

Año 25.

Núms 4, 5 y 6.

# 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 Paris de 1889  
y en la de Bruselas de 1897

---

ABRIL, MAYO Y JUNIO

---

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN, EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN  
CALE DE PELAYO, NÚMERO 9, ENTRESUELO

TELÉFONO, 541

Ayuntamiento de Madrid

## COMISIÓN DE LA REVISTA

D. Augusto de Rull, Presidente.  
D. José Playá, Vocal  
D. Álvaro Llatas, id.  
D. Carlos Montañés, id.  
D. Cayetano Cornet, id.  
D. Antonio Ibas, id.  
D. Evelio M.ª Doria, id.  
D. Ramón Solé, Secretario

### SUMARIO

Estación-apadero del Paseo de Gracia en Barcelona, (conclusión).  
Empleo del combustible líquido en la navegación.  
Resistencia práctica de las cuerdas de cáñamo.  
Estadística de la industria eléctrica en España.

#### Noticias:

La lubricación de los cilindros de vapor.  
Los alambres telefónicos.  
La locomotora más potente.  
Utilización de la fuerza hidráulica para los ferro-carriles.  
Concurso.

#### Bibliografía.

### PRECIOS DE SUSCRIPCION

10 PESETAS ANUALES EN TODA ESPAÑA Y 12 EN EL EXTRANGERO

UN NÚMERO SUELTO UNA PESETA

### PRECIOS DE LOS ANUNCIOS

SEGÚNVARIA 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 Universidad, 14

### Calderas multitubulares inexplorables sistema NICKLAUSSE

La caldera **Nicklausse** posee ventajas no conocidas aún en ningún otro sistema de calderas tubulares. Los tubos son desmontables por el frente de la caldera, sin necesidad de quitar ningún elemento. Las juntas son cónicas y equilibradas. No tienen tirantes ni tuercas. Con la caldera **Nicklausse** 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. Nicklausse 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 Browett Lindley & C.<sup>o</sup> 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.

# THE ENGINEER

Es la más antigua y más alta autoridad americana  
sobre Ingeniería Mecánica práctica y Eléctrica.

Publicación bi-mensual

30 PÁGINAS DE TEXTO POR CADA NÚMERO

Editado en inglés

Leyendo THE ENGINEER se interesará y familiarizará con  
los progresos de la Ingeniería en América.

\$ **3,50** por año, porte pagado.

Número de muestra GRATIS á quien lo solicite.

THE ENGINEER PUBLISHING CO., CLEVELAND, E. U. A.

## DISPONIBLE

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



# LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA BARCELONA



## Talleres de Construcción: 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 ferrocarriles. Construcciones metálicas.—Puentes y armaduras.—Mercados públicos.—Gruas de mano, de vapor é 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.

# 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 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.—**Presas 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.



# COMPañÍA DEL FRENO DE VACIO

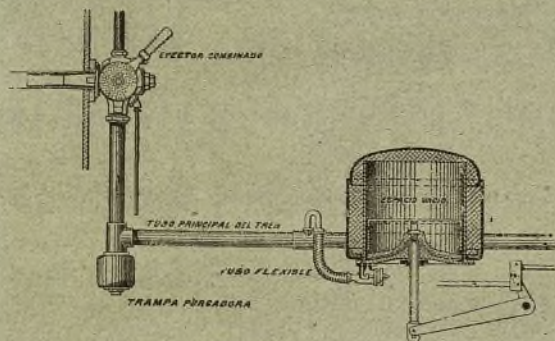
Dirección para España, Portugal, Francia y Bélgica: 15, RUE PORTALIS, PARÍS

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

## FRENOS CONTINUOS AUTOMÁTICOS Y NO AUTOMÁTICOS

PARA FERROCARRILES Y TRANVIAS A VAPOR

FRENOS DE ACCIÓN RÁPIDA para trenes largos militares y mercancías.



## 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. Moabit.  
Amsterdam, O. Z. Woorburgwall, 217.  
Florençia, 21, Via Cavour.

San Petersburgo, Admiralitats-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.

# 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  
sloanunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.  
Ayuntamiento de Madrid



# FRANCISCO DE A. MAS

REPRESENTANTE DE FÁBRICAS 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  $210 \text{ m/m}$  de diámetro y 14 metros de longitud, viguetas **T** hasta  $550 \text{ m/m}$  de altura, **L** hasta  $381 \text{ m/m}$ , hierros **L**, **T**, carriles, zorés ó traviesas Wautherin, llantas y demás perfiles especiales.

**Chapas de hierro y acero:** hasta  $3\text{m}500$  de ancho por grandes dimensiones y calidad especial para calderas, hogares, gasómetros, puentes, para trabajos de forja, etc.—**Chapas estriadas.**—**Planos anchos laminados hasta  $1000 \text{ m/m}$  de ancho y 30 metros de longitud.**—Chapas circulares hasta  $3\text{m}600$  de diámetro.—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, empalmadas 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.**

**Máquinas herramientas para talleres de construcciones metálicas, caldererías y para trabajar la madera.**

**Chapas** de fabricación especial con un grado de histeresis muy reducido y **acero** moldeado de gran permeabilidad magnética, para **dinamos y otros aparatos eléctricos.**

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

**Cobre rojo** sin soldadura de fabricación electrolítica en tubos, cilindros y camisas de condensadores, hasta dos metros de diámetro.

**Planchas** de zinc y de hoja de lata **niqueladas** y **latonizadas** por procedimiento eléctrico.

**Acero moldeado** según diseño hasta 10000 ks. la pieza.

**Hierro colado:** tubos para la conducción de agua, gas y vapor.

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

**Vagonetas basculadoras** de diferentes capacidades y para todos los anchos de vía.

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.



## LA CONSTRUCTORA DE MAQUINAS — DE — ANDRES OLIVA

Carretera de Mataró, 34z, San Martín de Provensals (BARCELONA)

### APLICACIÓN 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 barinas 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 **Ptas. 3'50** en esta Administración.

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



# VALLS HERMANOS

INGENIEROS Y CONSTRUCTORES

Premiados con **26 medallas** de oro y plata, **3** Grandes Diplomas, 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

(Franco Etranger)

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

## CASALONGA

Ingenieur-Conseil (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.

# 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.

---

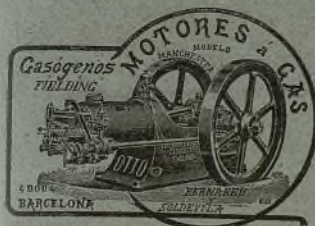
Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.



# Bernabeu y Soldevila.

4. DOÜ, 4.—BARCELONA

CASA EN MANCHESTER; Chatham Street.



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, Mayo y Junio de 1902.

## ESTACIÓN - APEADERO DEL PASEO DE GRACIA EN BARCELONA

FERROCARRILES DE MADRID Á ZARAGOZA Y Á ALICANTE (Red catalana)

(Conclusión.)

*Sub-estructura del edificio.*—Sentada la fachada principal del edificio sobre el extremo final de la bóveda de 14.40 metros luz que recubre la zanja en prolongación del paso superior del Paseo de Gracia y sentadas también sobre bóvedas tanto la fachada posterior, como los dos últimos tercios de las laterales del edificio, no cabía sin exponer las fábricas á movimientos poco compatibles con su rigidez, apoyar el primer tercio de las fachadas laterales sobre jácenas metálicas siempre sujetas á flexión, ya que la traza de la escalinata hace precisa la adopción de un entramado metálico que permita el total aprovechamiento de la limitada altura disponible para el gálibo y la escalera.

Este entramado detallado en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7, (Lámina) comprende una serie de piés derechos de sección tubular (5 á cada lado) que se levantan sobre los audenes sosteniendo directamente las zancas de los tramos laterales de la escalera, así como las tres cerchas ó cuchillos principales dispuestas para el sostén de la escalera y del piso del vestíbulo: estos piés derechos se coronan con capiteles de fundición, sobre los que se han volteado arcos escarzanos de ladrillo trasdosados horizontalmente, formando así una basebrigida para la fundación de las fachadas laterales del edificio.

La cercha número 1 se apoya sobre la primera fila de los piés derechos metálicos y afecta en su conjunto la forma de una cuna invertida, siendo su sección en doble T de alma en celosía: su contorno se amolda al perfil de los tramos transversales de la escalinata para dar apoyo á las viguetas que sostienen los descansos y peldaños, viguetas cuyos extremos caen todos dentro del ojo de la bóveda contigua.

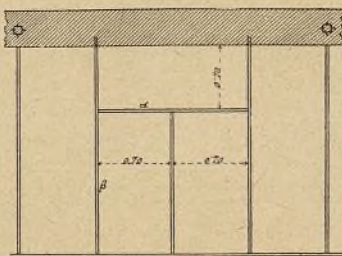
La segunda cercha corresponde á la intersección de los tramos transversales y longitudinales de la escalera; está formada por dos ménsulas de contorno trapecial con diagonales cruzadas, sólidamente empotradas en la segunda fila de los piés derechos y que avanzan hasta sostener en sus extremos libres las zancas y largueros del primer tramo de la escalinata, actuando como contrapeso los suelos de las fajas laterales del vestibulo y los tramos de escalera alojados debajo de las aceras.

La tercera cercha es simplemente una pieza recta de sección doble T de alma en celosía, apoyada á semejanza de la primera cercha sobre la cuarta fila de piés derechos.

Sobre estas cerchas descansa un sencillo entramado de viguetas laminadas que sostienen el suelo del edificio y las aceras de la calle por medio de bovedillas tabicadas, pudiendo condensarse en la forma siguiente los cálculos justificativos de la resistencia de este especial entramado.

#### Viguetas que sostienen el suelo del edificio.

Brochales contiguos á los tragaluces de las fachadas laterales






BROCHALES:

Longitud = . . . . . 1.40 metros.

Sobrecarga =  $\frac{400 \times 1.4 \times 2}{2}$  = . . . . . 560 kgs.

Suelo =  $\frac{2000 \times 0.2 \times 1.4 \times 2}{2}$  = . . . . . 560 "

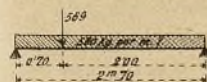
Peso propio =  $13 \times 1.4$  = . . . . . 18 "

 Carga total de la vigueta. . . . . 1138 kgs.

Módulo = 0.000058. Momento max. =  $\frac{1}{8} 1138 \times 1.4$  = 199 kilográmetros.

Trabajo =  $\frac{199}{68}$  = 2.9 kgs. por  $\frac{m}{m^2}$

Viguetas l de sostén de los brochales.



Fuerza concentrada  $\frac{1138}{2}$  = 569 kgs.

Fuerza repartida:

Suelo =  $2000 \times 0.2 \times 0.7$  = 280 kilogrs.

Sobrecarga =  $400 \times 0.7$  = 280 "

Viguetas = . . . . . 20 "

Peso por metro lineal. . 580 kilogrs.

Momento debido á la fuerza concentrada =  $\frac{569 \times 2.0}{2.7} \times 0.7$  = 295



Idem id. id. repartida =  $\frac{1}{8} 580 \times 2.7^2$  = 529

Momento total . . . . . 824

Módulo = 0.000134

Trabajo  $\frac{824}{134}$  = 6.1 kgs. por  $\frac{m}{m^2}$

Zona contigua al tramo central de la escalera.

Distancia entre ejes 0<sup>m</sup>.90

Longitud 1.95 metros.



Modulo = 0.000068

Sobrecarga =  $400 \times 0.90 = 360$  kilogramos.

Suelo =  $400 \times 0.90 = 360$  "

Peso propio . . . . . 13 "

Carga por metro lineal. 733 kilogramos.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 733 \times 1.95^2 = 360$  kilográmetros.

Trabajo  $\frac{360}{68} = 5.5$  kilogramos por  $m^3$

**Viguetas que sostienen las aceras y las mesetas de la escalera.**

**ACERAS:**



Modulo = 0.000134

Distancia entre ejes . . . . . 0.55 metros

Longitud . . . . . 2.70 "

Sobrecarga =  $400 \times 0.55 = 220$  kilogramos.

Suelo =  $2000 \times 0.4 \times 0.55 = 440$  "

Peso propio . . . . . 20 "

Carga por metro lineal. . . . . 680 kilogramos.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 680 \times 2.7^2 = 620$  kilográmetros.

Trabajo =  $\frac{620}{134} = 4.5$  kilogramos por  $m^3$

**Meseta central de la escalera.**



Modulo = 0.000134

Distancia entre ejes 0m.45.

Longitud 3.90 metros.

Sobrecarga =  $400 \times 0.45 = 180$  kilogramos.

Suelo . . =  $400 \times 0.45 = 180$  "

Peso propio. . . . . 20 "

Carga por metro lineal. . . . . 380 kilogramos.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 380 \times 3.9^2 = 722$  kilográmetros.

Trabajo  $\frac{722}{134} = 5.4$  kilogramos por  $m^3$



**Segunda y tercera meseta de la escalera.**



*Módulo = 0.000068*

Distancia entre ejes 0<sup>m</sup>.60.

Longitud 2.70 metros.

Sobrecarga =  $400 \times 0.60. . . = 240$  kilogramos

Suelo . . . =  $400 \times 0.60. . . = 240$  "

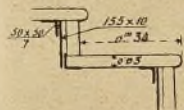
Peso propio. . . . . 13 "

Carga por metro lineal. . . . . 493 kilogramos.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 493 \times 2.70^2 = 448$  kilográmetros.

Trabajo =  $\frac{448}{68} = 6.5$  kilogramos por m/m<sup>2</sup>

**Viguetas en Z que sostienen los peldaños.**



*Módulo resistente 0.000109*

Peso propio por metro lineal. . . . 25 kgs.

Mármol de los peldaños por metro lineal. . . . . 40 "

Sobrecarga correspondiente a 3 personas por m. l. . . . . 220 "

Peso por metro lineal . . . . . 285 kgs.

**TRAMO CENTRAL:**

Longitud = 3.9 metros.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} \times 3.9^2 \times 285 = 542$  kilográmetros.

Trabajo =  $\frac{542}{109} = 5$  kilogramos por m/m<sup>2</sup>

**TRAMOS LATERALES:**

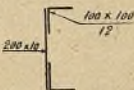
Longitud = 2.70 metros.

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 285 \times 2.7^2 = 260$  kilográmetros.

Trabajo =  $\frac{260}{109} = 2.4$  kilogramos por m/m<sup>2</sup>

**Vigas que sostienen el entramado de la primera meseta (H).**

Longitud = 2.70 metros.

	Kgs.
Sobrecarga $\frac{1}{2} 3.9 \times 2.7 \times 400 = \dots\dots\dots$	2106
 Suelo $\frac{1}{2} \times 2000 \times 0.2 \times 3.9 \times 2.7 =$	2106
Viguetas $\frac{1}{2} \times 6 \times 3.9 \times 20 \dots\dots =$	234
Modulo resistente 2000.333 Peso propio $54 \times 2.7 \dots\dots\dots =$	146
Area = 65 1/2 m <sup>2</sup> Carga total de la viga $\dots\dots\dots$	<u>4582</u>

Momento máx. =  $\frac{1}{8} 4582 \times 2.7 = 1542$  kilogrametros.

Compresión debida á la escalera central =  $\frac{3750^{(1)}}{\cos. 23^{\circ} 30'} = 4089$

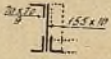
Trabajo  $\left\{ \begin{array}{l} \text{por flexión} \quad \frac{1546}{333} = 4.6 \\ \text{por compresión} \quad \frac{4089}{6512} = 0.7 \end{array} \right.$

Trabajo máximo.  $\dots\dots\dots$  5.7 kgs.

**Vigas que sostienen el entramado de la segunda meseta.**

EN PROLONGACIÓN DE LA CERCHA NÚM. 2 (CARTELAS).

Carga por metro lineal de vigueta 493 kgs. <sup>(2)</sup>.

	Kgs.
 Carga total sobre la viga = $\frac{493 \times 2.7 \times 4}{2} =$	2662'00
Sobrecarga debida al segundo peldaño del	
tercer tramo = $75 \times 2.7 = \dots\dots\dots$	202'50
Marmol = $10 \times 2.7 = \dots\dots\dots$	27'00
Peso propio = $30 \times 2.7 = \dots\dots\dots$	81'00
Carga total. $\dots\dots\dots$	<u>2972'50</u>

Momento máx. =  $\frac{1}{8} \times 2972 \times 2.7 = 1003$  kilogrametros.


- (1) Véase el cálculo de la zanca del primer tramo de la escalera.  
 (2) Véase el cálculo de las viguetas



Empuje debido á la escalera  $\frac{3145}{\cos. 23^{\circ} 30'} = 3429 \text{ kgs.}$

Trabajo. . .  $\left. \begin{array}{l} \text{Compresión debida á la escalera repartida sobre una} \\ \text{escuadra} = \frac{3429}{1180} = 2.9 \text{ kilgs. por m}^2 \\ \text{Flexión sección resistente: alma y dos escuadras} \\ = \frac{1003}{152} = 6.5 \text{ kgs. por m}^2 \end{array} \right\}$

EN PROLONGACIÓN DE LA CERCHA NÚM. 1 (CONA INVERTIDA).

  $\left. \begin{array}{l} \text{Peso del murete} = 3.8 \times 200 \times 2.7 = 6156 \text{ kgs.} \\ \text{Peso total de la meseta} = \frac{493 \times 2.7 \times 4}{2} = 2662 \text{ "} \\ \text{Peso propio} \dots\dots\dots = 162 \text{ "} \end{array} \right\}$

*Modulo resistente 0.000531*  $\text{Carga total} \dots\dots\dots = \underline{8980 \text{ kgs.}}$

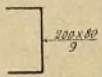


Momento máx.  $= \frac{1}{8} 8980 \times 2.7 = 3030 \text{ kilogrametros.}$

Trabajo  $\frac{3030}{531} = 5.6 \text{ kilogramos por m}^2$

Vigas laterales que sostienen el entramado de las terceras-mesetas.

Longitud de la viga 2.75 metros.

