



REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL
DE LA

ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES
AGRUPACIÓN DE BARCELONA

PREMIADA CON MEDALLA DE ORO EN LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE BARCELONA DE 1888
Y EN LA DE BOSTÓN DE 1883; Y CON MEDALLA DE PLATA EN LA DE PARÍS DE 1889
EN LA DE BRUSELAS DE 1897.

SUMARIO

Sobre la forma de los álabes en los distributores radiales de las turbinas centrípetas mixtas, por Francisco Mirapeix. - Aplicaciones del método infinitesimal á la Geometría, por José Gali. - Nuestro Título y la «Ley Cortezo», por E. Sala. - Noticias: De interés para los miembros de la Asociación. - La soldadura de grandes piezas de acero por medio de la aluminotermia. - La travesía del canal de la Mancha en *ferry boat*. - El alundum. - Concursos para el Cuerpo de aspirantes á Fieles-Contrastes. - Bibliografía. - Libros recibidos. - Sección de ofertas y demandas.

BARCELONA

La Redacción y Administración, en el local de la Asociación: Calle de Pelayo, n.º 9, entresuelo

Telefono, 541

COMISIÓN DE LA REVISTA

PRESIDENTE.—El de la Agrupación
D. José Mestres Gómez

VOCALES.— D. José Cabanach.
" D. José M.^a Cornet y Enrich.
" D. Andrés Piñol.
" D. Bernardo Puig
" D. José Solá Oliveras.
" D. Fernando Tallada.

SECRETARIO.—D. Andrés Guillamot.

DIRECTORES DELEGADOS

D. José Playá.
D. José Serrat y Bonastre.

PRECIOS DE SUSCRIPCION

10 Pesetas anuales en toda España y 12 en el Extranjero
Un número suelto UNA Peseta.

Para los anuncios se enviará la tarifa á quien lo solicite

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.

ACADEMIA POLITÉCNICA

DIRIGIDA POR

D. JACINTO PLANAS Y ROSICH

INGENIERO INDUSTRIAL

5. PLAZA DE LA UNIVERSIDAD, 5 (Frente á la Universidad) - BARCELONA

SECCIÓN DE CIENCIAS

Preparación para las carreras de *Ingeniero, Arquitecto, Ciencias, Prácticos Industriales y Peritos Mecánicos, Electricistas, Metalurgistas-ensayadores, Químicos, Aparejadores y Manufactureros*. Cursos de ampliación para las carreras de *Medicina y Farmacia*.

— PENSIONADO —

Clases generales de las siguientes asignaturas de la escuela:
Mecánica Industrial, Estereotomía, Física Industrial, 1.^{er} curso (calor), Análisis químico, Hidráulica, Física Industrial, 2.^o curso (Electricidad), Química inorgánica, Construcciones, Máquinas, 1.^{er} curso. Ayuntamiento de Madrid

LA MAQUINISTA

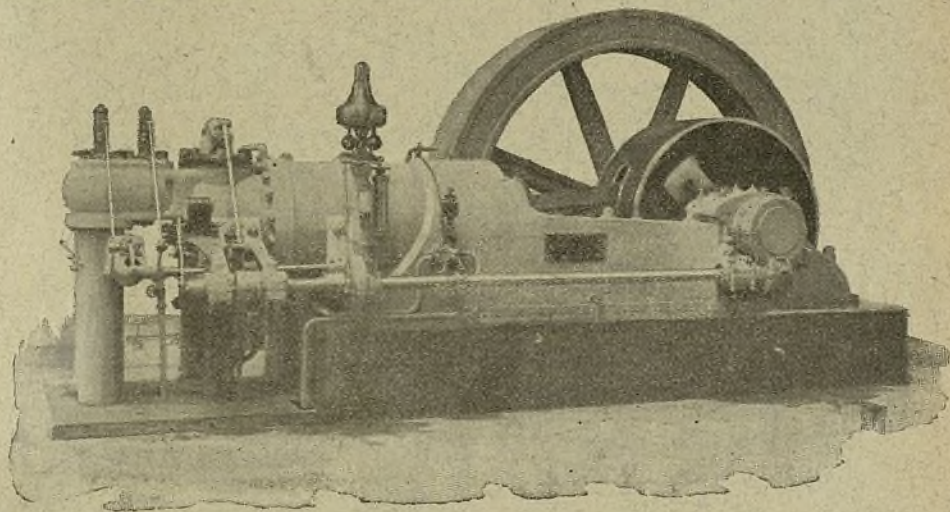
TERRESTRE Y MARÍTIMA

BARCELONA

Talleres de Construcción: BARCELONETA



Motores de gas. - Instalaciones de gas pobre. - Gasógenos de aspiración.



MÁQUINAS DE VAPOR fijas, semifijas y portátiles.

GENERADORES DE VAPOR y demás trabajos de calderería.

MOTORES HIDRAULICOS de todas clases.

MAQUINAS MARINAS.

LOCOMOTORAS Y MATERIAL FIJO para ferrocarriles.

CONSTRUCCIONES METÁLICAS; puentes, armaduras, mercados públicos.

GRUAS DE MANO, DE VAPOR, hidráulicas y eléctricas.

MATERIAL DE DRAGADO

TRANSMISIONES.

FUNDICIÓN DE HIERRO Y BRONCE.

PROYECTOS INDUSTRIALES.

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

GRAN FABRICA DE OBJETOS REFRACTARIOS Y GRES

FUNDADA EN 1840



—X— POR —X—

CUCURNY



DESPACHO:

BARCELONA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: Refatarios



GRANDES EXISTENCIAS DE LADRILLOS DE TODAS FORMAS

VENTA DE TIERRAS REFRACTARIAS

Retortas y piezas para hornos á gas, sulfuro de carbono.

Ladrillos y piezas para generadores de gas pobre.

Piezas y ladrillos para Altos Hornos, estufas Caupper para hornos de porcelana, cemento Portland, cal, etc., etc.

Hornos y Muflas para la cocción y decoración de la Mayolica, vidrio, porcelana, etc., etc.

Hornos especiales para fundir toda clase de metales.

Crisoles, Copelas y Muflas, Escorificadores y Calcinadores para análisis de cualquier mineral.

Crisoles de Grafito para fundición de bronce.

Especialidad en Tubería de Gres incorrosible á los ácidos y muy superior á las de hierro y cemento.

Baldosin de Gres para solados de andenes, pesebres, cuadras, etc., etc.

Vasos en gres y porosos para pilas eléctricas.

Recipientes de Gres rectos y cilíndricos para la Galvanoplastia.

Medidas Gres del sistema decimal para la medición y trasiego de ácidos.

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

Ayuntamiento de Madrid

Academia Tecnológica

Dirigida por el Ingeniero industrial, mecánico y químico

D. Pedro Rius y Matas

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



ALUMNOS INTERNOS Y EXTERNOS

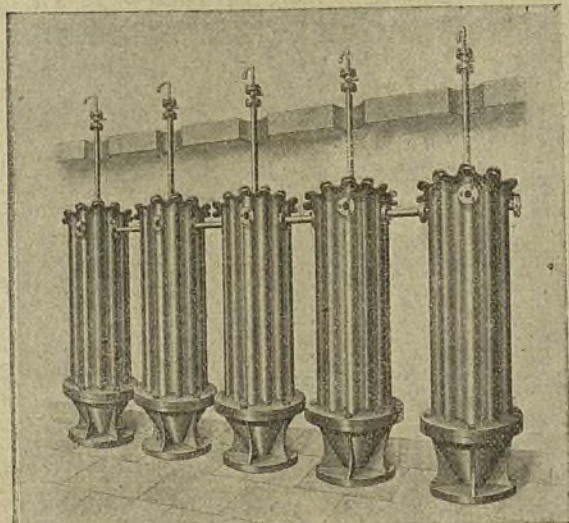
Para los alumnos *no bachilleres* funcionan las clases correspondientes al **Peritaje industrial** en sus varias especialidades (mecánico, químico, *electricista*, etc.), con arreglo á los programas de la Escuela Superior de Industrias de Tarrasa.

DIBUJOS DE INGRESO É INDUSTRIALES

Pelayo, 12, 1.º—**BARCELONA**

RICARDO ZARAGOZA

BARCELONA—Valencia, núm. 223.



Sección de un conducto de humos.
Vista de una instalación de **Economizadores EMILIA**

Economizador "EMILIA"

(Recalentadores de agua para la alimentación de calderas.)

Economía de carbón de 10 á 25 %.—Impide las incrustaciones.—Su limpieza interior es automática y en marcha.—No existe en él ningún movimiento mecánico.

Calderas multitubulares inexplorables

sistema **NICLAUSSE**

Máquinas de vapor,

Condensadores. & &

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

Ayuntamiento de Madrid

PLANAS, FLAQUER Y COMP.^A

CONSTRUCTORES DE MAQUINAS

TALLERES EN GERONA fundados en el año 1857

Dirección general: Plaza de Cataluña, 12, 1.º — BARCELONA

CONSTRUCCIONES MECÁNICAS

Especialidad en **Turbinas** y toda clase de **Motores hidráulicos**. (Construidos más de 1100, con una fuerza superior á 75000 caballos).

TURBINAS á libre desviación, á reacción y límites para funcionar inmersas y con aspiración, de eje vertical y horizontal á cámara abierta y con cámara cerrada.

Especialidad en **Turbinas Francis** á distribuidor con palas móviles.

Turbinas á gran velocidad para pequeños saltos y grandes caudales apropiadas para el movimiento de máquinas eléctricas.

Ruedas «Pelton» para grandes saltos y pequeños caudales.

Reguladores de alta precisión y de gran sensibilidad para turbinas.

Transmisiones de movimiento de todas clases.—**Prensas hidráulicas** con cilindros de acero fundido.—**Bombas** de todas clases. Especialidad en bombas centrifugas para grandes y pequeñas alturas.

CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS

Máquinas y Motores eléctricos de todas clases. (Fuerza total de las construidas superior á 60.000 caballos).

Grandes dinamos de corriente continua á pequeña velocidad para estaciones centrales.

Máquinas de corriente alternativa monofase.

Alternadores de corriente trifase para utilización de energía eléctrica á gran distancia.

Especialidad en **alternadores** para la fabricación de carburo de calcio.

Transformadores, con ventilación natural y con baño de aceite y refrigeración artificial.

Especialidad en **transformadores** para altas tensiones.

Motores de corriente continua, alternativa (mono y polifase) á grandes y pequeñas velocidades y arranque automático.

