las fórmulas anteriores aumentando el consumo de calor, vapor y combustible y bajando en la misma proporción el rendimiento. Si tienen lugar pérdidas de calor, como sucede en realidad, de 20 por ciento, esto introduce nuevas variaciones sobre los valores teóricos. Los gastos de las mejores máquinas corresponden probablemente á un 20 por 100 de pérdida interior, y las constantes se convierten en 4900 y 5900 para los valores ideal y real respecti-

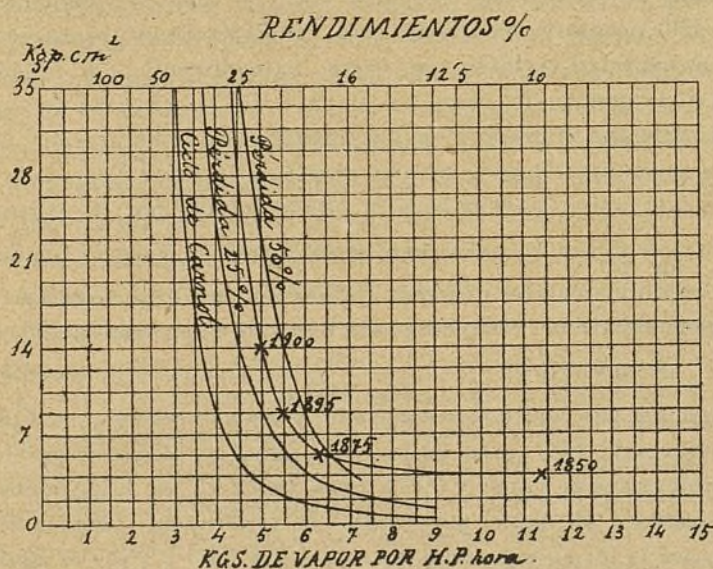


Fig. 6.



vamente, del gasto de calor, y la constante del rendimiento se convierte en 15 y 18 respectivamente.

La figura 6 representa, según esta base, el límite ideal del ciclo de Carnot, midiéndose el rendimiento por el gasto de calor en kilogramos de vapor, equivalente cada uno á 600 calorías, y á un consumo de 100 gramos de combustible. Los diagramas corresponden á una presión máxima de 35 kilogramos por centímetro cuadrado. La curva de la izquierda representa el caso ideal del ciclo de Carnot, y su rendimiento creciente á medida que la presión empleada crece desde los valores bajos de principios y mediados de siglo hasta el máximo de la práctica más avanzada de los principales constructores del día. El gasto del caballo hora, varía desde 5'5 á 6 kgs. de vapor para la presión mínima hasta unos 4 kilogramos para la presión de 7 kgs, 3'50 y 3'20 respectivamente para 14 y 20 kgs. de presión y unos 3 kgs. para la presión de 35 kilogramos. Para una presión de 70 kgs. la curva de la figura daría 2'70 kgs. de vapor por caballo hora.

Parece completamente práctico, según las experiencias hechas hasta la fecha, el poder asegurar una aproximación igual al ciclo ideal en las máquinas de alta que en las de baja presión. Una pérdida de 25 á 50 por ciento es lo que puede tomarse para hallar el valor ordinario del rendimiento de las máquinas de vapor construídas por casas reputadas, empleando máquinas de varios cilindros desde el momento que la presión pasa de 7 kilogramos y adoptando camisas de vapor y un moderado recalentamiento para el mejor rendimiento de la máquina, especialmente cuando la velocidad del émbolo es pequeña como sucede en las máquinas ordinarias para bombas. En la figura se han trazado dos curvas correspondientes á estos rendimientos, y el área comprendida entre ellas puede considerarse como la ocupada por la práctica moderna hasta el límite actual de los buenos constructores. El hecho de que la dirección de la práctica de hoy y de antes siga tan aproximadamente estas líneas y que los únicos experimentos llevados científicamente y relacionados con las fechas para sus límites máximos muestran la verdad de las conclusiones precedentes, nos da una buena base para hacer deducciones generales.

El peso del vapor por caballo indicado hora viene dado para



el caso ideal por la fórmula  $W = \frac{8 \cdot 10}{\log 14 \cdot 3 p}$  para el caso ideal, mientras las experiencias dan aproximadamente  $W = \frac{11 \cdot 30}{\log 14 \cdot 3 p}$  para la buena práctica en los mayores límites adoptados como modelos. En la figura 6 están inscritas también las fechas en las cuales han sido alcanzados los rendimientos anotados por los buenos constructores en general y la marcha aproximada hacia el fin del siglo. Se ve bien que estas observaciones cronológicas caen dentro de una curva seguida y la deducción inevitable es que no sólo continuarán creciendo las presiones del vapor y las relaciones de expansión en el porvenir inmediato, sino que también puede esperarse mejorar en este sentido, ligeramente en el aumento de rendimiento, y rápidamente en el aumento de presión, en cuanto los modelos perfeccionados de calderas de vapor van haciendo seguro el empleo de tales presiones y los consumidores y constructores van deponiendo poco á poco los prejuicios que hasta aquí tenían contra las presiones elevadas.