  $\left. \begin{array}{l} \text{Peso que debe resistir.} = \frac{493 \times 5 \times 2.7}{2} = 3056 \text{ kgs.} \\ \text{Peso propio } 27 \times 2.75 \dots\dots\dots = 74 \text{ "} \end{array} \right\}$

*Area 1433 cm<sup>2</sup>*  $\text{Carga total de la viga} \dots\dots = \underline{3130 \text{ kgs.}}$   
*Modulo 0.000205*

Momento máx.  $= \frac{1}{8} 3130 \times 2.75 = 1078 \text{ kilogrametros.}$

Empuje debido á la escalera  $= \frac{1416^{(1)}}{\cos. 23^{\circ} 10'} = 1544 \text{ kilogramos.}$

(1) Véase el cálculo de la zanca del tercer tramo de la escalera.

$$\begin{aligned} \text{Trabajo...} \left\{ \begin{array}{l} \text{Flexión...} \frac{1078}{205} = 5.2 \text{ kilogramos.} \\ \text{Compresión...} \frac{1544}{3433} = 0.4 \text{ "} \end{array} \right. \\ \text{Total...} \underline{\underline{5.6}} \end{aligned}$$

**Zancas del tercer tramo de la escalera.**

**PRIMER TROZO:**

$$\text{Longitud, } \frac{2.75}{\cos. 23^{\circ}30'} = 3.00 \text{ metros.}$$



Peso de los escalones, sobrecarga.

$$\text{vignetas, etc.} \dots \frac{8 \times 2.7 \times 285}{2 \times 2.75} = 1119 \text{ kgs.}$$

$$\text{Peso propio...} = 66 \text{ "}$$

$$\text{Peso por metro lineal...} = \underline{\underline{1185 \text{ kgs.}}}$$

$$\text{Modulo} = 0.000295$$

$$\text{Area} = 34.33 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Esfuerzo normal} = 1185 \times \cos. 23^{\circ}30' = 1086 \text{ kgs.}$$

$$\text{Esfuerzo longitudinal} = 1185 \times \sin. 23^{\circ}30' = 472.$$

$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 1086 \times 3^2 = 1221 \text{ kilogrametros.}$$

$$\text{Esfuerzo longitudinal total} = 472 \times 3 = 1416 \text{ kgs.}$$

$$\text{Trabajo...} \left\{ \begin{array}{l} \text{Flexión...} = \frac{1221}{205} = 5.9 \text{ kgs.} \\ \text{Compresión...} = \frac{1416}{3433} = 0.4 \text{ "} \end{array} \right.$$

$$\text{Total...} \underline{\underline{6.3 \text{ kgs. por m/m.}^2}}$$

**SEGUNDO TROZO:**

$$\text{Longitud} = \frac{2.75}{\cos. 23^{\circ}30'} = 3 \text{ metros.}$$



Sufre esfuerzos normales y longitudinales así como

momentos de flexión idénticos a los del primer trozo.

$$\text{Esfuerzo longitudinal propio...} = 1416 \text{ khs.}$$

$$\text{Idem id, transmitido por la meseta} = 1416 \text{ "}$$

$$\text{Esfuerzo longitudinal total...} = \underline{\underline{2832 \text{ kgs.}}}$$

$$\text{Modulo} = 0.000295$$

$$\text{Area} = 34.33 \text{ m}^2/\text{m}$$



$$\begin{aligned} \text{Trabajo...} \left\{ \begin{array}{l} \text{Flexión.....} = \frac{1221}{205} = 5.9 \text{ kgs.} \\ \text{Compresión.....} = \frac{2832}{3433} = 0.8 \text{ "} \end{array} \right. \\ \text{Total.....} = \underline{\underline{6.7 \text{ kgs. p. m/m.}^2}} \end{aligned}$$

TERCER TROZO:

$$\text{Longitud} = \frac{2.4}{\cos. 23^{\circ}30'} = 2^m.29$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Esfuerzo normal} = 1086 \text{ kgs. por metro lineal.} \\ \text{Esfuerzo longitudinal propio} = 472 \text{ kgs. por m. l.} \\ \text{Esfuerzo longitudinal transmitido por el segundo trozo} = 2832 \text{ kilogramos.} \end{array} \right.$$

$$\text{Module} = 0.000295$$

$$A_{1/2} = 36.33 \text{ m}^2 / \text{m}$$

$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 1086 \times 2.29^2 = 712 \text{ kilogramé-}$$

tros.

$$\text{Esfuerzo longitudinal total} = 472 \times 2.29 + 2832 = 3912 \text{ kgs.}$$

$$\text{Trabajo...} \left\{ \begin{array}{l} \text{Flexión.....} = \frac{712}{205} = 3.4 \text{ kilogramos.} \\ \text{Compresión...} = \frac{3912}{3433} = 1.1 \text{ "} \end{array} \right.$$

$$\text{Total.....} = \underline{\underline{4.5 \text{ kgs. por mm.}^2}}$$

**Vigas longitudinales del suelo del edificio entre la tercera cercha y el tramo abovedado.**

VIGAS LATERALES (F):

Longitud 5,5 metros.

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Sobrecarga} = 400 \times \frac{(2.70 + 1.95)}{2} = 930 \text{ kgs.} \\ \text{Suelo} = 2000 \times 0.2 \frac{(2.70 + 1.95)}{2} = 930 \text{ "} \\ \text{Viguetas} = \frac{(2.70 \times 9 + 1.95 \times 6) 13}{2 \times 5.5} = 43 \text{ "} \end{array} \right.$$

$$\text{Module} = 0.001345$$

$$\text{Peso propio.....} = 97 \text{ "}$$

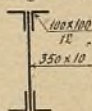
$$\text{Carga por metro lineal.....} = \underline{\underline{2000 \text{ kgs.}}}$$

$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 2000 \times 5.5^2 = 7562 \text{ kilográmetros.}$$

$$\text{Trabajo} \frac{7562}{1345} = 5.6 \text{ kilogramos por m/m.}$$

VIGA CENTRAL (G):

Longitud 5,5 metros.



Modulo = 0.001345

$$\text{Sobrecarga } 400 \times 1.95 = 780 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Suelo } 2000 \times 0.2 \times 1.95 = 780 \text{ "}$$

$$\text{Viguetas } \frac{5 \times 1.95}{5.5} \times 13 = 23 \text{ "}$$

$$\text{Peso propio.} \dots\dots\dots = 97 \text{ "}$$

$$\text{Carga por metro lineal} \dots\dots \underline{1680} \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 1680 \times 5.5^2 = 6352 \text{ kilográmetros.}$$

$$\text{Trabajo} = \frac{6352}{1345} = 4.7 \text{ kgs. por m/m.}^2$$

Vigas longitudinales del suelo del edificio entre la primera y la segunda cercha. (E)

Longitud 2,70 metros.



$$\text{Suelo} = \frac{2.7 \times 2.7 \times 2000 \times 0.2}{2} = 1458 \text{ kgs.}$$

$$\text{Sobrecarga} = \frac{2.7 \times 2.7 \times 400}{2} = 1458 \text{ "}$$

Modulo = 0.000205

$$\text{Viguetas} = \frac{2.7 \times 3 \times 13}{2} = 52 \text{ "}$$

$$\text{Peso propio.} \dots\dots\dots = 27 \text{ "}$$

$$\text{Carga total de la viga} \dots\dots\dots \underline{2952} \text{ kgs.}$$

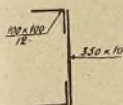
$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 2952 \times 2.7 = 1010 \text{ kilográmetros.}$$

$$\text{Trabajo} \frac{1010}{205} = 4.9 \text{ kilogramos por m/m.}^2$$

Vigas longitudinales del suelo del edificio entre la segunda y la tercera cercha. (D)

Longitud 5,5 metros.





Modulo = 2.000/775

$$\text{Sobrecarga } 400 \times \frac{2.7}{2} = 540 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Viguetas } 2 \times 13 \dots = 26 \text{ "}$$

$$\text{Suelo } 2000 \times 0.2 \times \frac{2.7}{2} = 540 \text{ "}$$

$$\text{Peso propio.} \dots \dots \dots 60 \text{ "}$$

$$\text{Carga por metro lineal} \dots \dots \underline{1166} \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Momento máx.} = \frac{1}{8} 1166 \times 5.5^2 = 4409 \text{ kilogrametros.}$$

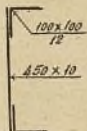
$$\text{Trabajo } \frac{4409}{775} = 5.6 \text{ kilogramos por m/m.}^2$$

**Zancas del primer tramo de la escalera. (D')**

$$\text{Longitud } \frac{5.5}{\cos. 23^\circ 30'} = 5.99 = 6 \text{ metros.}$$

Marmol:

$$\frac{(0.38 \times 0.03 + 0.01 \times 0.12) 2800 \times 17 \times 39}{5.5 \times 2} = 213 \text{ kgs.}$$



Modulo = 0.001/26

Area = 90/2 m/m

$$\text{Sobrecarga } \frac{400 \times 3.9}{2} \dots \dots \dots = 780 \text{ "}$$

$$\text{Viguetas } \frac{17 \times 24 \times 3.9}{2 \times 5.5} \dots \dots \dots = 145 \text{ "}$$

$$\text{Muro } \frac{5.5 \times 1.2 \times 0.3 \times 2000}{2 \times 5.5} \dots \dots \dots = 360 \text{ "}$$

$$\text{Peso propio.} \dots \dots \dots = 70 \text{ "}$$

$$\text{Carga por metro lineal.} \dots \dots \underline{1568} \text{ kgs}$$

$$\text{Esfuerzo normal} = 1568 \cos. 23^\circ 30' \dots \dots = 1438 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Esfuerzo longitudinal} = 1568 \sin. 23^\circ 30' \dots = 625 \text{ "}$$

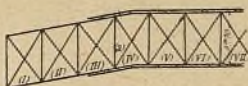
$$\text{Momento máximo} = \frac{1}{8} 1438 \times 6^2 \dots \dots \dots = 6471 \text{ kilogrametros}$$

$$\text{Esfuerzo longitudinal, total} = 625 \times 6 \dots \dots = 3750 \text{ kilogramos.}$$

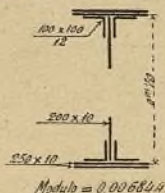
$$\text{Trabajo.} \left\{ \begin{array}{l} \text{Flexión} = \frac{6741}{1126} = 5.7 \\ \text{Compresión} = \frac{3750}{9012} = 0.4 \end{array} \right.$$

$$\text{Total.} \dots \dots \dots 6.1 \text{ kgs. por m/m}^2$$

Cercha núm. I. — Cuna invertida.



Peso concentrado en (a) ó sea reacción de la  
pieza H  $\frac{4582}{2} = 2291$



TRAZO CENTRAL Y HORIZONTAL:

Peso propio ..... = 380 kgs.

Peso del murete  $2,5 \times 0,3 \times 2000$  ..... = 1500 "

Peso por metro lineal ..... 1880 kgs.

TRAMOS LATERALES INCLINADOS:

Peso debido á la escalera por metro lineal =  $\frac{285 \times 12}{0,34} = 1005$  kgs.

Peso medio del murete  $2,5 \times 0,3 \times 2000$  ..... = 1500 "

Peso de la viga ..... = 380 "

2885 kgs.

Reacción en el apoyo

$= 2291 + 2885 \times 2,75 + 1880 \times 1,9 = 13796$  kilogramos.

El momento máximo es:

$13796 \times 4,65 - 2885 \times 2,75 \times 3,28 + 1880 \times 1,9 \times 0,95$

$- 2291 \times 1,9 = 30382,4$  kilográmetros.

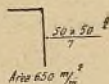
Trabajo en la sección central =  $\frac{30382,4}{6844} = 4,4$  kilogramos.

MONTANTES:

Distancia entre sí 0<sup>m</sup>,70


$2885 \times 0,7 = 2019,5$  kilogramos.

Trabajo  $\frac{2019}{650} = 3,1$  kilogramos por m/m<sup>2</sup>




CELOSÍA:

Los esfuerzos cortantes en el centro de cada malla son:


$d_1$ (II)	(I) = $13796 - 2885 \times 0,25 = 13075$ kilogramos.
	(II) = $13796 - 2885 \times 0,95 = 11056$ "
	(III) = $13796 - 2885 \times 1,60 = 9180$ "
	(IV) = $13796 - 2885 \times 2,30 = 7160$ "
Area $1860 \frac{m^2}{m}$	(V) = $13796 - 2291 \times 2885 \times 3,10 = 2562$ "

La celosía de las mallas VI y VII sufre esfuerzos iguales á las de la V.

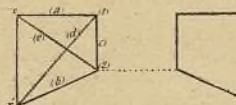
El esfuerzo máximo en cada barra es, (siendo las inclinaciones que dan el esfuerzo máx.  $35^\circ, 35^\circ, 35^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ )

(III) (IV)	(I) = $13075 \times 0,82 = 10721$ kilogramos.
	(II) = $11056 \times 0,82 = 9066$ "
	(III) = $9180 \times 0,82 = 7528$ "
	(IV) = $7160 \times 0,77 = 5513$ "
Area $1180 \frac{m^2}{m}$	(V) = $2562 \times 0,65 = 1665$ "

#### TRABAJO

(V) (VI) (VII)	(I) = $\frac{13075}{1860} = 7.0$ kilogramos por $m^2$ .
	(II) = $\frac{11056}{1860} = 5.9$ " " "
	(III) = $\frac{9180}{1180} = 7.7$ " " "
	(VI) = $\frac{7160}{1180} = 6.0$ " " "
(V) (VI) (VII)	= $\frac{1665}{650} = 2.5$ " " "

#### Cercha núm. 2.



Fuerzas aplicadas en (1)

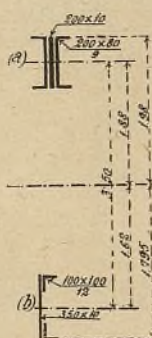
$$\text{Reacción de } D = \frac{1166 \times 5.5}{2} = 3206 \text{ kilogramos.}$$



$$\text{Reacción de } E = \frac{2995}{2} = 1498 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Suman. . . . . } \underline{\underline{4704 \text{ kilogramos.}}}$$

Fuerzas aplicadas en (2)



$$\text{Reacción de } D' = \frac{1568 \times 5.5}{2} = 4312 \text{ kgs.}$$

$$\text{Reacción de } H = \frac{4582}{2} = 2291 \text{ „}$$

Total de las fuerzas concentradas = 11307

Fuerza repartida sobre (a)

$$\text{Suelo} = 0,6 \times 2000 \times 0,2 = 240 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Sobrecarga} = 400 \times 0,6 = 240 \text{ „}$$

$$\text{Peso propio} = \text{. . . . . } 85 \text{ „}$$

Carga por metro lineal. . . . . 565 kilogramos.

Fuerza repartida sobre (b)

$$\text{Sobrecarga } 400 \times \frac{2,7}{2} \text{ . . . . . } = 540$$

Marmol

$$(0,38 \times 0,03 + 0,01 \times 0,12) 2800 \times 7 \times 2,7 = 124$$

$$\text{Viguetas } \frac{7 \times 24 \times 2,7}{2 \times 2,7} \text{ . . . . . } = 84$$

$$\text{Muro } \frac{3,7 \times 2,5}{2} \times \frac{2,7 \times 0,3 \times 2000}{2,7} = 1860$$

$$\text{Peso propio. . . . . } = 66$$

$$\text{Carga por metro lineal. . . . . } = 2674$$

Total de las fuerzas repartidas por m. l.

$$= 2674 + 565 = 3236 \text{ kgs.}$$

Considerando las ménsulas empotradas en  $xx'$ , el momento en  $x x'$  es:

$$\left( \frac{3}{8} 3236 \times 2,7 + 11307 \right) 2,7 = 39374 \text{ kilográmetros.}$$

Momento de I de (a) = 0.00004104  
 Módulo de (a) = 0.000410  
 Área de (a) = 0.006866 m/m²  
 Momento de I de (b) = 0.000135625  
 Módulo de (b) = 0.000775  
 Área de (b) = 8012 m/m²  
 Momento de I total = 0.0457105483  
 Módulo total = 0.022964  
 Elemento (a) = Trabajo  
 = 39347 + 514  
 = 22964 + 410  
 = 2,9 kgs.  
 Elemento (b) = Trabajo  
 = 39347 + 2662  
 = 22964 + 775  
 = 3145  
 = 5,4 kgs.

El momento de flexión para la pieza (a) debido á la fuerza repartida, es:

$$\frac{1}{8} 565 \times 2,7^2 = 514 \text{ kilogrametros.}$$

*Elemento (b).*

El peso repartido por m. l. es 2674 kgs.

El esfuerzo normal es 2674 co- $23^{\circ} 30'$  = 2449 kgs.

El esfuerzo longitudinal es 2674 sen,  $20^{\circ} 30'$  = 1066 kgs.

Su longitud es  $\frac{2,7}{\cos. 23^{\circ} 30'} = 2,95$  metros.

El momento máx. es  $\frac{1}{8} 2449 \times 2,95^2 = 2663$  kilogrametros.

El esfuerzo longitudinal total es  $1066 \times 2,95 = 3145$  kgs.

*Elemento (c).*

El esfuerzo de compresión según el eje es de:

$$\frac{1}{2} 3236 \times 2,7 + 11307 = 15676 \text{ kilogramos.}$$

La longitud de la pieza es de 2,3 metros.

El esfuerzo cortante máximo que deberán resistir las diagonales es de:

$$11307 + 3236 \times 2,7 = 20044 \text{ kilogramos.}$$

*Elemento (e).*

El esfuerzo longitudinal es:

$$20044 \cos. 50^{\circ} = 12884 \text{ kilogramos.}$$

Su longitud es  $\frac{2,7}{\sen. 50^{\circ}} = 3,5$  metros.

$$\text{Trabajo} = \frac{12884}{2000} = 6,4 \text{ kgs. por m/m.}^2$$

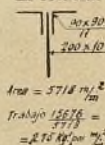
*Elemento (d).*

Su longitud es  $\frac{2,7}{\sen. 38^{\circ}} = 4,3$  metros.

Esfuerzo de compresión =  $20044 \cos. 38^{\circ} = 15795$  kilogramos.

La fuerza mínima que produce flexión es:

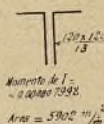
$$\frac{\pi^3 EI}{l^3} = 85276 \text{ kilogramos.}$$



$\text{Area} = 200 \times 100 = 20000 \text{ mm}^2$   
 $\text{Trabajo} = \frac{1666666.67}{20000} = 83.33 \text{ mm}^2$   
 $= 2.85 \text{ kg/cm}^2$



$\text{Area} = 20000 \text{ mm}^2$



$\text{Momento de I} = 1666666.67$   
 $\text{Area} = 20000 \text{ mm}^2$

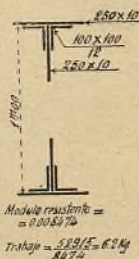
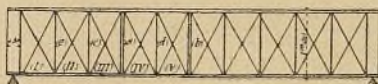
El trabajo es  $\frac{15795}{5902} = 2.6$  kilogramos.

El coeficiente de estabilidad á la flexión es:

$$\frac{85276}{15795} = 5.4 \text{ kilogramos.}$$

(el coeficiente práctico es 5. —)

### Cercha núm. 3.



Fuerzas concentradas en (a)

$$\text{Reacción de la viga (F)} = \frac{2000 \times 55}{2} = 5500 \text{ kgs.}$$

$$\text{Reacción de la viga (D)} = \frac{(1168 + 1568) 55}{2} = 7518 \text{ „}$$

$$\text{Total. . . . . } 13018 \text{ kgs.}$$

Fuerza concentrada en (b)

$$\text{Reacción del elemento (G)} = \frac{1680 \times 5.5}{2} = 4620 \text{ k.}$$

Fuerza repartida por metro lineal

$$\text{Sobrecarga} = 1 \times 0.6 \times 400 = 240 \text{ kgs.}$$

$$\text{Suelo} = 1 \times 0.6 \times 2000 \times 0.2 = 240 \text{ „}$$

$$\text{Peso propio. . . . . } = 170 \text{ „}$$

$$\text{Peso por metro lineal. . . } 650 \text{ kgs.}$$

La reacción en los apoyos es:

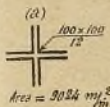
$$13018 + \frac{4620}{2} + \frac{650 \times 9.3}{2} = 18350 \text{ kilogramos.}$$

$$\begin{aligned} \text{Momento máx.} &= 18350 \times 4.65 - 13018 \times 1.95 - \frac{650 \times 4.65^2}{2} \\ &= 52915 \text{ kilográmetros.} \end{aligned}$$

### Montantes

Suponiendo que cada montante tenga que resistir el peso que insiste sobre una malla ó recuadro (d), mas las fuerzas concentradas que actúan directamente sobre el eje del montante, se obtiene

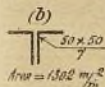




Montante (a)

$$650 \times 0.975 + 13018 = 13652 \text{ kilogramos}$$

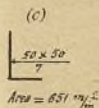
$$\text{Trabajo} = \frac{13652}{9024} = 1.5 \text{ kgs. por m}^2$$



Montante (b)

$$650 \times 0.975 + 4620 = 5254 \text{ kilogramos}$$

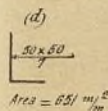
$$\text{Trabajo} = \frac{5254}{1300} = 4.0 \text{ kgs. por m}^2$$



Montante (c)

$$650 \times 0.8 = 520 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Trabajo} = \frac{520}{651} = 0.8 \text{ kgs. por m}^2$$



Montante (d)

$$650 \times 0.975 = 634 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Trabajo} = \frac{634}{651} = 1.0 \text{ kgs. por m}^2$$

### Celosía.

Los esfuerzos cortantes en el centro de cada recuadro son:

(I)(II)(III) mallas.