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

para estaciones centrales y para toda clase de instalaciones.—**Lamparas** de arco de incandescencia y material vario.—**Cables**, conductores, aéreos y subterráneos, aisladores, etc.

INSTALACIÓN COMPLETA DE ESTACIONES CENTRALES

Alumbrado eléctrico de poblaciones.

Especialidad en Turbo-Alternadores de eje vertical ó horizontal. * Electro-bombas para riegos y grandes elevaciones de agua. Transporte y distribución de energía eléctrica á grandes y pequeñas distancias.—Importantes aplicaciones efectuadas.—*Pidanse proyectos y presupuestos.*

Patentes de Invención

Y

MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. GERÓNIMO BOLIVAR

INGENIERO INDUSTRIAL

Ronda de la Universidad, 19.—BARCELONA

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

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

VALLS HERMANOS

INGENIEROS Y CONSTRUCTORES

Premiados con **27 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 BERGÉS, Ingeniero

11, Calle de Campo Sagrado, (antes 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.) movidas 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, Américas y extranjero.—Numerosas referencias.

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

Teléfono número 595

José Durán y Ventosa Ingeniero Industrial

TELARES AUTOMÁTICOS Northrop de la British NORTHROP Loom Co, Blackburn.

MAQUINARIA y piezas sueltas para la Industria textil.

VENTILADORES Sirocco para aumentar el tiraje en las calderas de vapor, para expulsar el polvo en las salas de preparación, ventilaciones de edificios, etc., etc.

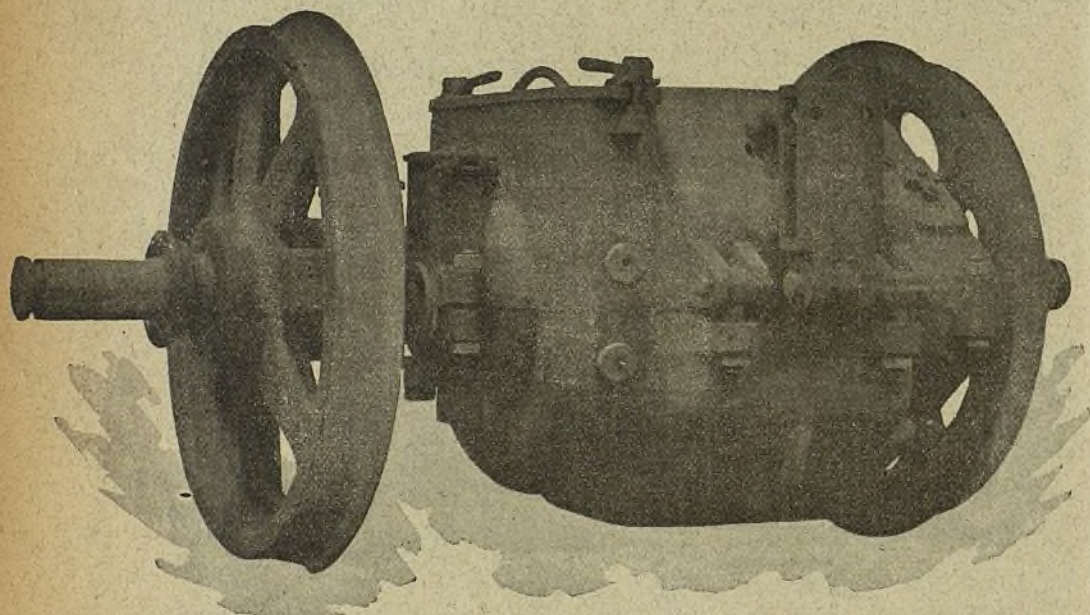
Ronda de San Pedro, 44, Entl.º, 1.ª — **BARCELONA**

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

L. I. E. "LA INDUSTRIA ELECTRICA"

SOCIEDAD ANÓNIMA
BARCELONA

GRANDES TALLERES DE CONSTRUCCION



Motor normal de Tranvía, montado sobre su eje.

Dinamos y alternadores — Motores de todas clases
Transformadores — Conmutatrices

Construcción de toda clase de material para la completa instalación
de Centrales para alumbrado — Tracción
Transporte de fuerza — Industrias Electro-químicas
y electro-mecánicas

Instalación de explotación y agotamiento de minas
Tranvías y Funiculares

Pídanse proyectos y presupuestos — Se envían catálogos gratis

DIRECCIONES: CASA CENTRAL EN BARCELONA. — Oficinas Centrales y Talleres:
Muntaner, 49; Teléfono, 1074; Apartado, 225; Dirección telegráfica y telefónica: Muntaner-Barcelona. — Oficinas de venta y exposición: Plaza de Cataluña, 6; Teléfono, 1625.

OFICINA EN MADRID: Carrera San Gerónimo, 43; Teléfono, 1371; Apartado, 396;
Dirección telegráfica y telefónica: Lie-Madrid.

Ayuntamiento de Madrid

Serra y Hernandez, Ingenieros

OFICINA TÉCNICA INTERNACIONAL

Para la obtención de

Patentes de invención y de introducción.
Certificados de adición.-Registro de marcas, dibujos,
modelos, nombres comerciales,
recompensas industriales

Registro legal de transferencias)	Copias de Patentes en vigor
Puesta en práctica de las)	y caducadas
invenciones)	Formación y copias de planos
Pago de cuotas anuales)	Traducciones
)	en todos los idiomas.

Precios sumamente reducidos

EXTRANJERO

Esta casa tiene corresponsales en todos los países
y puede, en inmejorables condiciones, encargarse de la obtención de
Patentes y Marcas.

Rambla de Canaletas, 5.-Barcelona

EXPLOSIONES DE GENERADORES DE VAPOR

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

G. J. DE GUILLÉN-GARCIA

Esta obra premiada con primer premio en el Concurso 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; Casals, Pino, 5; y Parera.

COLECCION 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.

LA CONSTRUCTORA DE MÁQUINAS

— © DE © —

ANDRES OLIVA

Carretera de Mataró, 342, 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 harinas y aserrar
maderas.

Máquinas secadoras de café, privilegiadas.

Ascensores hidráulicos y mecánicos.

Máquinas y calderas de vapor.

Motores de gas.

Turbinas.

Transmisiones de movimiento y reparación de máquinas.

Construcciones **MONIER** * * * * sistema

de CEMENTO y HIERRO, con privilegio exclusivo

Ligereza, esbeltez. — Impermeabilidad. — Solidez. — Economía
Resistencia á las heladas. — Incombustibilidad. — Rapidez construcción.

Tubos de conducción y canalización. — Alcantarillas. — Depósitos. — Lagares. — Silos. — Toneles. — Pozos Mourás. — Lavaderos. — Puentes. — Bóvedas. — Cubiertas. — Azoteas. — Aceras. — Abrevaderos. — Revestimientos. — Obras de ornamentación, en parques, etc., etc.

Claudio Durán, Sdad. en Cta.

Ronda de San Pedro, 44. — Barcelona

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

Ayuntamiento de Madrid

ZEITSCHRIFT

für das gesamte

TURBINENWESEN

Dampfturbinen, Wasserturbinen, Kreiselpumpen, Kreiselpumpe, mit Einschluss der Gasturbinen, der Turbodynamos und der Turbinenschiffe sowie der Kreisende Dampfmaschinen.

R. OLDENBOURG — München

Se publica 3 veces por mes. Precio de suscripción anual: 18 marcos.



CONSTRUCCIONES ELECTRO - MECÁNICAS

DE

SOLER Y BALCELLS
INGENIEROS

Campo Sagrado, 22 ✠ Barcelona

Talleres de construcción de toda clase de

DINAMOS Y

MOTORES ELÉCTRICOS

de corriente continua y alterna.

ALTERNADORES. — TRANSFORMADORES

Instalaciones generales de alumbrado y
transporte de fuerza.

Motores de velocidad reducida para aplicar
directamente á las máquinas útiles.

Dinamos y transformadores rotativos
para galvanoplastia.

Montacargas eléctricos. — Turbinas.

Proyectos y presupuestos gratis.

a
S
y
car
is.

REVISTA
TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

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 BOSTÓN DE 1883; Y CON MEDALLA DE PL^ATA EN LA DE
PARÍS DE 1889 Y EN LA DE BRUSELAS DE 1897.

AÑO XXX.—1907

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
CALLE DE PELAYO, NÚM. 9, ENTRESUELO

Telefono, 541

ÍNDICE DE MATERIAS DEL AÑO 1907

I.—CONSTRUCCIONES CIVILES É INDUSTRIALES.

	Páginas
Substitución de un puente metálico para vía férrea sin interrumpir el servicio.	147
Instrucciones oficiales vigentes en Francia para el empleo del hormigón armado.	352
La catástrofe del puente de Quebec.	382
Sobre el cálculo de las piezas metálicas cargadas de punte y cuyas almas son de celosía.	403
Vigas de igual resistencia, por Fernando Tallada.	421
Empleo del cloruro de cal para evitar la congelación del hormigón.	443

II.—ELECTRICIDAD Y SUS APLICACIONES.

Baterías, tampones y survoltres, trad. de S. Valiente.	52
Producción de la electricidad por destrucción de la basura.	68
Bobinas de alambre de aluminio desnudo.	70
Aisladores de alta tensión, traducción de S. Valiente.	100
Advertidor automático de incendios, sistema Leslie Walker.	109
Diversos aspectos de la ley de Ohm bajo el punto de vista de la Enseñanza elemental de la Electricidad, por J. Mestres Gómez.	161
Los progresos de las industrias electro-químicas, por Izart 174, 205, 242	
Sobre la duración económica de las lámparas de incandescencia.	180
Procedimiento simplificado de galvanoplastia.	184
Aplicaciones de las ondas hertzianas, por G. J. de Guillén-García.	189, 225, 283
Porta-escobillas Finzi-Tallero.	218
Influencia del níquel y del carbono sobre las propiedades eléctricas del hierro.	219
Soldadura de plomo por medio del calentamiento eléctrico por resistencia.	261
Transporte de energía de Zamora.	263
Instalaciones eléctricas en España.	313

Protección contra el rayo de las redes de distribución de la energía eléctrica. Traducción de S. Valiente.	331
Disyuntor automático de mínima y funcionamiento retardado para corrientes alternativas.	338
Propiedades magnéticas de los navíos de hierro.	339
Utilización de los hilos conductores de una distribución de energía eléctrica para una comunicación telefónica	380
Duración de las diversas partes de una estación central	381
Un nuevo pararrayos	444
Nueva lámpara de mercurio.	445
Nuevo aparato eléctrico para el temple del acero	445

III.—ENSEÑANZA INDUSTRIAL.