Debemos esperar dentro de algunos años más, ver emplear el vapor en máquinas de gran rendimiento de 35 á 70 kilogramos por centímetro cuadrado, manteniéndose la tensión del vapor en gran parte por un recalentamiento preliminar hecho á lo menos en proporciones moderadas, con recalentadores entre los cilindros en serie y con camisas sobre los cilindros en las máquinas para bombas, de pequeña velocidad, tal como se hace actualmente. Dado el modo como las «calderas inexplosibles» se han ido mejorando y desarrollando al fin de este siglo, podemos predecir con seguridad que las presiones tipos crecerán muy rápidamente hasta efectuar completamente esta revolución en la construcción de calderas. El siglo XX se inaugura con un *record* para el coste del trabajo motor reducido á 4·50 kgs. de vapor, aproximadamente por caballo hora y el nuevo siglo verá sin duda la aproximación al caso ideal mucho más cercana, así como el gasto térmico en calorías se reducirá seguramente de 2500 á tipos mucho más bajos.

La ventaja será, sin embargo, mucho menor en el siglo próximo, porque las grandes pérdidas del principio del siglo XIX han sido reducidas en gran parte, dejando relativamente un campo



pequeño para el progreso, y, por otra parte, porque el progreso de los perfeccionamientos sucesivos está siempre en progresión decreciente. Si el siglo próximo ve el coste del caballo indicado, reducido á 2000 calorías por hora, ó á 3'50 kgs. de vapor, ó á 0 350 kilogramos de combustible de buena calidad, quemado en las mejores calderas, se habrá logrado el mayor adelanto que se puede calcular anticipadamente para el primer siglo del próximo milenio.

Traducido del «Cassiers Magazine» por

J. S. B.



## NOTICIAS

LA MÁQUINA DE VAPOR AL FINAL DEL SIGLO XIX — Con este título, el distinguido profesor Thurston ha presentado una comunicación muy interesante á la reunión de Nueva-York de la «American Society of Mechanical Engineers.»

La «Nordberg Manufacturing Company» ha instalado recientemente en la estación de la «Pensylvania Company» cerca de Pittsburgh (E. U.) una máquina sistema Nordberg de 4 cilindros y cuádruple expansión, funcionando con vapor á 14 kgs. de presión destinada á mover unas bombas que elevan agua del río Alleghany á 180 metros de altura, proporcionando en 24 horas 22000 m.<sup>3</sup>

Las bombas son de doble efecto con émbolos buzos con cuerpo de bomba en dos partes y cuatro válvulas dispuestas unas encima de otras al lado de los cuerpos de bomba. Los cilindros están agrupados de dos en dos con un vastágo común que mueve un juego de bombas; el primero va con el tercero y el segundo con el cuarto, y las manivelas que mueven el árbol común están á 180°. Entre los cilindros hay *receivers* que contienen un haz tubular para recalentar el vapor. Para reducir las pérdidas de calor los cilindros se apoyan en la placa por medio de una superficie muy reducida y el resto está recubierto de una materia aisladora, además de existir camisas de vapor en toda la parte cilíndrica. La distribución es Corliss, excepto el escape del cilindro 3.º y la admisión y escape del 4.º que se verifican por medio de válvulas de simple asiento, con objeto de reducir los espacios perjudiciales, y fija en el cuarto. Los diámetros de los cilindros son de 0'495, 0'750, 1'257 y 1'460, lo cual da las relaciones sucesivas de volúmen de 1, 2'25, 6'45 y 8'70; los émbolos buzos tienen 0'375 ms. de diámetro y la carrera común es de 1'067 ms. La condensación se hace por medio de un condensador de superficie.

Los resultados obtenidos son las siguientes: La máquina ha desarrollado 712 caballos indicados y el trabajo efectivo ha sido de 23650 m.<sup>3</sup> en 24 horas. con una carga de 183'90 ms. de agua. El peso del vapor consumido por caballo indicado y por hora ha sido de 5'55 kgs. El calor gastado es de 45'67 calorías por caballo indicado y por minuto, ó sea 2745 calorías por caballo-hora. Finalmente el rendimiento total de la máquina se eleva á 101 kgms. por caloría y á 49000 kgms. por kilogramo de vapor seco.