(I) = 18350 - 650 × 0.7 = 17895 kgs.

(II) = 18350 - 650 × 1.5 = 17375 "

(III) = 18350 - 650 × 2.3 = 16855 "

(IV) = 18350 - 13018 - 650 × 3.188 = 3260 kgs.

(V) = 18350 - 13018 - 650 × 4.162 = 2627 "

Area = 2255 m<sup>2</sup>/m

La inclinación de las barras en las tres primeras mallas (I) (II) (III) es de 37° y de 43° en las mallas centrales (IV) (V).

Los esfuerzos longitudinales en cada barra son:

(IV)(V) malla.

(I)  $\frac{17895}{1.5972} = 11180$  kilogramos.

(II)  $\frac{17375}{1.5972} = 10850$  "

(III)  $\frac{16855}{1.5972} = 10530$  "

Area 650 m<sup>2</sup>/m



$$(IV) \frac{3260}{1.4627} = 2230 \quad "$$

$$(V) \frac{2627}{1.4627} = 1790 \quad "$$

TRABAJO

$$(I) \frac{11180}{2256} = 5.9 \text{ kgs. por m/m}^2$$

$$(II) \frac{10850}{2256} = 4.8 \quad " \quad " \quad "$$

$$(III) \frac{10530}{2256} = 4.6 \quad " \quad " \quad "$$

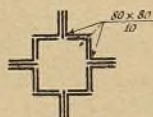
$$(IV) \frac{2230}{650} = 3.4 \quad " \quad " \quad "$$

$$(V) \frac{1790}{650} = 2.7 \quad " \quad " \quad "$$

Pies derechos.

El pié derecho más cargado es el que sostiene la cercha núm. 3.  
El peso total que deberá resistir es

ACERA



Momento de  $I = 0.00013597$

$$\text{Suelo} = \frac{2.7 \times 2.75 \times 2000 \times 0.2}{2} = 1485 \text{ kgs.}$$

$$\text{Sobrecarga} = \frac{2.7 \times 2.75 \times 400}{2} = 1485 \quad "$$

$$\text{Viguetas} = \frac{13 \times 2.7 \times 5}{2} = 88 \quad "$$

$$\text{Suma. . . . .} = 3058 \text{ kgs.}$$

SUELO DEL EDIFICIO

$$\text{Peso del hierro que contiene . . . . .} = 2306 \quad "$$

$$\text{Suelo} = \frac{11 \times 2.7}{2} + 1.95 \times 5.5 + \frac{5.5 \times 3.9}{2 \times 2} \times 0.2 \times 2000 = 12360 \quad "$$

$$\text{Sobrecarga} = \frac{11 \times 2.7}{2} + 1.95 \times 5.5 + \frac{5.5 \times 3.9}{2 \times 2} \times 400 = 12360 \quad "$$

Altura del muro sobre el suelo 10 metros.

Id. del id. debajo id. 1 metro.

$$\text{Peso de 2.}^m75 \text{ de muro} = 2.75 \times 11 \times 0.30 \times 2400 = 21780 \quad "$$

$$\text{Peso de 2.}^m75 \text{ de cubierta á 300 kgs.} = \frac{9.6 \times 2.75 \times 300}{2} = 3960 \quad "$$

ESCALERA

Peso del hierro . . . . .	277	„
Suelo = $\frac{2000 \times 0.2 \times 5.5 \times 2.7}{2}$ . . . . .	2970	„
Sobrecarga = $\frac{5.5 \times 2.7 \times 400}{2}$ . . . . .	2970	„

Carga total. . . . . = 62041 kgs.

Considerando el pie derecho empotrado en su base y apoyado en su extremo superior la fuerza mínima que produce flexión es:

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 516163 \text{ kilogramos.}$$

Area de la sección = 21200 m/m<sup>2</sup>

Trabajo =  $\frac{62041}{21200} = 3$  kilogramos por m/m<sup>2</sup>

Coefficiente de estabilidad á la flexión =  $\frac{516163}{62041} = 8.5$  kgs.

*Bóvedas.*—En el proyecto primitivo del apeadero se proponía el sostenimiento, tanto del edificio como del paso superior de la calle de Claris, por medio de fuertes jácenas metálicas que se han podido substituir ventajosamente con bóvedas de fábrica, dejando tan holgadamente libre el gálibo de la doble vía como el espacio necesario para la instalación de cables y cañerías sobre el trasdós.

Las bóvedas construidas son de tres tipos con arcos escarzanos de 10,00, 14,40 y 19,40 metros de luz con las flechas respectivas de 1,25, 2,00 y 2,60 metros, y espesores en la clave de 0,60, 0,75 y 0,90 metros.

El arco de 10 metros de luz corresponde á la prolongación de la boca de entrada del paso superior del Paseo de Gracia: esta prolongación no forma parte del apeadero propiamente dicho: se ha ejecutado para completar los deseos del Ayuntamiento en beneficio de la vialidad de la calle, aumentándose en 2 metros el ancho de la plataforma de la vía férrea, para facilitar el paso y las tareas de las brigadas de conservación, poniendo así de manifiesto el modelo á que de-



berían sujetarse las obras de recubrimiento de la zanja, para el caso en que tanto el municipio como los propietarios, se decidieran á costearlas como en alguna ocasión han pretendido.

El arco de 14,40 metros de luz, se ha aplicado á la prolongación de la boca de salida del puente del Paseo de Gracia, al ensanche del de la calle de Claris y á las bóvedas de sostén del edificio de viajeros. Aquellas son de espesor uniforme en toda la longitud del cañón: éstas forman en cambio arcos aislados de 0,90 metros de longitud entre los cuales median espacios de 1,85 metros, cerrados con dobles bovedillas tabicadas, apoyadas sobre las líneas del intradós y trasdós de los arcos. En el espacio comprendido entre estas dos series de bovedillas se han dispuesto unos tambores abocinados con aberturas en el intradós de la bóveda y en el suelo y fachadas del edificio para el alumbrado y ventilación de la vía.

El arco de 19,40 metros de luz, se aplica solamente al tramo central del paso superior de la calle de Claris, cuyos estribos presentan en planta un ensanche de 2,50 metros de fondo, para alojar (sin reducir la amplitud de los andenes) las escaleras de bajada al pasillo subterráneo que ha de establecer la comunicación entre los andenes del apeadero por bajo de las vías, á semejanza de las obras que para el propio fin se han construido en varias estaciones importantes del extranjero (Francfort, Burdeos, etc.).

Ninguna particularidad ofrece este pasillo cubierto en gran parte con baldosas de vidrio armado con alambre para dar luz al subterráneo. Los muros y bóvedas de este pasillo así como los de todos los arcos antes mentados se han revestido con azulejos blancos apaisados y biselados, formando recuadros limitados por pilastras de sillería y ladrillo prensado enlazados con zócalos y frisos corridos en consonancia con los de los muros.

El intradós y las boquillas de las bóvedas se han decorado también con fajas y placas adoveladas de sillería bruñida que acusan las líneas generales de la construcción y rompen el monótono aspecto de las grandes superficies abovedadas.

*Edificio de viajeros.*—El edificio de viajeros cuyas fachadas y cortes se representan en las figuras números 8, 9, 10, 11 y 12 (Lámina) no admite filiación precisa por lo que toca á su estilo, aunque muestra ciertos dejos y avances hacia el románico modernizado, á

causa de la profusión del medio punto y la ausencia de las formas y molduras que caracterizan el neoclasicismo.

En las fachadas principal y posterior se acusan con esbeltas pilas-tras de sillería, las tres zonas de la cubierta, coronada con un linter-nón, decorándose el cuerpo central con áticos calados y cerrados con vidrieras de colores. La cubierta es afaldonada en la fachada poste-rior, velándose en la principal, gracias á los bastiales escalonados de los cuerpos laterales y el torreón de planta cuadrada que en su re-torno forman la cornisa y el antepecho del cuerpo central.

Las fachadas laterales son sencillas en extremo, acusándose los apoyos de la sub-estructura del edificio (piés derechos metálicos y arcos macizos) por medio de pilastras delgadas de sillería que en-cuadran los ventanales de medio punto y se enlazan con el zócalo y la cornisa sóbriamente adornadas.

Aun cuando se acusan con piedra labrada todas las líneas gene-rales y los detalles decorativos de las fachadas, en cuyos entrepaños de muy reducida superficie aparece la fábrica de ladrillo, ofrece el conjunto del edificio acentuada ligereza por la predominancia de las líneas verticales y el gran número de vanos que calan sus paredes, sin desdeñir por su ornamentación discreta, de la riqueza que osten-tan las construcciones levantadas á su alrededor.

*Detalles de ejecución.*—Descrita con minuciosidad acaso excesi-va la disposición general y los más esenciales detalles de esta obra, parece oportuno indicar algunas particularidades de su ejecución, llevada á cabo con suma rapidez, con las trabas consiguientes al man-tenimiento de la circulación, tanto de los trenes que pasan por el fondo de la zanja como del tránsito pedestre y rodado que utiliza la calle de Aragón y con las precauciones precisas para asegurar la to-tal estabilidad de las casas de cuatro y cinco pisos que se extienden á lo largo de la calle.

*Desviación de la cloaca de la calle de Aragón.*—Debió contarse además con la existencia de una cloaca construida bajo el arroyo iz-quierdo de la calle, á una profundidad de 3 á 5 metros y en posición tal, que cortaba en su tercio posterior todos los contrafuertes inte-riores de los nuevos muros, haciéndose indispensable su desplaza-miento para asegurar la integridad de dichos contrafuertes, base esen-cial de la estabilidad de los muros y de los voladizos que sostienen.

Esta desviación de la cloaca corriéndola paralelamente hacia las casas, constituyó la primera fase de las obras, efectuándose por medio de pozos espaciados de 10 metros entre sí, enlazados por galerías subterráneas abiertas según la traza de la nueva cloaca que se revestían á medida de su avance con la fábrica hidráulica de ladrillo que forma los estribos, bóveda y solera de aquélla.

El avance de los sótanos del apeadero por bajo de la calle, hizo acentuar más el corrimiento de la cloaca hasta quedar adosada á las fachadas de las casas, como es de ver en la figura, aumentándose los riesgos de la construcción ante el desconocimiento de las condiciones y circunstancias de la cimentación de aquéllas. Claro está que en obra tan especial, no bastaba asegurar de hecho la estabilidad de las casas, haciéndose preciso prevenir todo asomo de temor para sus habitantes, á fin de no dar pie ni á las censuras del público ó de la prensa, ni al clamoreo de los vecinos, ni á las reclamaciones de los propietarios.

Para ello se abrieron como se indica en las figuras 13, 14, 15 y 16 (Lámina) los pozos de ataque á la distancia de las casas, correspondiente á la posición normal de la nueva cloaca como si no tuviera que sufrir mayor desplazamiento, enlazándolos por medio de una estrecha galería de comunicación que se entibó con mucho cuidado y gran profusión de madera. A partir de esta galería se abrieron otras transversales, espaciadas de cuatro á cinco metros entre sí, que se prolongaron hasta las fundaciones de las casas, rellenando enseguida su fondo con fábrica hidráulica de ladrillo para recalzar dichos cimientos y adosarles el macizo reforzado del estribo contiguo de la cloaca. Una vez aseguradas las casas con esta serie de fuertes machones, se abrió la galería correspondiente á la verdadera posición de la nueva cloaca, iniciándose su ataque por las galerías transversales reduciendo al mínimo su sección y asegurándola con fuertes entibaciones. Comenzóse el ensanche de esta segunda galería longitudinal, efectuándola por zonas de uno á dos metros separadas por espacios casi iguales, en que se dejaban intactas las tierras: hecha la excavación de una zona hasta los cimientos de las casas, se procedía enseguida á su relleno con la fábrica citada hasta dejar terminado el estribo en todo su espesor; una vez multiplicados de esta suerte los machones de sostén, pudieron vaciarse las tierras de los espacios



intermedios hasta realizar la continuidad del macizo de recalce y del estribo. Aseguradas con estos trabajos de zapa que nadie sospechaba los cimientos de las casas, fué fácil en extremo el ensanche de la galería por el lado opuesto, la ejecución de las fábricas del estribo correspondiente y el volteo de la bóveda, enlazándose con una contra-bóveda las bases de ambos estribos, en previsión de los trabajos que habian de realizarse después, á fin de prolongar (profundizándolo hasta la rasante del ferrocarril) el estribo de la cloaca más apartado de las casas, para formar el muro de fondo de los sótanos.

Este segundo recalce se realizó en forma parecida á la anteriormente descrita, abriéndose á partir del fondo de la zanja del ferrocarril y á través de los antiguos muros que revestían sus taludes, una serie de galerías transversales bien entibadas que se prolongaron hasta llegar bajo la solera de la cloaca, macizándose enseguida la excavación en toda la altura y espesor correspondientes al muro del sótano; abrióse luego por delante de estos machones, una estrecha galería longitudinal que permitía estrechar paulatina y sucesivamente los macizos del recalce, hasta dejar construido el muro de fondo del sótano en toda su longitud y altura.

De esta suerte, al procederse á la extracción de tierras precisa para el ensanche de la zanja en toda la profundidad de los sótanos, se halló ya construido el recio muro de sostén de un metro de espesor mínimo (cuyo paramento interior sólo dista 2,50 metros de las fachadas de las casas) sin ocurrir accidente alguno á pesar de la altura de 20 metros que alcanzan aquéllas, aumentada en poco menos de 8 metros por la profundidad de la zanja. El aspecto imponente que ofrecía la mole de las casas (tan próximas al muro y tan elevadas sobre él) una vez realizado el ensanche de la zanja y las excavaciones de los sótanos, evidenciaba los grandes riesgos de la obra y las desastrosas consecuencias que habría tenido cualquier corrimiento del terreno ó cualquier movimiento en las fábricas de las casas.

Ante este peligro, procedióse en forma análoga á la construcción del muro de fondo correspondiente al costado opuesto de los sótanos, donde no existen las complicaciones y dificultades inherentes á la desviación de la cloaca. Abrióse antes de derribar los muros primitivos de la zanja la excavación correspondiente al muro del sótano en toda su altura, longitud y espesor, acodándose y rellenándose luego con

hormigón hidráulico, cuyo fraguado nada dejaba que desear al desmontarse el macizo de tierras comprendido entre el paramento del nuevo muro y el macizo del antiguo, quedando siempre asegurada la estabilidad del terreno y de las casas. Bien justificada quedó esta precaución por una de las múltiples huelgas surgidas durante el curso de las obras y que tanto han perturbado su ordenada marcha: á primeros de Octubre, en época lluviosa por lo general, paralizóse durante más de quince días el trabajo por la citada causa cuando estaba en plena marcha y á medio hacer el desmonte de los sótanos. Sin la seguridad que daba la existencia del muro ya construido detrás de las tierras cuya excavación quedó en suspenso, el peligro de un hundimiento habría sido inminente, sin medio alguno de atajarlo.

*Ensanche de la zanja y construcción de los nuevos muros.*— Á primeros de Junio de 1901 se dió comienzo á los trabajos de desviación de la cloaca, quedando terminados á fines de Julio, salvo en la parte referente á los sótanos á causa de las dificultades antes señaladas. Adelantados ya por entonces los acopios de materiales y demás preparativos para el ensanche de la zanja, se acometió este trabajo á primeros de Agosto, comenzándose por el derribo de los muros del costado derecho en todo el tramo comprendido entre las calles de Claris y Lauria.

Para facilitar el trabajo y asegurar la explotación de la línea se redujo á una sola vía (la del costado opuesto al muro en demolición) la utilizada por los trenes tanto ascendentes como descendentes, dejándose libre la otra vía para los trenes de servicio que tanto facilitaron la extracción de las tierras excavadas y el transporte de materiales.

Reducida la circulación en este tramo de línea de vía doble á vía única por medio de dos comunicaciones establecidas en sus extremos y protegidas por señales fijas de precaución y semáforos indicadores de la posición de las agujas, se dispuso que todos los trenes hiciesen alto al pie de estos últimos, cualquiera que fuese la posición de sus brazos, avanzando luego á paso lento en todo el trayecto afectado por las obras, ante la señal del guarda-agujas que maniobraba los dos cambios conexiónados de cada comunicación.

La vía restante se ha venido reservando para los trenes del servicio directo de las obras, dejando en ellas las plataformas que se ma-

niobraban á brazo en consonancia con las necesidades del trabajo y sirviendo la vía general para el escape de las máquinas que conducen un tren vacío para llevarse otro cargado. Un agente del Movimiento que dispone de comunicación telefónica con las estaciones contiguas (Sans y Barcelona 2) se instaló en una garita situada en el centro del apeadero para dirigir el servicio de este puesto especial, teniendo á su mano las palancas de los semáforos, enclavados de suerte, que no puedan quedar ambos abiertos á la vez, pero si cerrados en caso preciso. Para realizar esta combinación se han substituido las poleas ordinariamente empleadas para el cambio á escuadra de los alambres de transmisión por juegos de tacos prismáticos que se mueven sobre correderas fijas normales entre si y se hallan recíprocamente conexionadas por medio de varillas doblemente acodadas, como se representan en la figura 19 (Lámina). De esta suerte la posición relativa de los tacos permite cerrar los dos semáforos ó abrir uno de ellos, haciendo imposible su abertura simultánea, con la cual cabría la colisión entre dos trenes que circulando en sentido contrario por sus vías respectivas, entraran á la vez en el tramo de vía única establecido en el apeadero.

No se ha producido accidente alguno durante el curso de los trabajos, tanto por lo que al movimiento de trenes se refiere, á pesar de elevarse á 40 los que diariamente circulan por la zanja, como por lo que toca á la seguridad de los operarios. A este fin, aparte de las precauciones indicadas, se ha puesto especial cuidado en la disposición de los andamiajes, entibaciones y acodalamientos que tan necesarios eran para evitar peligrosos corrimientos en las excavaciones abiertas y para sostener el grán número de cables y cañerías de agua y gas que hubieron de descubrirse. Nada tiene de extraño que se haya encarecido notablemente el coste de los trabajos á causa de estas dificultades, complicadas por la grandísima sujeción de los trabajos y por el escaso espacio disponible para los acopios de materiales.