Nuestro título y la "Ley Cortezo", por E. Sala.	24
El nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniero Industrial, por José Serrat y Bonastre	345

IV.—FERROCARRILES.

La travesía del Canal de la Mancha en <i>ferry-boat</i>	29
Contador de tiempo para tranvías.	107
Carriles de cabeza móvil	108
Aparato para medir el desgaste de los carriles.	152
Recorridos de largos trayectos á gran velocidad por los ferrocarriles de los Estados Unidos.	183
Coches-correos automotores	384

V.—FÍSICA INDUSTRIAL.

Propiedades del vapor recalentado.	65
Química de la sala de las calderas.	66
Vidrios que impiden el paso de los rayos solares.	150
Filtro de aire sistema Möller, para instalaciones de calefacción y ventilación,	220
Un nuevo aparato de calefacción, por A. Ferrán Degrié.	389

VI.—HIDRÁULICA.

Ascensor para barcos de Kirkfield.	340
Tubos armados para las distribuciones de agua.	379
Contribución al estudio de la teoría de los arietes hidráulicos, por Francisco Mirapeix.	77, 117

VII.—MECÁNICA APLICADA Y CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS.

Sobre la forma de los álabes en los distribuidores radiales de las turbinas centrípetas mixtas, por Francisco Mirapeix.	1
Producción de la fuerza motriz por medio de molinos de viento.	64
Manguito de acoplamiento elástico.	106
Motores de gas y armas de fuego.	181
Los motores hidráulicos de mayor potencia.	219
Potencia necesaria para el cepillado.	260
Talla de las ruedas de los engranajes elípticos.	261
Turbinas de vapor, por Alvaro Llatas.	269, 317
Tubos de acero sin roblonado con unión, sistema Kronauer.	310
Aparato sistema Dean, para limpiar los tubos de las calderas de vapor.	312
Coste comparativo del funcionamiento de las bombas accionadas por vapor, electricidad y motores de gas.	337
Cepilladora con recuperación de trabajo.	413
Máquina de ensayar metales movida eléctricamente.	414

VIII.—TECNOLOGÍA QUÍMICA.

El alundum.	31
Producción del gas en retortas verticales.	67
El trabajo de la Azucarera de Madrid, por Federico Pons y Sans	298
El grafito como lubricante.	383
Dosado industrial del azufre contenido en el gas de los gasógenos.	413
Producción del alcohol industrial por medio de la turba.	414

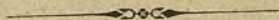
VIII.—VARIOS.

Aplicaciones del método infinitesimal á la Geometría, por José Galí.	9
La soldadura de grandes piezas de acero por medio de la aluminotermia.	28
Concursos para el cuerpo de aspirantes á Fieles-Contrastes.	31
Concursos de premios de la Academia para 1909.	63
Concurso.	309
Crónica de la Agrupación.	62, 433
Banquete anual de la Asociación.	259
Las unidades de medida inglesas y sus equivalentes en el sistema métrico, por J. Serrat y Bonastre.	37, 93
El acorazado mayor del mundo.	70
Indicación de una fórmula la más general para los C de G. Investigación de una fórmula la más general para los M. de Y., por J. Galí.	133
Expedición al Norte de Africa, Marruecos y Río de Oro.	154

Travesía de Europa á América en cuatro días	262
Exposición Hispano-Francesa de Zaragoza	415
Fabricación de tubos sin soldadura	445
El Mauretania y sus rivales	447

X.—BIBLIOGRAFÍA.—LIBROS RECIBIDOS.

Bibliografía	32, 71, 111, 155, 186, 221, 264, 314, 342, 385, 417 448, 449, 450, 451, 452.
Libros recibidos	36, 76, 159, 224, 452.



REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Enero, 1907.

Sobre la forma de los álabes en los distributores radiales de las turbinas centrípetas mixtas.

Las turbinas centrípetas mixtas, á vaso lleno, impropiaamente llamadas *Francis*, presentan sobre los demás sistemas una serie de ventajas que han hecho generalizar su empleo de tal modo, que cuando las condiciones de un salto de agua permiten su adopción, son ordinariamente las preferidas. Aunque según su procedencia ó las condiciones del salto, difieren unas de otras en las proporciones relativas, ó en los detalles de construcción, todas ellas constan en esencia de un espacio ó hueco de revolución constituido por una parte anular A (v. figs. 1 y 2), limitada por dos superficies planas ó próximamente planas, entre las que van colocados los álabes distributores, seguido de otra parte B en la que se aloja el rodete ó rueda motriz, y finalmente, una tercera C para la salida del agua. En el espacio A, el movimiento del agua sobre un plano diametral, se efectúa principalmente en sentido del radio, y por este motivo llamamos distributores radiales á los de esta clase de turbinas. En la parte B, ocupada por el rodete, predominará la componente axial ó la radial según sea el punto considerado, y el diseño adoptado para la turbina; y en la parte C predominará en general la componente paralela al eje.

Como las trayectorias recorridas por los distintos elementos fluidos distan mucho de estar situadas sobre superficies desarrollables, para estudiar la forma de los álabes y efectuar su trazado, ha sido preciso buscar otros medios que los contenidos en los antiguos trata-

dos de turbinas. Varios son los autores que se han ocupado de este punto (1), y sus procedimientos, en el fondo uno mismo, consisten en subdividir, para los efectos del estudio, la capacidad total de la turbi-

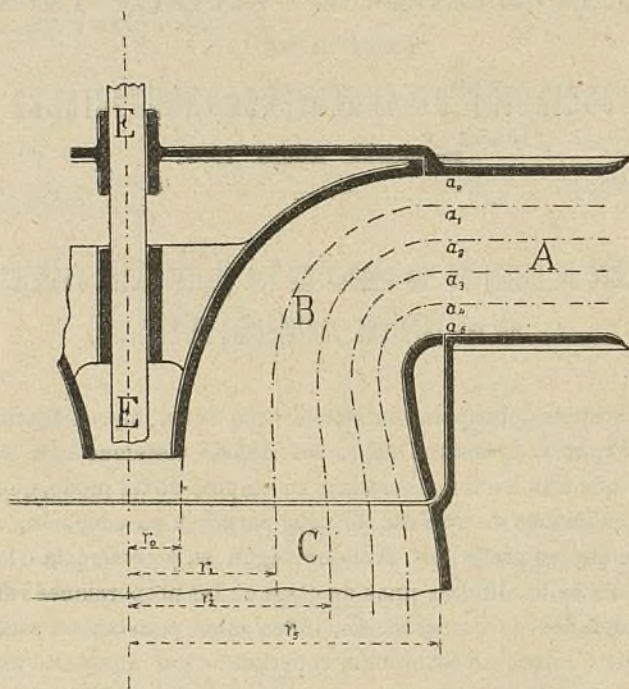


Fig. 1.

na en una serie de turbinas parciales como indica la figura 1. Para esta división, se supone que la velocidad de los distintos elementos

- (1) He aquí algunos:
- Hummel, A. — Ueber die Formgebung der Schaufeln bei Francis-Turbinen. Dingers politenisches Journal 1899, ns 1 y 2.
- Speidel E y Wagenbach W — Ueber Francis-Turbinenschaufelung. — Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1899, 20 Mayo.
- Rateau, A. — Traité des Turbomachines Paris 1900
- Baashuus, N. — Zur Konstruktion der Laufräder des Radialturbinen Z. d. V. d. I. 1901, n.º 45.
- Prof Escher, Rud. — Die Schaufelung der Francis-Turbine-Schweizerischen Bauzeitung, tomo XLI, nums. 3 y 4.
- Kaplan V. — Ein neues Verfahren zur Berechnung und Konstruktion der Francis-Turbinen-Schaufel. — Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1905, núms 8 y 9
- » Theoretische Untersuchungen und deren praktische Verwertung zur Bestimmung rationeller Schaufelformen für Schnellläufer. Ib. 1906
- Belluzzo. — Turbinas. — Madrid, 1906.

fluidos es igual, en magnitud y dirección, en toda la sección cilíndrica correspondiente á la salida del distributor, y que lo propio ocurre en los diversos puntos de la sección transversal inmediata al conducto de salida. Según esto, si queremos que cada una de las turbinas parciales admita la misma cantidad de agua, habrá que dividir el espacio del distributor por planos normales equidistantes, y trazar por lo tanto $a_0 a_1 = a_1 a_2 \dots$ etc.; y en la salida los distintos radios deberán satisfacer á la condición $r_1^2 - r_0^2 = r_2^2 - r_1^2 \dots$ etc.

El resto de estas líneas de separación, supuestas trayectorias del agua en el plano diametral, se determina *por sentimiento* según unos (v. Belluzzo), y según otros (v. Baashuus), procurando que sean iguales las áreas parciales correspondientes á una misma superficie de nivel, pues suponen que en cada una de dichas regiones la velocidad del agua sobre el plano diametral es igual para todos los elementos; lo que equivale á confundir á una función con su derivada.

Esta manera arbitraria de asignar valor á las velocidades y señalar su dirección, no resiste un examen á la luz de los principios de la hidrodinámica, y se aparta, como es natural, de la realidad. Existiendo la simetría alrededor del eje, y el régimen permanente, que son de suponer, con la continuidad en la corriente fluida inherente al funcionamiento á vaso lleno, la forma de las trayectorias en el plano diametral, ó líneas de movimiento, que podemos representar en general por

$$\psi = f(rz) \quad [1]$$

siendo $\psi = \text{constante}$ para cada línea, deberán estar ligadas con la velocidad por las relaciones

$$v_r = \pm \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad : \quad v_z = \mp \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \quad [2]$$

si suponemos referidos los puntos del espacio ocupado por la turbina á un sistema de coordenadas cilíndricas cuyo eje coincida con el E E de la turbina, y designamos por v_r v_z las componentes radial y axial de la velocidad absoluta del fluido. Solo así podrá quedar satisfecha debidamente la condición de continuidad que es en este caso

$$\frac{\partial (v_r r)}{\partial r} + \frac{\partial (v_z r)}{\partial z} = 0 \quad [3]$$

Los procedimientos antes citados, suponen además gratuitamente que el movimiento del agua en el plano diametral se efectúa libre de torbellinos; pero esta condición exige que tengamos

$$\frac{\partial v_r}{\partial z} = \frac{\partial v_z}{\partial r} \quad [4]$$

es decir, una función $\Phi = f(r, z)$ de potencial de velocidad tal, que

$$v_r = - \frac{\partial \Phi}{\partial r} \quad ; \quad v_z = - \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad [5]$$

La forma de las líneas de movimiento, y en consecuencia las velocidades v_r, v_z , distan mucho de ser arbitrarias, puesto que tienen que satisfacer á las condiciones [2] y [5], las que debidamente combinados nos dan

$$\frac{\partial \Phi}{\partial r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial \Phi}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0 \quad [6]$$

La interpretación geométrica de esta expresión nos indica que las curvas representativas de las funciones ψ y Φ se cortan en ángulo recto; ó sea que el sistema de líneas $\Phi = \text{constante}$, constituye el haz de trayectorias ortogonales al sistema $\psi = \text{constante}$ ó viceversa.