Según Mr. Thurston, estos resultados son un 10 p<sup>o</sup>/o superiores á los mejores obtenidos hasta el día y constituyen el verdadero *record* de las máquinas de vapor durante el siglo actual.



ESTACIONES CENTRALES DE FUERZA MOTRIZ Y DE CALEFACCIÓN POR VAPOR.—Según una nota del «Feilden's Magazine» que reproduce el «Bulletin de la Societe des Ingenieurs Civils de France» en los Estados Unidos existen varias instalaciones centrales de producción de vapor para distribuirlo por la ciudad con destino á la producción de fuerza ó á la calefacción. La principal dificultad consiste naturalmente en evitar la condensación, pero según la nota, adoptando las precauciones convenientes, para presiones de 3 á 4 kilogramos por centímetro cuadrado, la condensación no excede de 1'6 p % por kilómetro de tubería en tubos de 75 milímetros y de 1'25 p % en tubos de 125. Experiencias hechas en Detroit han demostrado que se puede mantener una presión de 4'20 kilogramos por centímetro cuadrado en conductos de 0'250 y 0'150 milímetros de diámetro y 6'5 kilómetros de longitud, con tomas de vapor todo el recorrido. Pero para esto deben emplearse tubos de hierro soldados á recubrimiento y estos tubos deben envolverse con mucho cuidado para prevenir el enfriamiento. M. Holly, ingeniero muy práctico en esta clase de instalaciones, emplea para recubrir los tubos el siguiente método: El tubo es colocado sobre un torno y envuelto primeramente en amianto, después en una capa de filtro, papel secante y papel de cáñamo; después de esto se colocan todo alrededor listones de madera en sentido del eje y se fijan por medio de un alambre de cobre arrollado en hélice. El tubo así preparado se introduce en un tronco de árbol agujereado en el centro de modo que entre el tronco y el tubo quede una capa de aire y el espesor de madera al exterior sea de 75 á 125 milímetros. El conjunto se coloca en una zanja de poca profundidad cuyo fondo está recubierto de tejas para evitar el contacto con la tierra húmeda; después se colocan encima unas tablas de 35 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de espesor y á cada lado troncos de árbol para dejar una capa de aire, y finalmente se pintan las tablas con brea y se rellena de tierra el resto de la zanja. Los conductos así establecidos pierden muy poco calor por radiación; en una línea hecha con tubos de 75 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diámetro y 480 ms. de longitud con una inclinación total de 6'10 metros y provista de un purgador automático en la parte más baja se mantuvo durante doce horas una presión de 1'4 kgs. por cm.<sup>2</sup> y el peso total de vapor condensado fué de 37 kilogramos, lo cual corresponde á un 2'5 p % del vapor producido por las calderas. Para la dilatación y contracción de los tubos se introducen de vez en cuando juntas especiales y además á intervalos regulares hay cajas de servicio que sirven para colocar las tomas de vapor y los contadores para los embranques de los abonados.

Estas instalaciones además del interés comercial que tienen, reduciendo el número de hogares independientes que hay en una ciudad, han de tener una influencia muy favorable sobre el estado de la atmósfera de los grandes centros de población.



UN TRANSFORMADOR DE GRAN POTENCIA Y VOLTAJE VARIABLE.  
—En un número reciente del «Electrical Engineer» se describe un transformador de 450 kilowatts instalado recientemente en los talleres de la Acheson Graphite Cy que reciben la corriente de la Niagara Power Cy y la aplican á la producción del grafito por medio de carbón amorfo ó cok. La corriente llega á la fábrica á 2200 volts y es transformada á 12 volts con una intensidad de 37500 amperes. Para el voltaje puede variarse aumentando progresivamente hasta 30 volts. Para ello se hace variar el número de vueltas de arrollamiento de alta tensión sin tocar las conexiones del circuito secundario, de modo que la modificación del voltaje va acompañada de un cambio considerable en el flujo magnético empleado. Un cuadro lleva 20 conmutadores, cada uno de los cuales corresponde á un veinteavo de la diferencia entre los números máximo y mínimo del arrollamiento primario. Cuando se pasa de un grado al siguiente, se introduce una resistencia, de modo que no hay interrupción de corriente y tampoco cambios bruscos. Este transformador ha sido construido por la Sociedad Westinghouse y tiene aislamiento por aceite y enfriamiento por agua. El circuito secundario consiste en una simple vuelta de barras de cobre macizo unidas paralelamente. Su número total es de 8 y su sección de  $150 \times 20 \text{ m/m}$  cada una. El conjunto está metido en una envolvente de hierro de  $1.63 \text{ m}$  diámetro por  $1 \text{ m}, 830$  de altura.

---