*Bóvedas.*—Las bóvedas se voltearon con las cimbras representadas en la figura 17 (Lámina), cuyos cuchillos comprenden dos entramados de madera convenientemente triangulados que se apoyan en caballetes sentados sobre los andenes y enlazados por fuertes jácenas de hierro, de sección en doble T de alma llena y perfil semejante al de igual resistencia que se amolda al del intradós de las bóvedas.





Los entramados laterales son de tres tipos, respectivamente correspondientes á las tres clases de bóvedas á voltear (10,00, 14,40 y 19,40 metros de luz) hallándose dispuestos de suerte que con la adición ó supresión de uno ó dos de sus recuadros, se hacia posible su aplicación á uno ú otro de las tres clases de bóvedas, habiéndose logrado de este modo voltear con 6 cerchas solamente los 72 metros lineales de bóveda del apeadero.

Las jácenas centrales descansan sobre recios cartelones de hierro de sección igual á la de aquéllas, sujetos á los montantes extremos de los entramados laterales, obteniéndose así una cimbra recogida para dar paso al galibo de la doble vía, de fácil montaje y corrimiento gracias al auxilio de los tornillos-gatos de 10 toneladas y de las cajas de arena, por mediación de los cuales se apoyan los cuchillos sobre los caballetes fijos en los andenes.

El ensanche del puente con que salva la zanja la calle de Claris, se realizó sin cortar el paso; este puente tiene un ancho total de 20 metros entre sus boquillas; el derribo de la bóveda primitiva se efectuó por medio de cuñas y barrenos de acero, haciendo saltar grandes fragmentos de la fábrica que caían sobre la vía defendida con un emparrillado de traviesas. Este recorte de la bóveda se hacia por fajas sensiblemente paralelas á las boquillas, acometiéndose primero el derribo de medio puente en su ancho y dejando libre la otra mitad para el tránsito pedestre y rodado.

Terminada la demolición de la bóveda que en otro paraje menos frecuentado y poblado se habria conseguido rápidamente con auxilio de petardos, se procedió sin dificultad al derribo de los estribos primitivos y á las excavaciones precisas para la reconstrucción de los del nuevo puente. Comprende éste, como ya se ha dicho, tres partes: las dos extremas con longitudes de 4,80 metros á partir de las boquillas en que la luz de los arcos volteados es de 14,40 metros, correspondientes al ancho normal de los andenes y de la zona central de 10,40 metros de longitud recubierta con una bóveda de 19,40 metros de luz, para dejar espacio suficiente donde alojar las escaleras del pasillo subterráneo sin reducir el ancho libre de los andenes.

A fin de evitar las sucesivas y contrapuestas transformaciones de las cimbras, convenia voltear en primer término las dos bóvedas de 14,40 metros de luz de las zonas extremas, reservando la central para

construirla en último lugar. Volteada ya la primera de aquéllas se utilizó enseguida para dar paso al tránsito rodado, estableciendo al lado un puente provisional (destinado exclusivamente al tránsito pedestre) por medio de vigas de madera yuxtapuestas de 16 metros de longitud y  $0,30 \times 0,40$  metros de escuadria, apoyadas sobre los nuevos muros de la zanja. Procedióse luego al derribo de la segunda mitad del puente instalando los andamiajes precisos para sostener el gran número de cañerías sentadas sobre aquél; efectuándose enseguida las excavaciones necesarias para el ensanche del paso y para la reconstrucción de sus estribos, que una vez levantados, permitirán el volteo de la boquilla opuesta y en último lugar el de la bóveda central.

Es de esperar que estas tareas queden ultimadas á fines de Mayo para acometer luego la construcción del paso inferior con el auxilio de fuertes largueros de madera que sostengan la vía mientras se practiquen las excavaciones y la construcción de los estribos en que han de apoyarse las vigas gemelas de hierro proyectadas para el paso.

Cabe dar por vencidas todas las dificultades que á la ejecución de esta importante obra se oponían, haciéndose probable su inauguración á primeros de Julio ó sea al año justo del comienzo de los trabajos, á pesar de las huelgas que han surgido durante el curso de aquéllas y que han hecho perder más de dos meses.

*Incidente promovido por el municipio de Barcelona.*—Un solo reparo debe hacerse con motivo de la orden dictada á fines de Febrero, para la suspensión de las obras del edificio de viajeros en los nueve últimos metros de su longitud. En el proyecto aprobado por la R. O. de 8 Noviembre de 1900, se asignaba á dicho edificio una longitud total de 27 metros, según al eje de la zanja: para dar mayor amplitud á los retretes y lavabos destinados al público y á fin de establecer un pequeño almacén para el depósito ó consigna de equipajes de mano, creyó conveniente la Compañía aumentar hasta 36 metros dicha longitud, solicitando al efecto la autorización oportuna de la 2.<sup>a</sup> División de ferrocarriles que desde luego se mostró propicia á la realización de semejante mejora. No así el Ayuntamiento de Barcelona en cuyo seno se levantó ruda oposición, resucitando argumentos inoportunos é improcedentes y mostrando un exclusivismo absorbente

tan incompatible con sus facultades legales como reñido con los verdaderos intereses de la ciudad y del público en general, evidenciados por las mociones presentadas por entidades de tanta valía como son la Cámara de Comercio, el Fomento de la Producción Nacional, el Circulo de la Unión mercantil, etc., etc. Hasta el presente no se conocen las razones en que funda su oposición el Ayuntamiento, ya que no merecen esta consideración los argumentos apasionados, por no decir otra cosa, que en las sesiones del Consistorio se han aducido y que con manifiesta saña y total desconocimiento del asunto, ha glosado una parte de la prensa. Al Estado toca amparar los intereses públicos y los de la Compañía tan dignos de respeto como los demás, resolviendo lo que en justicia proceda para acabar definitivamente las obras del edificio de viajeros.

*Alumbrado.*—Será en su totalidad eléctrico el alumbrado del apeadero, instalándose potentes arcos voltaicos en el vestíbulo, escalinatas y andenes, y numerosas lámparas incandescentes en todas las dependencias interiores, como son los despachos de billetes, retretes, consigna, almacenes, salas y salones de los sótanos y especialmente en el pasillo subterráneo de comunicación entre andenes.

*Enclavamientos.*—Las especialísimas circunstancias de una estación faltada en absoluto de vías apartaderos como será el apeadero, por la cual circularán unos 70 trenes diarios (30 de lo cuales practicarán en ella las maniobras precisas para pasar de la vía ascendente á la descendente ó viceversa) exigen instalaciones especiales y bastante perfectas para dar á su explotación todas las garantías de seguridad apetecibles.

Estas instalaciones han de consistir en el enclavamiento racionalmente ordenado de las agujas y señales, representándose en la figura 18 (Lámina) el croquis de las disposiciones á este fin proyectadas. Las vías se reducen á las dos generales y á otras tantas comunicaciones, dispuestas de modo que las agujas sean tomadas de talón por los trenes que circulen en el sentido normal. Las dos agujas de cada comunicación estarán conexonadas de suerte, que con la maniobra de una sola palanca quedan enlazadas ó incomunicadas entre sí las vías generales.

Las señales que han de instalarse serán: dos discos avanzados, dos semáforos protectores de los trenes estacionados entre agujas y



dos indicadores de salida que señalen la posición real de las agujas.

Los movimientos que han de efectuar los trenes ó máquinas que circulen por el apeadero serán los siguientes:

#### TRENES DE TRÁNSITO

1.º—De Sans á Barcelona siguiendo siempre la vía descendente.

2.º—De Barcelona á Sans siguiendo siempre la vía ascendente.

#### TRENES QUE NAZCAN Ó MUERAN EN EL APEADERO

3.º—Paso de la vía descendente á la ascendente para los trenes procedentes de Sans que vuelvan hácia la misma estación sin pasar del apeadero.

4.º—Paso de la vía ascendente á la descendente para los trenes procedentes de Barcelona 2 que vuelvan á dicha estación sin pasar del apeadero.

#### CIRCULACIÓN POR VÍA ÚNICA

5.º—Circulación por una sola vía en el caso excepcional en que se intercepte alguna de las vías generales en uno de los trayectos que median entre el Apeadero y las dos estaciones contiguas (Sans y Barcelona 2).

Es evidente que pueden simultanearse los movimientos 1.º y 2.º y que en el supuesto de estimar como posición normal de las señales la de cierre de las vías y para las agujas la que deje libres las dos vías generales, las relaciones de enclavamientos precisas con arreglo á las anotaciones del croquis serán

1 I	8 I	2 I	7 I	3 I	6 I
2 I	7 I	4 N	5 N	5 N	4 N

Para mayor seguridad se conexionarán entre sí las transmisiones de los semáforos 2 y 7 con las agujas 4 y 3 respectivamente, interponiendo en el alambre de aquéllas un taco que solo pasará á través del taladro abierto en una barra enlazada con las agujas cuando éstas dejen libres las dos vías generales. De esta suerte si las agujas no obedeciesen por deficiencias de su trasmisión al movimiento de la palanca que ha de desenclavar las del semáforo y del disco de salida correspondientes, no podrán abrirse dichas señales gracias á la resistencia opuesta al paso del taco por la barra sujeta á los tirantes de las agujas.

Las palancas del enclavamiento Saxby-Farmer se instalarán en la sala central del sótano habilitada para el despacho del Jefe del apeadero, disponiéndose junto al puesto repetidores eléctricos conexiados con las señales y agujas que permitan al citado Jefe ver si unas y otras han obedecido al juego de las palancas.

Siendo eléctrica la luz de las señales, se montará en série con sus lámparas, un número igual de pequeños focos instalados junto al puesto de palancas, de suerte que al apagarse las luces de las señales por una interrupción ó contacto de los hilos conductores, se apagará ó fundirá la lamparilla correspondiente que á modo de repetidor tendrá á la vista el agente encargado del puesto.

Las transmisiones serán de varillas rígidas para las agujas y de alambres para las señales, yendo todas ellas contenidas en una cuneta ó cajero de fábrica que se establecerá en la entrevía, hasta llegar á las dos comunicaciones extremas adosándose luego al muro contiguo de la zanja.

*Cuantía de las obras.*—La construcción del apeadero ha exigido la excavación y extracción de 28,530 metros cúbicos de tierra y de fábricas antiguas, la ejecución de 7690 metros cúbicos de mampostería y hormigón con cal hidráulica del Teil, de 2632 metros cúbicos de fábrica de ladrillo con mortero de cemento y de 212 metros cúbicos de sillería fina en gran parte escultrada; la colocación de 90,000 azulejos; el empleo de 300 toneladas de hierro y la adquisición de 290 metros cúbicos de madera para andamiajes, entibaciones, etc., prescindiendo intencionadamente de otros accesorios como pavimentos, tejas, tuberías, vidriaje, etc., etc. Hasta primeros de Abril ascendían los gastos á 795.000 pesetas, estimando que pasará de un millón el coste total de las obras, para cuya ejecución no cabía emplear otro sistema que el adoptado, ó sea el directo por administración.

Barcelona 20 Abril 1902.

RAPAEI CODERCH.

## EMPLEO DEL COMBUSTIBLE LÍQUIDO EN LA NAVEGACIÓN

En la última sesión celebrada por la *Institution of Naval Architects*, entre las diferentes comunicaciones que se han presentado figura una de las más notables debida à Sir Fortescue Flannery, que trata esta interesante cuestión, cuyo extracto tomamos del *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France*.

El autor hace remontar el empleo del aceite mineral como combustible al año 1870 en los vapores del mar Cáspio y del Volga, habiéndose hoy adoptado para 200 buques que navegan en el primero y otros tantos que lo hacen en el segundo. Pero, la circunstancia de que estos barcos hacen su servicio en agua dulce y que por consiguiente no hay inconveniente en servirse del vapor como agente de pulverización del petróleo, debe ser tomada en consideración. Además la ley en Rusia se opone à la exportación de combustibles líquidos con un punto de inflamación poco elevado y los transportes interiores eran hasta una época reciente bastante difíciles; también se explica porque una práctica que había tenido tan buen éxito en los puntos indicados arriba, no se ha extendido sobre todo por consideraciones de un orden puramente comercial. El reciente descubrimiento de los yacimientos de aceite mineral, muy ricos en Borneo y en Birmania primero y en seguida en la California y en Texas, ha naturalmente cambiado el estado de cosas.

Desde el momento en que se podía contar con aprovisionamientos fáciles de combustible líquido, los principales interesados, es decir, los Almirantazgos de las principales Compañías de navegación, los armadores, los ingenieros de las construcciones navales, etc., han debido inmediatamente preocuparse de la cuestión. El almirantazgo inglés ha prescrito ya ensayos, no tan solo en los *destroyers*, sino que también en tres cruceros y en un acorazado. En Italia, el ministro de Marina se ha ya preocupado de la materia, antes de que la cuestión del aprovisionamiento haya sido resuelta. La marina alemana emplea desde hace algunos meses el combustible líquido en los barcos de la estación de China. La Compañía Hamburguesa Americana ha insta-





lado cuatro buques para el empleo del aceite, y el Lloyd de la Alemania del Norte dos buques. La marina holandesa ha provisto dos *destroyers* con aparatos para quemar el petróleo conjuntivamente con el carbón, y los trasatlánticos holandeses que hacen el servicio de las Indias Orientales y de la China queman ya este combustible de un modo corriente. Los armadores daneses han encargado á arsenales alemanes dos vapores para el uso del petróleo; en fin, unos veinte barcos con bandera inglesa se sirven de este combustible regularmente, sin contar una docena de otros actualmente en construcción que estarán equipados con aparatos de este género.

*Aprovisionamientos.*—Se puede ya, ó muy próximamente podrá procurarse combustible líquido de un modo corriente en los puertos siguientes: Londres, Singapore, Hong-Kong, Madrás, Colombo, Suez, Hamburgo, Port-Arthur, Rangoon, Calcuta, Bombay, Alejandria, Bangkok, Saigón, Penang, Batavia, Surabaya, Amoy, Swatow, Fuchow, Shanghai, Hankow, Sidney, Melbourne, Adelaida, Zanzibar, Mombassa, Yokohama, Kobo y Nagasaki; se proponen instalaciones en los puertos del Africa del Sur y de la América del Sur.

Puede admitirse que las estaciones al este del canal de Suez serán alimentadas por Borneo y Rangoon y las del oeste del canal, por la California y Texas; las estaciones del Africa del Sur podrian indiférentemente aprovisionarse de los dos manantiales; en cuanto á los puertos de la América del Sur, los yacimientos de Texas y California parecen bien indicados para su alimentación.

*Composición química.*—Aqui no se propone el autor estudiar la composición del combustible líquido, pero se cree en el caso de deber indicar lo que se entiende por esta expresión. El líquido al salir del pozo da cinco productos distintos: esencia (de nafta ó bencina), la kerosena ó aceite lampante, el aceite solar, el astatki ó residuo y agua. Los tres primeros productos tienen demasiado valor para ser empleados como combustible, á un precio comparable al del carbón, pero los residuos que consisten en un líquido de la consistencia de un jarabe, si son convenientemente purgados del agua, y de algunas impurezas, producen un combustible excelente cuya composición química es: carburo, 88  $\frac{0}{100}$ , hidrógeno, 10,75 y oxígeno 1,25.

Las materias más perjudiciales que pueden estar contenidas en el líquido, son el agua y el azufre. Los inconvenientes del agua se com-

prenden fácilmente; en cuanto al azufre, si es libre, produce una acción perjudicial en el hierro y en el cobre de los hogares. Hoy se encuentran raramente estas dos impurezas en los aceites para calefacción, pero no obstante debe preocuparse de los medios de separar mecánicamente el agua, aún cuando sea la que proviene de los *water-ballast*.

La cuestión de la seguridad y la del punto de inflamación, tienen una extrema importancia. El Almirantazgo inglés exige una temperatura de inflamación de 130° C., el Lloyd una de 93°. En Alemania, se considera como presentando una seguridad suficiente un líquido que se inflama á 65°. Durante cuatro años se han empleado sin accidente en barcos ingleses y holandeses, aceites presentando temperaturas de inflamación bastante bajas. No hay ventaja en fijar temperaturas más bajas de lo que no es absolutamente necesario, porque los aceites despojados de los elementos volátiles demasiado completamente, tienen una consistencia viscosa que les hace más difíciles para pulverizar y la destilación prolongada los hace necesariamente más costosos.

*Ventajas é inconvenientes para los barcos de guerra.*—El problema del establecimiento de un barco de guerra consiste en una combinación de diversos elementos en proporciones convenientes, á saber: la velocidad, el armamento ofensivo y defensivo, el radio de acción, el desplazamiento, etc.; toda reducción de peso en uno de los elementos constitutivos de la potencia del barco sin atenuación del valor del elemento es para determinar. En principio puede ponerse que dos toneladas de combustible líquido equivalen á tres toneladas de carbón y que 36 piés cúbicos del primero equivalen á 67 piés cúbicos del segundo, ó sea 1 m.<sup>3</sup> en lugar de 1, 9; resulta que siendo por otra parte todas las demás cosas iguales el radio de acción por el solo cambio de combustible, se encuentra aumentado del 50 %, si se considera el peso y de 90 % si se considera el volumen ocupado.

La ventaja de la protección que da el carbón para los cruceros es real y deja de existir con el combustible líquido, que está enteramente alojado debajo de la flotación; para almacenarlo se utilizan dobles fondos y espacios análogos y el emplazamiento de los pañoles puede ser empleado para otros usos.

El equipo puede ser reducido en una gran proporción. El elemen-

to de calefacción desaparece casi enteramente quedando reducido á algunos hombres, quienes bajo la vigilancia de los maquinistas vigilan los quemadores. Se economizan los camarotes, los víveres y los salarios del personal suprimido. Se tendrán que reclutar y ejercitar menos hombres, sin reducción alguna en la potencia marítima ofensiva y defensiva de un país.

La renovación de los aprovisionamientos del combustible en el mar es un problema muy delicado con el carbón, mientras que es muy sencillo de resolver con el combustible líquido; puede fácilmente transbordarse de un buque petrolero á los depósitos de otro buque 300 toneladas por hora en un tiempo ordinario.

Diferentes partes de los frentes de las calderas y las planchas de los parquets ó suelos, que actualmente se corroen con una rapidez extrema por efecto de las cenizas que se mojan antes de arrojar al mar, serian preservadas por el empleo del combustible líquido, lo mismo que las planchas de las paredes de los pañoles de carbón, que tienen tan poca duración con el sistema actual.

El aceite, quemado en hogares convenientemente dispuestos con una suficiente atención por parte del personal, no da humo alguno. Bajo este respecto puede entrar en paralelo con el carbón de Gales y es muy superior á los demás carbones de uso corriente.

El combustible líquido no cuesta más en el Extremo-Oriente que el carbón de Gales, si se añaden al precio de este último en el puerto de embarque, los gastos de transporte y los derechos del canal de Suez.

El rendimiento en vapor exigido de las calderas de los *destroyers* es más elevado que el que se pide á los generadores de los otros tipos de barcos de guerra y se han experimentado ciertas dificultades para quemar bastante aceite en estas calderas para obtener el mismo rendimiento que con el carbón para tiro forzado. La cuestión de la economía de combustible á toda potencia es poco importante para los *destroyers*, pero la de la producción máxima de potencia es muy seria y experiencias en vías de llevarse á cabo llevarán probablemente la solución del problema de una manera análoga á lo que se ha hecho en el Ferrocarril Great Eastern, gracias á las investigaciones de M. Holden.