Dada la sección meridiana del espacio de revolución destinado al conjunto de la turbina, habrá en general un sistema de funciones Φ y ψ compatibles con las condiciones de continuidad y ausencia de torbellinos, definidas por las expresiones [3] y [4]. Conocidas estas funciones, ó sus líneas representativas, lo será también la velocidad en todos los puntos de la sección meridiana.

La determinación de estas líneas puede hacerse en algunos casos por medio de procedimientos analíticos: en general hay que recurrir á procedimientos gráficos operando sobre diferencias finitas. En la fig. 2 están representadas varias líneas de movimiento y de igual potencial de velocidad para valores equidistantes en cada una de las funciones Φ y ψ .

En el sentido tangencial, entre la velocidad u del rodete; la componente v_n del movimiento absoluto del agua y el trabajo γgh co-

respondiente á la unidad de masa, con caída h y rendimiento η , existe, como sabemos, (1) la relación

$$\eta g h = u v_n \quad [7]$$

Expresando la velocidad u por su igual ωr , producto de la velocidad angular por el radio, y despejando v_n tendremos

$$v_n = \frac{\eta g h}{\omega r} \quad [8]$$

y como en cada caso, en condiciones normales, todas las cantidades del segundo miembro de la ecuación [8], exceptuado el radio r serán constantes, podremos poner

$$v_n = \frac{\text{constante}}{r} \quad [8 a]$$

La componente tangencial de la velocidad absoluta del agua á su salida del distributor, y antes de su entrada en el rodete, varia por lo tanto en razón inversa del radio, y en consecuencia, para puntos equidistantes del eje será el mismo al valor de v_n .

Sentados ya estos principios, notaremos que para que la corriente fluida que entra en la turbina sea continua y no presente torbellinos perjudiciales al rendimiento, es preciso que los álabes del distributor guíen el agua de tal modo que su dirección coincida con la de la re-

(1) La demostración de esta ecuación fundamental se halla en todos los tratados de la teoría de las turbinas, y está sujeta á ciertas limitaciones sobre las cuales se hallará algún detalle en mi anterior artículo «La teoría de las turbinas del doctor Lorenz y sus consecuencias», publicado en esta Revista, Mayo 1906. La condición [8 a] más general, puede deducirse directamente teniendo en cuenta que estando alejada toda fuerza extraña, el movimiento del fluido antes de su entrada en el rodete será debido exclusivamente á la gravedad y por lo tanto irrotacional. Pero como cada elemento por el hecho de girar alrededor del eje de la turbina participa

de una velocidad angular igual á $\frac{v_n}{r}$, para que no exista rotación, es preciso que gire sobre si mismo con una velocidad angular $\frac{\partial v_n}{\partial r}$ que anule á la anterior, es decir que debe verificarse

$$\frac{v_n}{r} + \frac{\partial v_n}{\partial r} = 0$$

ó lo que es lo mismo

$$v_n r = \text{constante.}$$

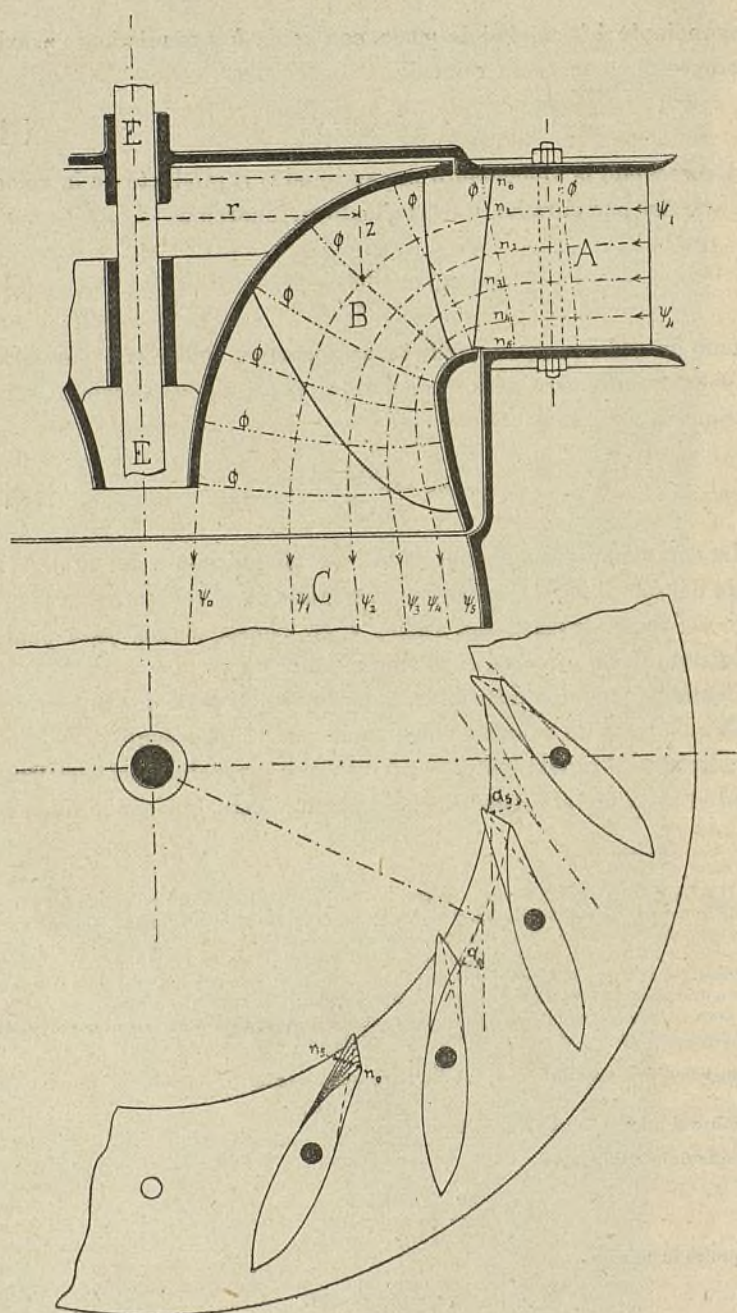


Fig. 2.

sultante de v_r , v_z , v_n ; es decir, con la velocidad absoluta correspondiente á un movimiento del fluido continuo é irrotacional. En la proyección del movimiento absoluto sobre un plano normal al eje, la dirección debiera ser la de la resultante de v_n y v_r ; y como para un radio dado y distintos valores de z , es constante el valor de v_n y variable en general el de v_r , resulta que la superficie del álabe director deberá presentar en los distintos puntos n_0 n_5 (fig. 2) de su altura equidistantes del eje, ángulos α distintos; pues de otro modo, no pudiendo ser satisfechas las condiciones [3] y [4], ó se romperá la continuidad en la corriente fluida, ó se crearán torbellinos en perjuicio del rendimiento útil de la turbina.

Todo cuanto hemos dicho hasta aquí referido á las turbinas motrices, puede aplicarse á las turbinas generadoras ó bombas, suponiendo invertido el movimiento del agua. Los álabes en cuestión harían en este caso el oficio de difusores.

Hasta ahora, que sepamos, no han sido aplicados estos principios; sino que los constructores han supuesto que en el espacio A, ocupado por el distributor, la velocidad radial era idéntica en toda la altura del álabe, y en consecuencia, han construido los álabes distributores de sección y ángulos de salida uniformes, sin más alteraciones en su superficie que los apéndices ó huecos necesarios para su sujeción, resistencia ó manejo. Toda otra variación ha sido debida á fines completamente distintos que los de lograr continuidad en la corriente y evitar torbellinos, merced á los principios antes indicados (1).

La forma usual de álabes distributores de ángulo de salida constante, será correcta tan solo en aquellos casos en que la velocidad radial pueda expresarse por una función pura del radio, y esta condición no se verifica con las formas empleadas de ordinario en la sección diametral de las turbinas centripetas mixtas. Los valores de la velocidad radial compatible con la ausencia de torbellinos, distan

(1) Zedel, hacia el año 1902, ideó el dar ángulo de salida variable á los álabes del distributor con objeto de mejorar la regularización con cierre de anillo movedizo en sentido del eje, como el empleado en las turbinas Héreules. Como la variación introducida era precisamente en sentido contrario al exigido por el movimiento irrotacional, los torbellinos producidos debieron exagerarse mucho más que con la forma ordinaria de ángulo constante; motivo que no sólo bastaría á explicar el que no haya prosperado esta disposición, sino que confirmaría la exactitud de los principios de la hidrodinámica.

mucho en general de ser iguales en los distintos puntos del canto ó arista de salida del álabe distributor; con la sección indicada en las figs. 1 y 2, la componente radial en el punto a_5 es unas dos veces mayor que en el punto a_0 de igual radio. Con los perfiles usados para los tipos de gran velocidad, la diferencia es todavía mucho más marcada.

La disposición de álabes distributores con ángulo de salida variable conforme á los principios expuestos, constituye sin duda una mejora (1) que ha de favorecer el rendimiento de las turbinas á distributor radial, en todos aquellos casos, que son los más, en que la componente radial de la velocidad debe variar con la altura del álabe distributor. Este perfeccionamiento es aplicable tanto á las turbinas motrices como á las generatrices ó bombas y lo mismo á los álabes fijos que á los móviles. Para ello no es preciso alterar el diseño general de las máquinas, y hasta es posible adaptar con relativa sencillez esta mejora á gran parte de las turbinas centrípetas mixtas construidas.

FRANCISCO MIRAPEIX.

(1) Por esta nueva forma en los álabes distributores, tengo concedida en España y solicitada en el extranjero patente de invención.

Aplicaciones del método infinitesimal á la Geometría

EXPRESIÓN DEL ÁREA DEL RECTÁNGULO.—Vamos á obtener la expresión del área del rectángulo (A B C D), tomando como área unidad la del rectángulo (a b c d).