Los Sres. Yarrow han obtenido resultados muy alentadores en



dos torpederos que han construido para la marina holandesa. Su método consiste en realizar la velocidad máxima con carbón en las condiciones usuales del tiro forzado y entonces inyectar el petróleo en los hogares sobre el carbón de manera de producir un suplemento de calórico, dejando no obstante la superficie entera de la rejilla utilizable para la combustión del carbón. De este modo se llega á aumentar de un nudo la velocidad del barco. Los Sres. Thornycroft en ensayos recientes, han llegado á obtener 18,95 de vapor para 1 de combustible líquido.

No hay contestación sobre la rapidez de poner en presión obtenida con el aceite y la conservación del líquido con todas sus cualidades, durante un periodo de tiempo cualquiera, parece fuera de duda.

*Ventajas é inconvenientes para la marina mercante.*—Las condiciones á llenar por este combustible no son absolutamente las mismas para la marina mercante que para la marina de guerra; la cuestión del precio, principalmente, no tiene la misma importancia en los dos casos; para la marina de comercio es capital. Mientras que los recursos en combustible líquido se han concentrado en los mares orientales, parecía imposible ver este combustible venir á luchar con el carbón al oeste del canal de Suez, de suerte que el mar Rojo parecía ser el límite del dominio del aceite.

El descubrimiento de los yacimientos importantes en Texas y la atrevida iniciativa de Sir Marcus Samuel, quien ha organizado una flota de vapores petroleros, y de los depósitos de combustible, ha cambiado la situación y no se ve ya razón para que los mares occidentales no puedan ser aprovisionados igualmente de combustible líquido á precios proporcionalmente comparables á los del carbón.

La reducción de la mano de obra de calefacción es considerable, aún cuando el personal no deba ser reducido por debajo de lo que es necesario para asegurar el servicio de las calderas en caso de urgencia. Se puede generalmente reemplazar un personal de 32 hombres, tanto fogoneros como pañoleros, por uno de 8 hombres. Se dice que recientemente el vapor "Ferdinand Lacisz" de la Compañía Hamburguesa-Americana, ha podido desembarcar todos sus fogoneros en Singapore después de haber adquirido suficientemente la experiencia del empleo del aceite. Algunos de los grandes vapores trasatlánticos han encontrado alguna dificultad para mantener con el tiempo las

velocidades obtenidas cuando el barco era nuevo. Estas dificultades no estriban ni en las deterioraciones en las calderas y máquinas, ni en la calidad del carbón, sino tan solo á la dificultad que se tiene en poner la mano de obra de la calefacción á la altura de la potencia máxima de producción de las calderas. Con el combustible líquido, esta dificultad está descartada; la regularidad realizada en la calefacción es una ventaja importante y no será sola, puesto que la economía debida á la supresión del personal correspondiente y la utilización de los emplazamientos exigidos para su alojamiento, se traducen por un beneficio muy apreciable. Pero la ventaja más seria, bajo el punto de vista comercial, reside en el incremento del espacio disponible para la carga.

Si se admite, como más arriba, la relación de 2 toneladas de aceite para 3 de carbón, se ganarán 1000 toneladas de peso en un vapor trasatlántico de primera clase, más la totalidad del volumen de los pañoles, el cual, con deducción de las partes en donde la temperatura sería demasiado elevada, podría recibir mercancías. Se pondrá la totalidad del aprovisionamiento de aceite en los dobles fondos, de manera que se podrá ganar un espacio de 2800 m.<sup>3</sup> utilizables para la carga. El emplazamiento ganado de esta manera será más ó menos grande según la capacidad de los buques, pero se puede decir de un modo general que la sustitución del aceite al carbón permitirá utilizar á lo menos el 25 % del espacio ocupado por los pañoles del carbón en provecho de la carga.

Se puede citar también la limpieza de las operaciones de aprovisionamiento del aceite y el poco tiempo necesario para estas operaciones en comparación de lo que ocurre con el carbón. Hay también algunos inconvenientes á la vista, principalmente en lo que concierne á la distribución del aceite y su mezcla posible de agua; pero estas dificultades desaparecen poco á poco y se consigue con simplificar los aparatos. Se puede añadir que los hogares que queman el petróleo no tienen necesidad de ser limpiados, lo cual es una gran ventaja evitando las pérdidas de tiempo y de velocidad que lleva consigo esta operación durante la travesía.

*Colocación del aceite á bordo.*—Como se ha visto más arriba, las partes del buque utilizables antes, á excepción del espacio reservado al *water-ballast* ó al agua dulce, son los más apropiados para aco-

modar el aceite. Los compartimientos del *water-ballast* pueden recibir éste sin que sea necesaria ninguna modificación. El Lloyd's Register ha publicado una serie de reglas aplicables á los buques existentes y el departamento marítimo del Board of Trade ha indicado las precauciones que hay que seguir, y á condición de observarlas, no hay ningún obstáculo para el empleo del combustible líquido en los buques destinados á llevar pasajeros.

Es ya conocido que el petróleo refinado ó aceite lampante tiene una facilidad de penetración singular y puede atravesar por las juntas remachadas y foladas estanques por el agua. Pero esta facultad no es poseída por el combustible líquido, que sin más grande viscosidad asimila al agua bajo el punto de vista que nos ocupa. Ensambladuras ó uniones ordinarios estanques como los de los cascos de los buques, son lo suficientes para ser impenetrables á los aceites de calefacción bajo una carga igual á la altura del tirante de agua.

Sin embargo, en los grandes buques, los dobles fondos tienen necesidad de recibir algunos tabiques estanques adicionales para poder tener una división mayor y evitar los choques debidos al balanceo del líquido en los compartimientos medio llenos.

Aquí da la descripción de la instalación del vapor *Murex* construido por la casa W. Gray y C.<sup>ta</sup> de West Hartlepool y no destinado en su origen para quemar combustible líquido, sino para transportar petróleo refinado, lo mismo que mercancías ordinarias en los mismos compartimientos. Hace dos años que este buque pasó á la Compañía de Wallsend para ser apropiado al uso del nuevo combustible.

Para su almacenamiento se han utilizado dobles fondos que se encontraban debajo del compartimiento de las máquinas y calderas y en los espacios libres de delante y de detrás. Depósitos para la decantación se han instalado á la altura del entrepuente. El aceite es conducido á éstos desde los depósitos inferiores por una bomba. Cada uno de estos depósitos es calentado por un serpentín en el cual circula el vapor; de esta manera se eleva un poco la temperatura del aceite, lo cual lo vuelve más fluido y facilita la separación del agua que puede ser mezclada cuando los recipientes han servido antes de *water-ballast*. Cada depósito puede recibir la cantidad de aceite necesaria para una marcha de veinticuatro horas; se deja reposar al líquido doce horas; el agua llega al fondo á causa de su mayor peso





específico; se pone entonces el depósito en comunicación con los quemadores de las calderas, mientras que el segundo depósito análogo recibe su aprovisionamiento que debe decantarse durante el mismo periodo de doce horas. Tal es el principio de la instalación, que puede variar en sus detalles según la posición del aparato motor en los buques y las disposiciones particulares de éstos.

*Disposiciones de los hogares.*—Estas disposiciones son actualmente bastante variables y es probable que se les introducirá aún modificaciones para realizar el máximo de efecto útil y de economía.

Como se ha indicado arriba, el aceite es demasiado espeso para que se le pueda quemar sin dividirlo muy finamente, lo cual se obtiene pulverizándolo con el vapor ó proyectándolo con fuerza contra un obstáculo ó, en fin, vaporizándolo antes de introducirlo en los hogares. M. Howden emplea un sistema en el cual el aceite es lanzado al hogar al mismo tiempo que el aire bajo presión, previamente calentado por los gases de la combustión que salen de los tubos. Este procedimiento ha sido introducido con éxito en los vapores del Lloyd de la Alemania del Norte *Tanglin* y *Packnam* por sus constructores Workman, Clark y C.<sup>a</sup>. Todos los vapores del mar Cáspio tienen el sistema de pulverización por el vapor y algunos están en servicio desde hace veinte años.

Este sistema está aplicado en el *Murex*, del cual se acaba de hablar. Este buque ha llegado recientemente al Támesis después de un viaje de 11,800 millas, de Singapore por el Cabo, y no se han tocado los hogares ni una sola vez. Antes se quemaban 25 toneladas de carbón por 24 horas; para la misma potencia indicada se consumen actualmente 16 toneladas de aceite. Los hogares están revestidos con ladrillos y en la cámara de combustión hay un altar puesto contra la plancha vertical del fondo, terminado con un revestimiento de ladrillo, para impedir la acción directa de la llama sobre las cabezas de las riostras y otras partes sujetas á sufrir un calor local demasiado intenso.

Aquí el autor describe diversos quemadores que pueden ó no regularse y la manera como se ajustan á los hogares.

Durante las primeras etapas de la aplicación del combustible líquido en la marina mercante, con frecuencia se han emitido dudas sobre la posibilidad de volver rápidamente á la calefacción por medio

del carbón en el caso en que por una razón cualquiera no se podría continuar el empleo del petróleo. Para dilucidar este punto, la Compañía de Wallsend, que había ya instalado la calefacción por medio del aceite en más de cincuenta buques, ha instalado una disposición especial en el *Trocas*. Los emparrillados primitivos se han dejado en su sitio y cubiertos de una solera de veinte centímetros de espesor, formada de ladrillos refractarios triturados; hay un altar de ladrillos y un revestimiento refractario en la parte superior del hogar en el punto que acomete la cámara de combustión y en la parte posterior de ésta como se ha dicho antes.

Para pasar de la calefacción por medio del petróleo á la calefacción por medio del carbón, se separan los quemadores de las puertas de los hogares y se los rebate contra los frontis de las calderas; se abren las puertas, se saca la solera ó fragmentos de ladrillos de los emparrillados, se cargan éstos de carbón, se enciende éste del modo ordinario sirviéndose de quemadores de petróleo. En un ensayo en el mar del *Trocas*, en Septiembre último, el barco marchando á todo vapor quemando aceite, el cambio completo se llevó á cabo en veintiocho minutos. Es preciso decir además, que para largos viajes no es de aconsejar de dejar los emparrillados en su sitio cuando se quema petróleo. Pero aún en este caso, es decir, si se tenían que volver á poner de nuevo los barrotes, los cambios de modo de calefacción, no pedirían á lo más que algunas horas.

El consumo de vapor para la pulverización del petróleo, puede evaluarse en 90 gramos por caballo indicado y por hora. Es preferible disponer por hogar dos quemadores en vez de uno solo de mayores dimensiones, porque son más fáciles de regular y porque se tiene una llama más uniforme. El ruido muy desagradable que hacían los primeros quemadores ha desaparecido casi completamente con los aparatos recientes.

El sistema instalado en el vapor del Lloyd de la Alemania del Norte *Ferdinand Laisz* es el sistema Kősting que no emplea vapor para la pulverización del aceite.

Cuando el agua ha sido separada, como arriba se ha indicado, el aceite es elevado por medio de una bomba de vapor, después de haber sido filtrada y llevada á la temperatura de 60° C. por medio del serpentín de vapor. Más allá de la bomba es todavía calentada para que



pueda llevar á 90° y entonces se inyecta á los hogares bajo una presión de 2 kgs. por centímetro cuadrado.

Un inyector de forma helizoidal da al chorro de aceite un movimiento en espiral, que produce una especie de pulverización de éste, inflamándose al penetrar en el hogar en donde reina una temperatura elevada. No hay barras de emparrillado y las paredes de los hogares están completamente revestidas de ladrillos; el aire es admitido por unas placas perforadas que pueden recubrirse más ó menos para variar el volumen de aire. Este sistema ha dado bastante buenos resultados para que la Compañía Hamburguesa Americana lo haya aplicado á cuatro de sus trasatlánticos.

El sistema Meyer empleado en los barcos de la Compañía Holandesa, funciona igualmente sin vapor, pero exige que el aire destinado á la combustión sea calentado antes de encontrarse con el petróleo. El hogar se prolonga fuera de la caldera por una parte anular con tabiques en espiral; en esta parte es en donde el aire se calienta antes de entrar en el hogar propiamente dicho. Los quemadores son del tipo Koerting. Hace dos años que se emplea el sistema Meyer en vapores holandeses en los cuales ha tenido un éxito perfecto. En Rumania se emplean disposiciones análogas en algunos vapores.

Después de haber expuesto el estado actual de esta interesante cuestión, el autor expresa el deseo de que la continuación de las investigaciones tan bien empezadas y la aplicación de principios teóricos bien establecidos lleve un desarrollo cada día más grande del empleo del combustible líquido en la marina.

Esta comunicación ha sido seguida de una discusión muy desarrollada de la cual á continuación indicamos las observaciones más interesantes que se han expuesto.

El doctor Elgar no está de acuerdo con las cifras de equivalencia presentadas por el autor para la comparación entre el petróleo y el carbón. Los armadores americanos son de opinión que no se debe contar menos de 50 litros de aceite para 1 tonelada de carbón de 966 kgs., lo que da 5 toneladas de aceite para 7,5 toneladas de carbón y modifica notablemente los resultados de la comparación. Por otra parte, esta es una cuestión que la experiencia resolverá rápidamente.

El Almirante Sir E. Freemantle indica que los partidarios del aceite invocan, como ventaja sería del empleo del combustible líqui-



do, la ausencia de humo; esta no es una consecuencia absoluta de este empleo, porque cita un buque, el *Sarby*, que era conocido y temido por los torrentes de negro humo que desprendían sus chimeneas.

El doctor Dvorkovitz considera que la cuestión del empleo del petróleo, es hoy únicamente una cuestión de precio. El descubrimiento de los yacimientos de Texas permitirá entregar el petróleo á bordo á 9,50 francos la tonelada. Este precio correspondería al de 40 francos en los diversos puntos del Reino Unido. La relación de 3,2 dada por el autor de la comunicación, pondría el precio del petróleo á 26,50 francos.

M. J. Melrose encuentra que la memoria ha expuesto sobre todo las ventajas del combustible líquido, sin insistir en los inconvenientes. Estos son muy reales. La presencia del agua da lugar á serias objeciones; desde luego es perjudicial á las calderas, pronto apaga la llama, lo cual puede originar una explosión si los gases acumulados se reencienden bruscamente. Esta es una causa de peligro muy grave. Las autoridades del Almirantazgo han estudiado la cuestión con mucho cuidado: no admiten la ventaja del 50 % á peso igual invocada por el autor, y si solamente una de 33 %. Hay todavía un punto para rectificar sobre la comparación de los dos combustibles.

Con el carbón aún se pueden quemar los restos de carbón después de separados de la ceniza y obtener de ellos un suplemento de efecto útil, lo cual no tiene lugar con el aceite. Se ha hablado de suprimir fogoneros; en las marinas militares, esto no es posible porque se emplean los fogoneros para todas las obras. Un vapor del comercio, lleva casi siempre la misma marcha; un barco de guerra cambia constantemente de velocidad, lo cual es una gran dificultad para la regulación de la alimentación de los hogares con el aceite.

El autor en su réplica, dice que las diferencias que se le oponen sobre la comparación entre el petróleo y el carbón deben consistir ya sea en la naturaleza de los aceites—ha hablado de los aceites de Borneo y no de los de Texas que no conoce—ya sea en las medidas americanas que difieren de las medidas inglesas (galones).

Puede citar el siguiente hecho: resulta de una experiencia de seis años que, en un mismo buque, para la misma potencia indicada y la misma velocidad, se han quemado 25 toneladas de carbón por veinticuatro horas y más tarde 16 toneladas de petróleo. En un buque

más grande se han reemplazado 43 toneladas de carbón por 29,30 de petróleo. Admite gustoso que, en las marinas militares se tendrán que vencer ciertas dificultades especiales, pero se llegará á ello. En cuanto á la objeción hecha por M. Melrose relativamente á la utilización de los restos de carbón, piensa que la ventaja bastante insignificante que de ello resulta está compensada por la combustión más completa del aceite con respecto á la del carbón.

Ha de ser de utilidad presentar aquí los datos siguientes sacados de un periódico inglés sobre los petróleos de Texas, que son de muy reciente explotación.

La primera expedición de petróleo de los yacimientos de Beaumont en Texas, remonta solamente al 3 de Marzo de 1901, y de esta fecha al 10 de Enero de 1902, las estadísticas del ferrocarril indican que se han expedido 10,301 wagones llevando 1,683202 barriles de aceite. Dos ó tres grandes buques han cargado también petróleo y se han consumido un poco más de 100,000 barriles en Beaumont y en sus alrededores. Se estima además que al principio de Enero último podrian haber 2,500000 barriles en los depósitos de Beaumont, y en fin, que se debían perder un millón de barriles antes de que el gasto de los diversos pozos haya podido ser explotado y regularizado.

En 1.º de Enero de este año, habían 138 pozos en explotación, 200 kilómetros de conductos, 69 depósitos metálicos acabados, 19 en construcción y 32 depósitos de madera de menor capacidad, sin contar vías de carga para 161 wagones. Según una memoria del consul inglés en Galveston, la explotación podría decirse que estaria en sus principios y el mercado no estaria establecido aún. Se pueden concebir grandes esperanzas sobre el porvenir de estos yacimientos.

---

## RESISTENCIA PRÁCTICA DE LAS CUERDAS DE CÁÑAMO

Por el interés que ofrece damos á continuación la traducción de una comunicación que recientemente Mr. C. W. Hunt ha presentado á la *American Society of Mechanical Engineers* sobre las cargas que en la práctica se pueden hacer soportar á las cuerdas de cáñamo al emplearse en aparatos para elevar cargas, asunto muy deficientemente tratado en obras especiales.

La siguiente tabla A da indicaciones sobre las cargas prácticas que se pueden hacer soportar á cuerdas de cáñamo de Manila en las condiciones expresadas en la misma, así como los diámetros minimum de las poleas que hay que emplear.

TABLA A

Diámetro de las cuerdas	Resistencia á la ruptura	Cargas prácticas para velocidades			Diámetros minimum de las poleas para velocidades		
		Grandes	Medias	Pequeñas	Grandes	Medias	Pequeñas
A	B	C	D	E	F	G	H
mm.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	m.	m.	m.
26	3,220	90	180	450	1,02	0,30	0,20
29	4,080	113	226	565	1,12	0,33	0,23
32	4,980	136	272	680	1,25	0,36	0,25
35	6,070	172	346	860	1,37	0,38	0,27
38	7,160	204	408	1020	1,50	0,40	0,30
41	8,520	240	480	1200	1,62	0,43	0,33
44	9,880	280	560	1400	1,75	0,45	0,35



Esta tabla ha sido establecida teniendo en cuenta las siguientes circunstancias:

Las indicaciones velocidades pequeñas, medias, grandes, se refieren á los siguientes casos: pequeñas, grúas para trabajos, aparatos de canteras, etc., en donde las velocidades son de 0,25 á 0,50 metros por segundo; medias, grúas de puertos, aparatos de carga, marchando á velocidades de 0,75 á 1,50 metro, y grandes, transmisiones con velocidades de 2 á 4 metros y más. Se obtienen los diámetros de la columna A tomando la circunferencia y dividiendo por 3,1416. Este método da para una cuerda de tres cordones, 0,9 del diámetro del círculo circunscrito, y para una cuerda de cuatro cordones, 0,93 metros de este diámetro. El diámetro obtenido corresponde al de la cuerda tirante y el procedimiento por medio del cual se obtiene es el mejor á emplear.