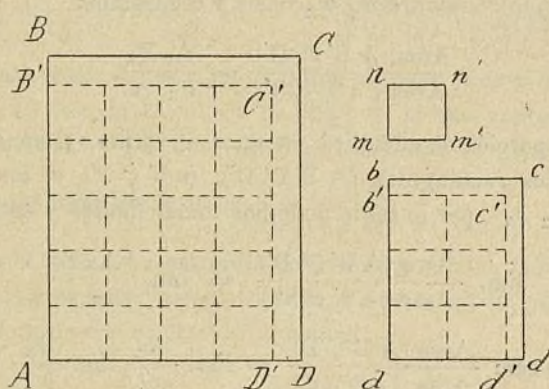


Fig. 1

Consideremos el cuadrado auxiliar ($m n m' n'$) y designemos por la letra α á la magnitud de su lado. [α no es un número sino una manera de representar la longitud $\overline{m m'}$]. Llamemos A_α , B_α , a_α y b_α á los números enteros que expresen el mayor número de veces que α está respectivamente contenida en las longitudes \overline{AB} , \overline{AD} , \overline{ab} y \overline{ad} .

En el rectángulo (A C) cabrán (dispuestos como indica la figura) un número $A_\alpha \times B_\alpha$ de cuadrados iguales al ($m n'$) y en el rectángulo (a c) cabrán dispuestos de igual modo $a_\alpha \times b_\alpha$. Los $A_\alpha B_\alpha$ cuadrados formarán el rectángulo auxiliar (A B' C' D') y los $a_\alpha b_\alpha$ el (a b' c' d').

Imaginemos ahora que α pasa por una serie indefinida de estados cada vez menores y tendiendo á cero, constituyendo de este modo una magnitud lineal infinitamente pequeña. A cada estado de longitud de α le corresponderán estados numéricos de los números (variables

con α) A_α , B_α , a_α y b_α , así como de los productos $A_\alpha B_\alpha$ y $a_\alpha b_\alpha$. Al decrecer α indefinidamente los números A_α , B_α , a_α y b_α serán infinitamente grandes y los sucesivos rectángulos análogos á los $(A' B' C' D')$ y $(a' b' c' d')$ [y correspondientes á los números $A_\alpha B_\alpha$ y $a_\alpha b_\alpha$] tendrán por límites respectivos á los rectángulos $(A B C D)$ y $(a b c d)$.

Para uno cualquiera de los infinitos estados por los que pasa α [en su decrecimiento indefinido] tal como el $\overline{m m'}$, el rectángulo correspondiente $(A' B' C' D')$ contendrá $A_\alpha B_\alpha$ veces al cuadrado auxiliar y el $(a' b' c' d')$ lo contendrá $a_\alpha b_\alpha$ veces y tendremos:

$$\frac{\text{Area } (A' B' C' D')}{\text{Area } (a' b' c' d')} = \frac{A_\alpha B_\alpha}{a_\alpha b_\alpha}$$

Esta proporción se cumplirá siempre al variar α y en su correspondencia los rectángulos $(A' B' C' D')$, $(a' b' c' d')$ y los números $A_\alpha B_\alpha$ y $a_\alpha b_\alpha$, por lo tanto podemos tomar límites y escribir:

$$\lim. \frac{\text{Area } (A' B' C' D')}{\text{Area } (a' b' c' d')} = \lim. \frac{A_\alpha B_\alpha}{a_\alpha b_\alpha}$$

$$\text{ó sea: } \frac{\text{Area } (A B C D)}{\text{Area } (a b c d)} = \lim. \frac{A_\alpha}{a_\alpha} \lim. \frac{B_\alpha}{b_\alpha} "$$

Ahora bien; para cada estado de α (tal como el $\overline{m m'}$) se tiene:

$$\frac{A_\alpha}{a_\alpha} = \frac{\overline{A B'}}{\overline{a b'}} \quad " \quad \frac{B_\alpha}{b_\alpha} = \frac{\overline{A' D'}}{\overline{a' d'}} "$$

$$\text{Luego: } \lim. \frac{A_\alpha}{a_\alpha} = \frac{\overline{A B}}{\overline{a b}} \quad " \quad \lim. \frac{B_\alpha}{b_\alpha} = \frac{\overline{A D}}{\overline{a d}}$$

Por consiguiente:

$$\frac{\text{Area } (A B C D)}{\text{Area } (a b c d)} = \left(\frac{\overline{A B}}{\overline{a b}} \right) \left(\frac{\overline{A D}}{\overline{a d}} \right) \quad (1)$$

Ahora si A es el número comensurable ó incommensurable de veces que la longitud $\overline{A B}$ contiene á la $\overline{a b}$ y B el que exprese la razón $\frac{\overline{A D}}{\overline{a d}}$ tendremos

Area (A B C D) = A . B área (a b c d) = A . B (veces área uno)
que es la expresión buscada.

Observaciones.—Si en lugar de tomar como área unidad la del rectángulo (a b c d) tomamos la de otro rectángulo (a₁ b₁ c₁ d₁) operaremos como sigue [en virtud de (1)] „

$$\frac{\text{Area (A B C D)}}{\text{Area (a}_1\text{ b}_1\text{ c}_1\text{ d}_1)} = \left(\frac{\overline{AB}}{a_1 b_1}\right) \left(\frac{\overline{AD}}{a_1 d_1}\right) = \left(\frac{\overline{AB}}{a b}\right) \left(\frac{\overline{a b}}{a_1 b_1}\right) \left(\frac{\overline{AD}}{a d}\right) \left(\frac{\overline{a d}}{a_1 d_1}\right)$$

$$= A \left(\frac{\overline{a b}}{a_1 b_1}\right) B \left(\frac{\overline{a d}}{a_1 d_1}\right) = A B \left[\left(\frac{\overline{a b}}{a_1 b_1}\right) \left(\frac{\overline{a d}}{a_1 d_1}\right)\right]$$

Luego para pasar del número A.B que expresa el área del rectángulo (A B C D) cuando la unidad es (a b c d) al que expresa su área cuando la unidad es (a₁ b₁ c₁ d₁), basta multiplicar el primer número por los que expresan las razones $\frac{\overline{a b}}{a_1 b_1}$ y $\frac{\overline{a d}}{a_1 d_1}$.

Obtenida el área del rectángulo como fundamental, fácilmente se deducen, fundándose en la equivalencia de áreas, las del paralelogramo, triángulo y demás figuras poligonales.

INVESTIGACIÓN DEL NÚMERO
2. — *Area del círculo y longitud de la circunferencia.*—
Sea el círculo de radio \overline{oc} cuya longitud designaremos con la letra r . [r no es un número, sino una manera de representar la longitud \overline{oc}]. Consideremos el cuadrado circunscrito (A B D E) y vamos á hallar el número que expresa la razón entre el área del círculo y la del cuadrado circunscrito.

Como anteriormente, tomemos como unidad variable tipo de comparación el cuadra-

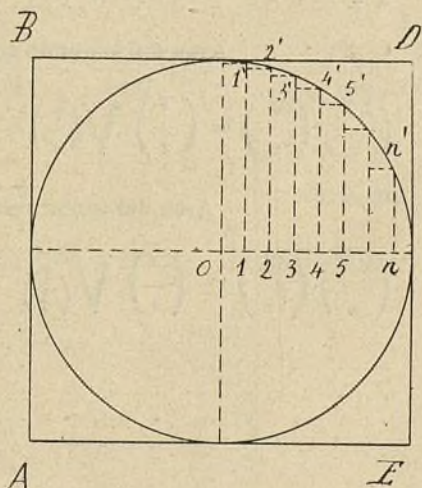


Fig. 2

do de lado α infinitamente pequeño y como unidad variable lineal su lado α .

Sea n el número entero que exprese el mayor número de veces que r contiene á α y N el número que exprese la razón $\frac{r}{\alpha}$. Al ser α infinitamente pequeña n y N [variables cuyos estados están en correspondencia con los de α], serán infinitamente grandes.

Formemos ahora los rectángulos de bases $\overline{01}, \overline{12}, \overline{23}, \dots, \overline{(n-1)n}$ iguales todas al estado de α que se considere y de altura $\overline{11'}, \overline{22'}, \overline{33'}, \dots, \overline{nn'}$ respectivamente.

A cada estado de longitud de α le corresponderán una serie de rectángulos en número igual á n , la suma de cuyas áreas constituirá, al decrecer α indefinidamente y n crecer indefinidamente, un área (auxiliar) variable cuyo limite será evidentemente el área del cuarto de círculo.

Para uno cualquiera de los infinitos estados de α , tal como el $\overline{o 1}$, tendemos:

Area del primer rectángulo =

$$\left(\frac{\overline{o 1}}{\alpha}\right) \left(\frac{\overline{11'}}{\alpha}\right) = \left(\frac{\alpha}{\alpha}\right) \sqrt{\left(\frac{r}{\alpha}\right)^2 - \left(\frac{\overline{o 1}}{\alpha}\right)^2} = \sqrt{N^2 - 1^2} \text{ „}$$

Area del segundo rectángulo =

$$\left(\frac{\overline{1 2}}{\alpha}\right) \left(\frac{\overline{22'}}{\alpha}\right) = \left(\frac{\alpha}{\alpha}\right) \sqrt{\left(\frac{r}{\alpha}\right)^2 - \left(\frac{\overline{o 2}}{\alpha}\right)^2} = \sqrt{N^2 - 2^2} \text{ „}$$

Area del tercer rectángulo =

$$\left(\frac{\overline{2 3}}{\alpha}\right) \left(\frac{\overline{33'}}{\alpha}\right) = \left(\frac{\alpha}{\alpha}\right) \sqrt{\left(\frac{r}{\alpha}\right)^2 - \left(\frac{\overline{o 3}}{\alpha}\right)^2} = \sqrt{N^2 - 3^2} \text{ „}$$

$\begin{array}{cccccccccccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$

$$\text{Area del } n.^{\circ} \text{ rectángulo} = \left(\frac{\overline{(n-1)n}}{\alpha}\right) \left(\frac{\overline{nn'}}{\alpha}\right)$$

$$\begin{aligned} \frac{Sn}{N^2} &= \frac{n}{N} - \frac{1}{2} \frac{1}{N^3} (1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2) \\ &\quad - \frac{1}{2.4} \frac{1}{N^5} (1^4 + 2^4 + 3^4 + \dots + n^4) \\ &\quad - \frac{1.3}{2.4.6} \frac{1}{N^7} (1^6 + 2^6 + 3^6 + \dots + n^6) - \dots \end{aligned}$$

A cada estado de α la serie del segundo miembro expresará la razón entre el área auxiliar Sn y el cuarto del área del cuadrado circunscrito, ó sea entre $4 Sn$ y el área del cuadrado circunscrito.