Las resistencias á la ruptura que figuran en la columna B de la tabla, pueden ser modificadas en proporciones importantes por el tiempo de las cuerdas y también por el hecho de que éstas tienen menos resistencia cuando son mojadas. Trantwine dice que algunos meses de exposición á la intemperie, reducen del 25 al 50 por 100 la resistencia de una cuerda.

Las cifras de la columna B se refieren á cuerdas nuevas y son el resultado de ensayos hechos por la Compañía á la cual el autor pertenece, con cuerdas de cáñamo de Manila, producto del comercio corriente y procediendo de tres fabricantes. Desde esta época el profesor B. Kirsch, del Museo Tecnológico de Viena, ha ensayado á la ruptura más de doscientas muestras de cuerdas, la mayor parte de 35 á 55 mm. de diámetro y las cifras obtenidas por este experimentador coinciden con solo cerca un 5 por 100 de diferencia con las indicadas arriba. Ha demostrado que en los límites de las dimensiones del comercio, se puede obtener la plena resistencia, lo mismo para los grandes que para los pequeños diámetros. Cuando la resistencia es más débil, es que la cuerda ha sido mal hecha ó fabricada en una máquina demasiado débil. Después de todo, la resistencia á la ruptura no sirve en la práctica más que para determinar el factor de seguridad para un trabajo dado.

Las cargas prácticas dadas en la tabla, se aplican á las cuerdas de calidad ordinaria y pueden aumentarse notablemente con cuerdas

hechas con materiales escogidos. Se pueden aceptar con toda confianza las cifras del cuadro, salvo hacer variar el coeficiente de seguridad según los casos que se presentan.

Los diámetros de las poleas dados en las últimas columnas del cuadro, son obtenidos por el estudio de los diferentes factores que intervienen en la cuestión. En principio, todo aumento en el diámetro de las poleas afectará favorablemente la duración de la cuerda. Pero esta ventaja será más ó menos reducida en importancia por las dificultades más grandes de instalación, de funcionamiento y el precio más elevado de los aparatos. Se puede decir que el diámetro que hay que adoptar será el que equilibre las ventajas y los inconvenientes. Es casi imposible determinar este diámetro por consideraciones puramente teóricas, pero la práctica bajo este respecto da útiles indicaciones, y es según los resultados así obtenidos, que han sido establecidas las cifras de la tabla, que por otra parte no son dadas más que á título de indicaciones generales.

Por otra parte, se poseen numerosos documentos sobre las cuestiones relativas al empleo de las cuerdas, citándose algunos ejemplos interesantes. Cuando se hincaron 28908 pilotes en los trabajos efectuados para el ferrocarril de Chicago, Milwaukee y Saint-Paul, se sacó con cuidado el número de los pilotes clavados con cada una de las 79 cuerdas de cáñamo de Manila de diversos espesores, empleadas para este trabajo, para obtener el número medio de pilotes clavados con cada espesor de cuerda y el gasto de cuerda por pilote clavado.

Se ha notado así que para mazas pesando de 800 á 1200 kgs. fué la cuerda de 38 m/m. la que dió mejores resultados y la de 44 m/m. para las mazas que pesan de 1200 á 1450 kgs. Se poseen resultados análogos cubriendo varios años obtenidos por comerciantes de carbón con respecto á los diámetros de cuerdas, y el coste del cordage por una cantidad dada de carbón descargado de los buques con poleas de 0,30 á 0,40 m. de diámetro. Estos resultados hacen ver que para elevar una cantidad que requiera un esfuerzo de 4000 kgs. en la cuerda, una de 32 m/m es demasiado flaca y una de 44 m/m demasiado gruesa para un trabajo económico.

Para esta clase de operaciones, generalmente se emplean cuerdas de 38 m/m. La Compañía del Ferrocarril de Pennsylvania emplea

cuerdas de 38 m/m con poleas de 0,35 m. de diámetro, para todos estos aparatos de subir cargas, instalados en pontones en el puerto de Nueva York, y hace soportar á lo más 1350 kgs. por un solo cabo. Las cargas superiores son elevadas con aparejos de seis cabos.

En 1893 Mr. Robert Grimshaw en colaboración con el teniente J.-A. Bell de la marina de los Estados Unidos, ha hecho una serie de ensayos en el arsenal de Brooklyn con poleas de diferentes diámetros y con cargas variadas. Se sirvieron de cuerdas de Manila de tres cordones de 95 m/m. de circunferencia en uso en la marina. Las cuerdas estaban secadas y puestas en un aparejo de marina de seis cabos, en el cual las poleas tenían 0,20 m. de diámetro, los de la polea superior, tenían sus ejes girando en unas ranuras y los de la polea inferior sus ejes girando en unos anillos. La polea inferior y el gancho pesaban 34 kgs.

Es interesante comparar las duraciones de una cuerda empleada en las condiciones figuradas en las columnas C y F del cuadro ó en las condiciones de las columnas D y G.

Tomemos dos muestras de cordages del mismo diámetro y de la misma calidad, empleados: el primero, en un aparato para descargar el carbón de un buque en las condiciones de las columnas D y G, el otro en una transmisión de fuerza en las condiciones de las columnas C y F; el desgaste de estas cuerdas proviene del frotamiento que se ejerce entre los cordones al doblarse al pasar por las poleas. El número de dobladuras de este género sufrido por una cuerda, es un elemento de comparación muy justo. Una cuerda de 38 m/m de diámetro, actuando en un aparato convenientemente dispuesto, descarga de un buque de 7000 á 8000 toneladas de carbón. Esta cuerda sufre un esfuerzo de 385 á 4100 kgs., y corre sobre tres poleas, una de 0,305 m. de diámetro y las otras dos de 0,400 m. pasando de la línea recta á la semicircunferencia de la polea é inversamente 120000 veces. Después de este trabajo la cuerda está gastada y debe ser reemplazada.

Para hacer apreciar bien la resistencia de una cuerda empleada en una transmisión de fuerza, se tomará como ejemplo una transmisión de laminador de chapa, transmitiendo 1000 caballos por medio de cuerdas de 38 m/m. Las poleas tienen 1,525 m. y 5,10 m. de diámetro y tienen sus ejes á 10,80 m. de distancia. Las cuerdas tienen



26 m. de longitud, una velocidad de 25 m. por segundo y sufren 13900 flexiones por hora cada una, es decir, más flexiones en nueve horas que la cuerda del ejemplo precedente en toda su vida. Como se sabe, la duración de las cuerdas de transmisión de fuerza se cuenta por años y no por horas. Esta enorme diferencia de duración de cuerdas del mismo diámetro y de la misma calidad, se debe enteramente á la reducción de los esfuerzos y al aumento de los diámetros de las poleas.

En el Instituto Tecnológico de Massachussets se han hecho ensayos sobre la resistencia de los diversos nudos y amarres. Se han tomado 45 cabos de cuerda, cada uno de 64 m/m de circunferencia, cortados en el mismo rodillo y se les ha dividido en grupos de tres á siete cabos. Cada grupo había sido ensayado con un nudo ó un modo de amarre y se tomaba el promedio de los resultados. Las cifras así obtenidas han dado una notable concordancia que han permitido sacar conclusiones bastante precisas.

Se puede decir que los nudos ó amarres en los cuales las partes sometidas á esfuerzos de tracción se encuentran dobladas con un radio de curvatura muy pequeño, en otra parte de la misma cuerda, presentan la menor resistencia. Al contrario, las amarres en donde la cuerda está doblada con un radio relativamente grande, como un amarre con una pieza de madera, tienen una resistencia más considerable. Un bucle practicado en el extremo de una cuerda, arrollando ésta alrededor de un anillo ó guarda-cabo metálico con una costura para cerrar el bucle, dará, si está hecha con cuidado, casi la misma resistencia que la de la cuerda, pero como esta ligadura no está siempre hecha con el cuidado necesario, se debe admitir una cierta reducción con respecto á la resistencia de la cuerda. La tabla B da las reducciones que hay que emplear para un cierto número de nudos y de amarres. Sobre esto hace notar el autor que las cifras de esta tabla se aplican á todos los casos ordinarios de la práctica, pero que las condiciones locales pueden hacerlas modificar en cierto modo. Para un trabajo muy importante, el ingeniero á quien le esté encargado hará bien de estudiar la cuestión á fondo, para decidir cuales cargas deberá aplicar para ponerse al abrigo de toda eventualidad.

TABLA B

Carga útil levantada	Esfuerzo teórico	Esfuerzo real á ejercer	Proporción del esfuerzo suplementario á ejercer
<i>kgs.</i>	<i>kgs.</i>	<i>kgs.</i>	%.
270	45	71	58
360	60	89	48
450	75	110	46
540	90	130	44

La memoria termina con la Tabla C, que da, según las experiencias especiales, el efecto útil de un aparejo de seis cabos, es decir, la resistencia de la ligadura con relación á la de la cuerda misma.

TABLA C

	Resistencia del nudo con relación á la de la cuerda	Factor de seguridad en el caso del empleo en las condiciones de la columna E de la tabla A
Bucle hecho en un anillo metálico. . . . .	90 %.	6,3
Costura corta hecha en la cuerda . . . . .	80	5,6
Nudo de madera media-llave. . . . .	65	4,5
Nudo de bolina dos medias llaves . . . . .	60	4,2
Nudo cuadrado, nudo de tejedor, nudo de escota . . . . .	50	3,5
Nudo samento, nudo de puño. . . . .	45	3,1
Cuerda seca, promedio de cuatro ensayos, misma muestra.	100	7,0

## ESTADÍSTICA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN ESPAÑA

Por el Ministerio de Agricultura acaba de publicarse la Estadística de la industria eléctrica en España en fin de 1901, que es interesantísima bajo todos aspectos. Además de ser la primera de este género que se ha publicado en España, resulta tan completa y nutrida de datos como ninguna de las similares publicadas en el extranjero, debiéndose por ella felicitar al ex-ministro Sr. Villanueva, quien además ha sido el primero que ha empezado á organizar esta industria cada día más creciente en nuestro país, rigiéndola por bases racionales y científicas, que han de conducir á su mayor desarrollo, y á su debida explotación.

El Jefe del Negociado de Industria D. José Ruiz Marquez y el Ingeniero verificador D. Juan Montero, quienes recibieron encargo del Sr. Ministro para su preparación y publicación, auxiliados por los verificadores de todas las provincias, han llevado á cabo su cometido del modo más brillante, presentando un trabajo que honra á aquel Ministerio y á España.

Esta Estadística, constituyendo un tomo en 4.º de unas 300 páginas, comprende nueve estados á cual más interesante, como lo demuestran sus epígrafes que son los siguientes:

Estados: núm. 1, relación general de las fábricas de fluido eléctrico existentes en 1901, clasificadas por provincias y Ayuntamientos; n.º 2, fábricas de fluido eléctrico, clasificadas por localidades, y fin á que se destinan; n.º 3, fábricas de fluido eléctrico, clasificadas por localidades y naturaleza de su fuerza motriz; n.º 4, datos de la generación y consumo del fluido eléctrico; n.º 5, energía eléctrica en las provincias, con relación al número de sus habitantes; n.º 6, fábricas de fluido eléctrico, clasificadas según su objeto y potencia; n.º 7, fábricas de fluido eléctrico, clasificadas según la localidad y naturaleza de su corriente; n.º 8, fábricas de fluido eléctrico, clasificadas según la fecha de su inauguración; y n.º 9, instalaciones para tracción eléctrica.

Comprende además cinco cuadros gráficos que permiten de un



golpe de vista apreciar el incremento y distribución, siendo estos los siguientes:

Cuadros gráficos: núm. 1, cuadro gráfico de la potencia de los generadores de fluido eléctrico existentes en las provincias; n.º 2, gráfico de la potencia eléctrica existente en las provincias, clasificadas por el número de sus habitantes; n.º 3, gráfico de la potencia de los generadores de fluido eléctrico existentes en las provincias por cada 1.000 habitantes; n.º 4, gráfico de la potencia de los generadores de fuerza, según la naturaleza de ésta; y n.º 5, gráfico del incremento de la industria eléctrica desde 1890 á fin de 1901.

A continuación extractamos algunos datos interesantes referentes al número de fábricas, fechas de su inauguración, lámparas instaladas, precio de la luz é instalaciones de tranvías eléctricos.

*Número de fábricas.*—Al terminar el año 1901, el número de fábricas de fluido eléctrico en España era de 859, de las cuales 648 eran de servicio público y 211 de servicio privado, estando distribuidas en las diferentes provincias en la siguiente proporción:

PROVINCIAS	Centrales de servicio público	Centrales de servicio privado	TOTAL
Gerona.....	24	35	59
Vizcaya.....	30	24	54
Navarra.....	41	6	47
Valencia.....	34	8	42
Guipúzcoa.....	38	3	41
Alicante.....	15	20	35
Madrid.....	24	9	33
Oviedo.....	22	8	30
Lérida.....	15	12	27
Zaragoza.....	17	10	27
Logroño.....	24	1	25
Badajoz.....	22	1	23
Granada.....	8	14	22
Barcelona.....	21		21
Burgos.....	13	7	20
Córdoba.....	16	3	19
Cádiz.....	16	2	18
Sevilla.....	17	1	18
Valladolid.....	8	9	17
Alava.....	6	10	16
Jaén.....	15		15

PROVINCIAS	Centrales de servicio público	Centrales de servicio privado	TOTAL
Málaga.....	14		14
Toledo.....	10	4	14
Ciudad Real....	12	1	13
Teruel.....	12	1	13
Palencia.....	12		12
León.....	8	4	12
Guadalajara....	11		11
Murcia.....	11		11
Salamanca.....	11		11
Santander.....	11		11
Cáceres.....	10		10
Soria.....	10		10
Coruña.....	9	1	10
Huesca.....	9		9
Tarragona.....	9		9
Baleares.....	2	6	8
Castellón.....	8		8
Pontvedra.....	7	1	8
Zamora.....	3	5	8
Albacete.....	8		8
Huelva.....	4	3	7
Almería.....	6		6
Cuenca.....	6		6
Ávila.....	5		5
Canarias.....	5		5
Lugo.....	5		5
Segovia.....	1	3	4
Orense.....	3		3

*Fechas de inauguración.*—La fábrica más antigua es la del pueblo de Santa Catalina (Baleares), que se inauguró en 1878. Siguen luego la de Alguaire (Lérida) en 1880; Deusto (Vizcaya), en 1882; Oñate (Guipúzcoa), en 1885; Andújar (Granada), en 1886, y Granada y Santafé, en 1889.

Desde esta fecha fueron aumentando considerablemente, sobre todo en los últimos seis años, que son en los que se han instalado la mayor parte de las que hoy funcionan.

*Número de lámparas y bujías.*—Entre todas las poblaciones de España donde existe alumbrado eléctrico se cuentan para la iluminación pública 87.112 lámparas de incandescencia, que representan 1.012.945 bujías, y 1.470 lámparas de arco, con 1.136.590 bujías, y para la iluminación privada, 1.237.836 lámparas de incandescencia, que representan 39.640.641 bujías, y 2.819 lámparas de arco, con

1.292,425 bujías. Total lámparas 1,329,237, que representan 4.3082,601 bujías.

Madrid tiene para el alumbrado público 100 lámparas de incandescencia, que son 500 bujías, y 206 de arco, con 155,000 bujías, y para el privado 478,828 de las primeras, con 4.535,026 bujías, y 431 de las segundas, que representan 246,652 bujías.

Sigue Barcelona con 138 lámparas de arco para iluminación pública, con 207,000 bujías, y 30,000 lámparas de incandescencia, con 300.000 bujías, y 886 de arco, con 265,800 bujías, para la privada.

Sevilla tiene para la iluminación privada 26.357 lámparas incandescentes, con 263,570 bujías, y 313 de arco, con 250,000 bujías.

La población mejor alumbrada, por lo menos la que más luces tiene en relación á su número de habitantes, es Málaga, que cuenta para la iluminación pública con 7 lámparas incandescentes, con 112 bujías, y 39 de arco, con 40,200, y para la privada, con 33,208 lámparas incandescentes, con 274,996 bujías, y 275 de arco, con 191,000 bujías.

*Precio de la luz.*—Ávila y León son las capitales de provincia donde más caro es el alumbrado eléctrico, pues cuesta 5 pesetas al mes cada lámpara de 10 bujías. En cambio, en Lugo sólo cuesta 50 céntimos K. W. H.; en Palencia, 65 céntimos; en Soria, 1,14 pesetas mensual cada lámpara de 5 bujías y en Huesca y Logroño, 1'75 pesetas lámpara de 5 bujías.

En las demás capitales y pueblos fluctúa el precio entre 2,50 y 4 pesetas lámpara de 10 bujías, y por K. W. H. el precio general es de una peseta.

Los pueblos en España que tienen el servicio particular de luz eléctrica más barato son Monzón (Huesca), pues una lámpara de 5 bujías cuesta al mes 80 céntimos, y una de 10 bujías 1,50 y Alzola (Guipúzcoa), 27 céntimos por K. W. H.

En cuanto al alumbrado público, no hay quien aventaje en baratura á Málaga. Las dos Empresas que hay allí prestan el servicio gratuitamente.

*Tranvías eléctricos.*—El número de poblaciones que cuentan con este medio de transporte era de siete al finalizar el año 1901, contando en total 139,654 metros de vía, 652 carruajes y una potencia de 7,187 caballos.—J. P.



## NOTICIAS

---

LA LUBRIFICACIÓN DE LOS CILINDROS DE VAPOR.—Después de la formación del vapor y cuanto á ella se refiere, no hay nada tan importante en una instalación de maquinaria como la lubricación de todas las piezas sujetas á rozamientos; y como los fabricantes de grasas y de aparatos para la aplicación de las mismas han hecho tanto en beneficio de las instalaciones de maquinaria, generalmente se usan para las diversas máquinas las grasas y aceites que ellos ofrecen, sin cuidarse si son ó no propios para el objeto á que se destinan; mas el buen maquinista no deja nunca de hacer un detenido estudio de las diversas clases de lubricantes, para saber cuales son los que más convienen á cada una de las máquinas que tiene á su cargo.

Los lubricantes que hoy se usan se dividen en tres clases muy distintas. A la primera corresponden los lubricantes líquidos, compuestos de agua y de aceites minerales, vegetales ó animales, ó de una combinación de los mismos; á la segunda pertenecen los lubricantes semisólidos, ó grasas, que son productos naturales ó mezclas de lubricantes líquidos y ciertos álcalis, y á la tercera corresponden los lubricantes sólidos, tales como grafito, mica, talco, etc. Para los cilindros, sin embargo, sólo se usan los lubricantes líquidos, porque son los únicos que se pueden introducir en ellos con regularidad, á pesar de la presión del vapor, y aún de esa clase no se usan más que dos variedades, los aceites minerales y los animales; pero sucede que un mismo aceite no puede servir para lubricar todos los cilindros debidamente, así como tampoco es fácil curar todas las enfermedades con las mismas pildoras, y por lo tanto importa escoger según las condiciones en que se ha de hacer uso de él. Cuando aún no había petróleo, los aceites animales eran los únicos que se usaban en los cilindros de vapor, y ni siquiera se pensaba en purificarlos, según se hace hoy, para sacar de ellos las materias corrosivas. En aquel entonces, las máquinas de vapor y sus pertenencias duraban mucho menos que ahora, pero una vez desarrollada la industria del aceite mineral, se observó que el petróleo, al refinarlo, deja un residuo muy pesado que constituye un lubricante excelente para los cilindros de vapor, si se mezcla con cierta cantidad de aceite animal, pues que resiste muy poco el calor cuando no está mezclado, defecto que va desapareciendo gradualmente á medida que se perfecciona el procedimiento de la refinación, de suerte que hoy existen aceites minerales para cilindros que resisten temperaturas muy altas sin cambiar de forma; pero si el vapor tiene mucha humedad, el aceite mineral puro no se adhiere á la superficie del metal con la tenacidad necesaria para ser buen lubricante, mientras que el aceite mezclado se adhiere mucho mejor.

Hay, sin embargo, algunas razones por las cuales conviene usar el aceite mineral puro, entre ellas la de que algunas veces se dificulta mucho impedir que se introduzca una parte del aceite en las calderas con el agua de alimentación en que se calienta por contacto con el vapor agotado, y en ese caso, la calidad adhesiva del aceite animal puede causar graves daños á las planchas de las calderas, mientras que el aceite mineral puro no causa ninguno.

Otra de las razones por las que muchos prefieren para los cilindros el aceite mineral, es porque es más fácil conseguirlo completamente libre de ácidos. El petróleo, en su estado natural, no tiene ácido ninguno; mas en el procedimiento de la fabricación de los aceites que de él se extraen, hay que añadirle ácido sulfúrico para eliminar las materias orgánicas y resinosas que contiene, y que dicho ácido precipita ó destruye. Después, el aceite se trata con vapor y se lava con una solución alcalina para neutralizar el ácido que pudiera estar mezclado con el aceite; luego se vuelve á tratar con vapor y se lava con agua para quitar el álcali, que generalmente es soda.

Fácilmente se comprende que si estos lavados no se hacen con el mayor esmero, tiene que quedar en el aceite una cantidad de ácido suficiente para atacar el metal de los cilindros y de los émbolos. Su efecto es mucho más marcado, en el vástago del pistón, y en la parte que queda en la glándula cuando la máquina está parada, porque la empaquetadura mantiene el aceite en contacto con el vástago. Cuando el agua que se usa en las calderas es decididamente alcalina, conviene usar para la lubricación aceite mezclado, porque siempre pasa al cilindro una parte del álcali que saponifica el aceite animal é impide que ataque el metal, á la vez que sirve también para lubricarlo. Para poder aceitar un cilindro no cuando lo necesita, sino antes de necesitarlo sería indispensable estar echándole aceite constantemente; mas no hay todavía ningún aparato que permita hacer eso sin desperdiciar el aceite. Para economizar éste, lo mejor que se puede hacer es llenar de glicerina el vidrio de los lubricadores de alimentación visible, porque siendo esa substancia 25 por 100 más pesada caiga en gotas más pequeñas y la lubricación sea más constante. Los cilindros de la máquinas suelen dar algunas veces señales de falta de aceite cuando éste se les echa en abundancia, y cuando tal sucede, se cree que el aceite, sino del vapor que entra en ellos pues que si contiene un exceso de humedad obliga al aceite á formar una película que envuelve á cada una de las gotas de agua para ser arrastrado por el vapor agotado sin haber hecho ningún trabajo útil, y por eso es que cuanto más seco sea el vapor, menos aceite se necesita en los cilindros.

Para determinar si el aceite contiene ó nó una cantidad de ácido que pueda ser perjudicial para los metales, es muy fácil hacer un experimento sencillo, pero bastante seguro; basta tomar un poco de solución metálica de naranja y mezclar cuatro ó cinco gotas de ella con cuatro onzas de agua, la cual tomará en seguida un color amarillo limón. Luego se pone esta agua en una botella de vidrio claro y se le añaden cuatro ó cinco gotas de aceite que se quiere probar; la bote-



lla se agita de vez en cuando durante media hora y luego se deja sentar hasta que el aceite haya subido á la superficie. Si entonces el líquido tiene todavía el mismo color amarillo de antes, el aceite puede considerarse como inofensivo para el metal; pero si el agua toma un tinte rosado, puede tenerse por cierto que el aceite es muy ácido y no conviene usarlo. Los aceites para lubricar cilindros han de tener tres calidades esenciales, cuya importancia relativa depende de las condiciones del trabajo. Estas tres calidades son: viscosidad, resistencia y pureza de ácidos corrosivos y materias que pudieran rayar el metal. Como ya hemos dicho, estas tres calidades son esenciales y nadie se interesa por la duración de las máquinas debe usar ningún aceite al que le falte alguna de ellas.

LOS ALAMBRES TELEFÓNICOS.—Hace mucho tiempo que se emplea el alambre de bronce fosforoso para las transmisiones telefónicas. Las ventajas que ofrece esta clase de alambre son numerosas. Por la naturaleza particular de la corriente, el desideratum es encontrar un alambre que, para una conductibilidad determinada, ofrezca la sección más pequeña y naturalmente la menor capacidad eléctrica. Las corrientes telefónicas se suceden con rapidez y son generalmente de alta tensión y de poca intensidad; los conductores de menor diámetro y de menor capacidad dan, á conductibilidad igual, mejores resultados que conductores más gruesos, en los cuales la carga absorbe la mayor parte de la corriente que se quiere transmitir, lo que produce demoras y comunicaciones imperfectas. El bronce fosforoso, que tiene una gran conductibilidad, puede emplearse con diámetros muy pequeños y reúne las condiciones mejores para establecer rápidamente las líneas de una manera económica y durable.

El cobre que conviene desde el punto de vista de la conductibilidad, posee poca elasticidad y se alarga indefinidamente bajo cargas ligeras. El bronce fosforoso al contrario, se martilla bien; bajo un martillazo de poca importancia el alambre se pone medio duro, se deja desarrollar fácilmente y toma una elasticidad que aleja todo peligro de alargamiento; después de tirado, toma una resistencia muy grande, más de 80 kilos por milímetro cuadrado. No se puede pasar el límite de 85 kilos en el alambre telefónico, porque acercándose á 100 kilos de resistencia, el alambre se pone demasiado duro. El alambre generalmente empleado puede variar de 1 milímetro á 1,4 milímetro de diámetro, es decir, número 19 ó número 17 de la escala inglesa ó de 39 á 55 milímetros. Esta reducción del diámetro que hace posible la gran resistencia del metal, es fuente de muchas y grandes ventajas. Con el alambre de hierro galvanizado no es prudente bajar más de 4 milímetros de diámetro, núm. 8, y con tal diámetro pesa 110 kilos por kilómetro; el alambre de acero no se emplea de menos de dos milímetros (núm. 14) y pesa 40 kilos por kilómetro. En ciertos casos excepcionales se emplea del número 15, que pesa más ó menos 8 libras y su resistencia eléctrica es de más de 70 ohmios por milla; pero siempre estos alambres delgados tuvieron poca duración; la oxida-



ción rápida inevitable en la atmósfera de las ciudades, origina rupturas frecuentes y composturas costosas.

La oxidación de los alambres, además de exponerlos á romperse, disminuye también la conductibilidad del alambre, lo que es molesto en los aparatos que son contruidos para una resistencia determinada. El alambre de bronce se envuelve rápidamente de una capa de barniz negro, la cual lo protege por completo de las deterioraciones exteriores, y además siendo mal conductor, impide las derivaciones de la corriente.

El alambre de bronce fosforoso de  $1\frac{1}{4}$  milímetros presenta toda clase de seguridad y no pesa más de 10 á 11 kilos por kilómetro. De esto resulta una considerable disminución del peso de las líneas. Un poste puede soportar con más seguridad cuatro veces más alambre de bronce que de hierro ó de acero, y las líneas pueden ser más tirantes é impedir así los contactos fortuitos. En las condiciones especiales en las cuales se hace en las ciudades la colocación de las líneas telefónicas los postes tienen gran importancia en el coste de la línea y sobre todo en las dificultades de colocación y en el coste de conservación. Por igual longitud, el coste del alambre de bronce es un poco más ya que el del alambre de acero, pero el precio por kilómetro de línea telefónica de bronce de  $\frac{1}{4}$  milímetro núm. 17 colocado es muy inferior á la línea de acero de dos milímetros (núm. 14).

La seguridad mayor de las líneas de bronce da una ventaja que se hace sentir más cuando aumenta el número de alambres, y los tendidos sobre la cabeza de los que circulan por nuestras calles parecen una red ó tela de araña.

Las líneas de bronce más delgadas ofrecen menos superficie al viento y causan menos trabajo á los soportes; el ruido desagradable del viento en una red de alambre disminuye mucho con el empleo de alambre de bronce. A primera vista se podría preguntar, por qué tomamos como minimum el diámetro de uno y cuatro milímetros, pero en la práctica se presenta una objeción seria. Al principio se empleaba alambre de 8.10 milímetros (núm. 21). Estas líneas han dado muy buenos resultados para la trasmisión, pero necesitan mucha vigilancia para un alambre de una sección de menos de  $\frac{1}{2}$  milímetro cuadrado; este alambre tiene además que ser bien duro y necesita hombres muy competentes para su colocación.

Es preciso no olvidar que la línea es tanto mejor cuanto más aislada está y que las pérdidas no se deben exclusivamente á los aisladores. Disminuir el número de éstos, es pues, una de las buenas condiciones. Estamos convencidos de que el hilo común de un milímetro que hace 14 kilos por kilómetro, puede tener menos de 35 ohmios por kilómetro, que resiste una tracción de 125 kilos, y establece una excelente comunicación telefónica á varios cientos de kilómetros. Construido racionalmente, se ve que estas ventajas económicas las daría en una línea semejante, no pesando más de 14 kilos por kilómetro, cargando en los postes siete veces menos que un hilo de hierro de 4 milímetros. Permitiría con toda seguridad economizar 75 por ciento de los postes, material de hierro, aisladores, etc.; para una lí-

nea de hierro ó de cobre duro, la economía sería también la misma en la mano de obra de la línea. Además, la línea una vez colocada, sería más segura, más sólida y menos costosa su conservación. Las causas de la deterioración son, las unas, funcionamiento de la sección; las otras, funcionamiento de hilo respecto á su diámetro, cuya acción es tanto más enérgica cuanto menor es la resistencia específica.

LA LOCOMOTORA MÁS POTENTE.—Hace cerca de diez años, la compañía propietaria del Ferrocarril Central de Nueva York y del Hudson estrenó en sus líneas una potente locomotora para trenes expresos que en aquella época, era no solamente la más grande, sino también la más eficaz que existía entre las de su clase. Nos referimos á la máquina que lleva el número 999, típica locomotora de ocho ruedas americana, que se distinguía de las demás del mismo tipo por el gran tamaño de sus ruedas motrices, de siete pies de diámetro, su gran superficie de calefacción, que era 1,900 pies cuadrados, y la presión del vapor en la caldera, que era 190 libras por pulgada cuadrada. Esta máquina y las otras próximamente iguales que le han sucedido han estado haciendo excelente servicio en la tracción de los trenes llamados Empire State Express, que, en grandes trayectos, son los más rápidos de las líneas de esta compañía.

La rapidez con que ha ido aumentando el peso de los trenes y la imposibilidad de reducir la velocidad de los viajes, pues que la tendencia está en aumentarla en todas las líneas, indujeron al superintendente de la Fuerza Motriz de este ferrocarril, Sr. Wait, á diseñar una locomotora para expresos, capaz de viajar con más rapidez que las actuales con trenes de igual peso ó con igual rapidez arrastrando trenes mayores.

Esta locomotora, ya construída, es del tipo llamado "Atlántico," que se distingue de las de la clase á que pertenece la n.º 999 en que tiene las cuatro ruedas motrices, acopladas entre sí, más hacia adelante, bajo el centro de la caldera y dispuestas de modo que los émbolos mueven el par de atrás y éste el delantero, y el hogar lleva debajo un par de ruedas ordinarias.

El principal objeto que se perseguía al diseñar esta locomotora era proveerle de una gran caldera con capacidad suficiente para suministrar con una presión de 200 libras por pulgada cuadrada cuanto vapor se necesitara en las más exigentes condiciones del servicio. Las máquinas del tipo americano, en que el hogar se encuentra dentro del bastidor y entre los ejes de los dos pares de ruedas motrices, impone ciertas restricciones al tamaño de la caja de fuego, como también limita las dimensiones que pueden tener la superficie de la parrilla y la superficie de calefacción del hogar. Una de las ventajas que ofrecen las máquinas del tipo "Atlantic" consiste en que usando pequeñas ruedas debajo la caja de fuego se puede poner encima del armazón y proyectar de ella por ambos lados, y la caja de fuego se puede hacer más larga que cuando se pone entre los ejes de los dos pares de



ruedas motrices. En la máquina de que tratamos, la caja de fuego tiene por dentro una anchura de 6 pies y  $3\frac{1}{2}$  pulgadas, y una longitud de 8 pies, la parrilla tiene una superficie de  $5^{\circ}$ , 3 pies cuadrados y la superficie total de calefacción es 180 pies cuadrados. El diámetro exterior de la caldera en el primer cerco es de 6 pies, y los tubos que contiene son 396 de 2 pulgadas de diámetro y 16 pies de largo. La superficie de calefacción de los tubos da en conjunto el enorme total de 3,298 pies cuadrados, y añadiendo á esto la superficie de la caja de fuego, la cantidad aumenta á 3,505 pies cuadrados, que es una superficie de calefacción mucho mayor, que jamás se había dado á locomotoras de pasajeros más que suficientes, según parece, para suministrar á los cilindros cuanto vapor se necesite en ellos bajo una presión de 200 libras por pulgada cuadrada.

Como los cilindros tienen 21 pulgadas de diámetro por 26 pulgadas de carrera de los émbolos, fácilmente se comprende que, trabajando á plena carga, se ha de necesitar una adhesión extraordinaria, y por lo tanto se ha provisto á la máquina de lo que se llama fulcro de igualación ajustable. Este mecanismo se compone de un par de palancas actuadas por cilindros de aire y arregladas de manera que, cuando se admite el aire en los cilindros y las palancas se bajan, el fulcro cambia de posición y una parte del peso de la máquina que normalmente descansa en las ruedas ordinarias, recae en las motrices aumentando la adhesión de éstas á los rieles. El peso de la máquina equipada para el viaje es 176,000 libras, y su distribución normal es como sigue: 95,000 libras recaen en las ruedas motrices, 42,600 en los dos pares de ruedas delanteras, y 38,400 en el par de ruedas de atrás. Al romper la marcha, al subir pendientes y cuando se requiere un esfuerzo extraordinario, se cambia de posición el fulcro y el peso se reparte como sigue: 104,800 libras en las ruedas motrices; 37,000 en las delanteras, y 34,200 en las de atrás. La tracción normal, contando con el 85 por ciento de la presión del vapor, es 23,725 libras, pero cuando se hace funcionar el mecanismo citado, la fuerza de tracción aumenta á 25,350 libras. Las válvulas son del sistema de pistón, de 12 pulgadas de diámetro, con admisión interior. El ténder tiene capacidad para 50,000 galones de agua y 10 toneladas de carbón.

---

UTILIZACIÓN DE LA FUERZA HIDRÁULICA PARA LOS FERROCARRILES ELÉCTRICOS.—De un discurso sobre esta materia presentado por Mr. Eduardo P. Burch al Club de Ferrocarriles del Noroeste, de los Estados Unidos, sacamos los siguientes datos relativos á los ferrocarriles eléctricos de Minneapolis y de St. Paul. Hace pocos años se construyó en el río Misisipi, cerca del Salto de San Antonio, una presa con objeto de llevar el agua á unas turbinas y convertir su energía en corriente eléctrica para utilizarla como fuerza motriz para los tranvías de Minneapolis y de Saint Paul. El agua se toma del Misisipi Superior, en el que la corriente es por lo general tranquila y gobernable, pero á veces se desborda con espantosa furia.

El gobierno de los Estados Unidos está construyendo presas per-



manentes en las desembocaduras de los lagos pantanosos del Misisipi Superior, formando estanques para recoger el agua excedente y que se pueden abrir en los casos necesarios. La capacidad de almacenaje de esos lagos puede llegar á ser hasta 100 billones de pies cúbicos de agua. De esta manera no solo se reduce la intensidad de las inundaciones de la primavera y del otoño, sino que también se facilita la navegación y se consigue una distribución más equitativa del agua para utilizarla como fuerza motriz. En la actualidad, el caudal mínimo del río en el mes de Febrero es próximamente de 2,500 pies cúbicos por segundo, que, con las crecidas de la primavera sube generalmente á 15,000 pies cúbicos por segundo, y en el verano es cuando menos 6,000 pies cúbicos por segundo. Utilizando los medios locales para el almacenaje, la cantidad de energía utilizable se puede aumentar en 10 por ciento en las ocasiones en que la demanda lo exija.

Dentro de los límites de las ciudades gemelas, el Misisipi tiene un declive de más de 110 pies. Un poco más arriba de los límites de la ciudad, están las corrientes de Coon, con un salto de 20 pies cuya energía no se ha aprovechado. Entre el puente del ferrocarril Occidental de Minneapolis en la ciudad de este nombre y el puente de Fort Snelling, en Saint Paul, hay un declive de 40 pies en el que el Gobierno está construyendo esclusas y presas. El salto principal de San Antonio que tiene una altura de 50 pies se ha estado utilizando desde hace cuarenta años. Con la corriente normal del verano, que como hemos dicho es de 6,000 pies cúbicos por segundo, se obtienen en promedio unos 25,000 caballos de fuerza mecánica que se utilizan principalmente para mover la maquinaria de los molinos harineros. Los reciales de San Antonio, que están debajo del salto principal, se han empezado á utilizar en estos últimos años. La construcción de una presa un poco más abajo del punto llamado antes "los reciales" la tenían proyectada los ingenieros y capitalistas desde hace mucho tiempo. Calculábase que con una presa que diera un salto de 20 pies de altura se podría obtener con la corriente normal del verano una fuerza de 10,000 caballos. La compañía propietaria de los terrenos adyacentes emprendió la construcción de la presa baja de San Antonio en Mayo de 1895 y la terminó en Enero de 1898, dándosela entonces á explotar á otra compañía. El plan seguido en esta obra consiste en la construcción de una presa que cruza el río en ángulo recto hasta las dos terceras partes de su anchura y extender después otra pared en ángulo obtuso hacia la orilla del Este que termina en la estación de las turbinas. Este plan es muy ventajoso. Las paredes del canal se construyeron las primeras; luego se pusieron las compuertas en la orilla del río y se echaron los cimientos de la fábrica, terminándose todo ese trabajo en la misma estación. En 1896 se cortó el agua del río echándola toda al canal, dejándola salir por las compuertas y por debajo de la fábrica. Después se hizo una ataguía á través del antiguo lecho del río. Más tarde se construyó la presa principal 2,000 pies más abajo del salto superior, pero en la primavera de 1897 una gran crecida, de 60,000 pies cúbicos de agua por segundo, barrió una gran

parte de la obra. Para reparar el daño se hizo una estacada rellena de piedra y reforzada con planchas de acero que defiende á la presa contra el impulso de las avenidas y los bancos de hielo.