Ahora bien, si suponemos que α decrece indefinidamente, ó sea que α es infinitamente pequeña, los números $4 Sn$, n y N , pasan á ser infinitamente grandes y la razón $\frac{4 Sn}{N^2}$ al crecer Sn y N indefinidamente, tiende á un limite que expresará la razón ante el área del círculo y la del cuadrado circunscrito. Tendremos, pues:

$$\begin{aligned} (\beta) \quad \frac{\text{Área del círculo}}{\text{Área del cuadrado}} &= \lim. \left[\frac{n}{N} - \frac{1}{2} \frac{1^2 + 2^2 + \dots + n^2}{N^3} \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2.4} \frac{1^4 + 2^4 + \dots + n^4}{N^5} - \frac{1.3}{2.4.6} \frac{1^6 + 2^6 + \dots + n^6}{N^7} - \dots \right] \end{aligned}$$

al crecer n y N indefinidamente y simultáneamente.

Si indicamos con la notación P_m la suma de las potencias m -ésimas de los números enteros de 1 á n podremos escribir:

$$\begin{aligned} \frac{n}{N} - \frac{1}{2} \frac{1^2 + 2^2 + \dots + n^2}{N^3} - \frac{1}{2.4} \frac{1^4 + 2^4 + \dots + n^4}{N^5} - \dots \\ = \frac{n}{N} - \frac{1}{2} \frac{P_2}{N^3} - \frac{1}{2.4} \frac{P_4}{N^5} - \frac{1.3}{2.4.6} \frac{P_6}{N^7} - \frac{1.3.5}{2.4.6.8} \frac{P_8}{N^9} - \dots (\gamma) \end{aligned}$$

Vamos ahora á investigar el limite de la serie del 2.º miembro al decrecer α indefinidamente. Sabemos se tiene:

$$\begin{aligned} (1+n)^{m+1} &= 1 + (m+1) P_m + \frac{(m+1)m}{2} P_{m-1} \\ &\quad + \frac{(m+1)m(m-1)}{3} P_{m-2} + \dots + (m+1) P_1 + n \quad (\gamma_1) \end{aligned}$$

Al ser n infinitamente grande $P_m, P_{m-1} \dots P_1$ serán también in-

finitamente grandes y si tomamos á n como infinitamente grande principal, el orden del primer miembro y por lo tanto del 2.º será el $(m + 1)$. Ahora bien, si en la (γ') hacemos $m = 1$, podremos calcular P_1 que será de 2.º orden. Haciendo $m = 2$ podremos calcular P_2 (en función de P_1) que será de orden 3.º. Y en general P_m será de orden $(m + 1)$. Teniendo en cuenta lo dicho, si dividimos los dos miembros de la (γ') por N^{m+1} [que es un infinitamente grande de orden $(m + 1)$ pues $\lim. \frac{n}{N} = 1$], los quebrados

$$\frac{1}{N^{m+1}} \frac{P_{m-1}}{N^{m+1}} \frac{P_{m-2}}{N^{m+1}} \dots \frac{P_1}{N^{m+1}}, \frac{n}{N^{m+1}}$$

serán infinitamente pequeños y llamando Ω á su suma tendremos:

$$\frac{(1+n)^{m+1}}{N^{m+1}} = (m+1) \frac{P_m}{N^{m+1}} + \Omega \quad (6)$$

Ahora $(1+n)$ difiere infinitamente poco de N , por lo tanto límite $\left(\frac{1+n}{N}\right)^{m+1} = \frac{(1+n)^{m+1}}{N^{m+1}} = 1$ y tomando límites en (6) tendremos:

$$1 = (m+1) \lim. \frac{P_m}{N^{m+1}} \quad , \quad \text{ó sea} \quad \lim. \frac{P_m}{N^{m+1}} = \frac{1}{m+1}$$

y por lo tanto:

$$\frac{P_m}{N^{m+1}} = \frac{1}{m+1} + \omega \quad (\varphi)$$

igualdad en la que ω es infinitamente pequeña.

Si consideramos la serie convergente:

$$1 - \frac{1}{2} \frac{1}{3} - \frac{1}{2.4} \frac{1}{5} - \frac{1.3}{2.4.6} \frac{1}{7} - \frac{1.3.5}{2.4.6.8} \frac{1}{9} - \dots - \frac{1.3.5 \dots (2k-3)}{2.4.6 \dots 2k} \frac{1}{2k+1} - \dots \quad (\pi)$$

Vemos que sus términos en virtud de (φ) difieren infinitamente poco de los correspondientes de la serie (γ) [pues $\lim. \frac{n}{N} = 1$ y en general

$$\begin{aligned} & \frac{1.3.5 \dots (2k-3)}{2.4.6 \dots (2k)} \frac{P_{2k}}{N^{2k+1}} \\ &= \frac{1.3 \dots (2k-3)}{2.4.6 \dots (2k)} \left[\frac{1}{2k+1} + \omega \right] \\ &= \frac{1.3 \dots (2k-3)}{2.4.6 \dots (2k)} \frac{1}{2k+1} + i. p \end{aligned}$$

al crecer N indefinidamente] por lo tanto el límite de la suma de los términos de la serie (γ) será la suma de la serie (π) y tendremos:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Area del círculo}}{\text{Area del cuadrado}} &= 1 - \frac{1}{2} \frac{1}{3} - \frac{1}{2.4} \frac{1}{5} \\ &- \dots - \frac{1.3.5 \dots (2k-3)}{2.4.6 \dots (2k)} \frac{1}{2k+1} - \dots \end{aligned}$$

Si á la suma de esta serie la llamamos σ tendremos:

$$\text{Area del círculo} = \sigma. (\text{Area del cuadrado circunscrito}).$$

En esta relación σ es un número abstracto que expresa la razón constante entre el area de cualquier círculo y la de su cuadrado circunscrito.

Si elegimos ahora como area uno la del cuadrado cuyo lado es a y llamamos á D el número que expresa la razón entre el diámetro del círculo y la magnitud lineal a tendremos:

$$\begin{aligned} \text{Area del cuadrado circunscrito} &= D^2 \text{ y por lo tanto: Area del círculo} \\ &= \sigma D^2 \text{ y en función del radio } R = \frac{D}{2} \text{ „} \end{aligned}$$

$$\text{Area del círculo} = 4 \sigma R^2 \quad [\text{Unidad lineal} = a \text{ y de area } (a \times a)]$$

Si consideramos á la circunferencia de diámetro D

$$\left(D = \frac{\text{diámetro}}{a} \right)$$

como el límite de un polígono regular cuyo número de lados crezca indefinidamente, el area del círculo será el límite á que tienda el area del polígono considerado. Ahora bien, en los infinitos polígonos considerados se cumple siempre que su area es igual á su perimetro por la mitad de su apotema y por lo tanto el area del círculo será igual á

su $\frac{\text{radio}}{2}$ por su *circunferencia*. Si llamamos C al número que expresa la longitud de la circunferencia (unidad lineal = a) se tendrá después de lo dicho:

$$\text{Area del círculo} = \sigma D^2 = 4 \sigma R^2 = \frac{R}{2} C$$

$$\text{de donde } C = 8 \sigma R = 4 \sigma D \quad \text{y: } \frac{C}{D} = 4 \sigma$$

y por ser 4σ un número abstracto, la razón entre la circunferencia y el diámetro ó radio será independiente de la unidad lineal que se adopte. Al número que expresa la razón constante entre la circunferencia y el diámetro se le llama π , tendremos pues:

$$\frac{C}{D} = 4 \sigma = \pi, \quad \text{y} \quad \frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{2} \frac{1}{3} - \frac{1}{2.4} \frac{1}{5} - \frac{1.3}{2.4.6} \frac{1}{7} \dots$$

$$- \frac{1.3 \dots (2k-3)}{2.4 \dots (2k)} \frac{1}{2k+1} - \dots "$$

VOLUMEN DEL PARALEPÍPEDO.—Vamos á obtener el volumen del paralepípedo (A B C D) tomando como unidad el volumen del paralepípedo ($a b c d$).

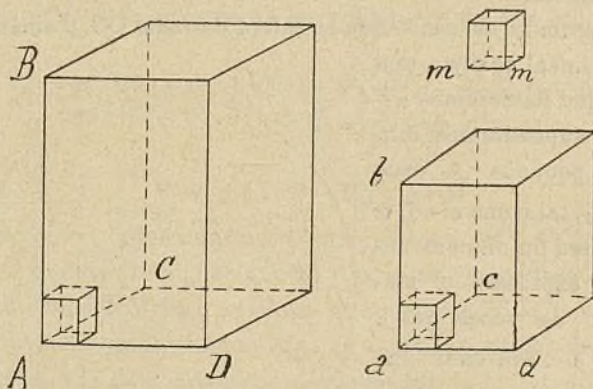


Fig. 3

Tomemos como unidad variable tipo de comparación el cubo de arista $\overline{m m'}$ que designaremos con la letra α y que luego supondre-

mos es infinitamente pequeña. Designemos por $A_\alpha, B_\alpha, C_\alpha, a_\alpha, b_\alpha$ y c_α los números enteros que expresan el mayor número de veces que α está contenida en las aristas $\overline{AB}, \overline{AD}, \overline{AC}$ y $\overline{ab}, \overline{ad}$ y \overline{ac} respectivamente.

Por razonamientos idénticos á los empleados para el rectángulo llegaremos á la siguiente relación:

$$\frac{\text{Volumen (A B C D)}}{\text{Volumen (a b c d)}} = \lim. \frac{A_\alpha B_\alpha C_\alpha}{a_\alpha b_\alpha c_\alpha}$$

$$= \lim. \frac{A_\alpha}{a_\alpha} \lim. \frac{B_\alpha}{b_\alpha} \lim. \frac{C_\alpha}{c_\alpha} = \left(\frac{\overline{AB}}{\overline{ab}} \right) \left(\frac{\overline{AD}}{\overline{ad}} \right) \left(\frac{\overline{AC}}{\overline{ac}} \right)$$

y si A, B y C son los números que expresan las razones

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{ab}}, \quad \frac{\overline{AD}}{\overline{ad}}, \quad \frac{\overline{AC}}{\overline{ac}}$$

endremos:

$$\text{Volumen (A B C D)} = A.B.C [\text{Volumen (a b c d)}]$$

que es la expresión buscada.

Observación.—Obtenido el volumen del paralelepípedo, fundándose en la equivalencia de volúmenes, se obtienen los volúmenes de los sólidos poliédricos.—Al volumen del cono y cilindro se llega fácilmente considerándolos como límites de una pirámide y prisma respectivamente.

VOLUMEN DE LA ESFERA.—Sea la esfera de radio OC. Tomemos como unidad lineal auxiliar una magnitud que llamaremos α y que luego supondremos infinitamente pequeña. A cada estado de α , tal como el $\overline{o1}$, le corresponderá un número entero n que expresará el mayor número de veces que α quepa en \overline{oc} . Para cada uno de los infinitos estados de α (tal como el $\overline{o1}$) consideremos la serie de cilindros auxiliares cuyas alturas $\overline{o1}, \overline{12}, \overline{23}, \dots$

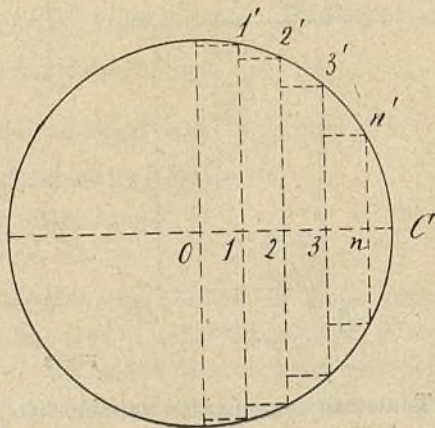


Fig. 4

$(n-1)n$ sean iguales entre si y á α y cuyas bases respectivas sean los círculos de radios $\overline{11}, \overline{22}, \dots, \overline{nn}$. La suma de los volúmenes en estos cilindros constituirá un volumen auxiliar que al decrecer α indefinidamente tendrá por límite el de la semiesfera.

Para uno cualquiera de los estados de α (tal como $\overline{o1}$) tendremos:

$$\begin{aligned} \text{Volumen del 1.º cilindro} &= \pi \left(\frac{\overline{11^1}}{\alpha} \right)^2 \frac{\overline{o1}}{\alpha} \\ &= \pi \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{\overline{o1}}{\alpha} \right)^2 \right] \frac{\alpha}{\alpha} = \pi [N^2 - 1^2] \text{ „ siendo } N = \frac{\overline{oc}}{\alpha} \text{ „} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen del 2.º cilindro} &= \pi \left(\frac{\overline{22^1}}{\alpha} \right)^2 \frac{\overline{12}}{\alpha} \\ &= \pi \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{\overline{o2}}{\alpha} \right)^2 \right] \frac{\alpha}{\alpha} = \pi [N^2 - 2^2] \text{ „ pues } \frac{\overline{o2}}{\alpha} = \frac{2\alpha}{\alpha} = 2 \text{ „} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen del 3.º cilindro} = \dots = \pi [N^2 - 3^2]$$

$$\begin{aligned} &\dots \\ &\dots \\ &\dots \end{aligned}$$

$$\text{Volumen del n.º cilindro} = \pi [N^2 - n^2]$$

Sumando miembro á miembro estas igualdades y llamando V_n al número que expresa la suma de los volúmenes de los cilindros tendremos:

$$\begin{aligned} V_n &= \pi [(N^2 - 1^2) + (N^2 - 2^2) + \dots + (N^2 - n^2)] \\ &= \pi [n N^2 - (1^2 + 2^2 + \dots + n^2)] \text{ „} \end{aligned}$$

ó sea:

$$V_n = \pi [n N^2 - P_2] \text{ „ } (\epsilon)$$

Al decrecer α indefinidamente los números n, N y V_n serán infinitamente grandes lo mismo que P_2 y la relación que liga á los estados simultáneos de dichos números será siempre la (ϵ) .

Si tomamos como volumen fijo de comparación el del cubo de arista $\overline{od} = a$ [a es una letra para representar la longitud od] dicho volumen referido al cubo auxiliar de arista α vendrá dado por la expresión: $\left(\frac{a}{\alpha}\right) \left(\frac{a}{\alpha}\right) \left(\frac{a}{\alpha}\right) = \left(\frac{a}{\alpha}\right)^3$. Si m es el número (variable con α)

que expresa la razón $\frac{a}{\alpha}$ tendremos para volumen del cubo unidad el número auxiliar é infinitamente grande m^3 .

$$\text{Ahora tendremos: } \frac{2 V_n}{m^3} = \pi \left[\frac{n N^2}{m^3} - \frac{1}{m^3} \frac{n (n + 1) (2 n + 1)}{2 \cdot 3} \right]$$

$$= 2 \pi \left[\frac{n}{m} \left(\frac{N}{m} \right)^2 - \frac{1}{6} \frac{n}{m} \left(\frac{n}{m} + \frac{1}{m} \right) \left(\frac{2 n}{m} + \frac{1}{m} \right) \right] ,$$

$$\text{Al tender } \alpha \text{ á cero tendremos: } \lim. \frac{2 V_n}{m^3} = \frac{\text{Volumen esfera}}{(\text{Volumen uno})}$$

$$= \lim. 2 \pi \left[\frac{n}{m} \left(\frac{N}{m} \right)^2 - \frac{1}{6} \frac{n}{m} \left(\frac{n}{m} + \frac{1}{m} \right) \left(\frac{2 n}{m} + \frac{1}{m} \right) \right] ,$$

ó sea:

$$\lim. \frac{2 V_n}{m^3} = 2 \pi \left[\lim. \frac{n}{m} \lim. \left(\frac{N}{m} \right)^2 - \frac{1}{6} \lim. \frac{n}{m} \right.$$

$$\left. \lim. \left(\frac{n}{m} + \frac{1}{m} \right) \lim. \left(\frac{2 n}{m} + \frac{1}{m} \right) \right]$$

Mas teniendo en cuenta lo dicho anteriormente:

$$\lim. \frac{n}{m} = \frac{\bar{o} c}{a} , \lim. \frac{N}{m} = \frac{\bar{o} c}{a} , \lim. \frac{1}{m} = 0$$

$$, \lim. \frac{2 n}{m} = 2 \frac{\bar{o} c}{a} ,$$

Luego:

$$\frac{\text{Volumen esfera}}{(\text{Volumen uno})} = 2 \pi \left[\left(\frac{\bar{o} c}{a} \right)^3 - \frac{1}{3} \left(\frac{\bar{o} c}{a} \right)^3 \right]$$

$$= \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\bar{o} c}{a} \right)^3$$

y llamando R al número comensurable ó incommensurable que expresa la razón $\frac{\bar{o} c}{a}$ queda:

$$\text{Volumen esfera} = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (\text{unidad lineal} = a \text{ ,, cúbica} = a^3) \text{ ,,}$$

Del volumen se pasa al área de la esfera considerando dicho volumen como límite del volumen variable de un poliedro de infinito número de caras infinitamente pequeñas en ella inscrito. De dicha consideración se deduce inmediatamente que el volumen de la esfera es igual á su área por el tercio de su radio y por lo tanto :

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = S \cdot \frac{r}{3} \quad \text{de donde: } S = 4 \pi r^2 \quad [\text{unidad lineal} = a \text{ ,, superficial} = a^2]$$

OBSERVACIONES.—La obtención de los números relativos anteriores está basada en la consideración de tomar como unidad auxiliar una magnitud infinitamente pequeña y entonces dichos números son los límites á que tienden las relaciones por cociente entre números auxiliares infinitamente grandes.

En la investigación del área del círculo hubiéramos podido comparar el área auxiliar considerada con el área tomada como unidad; mas los cálculos son más sencillos haciendo la comparación con el cuadrado circunscrito.

Aunque hemos tomado como unidad de área un cuadrado y como unidad de volumen un cubo, fácil sería pasar á las fórmulas correspondientes al caso en que la unidad de área fuera un rectángulo y la de volumen un paralelepípedo

El estudio hecho anteriormente constituye la base para la cuadratura, cubatura y rectificación elementales, por lo tanto constituyen los teoremas fundamentales para el estudio de la Geometría elemental con el auxilio de la palanca poderosa de la cantidades infinitesimales.

OTRA APLICACIÓN.—*Volumen del Toro*.—Sea el Toro engendrado por la revolución de la circunferencia de radio \overline{oc} alrededor del eje $\overline{AA'}$.

Vamos á calcular el volumende la mitad del Toro. Tomemos, como siempre como unidad lineal la magnitud infinitamente pe-

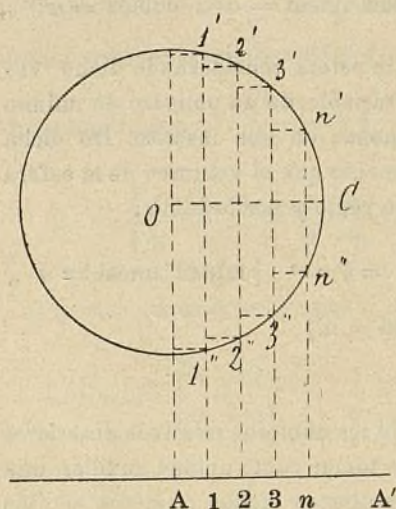


Fig. 5

queña α . Sea n el número entero que expresa el mayor número de veces que α quepa en \overline{oc} [n variable con α]. Consideremos la serie de cilindros de alturas $\overline{A1}, \overline{12}, \overline{23}, \dots, \overline{(n-1)n}$ todas iguales á α y de bases respectivamente iguales á los círculos de radios $\overline{11'}, \overline{22'}, \overline{33'}, \dots, \overline{nn'}$, y luego otra serie de cilindros de las mismas alturas y de bases iguales los círculos de radios $\overline{11''}, \overline{22''}, \overline{33''}, \dots, \overline{nn''}$. La suma de los volúmenes de dos cilindros de la primera serie menos la suma de los volúmenes de los cilindros de la

segunda, constituirá un volumen auxiliar (variable con α) cuyo límite, al decrecer α indefinidamente, será el volumen de la mitad del Toro. Si T_n es el número que mide á dicho volumen auxiliar, tendremos [unidad lineal = α , cúbica = α^3] como es fácil hallar:

$$\begin{aligned}
 T_n = & \left[\pi \left(\frac{\overline{A1}}{\alpha} \right) \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right) + \sqrt{\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{\alpha}{\alpha} \right)^2} \right]^2 \right. \\
 & + \pi \left(\frac{\overline{12}}{\alpha} \right) \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right) + \sqrt{\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{2\alpha}{\alpha} \right)^2} \right]^2 \\
 & + \dots + \pi \left(\frac{\overline{(n-1)n}}{\alpha} \right) \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right) + \sqrt{\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{n\alpha}{\alpha} \right)^2} \right]^2 \Bigg] \\
 & - \left[\pi \left(\frac{\overline{A1}}{\alpha} \right) \left[\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right) - \sqrt{\left(\frac{\overline{oc}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{\alpha}{\alpha} \right)^2} \right]^2 \right.
 \end{aligned}$$

$$+ \dots + \pi \left(\frac{\alpha}{\alpha} \right) \left[\left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) - \sqrt{\left(\frac{\bar{o}\bar{c}}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{n}{\alpha} \right)^2} \right]^2$$