Las presas tienen 1,085 pies de largo y una altura de 14 á 16 pies sobre el lecho del río. La estación de fuerza constituye 200 pies de la presa. Su interior es un cuarto de 250 pies de largo, de 45 á 55 pies de ancho y de 30 pies de alto. En las cámaras del agua se instalaron 40 grandes turbinas que con una caída útil de 2 pies y una velocidad de 150 vueltas por minuto producen una fuerza de 1,150 caballos cada una. Cada turbina está conectada directamente á un generador eléctrico de 1000 caballos de potencia, pasando el eje de la turbina por un conducto impermeable al cuarto generador.

---

CONCURSO.—Nuestro colega el *Boletín Minero y Comercial* ha convocado su tercer concurso para otorgar un premio de 250 pesetas y un accésit de 75 á los dos mejores "Proyectos de bases para crear y organizar un centro de cotización de productos y valores industriales".

A todos los que lo soliciten de la Dirección (Serrano, 36, Madrid) se les enviará gratis un número en el que constan las condiciones del concurso.



## BIBLIOGRAFÍA



PETROGRAPHIE.—Introduction à l'Étude des Roches au moyen du microscope, par ALFRED HARKER, Demonstrateur de Géologie à l'Université de Cambridge.—Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Editeur, 15 Rue des Saints-Pères.—Un volume in 8.º de 451 pages, avec 77 figures dans le texte. Prix relié: 12,50 francs.

La presente obra está destinada para servir de guía práctica para el estudio de las rocas en cortes delgados, completado por medio de demostraciones con muestras efectivas. En ella su autor no ha dado ningún bosquejo sistemático de las propiedades cristalográficas y ópticas de las rocas, para lo cual pueden consultarse excelentes tratados especiales, limitando su estudio á lo que podríamos decir un análisis con el microscopio.

Siendo difícil poder representar bien las secciones de las rocas por medio de clichés, ha creído útil hacer frecuentes referencias á las láminas coloridas y á las fotografías contenidas en algunas obras más importantes y de más valor que pueden ser consultadas y que oportunamente indica.

El traductor por su parte ha añadido algunos datos complementarios sobre las rocas francesas típicas introduciendo algunas figuras tomadas del *Bulletin des services de la Carte Géologique de la France*, así como una breve nota sobre la preparación de los cortes delgados.

La obra está dividida en cinco partes que comprenden veintidos capítulos. Empieza con una introducción en la cual después de exponer algunas generalidades sobre el microscopio, forma de los cristales, transparencia, colores, índices de refracción y otras particularidades que ofrecen los minerales, establece la clasificación y nomenclatura de las rocas. Entra luego en la primera parte con el estudio de las rocas plutónicas que comprende los Cap. II-VI en los cuales se ocupa de los granitos, sienitos, dioritos, gabros y noritos y peridotitos con las rocas serpentinas, considerando de todas, sus particularidades minerales constituyentes, estructuras y tipos principales; en la segunda parte hace el estudio de las rocas hipabisales comprendiendo los Cap. VII-X, considerando en ellos, las rocas intrusivas ácidas, los pórfidos y porfiritos, las diabasas y los lamprótiros; las rocas volcánicas son el objeto de la parte tercera que comprende los Cap. XI-XV en los cuales hace el mismo estudio de los riolitos, traquitos y fonolitos, andesitos, basaltos y basaltos de nefelina y de leucita; en la parte cuarta estudia igualmente las rocas sedimentarias en los Cap. XVI-XIX dedicados sucesivamente á las rocas arenosas, rocas arcillosas, rocas calcáreas que estudia con gran extensión y las rocas piroclásticas; en fin, en la última parte trata del metamorfismo comprendiendo los Cap. XX-XXII; en el XX se ocupa del metamorfismo



termal, estudiando los minerales característicos y el metamorfismo de las rocas arenosas, arcillosas, calcáreas, ígneas y de los esquistos cristalinos, etc.; en el Cap. XXI se ocupa del metamorfismo dinástico estudiando los fenómenos debidos a los esfuerzos en las rocas cristalinas, las estructuras cataclásticas y las transformaciones mineralógicas, presentando varios ejemplos; en el Cap. XXII estudia las rocas cristalinas diversas, como esquistos cristalinos, los gneis, los leptinitos y los eclogitos. Por último, termina la obra con una interesante nota sobre la manera de preparación de los cortes delgados de rocas.

Esta interesante obra ha de prestar un valioso servicio a cuantos se ocupan en el estudio de las rocas, pues el medio del microscopio les ha de ser en extremo fácil y expedito y por esto se recomienda a los mineralogos, geólogos y a cuantos se interesen por este género de investigaciones.

---

LES CANALISATIONS ÉLECTRIQUES.—Première partie.—Fonctionnement et calcul des canalisations à courant continu, par le Dr. J. TRICHMÜLLER, traduit de l'allemand par Pierre Breuil.—Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Editeur 15, Rue des Saints-Pères.—Un volume in 8.<sup>o</sup> de 347 pages avec 137 figures dans le texte. Prix relié: 15 francs.

En el presente libro expone el autor las lecciones que explica en el Instituto Electrotécnico de la Escuela de Karlsruhe, con el fin de procurar un auxiliar a los alumnos que abordan estos estudios sin poseer una formación suficiente. Por esto mismo y para hacer su inteligencia más fácil en la exposición de su trabajo, ha procurado partir de las bases inferiores avanzando lentamente, permitiendo de este modo al considerar un párrafo presentarse las cuestiones que deben ser resueltas en el siguiente.

En el curso del libro hace jugar un papel importante a la ley de la superposición de las corrientes que permite explicar de una manera sencilla el funcionamiento de las conducciones. Para las explicaciones emplea el método gráfico y para la obtención de los valores el matemático, presentando los cálculos de la manera más clara y además de suerte que cada problema se ofrezca como un ejercicio de matemáticas aplicadas; para no fatigar con consideraciones matemáticas demasiado largas, después de cada parte importante ha sacado inmediatamente las consecuencias prácticas, deduciendo además todas las teóricas. En el estudio del problema de la distribución de la corriente en las redes, a pesar de los diferentes métodos incluso el suyo propio, utiliza solo el de Coltri que conceptúa el mejor.

El libro empieza con una introducción en la cual define y clasifica las conducciones y los fenómenos que se producen en su funcionamiento; estudia luego la influencia de la corriente en las conducciones distinguiendo el calor desarrollado como causa de calentamiento peligroso y como pérdida que se paga, indicando algunos datos prác-

ticos; pasa luego al estudio de la influencia de las canalizaciones sobre el funcionamiento de los receptores de corriente, exponiendo en primer lugar algunos principios fundamentales y estableciendo dos grandes secciones en el estudio de las canalizaciones de corriente continua ó sean las elásticas y las no elásticas.

En la exposición de los principios estudia el montaje de las resistencias en serie, en derivación y mixto, así como el montaje de los receptores de corriente en derivación, indicando las particularidades que ofrecen los cálculos á que dan lugar y algunos ejemplos.

Al estudiar las canalizaciones elásticas, dedica un capítulo á la teoría de las canalizaciones abiertas, exponiendo los principios fundamentales, diferentes métodos de cálculo de las conducciones simples y las ramificaciones de las conducciones; en otro Capítulo, considera el valor de los resultados en la práctica; en otro la teoría de las conducciones cerradas, exponiendo los principios fundamentales y estudiando la conducción cerrada simple; las redes de conducción; las variaciones de carga en las redes; la elevación en ellas de la elasticidad por medio de los conductos de equilibrio, indicando las particularidades que presentan; los cálculos que ofrecen, citando algunos ejemplos y terminando con la exposición de los cálculos para el proyecto de una red; en un cuarto Capítulo examina particularmente las exigencias de la práctica, estableciendo los cálculos á que conduce una red terminada; en otro se ocupa de la extensión que domina la red, considerando el caso de puntos de alimentación separados y del sistema de varios conductores y finalmente el montaje en oposición, y los sistemas de varios conductores en la práctica son objeto del último Capítulo de esta sección.

Al estudiar las canalizaciones no elásticas, lo hace desde luego, bajo el punto de vista de la economía, exponiendo en primer lugar, la teoría y los sistemas de distribución que se deducen y en seguida considera los datos prácticos sobre los mismos. Luego se ocupa de las conducciones para vías férreas, principiando por la exposición de los principios fundamentales, siguiendo en seguida la teoría de los conductos con cargas móviles, considerando las líneas principales y las ramificaciones de las conducciones, y en fin hace un estudio práctico de las conducciones para vías eléctricas que estudia detalladamente. Por último, termina la obra con un apéndice sobre las condiciones de equilibrio.

Esta obra notable permite al estudiante adquirir un golpe de vista seguro en el estado sutil de las conducciones eléctricas y poder ejecutar cálculos prácticos con una comprensión profunda, por lo cual se recomienda á ellos en general, así como á todos los que han de poseer estos conocimientos.

---

MANUEL DE LA FABRICATION DU PAPIER, par C-F. CROSS et E-J. BRYAN, traduit de la seconde édition anglaise par L. Desmarest.—Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Editeur, 15 Rue des Saints-Pères.—Un vol. in-8.<sup>o</sup> de 388 pages avec 82 figures dans le texte. Prix relié: 15 francs.



En esta nueva edición de este interesante libro, el autor á más de describir minuciosamente el arte de la fabricación, ha procurado ponerlo al nivel de los progresos más recientes, entre estos, los referentes á la química de la celulosa y á las operaciones del encolado, de la carga y de la coloración. Han contribuido mucho á poner el libro á este nivel de actualidad, las informaciones que el autor ha sacado de casas constructoras de máquinas y fabricantes de papel de reconocida importancia.

La obra está dividida en diez y siete Capítulos: en el Cap. I hace un estudio químico completo de la celulosa teniendo en cuenta la importancia que este producto tiene en esta fabricación; en el Cap. II estudia la estructura física de algunas fibras animales y vegetales como la lana, alóes, yute, valiéndose de soluciones y reactivos; en el Cap. III expone un plan de diagnóstico y análisis químico de las sustancias vegetales; en el Cap. IV resume los principales caracteres químicos y físicos de las primeras materias que se emplean en esta fabricación; el tratamiento especial de las diferentes fibras es el objeto del Cap. V, en el cual además indica los diferentes procedimientos y aparatos especiales que sirven para este objeto; en el siguiente se ocupa del blanqueo y de los agentes principales que para éste se emplean; en el Cap. VII de la refinación, procedimientos y máquinas que para este fin se emplean; operaciones tan importantes como el engomado, la carga y la coloración, considerando las diferentes materias que se usan é indicando el modo de emplearlas son el objeto del Cap. VIII; en el siguiente entra de lleno á la fabricación del papel, ya sea en tinajas, ya en máquina; se ocupa del satinado, corte y demás operaciones finales, así como de la descripción de las máquinas para practicarlas; el Cap. XI está consagrado al estudio de las sustancias químicas que se usan en la fabricación del papel, modo de emplearlas y analizarlas, así como describe los aparatos especiales para ello; el Cap. XII está destinado al ensayo de los papeles, exponiendo los métodos para practicarlos y describiendo los aparatos auxiliares; en el Cap. XIII el autor expone algunas generalidades de análisis químico para uso de los fabricantes de papel, con el fin de que puedan conocer y analizar los diferentes productos químicos que emplean; el estudio del emplazamiento más conveniente para una fábrica de papel, así como para la alimentación y purificación del agua, describiendo los medios y aparatos principales para conseguirla son el objeto del Cap. XIV; en otro se ocupa de la acción del amoníaco de cobre sobre la celulosa y de la preparación del papel de Willesden y en fin, dedica los dos últimos respectivamente á la Estadística de primeras materias, importaciones y exportaciones de papel, fabricación, etc., y á la bibliografía.

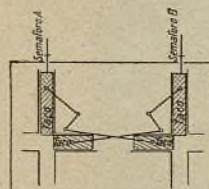
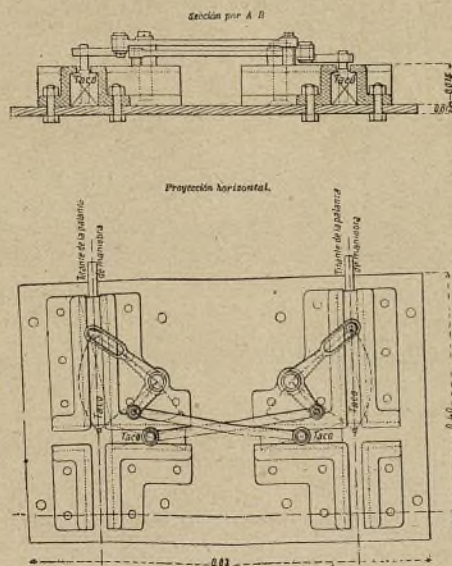
Tal es esta interesante obra que no dudamos alcanzará el éxito que se merece, de todos los que se ocupan en esta importante industria, pues tanto el fabricante, como el comerciante pueden sacar de ella conocimientos y datos de grandísima utilidad.

---

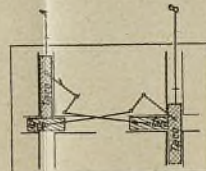


Fig. 19.

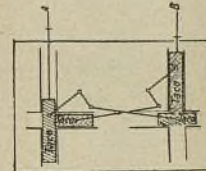
Enclavamiento entre palancas de maniobra de los semáforos instalados para proteger la circulación por vía única durante la ejecución de las obras.



A abierto y B cerrado.



A cerrado y B abierto.

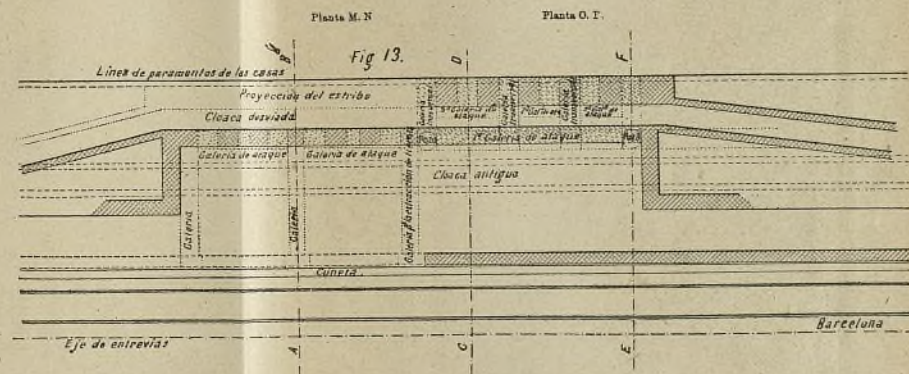
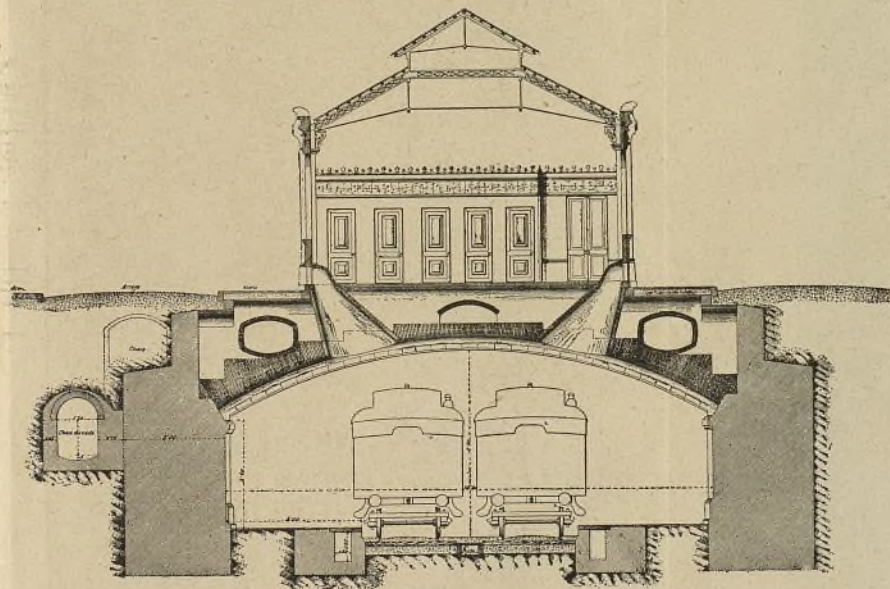


A y B cerrados.

FIGA 18.  
Croquis de las vías y señales.





*Fig.<sup>a</sup> 12.**Sección transversal por L.J.*



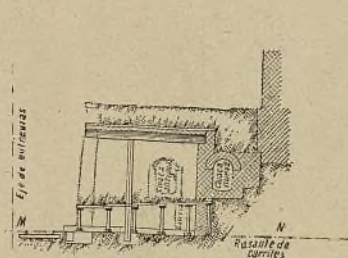


Fig. 14.

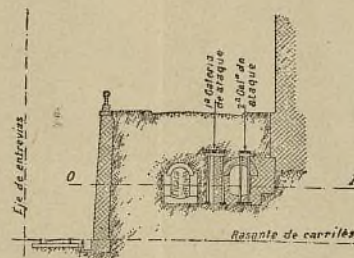


Fig. 15.

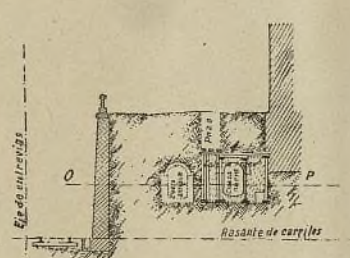


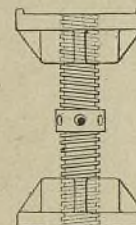
Fig. 16.

Detalles de los aparatos de descimbramiento.

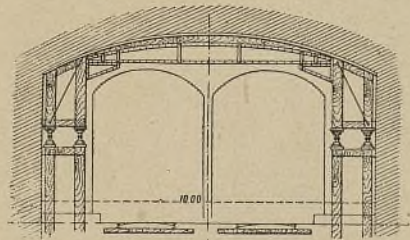
Caja de arena.



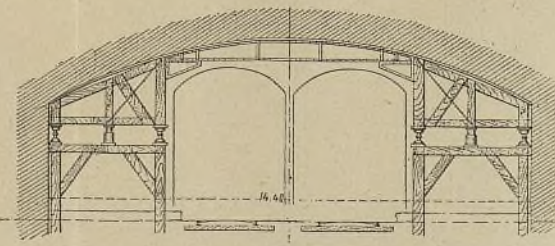
Tornillo.



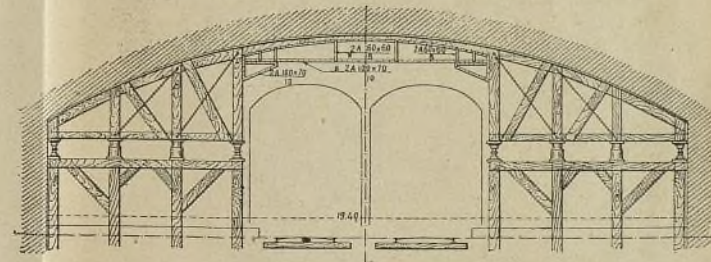
## Fig. 17.—CIMBRAS

Puente de 10<sup>m</sup>. luz.Alzado.—Prolongación del paso del  
Paseo de Gracia (lado Sans).Puente de 14,40<sup>m</sup>. luz.

Alzado.—Prolongación del paso del Paseo de Gracia (lado Barcelona).

Puente de 19,40<sup>m</sup>. luz.

Alzado del paso sobre la calle de Claris (parte central).



Ayuntamiento de Madrid



Ayuntamiento de Madrid