Ahora haciendo operaciones y teniendo en cuenta que se destruyen todas las segundas potencias y llamando N al número que expresa la razón $\left(\frac{\bar{o}\bar{c}}{\alpha} \right)$ tenemos:

$$T_n = \pi \left[4 \left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) \sqrt{N^2 - 1^2} + 4 \left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) \sqrt{N^2 - 2^2} \right. \\ \left. + 4 \left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) \sqrt{N^2 - 3^2} + \dots + 4 \left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) \sqrt{N^2 - n^2} \right]$$

ó sea

$$T_n = 4 \pi \left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right) \left[\sqrt{N^2 - 1^2} + \sqrt{N^2 - 2^2} + \sqrt{N^2 - 3^2} \right. \\ \left. + \dots + \sqrt{N^2 - n^2} \right],$$

Ahora en esta $\left(\frac{\bar{o}\bar{A}}{\alpha} \right)$ es el número infinitamente grande que representa á $\bar{o}\bar{A}$ (al ser $\alpha = i. p.$) y la suma de dentro el paréntesis (al ser α infinitamente pequeña) es el número infinitamente grande que nos representa al área auxiliar que tiende al cuarto de círculo de radio oc [véase pág. 11: $Sn = \dots\dots\dots$] por lo tanto llamando T al volumen del toro:

$$\frac{T}{2} = 4 \pi (\text{magnitud } \bar{o}\bar{A}) \left[\frac{\text{area del círculo } \bar{o}\bar{c}}{4} \right] \text{ y por fin:}$$

Volumen del toro = 2π (magnitud $\bar{o}\bar{A}$) (area del círculo $\bar{o}\bar{c}$) ó sea:

Volumen del toro = (circunferencia de radio $\bar{o}\bar{A}$) (area del círculo generador)

En esta expresión si la unidad lineal es $a. \bar{o}\bar{A}$ hay que medirla con a y el círculo generador con (a^2) resultando el volumen expresado en (a^3) .

Bilbao 2 Diciembre de 1906

JOSÉ GALÍ.

Nuestro Título y la “Ley Cortezo”

Hemos leído los dos artículos que sobre dicha ley publicaron en el próximo pasado mes de Diciembre, nuestros dos órganos profesionales, el de Madrid y el de Barcelona. Vemos con pena, que en ellos se reflejan las dos tendencias que siempre han dividido los esfuerzos de los Ingenieros Industriales españoles.

Atendiendo al fin para que fué creada nuestra carrera, el ejercicio de nuestros conocimientos debe ser libre, no puede ser de otra manera, y en este caso el Título sobra. Pero sucede que al dar por fracasada nuestra misión, nos acordamos del Título y en este caso sólo pensamos en los derechos del Título que merma ahora el Sr. Cortezo al hacerlos extensivos á otros Titulares.

No hay duda que cuando los Legisladores crearon la carrera de Ingeniero Industrial, lo harían con objeto de fomentar y crear nuevas industrias; pero se equivocaron si creyeron que con solo Ingenieros aumentarían la industria de un país. Los Ingenieros viven donde hay industria: actualmente apenas llegan á ser el auxiliar del Industrial. Tal como se comprende hoy día nuestra carrera, no creamos industria y tampoco podemos fomentarla, pues si nuestros auxilios al Industrial han de sernos lucrativos, prescindir por completo de nosotros y hallamos el vacío en vez de medios de subsistencia; tampoco podemos ser propagandistas puramente platónicos. Esto pasa generalmente en España como en el Extranjero. No son los Ingenieros los que por regla general deciden al Capitalista á industrializar su capital, ni á fomentar su industria al que ya la tiene creada. El afán de lucro, ó la competencia en precio ó calidad pueden más que los consejos de todos los Ingenieros juntos. Los constructores de máquinas y utillaje en general y los de maquinaria para una industria especial, sustituyen de sobras al Ingeniero por inteligente que sea, y para la parte técnica de la industria vale mucho más la práctica que todos los estudios generales.

La verdad es que nuestra carrera ha fracasado tal como se creó. Libre ha sido el ejercicio privado de nuestra carrera; todos los espa-

ños y extranjeros con ó sin Título han podido y pueden desarrollar en España sus conocimientos industriales, y sin embargo tenemos una industria tan mermada que casi no la vemos. ¿En qué se funda, pues, el Sr. Cortezo al darnos la nota de ineptitud, llamando á los Ingenieros extranjeros para que hagan el milagro que nosotros no hemos hecho? Es que ve seguramente que los Ingenieros españoles no regentan fábricas, no están dedicados á la Industria como fuera de desear. Pero si no hay industria creada ¿á donde debemos ir? ¿Qué hacer si nuestros recursos no nos permiten crearla? Ve una consecuencia, pero no intriga la causa. Emprendemos la carrera y salimos de las Escuelas con la ilusión de que seremos recibidos y solicitados en los Establecimientos industriales; pero el noventa por ciento al ver defraudadas sus esperanzas, vuelven la vista al Estado, se acuerdan de que éste les cobró un Título y que por consiguiente tienen derechos, y por este camino van en busca de los medios de subsistencia sin dejar de ser Ingenieros Industriales, teniendo razón al defender estos derechos.

Es muy cierto, Sr. Cortezo, que nuestros estudios no son adecuados al fin que se propuso para nuestra carrera, pero entendemos que los Ingenieros extranjeros adolecen del mismo mal. Nuestros estudios sirven muy bien para adornar un Título académico, pero aunque se aumenten dándoles mayor amplitud científica, no se conseguirá que los Ingenieros Industriales encuentren en la Industria de España la colocación deseada. No es pues por falta de suficiencia en los Ingenieros, que nuestra Industria no alcance el desarrollo apetecido. No encuentra colocación el Ingeniero en las pequeñas industrias porque están en manos de Industriales que en el beneficio alcanzan su jornal solamente; y además, parece que el poseedor de un Título no debe rebajarse á ser Industrial de una industria pequeña. Esto no debiera ocurrir, pero así sucederá mientras subsista el Título. Es en las medianas, el mismo Industrial el mejor Ingeniero, pues los consejos y consultas no constituyen estado en nuestra carrera, pues casi nunca se nos hacen y cuando se hacen tampoco se pagan. Y únicamente en las pocas industrias grandes que poseemos, vemos algunos pocos Ingenieros que después de muchas vicisitudes llegan á defender un sueldo decente. De la realidad de las cosas se deduce que en la Industria en general no hacen falta Titulares. Si se trata de crear una

industria nueva, el capitalista con su perspicacia comercial y con la ayuda de los constructores, lleva adelante su cometido sin necesitar casi nunca los consejos del Ingeniero.

Resulta pues de todo lo dicho, que los Ingenieros Industriales son irresponsables del fracaso que parece atribuirles el Sr. Cortezo. Muchos son los medios de que dispone el Estado para que directamente ó indirectamente se fomenten las industrias, y creemos que en este terreno es en donde debiéramos aunar todos nuestros esfuerzos individual y colectivamente; proponiendo al Estado los medios que creemos convenientes, después de estudiarlos concienzudamente dándoles forma para su efectiva realización. Solo citaremos algunos medios que creo están en la conciencia de todos. La confección de unos buenos aranceles para la industria, creemos ser un medio eficaz; y que nosotros somos los más indicados ó debiéramos serlo, para su estudio. Debiera el Estado descargar las gabelas que pesan sobre los Industriales, buscando la compensación en el capital improductivo; y nosotros debieramos estudiar la reforma del Reglamento para la tributación industrial, que actualmente es un caos en donde se estrellan una multitud de pequeños industriales. Debiera impedirse el contrabando por medio de una ley especial en que bastara una denuncia, como ahora se hace con la contribución. Debieran gestionarse la creación de primas para la exportación de ciertas manufacturas. Y por último debieran fomentarse las Exposiciones regionales, nacionales é internacionales. Tal como actualmente estamos constituidos, este es el único camino que podemos emprender para ser útiles al fomento de la Industria general en España.

Por otra parte, entendemos que nuestra carrera debiera reformarse esencialmente. Debiéramos aspirar no á conseguir un Título; á ser industriales pequeños, medianos ó grandes según nuestros recursos y nuestras aptitudes. Nuestras Escuelas debieran ser semillero de industriales, no de Titulares; pues estos Titulos debieran reservarse para aquellos de nuestros compañeros que dedicándose al servicio del Estado hubiesen ganado la plaza por oposición ó concurso, y así únicamente tendría razón de ser el Cuerpo de Ingenieros Industriales.

Como consecuencia de la finalidad anterior, debieran reformarse los estudios, explicándose mucha Tecnología Industrial y Estadística de las industrias creadas, con bastantes conocimientos comerciales;

bastante menos cálculo matemático y menos máquinas. Actualmente nuestras Escuelas solo parecen creadas para surtir de personal á los Talleres de construcción, por lo menos en la Especialidad mecánica; y así son también nuestras Revistas. Los alumnos que quieran más ciencia podrán encontrarla en otros Centros docentes. El Estado debiera crear pensiones para que los alumnos distinguidos pudieran estudiar en el Extranjero las industrias cuya importación se creyese conveniente. Debiera haber en las Escuelas fondos para ensayos industriales. Y finalmente debiera ser el Estado el principal Capitalista para que el alumno sin recursos pudiera establecerse, con las garantías que se creyesen oportunas. Creemos que con lo dicho basta para comprender nuestra intención respecto á lo que debieran ser nuestras Escuelas.

Resumiendo. Creemos no tiene razón el Sr. Cortezo al llamar á los Titulares extranjeros, si su objeto ha sido dar mayor desarrollo á nuestra Industria. Creemos que nuestra carrera no cumplirá con el fin propuesto tal como hoy día se estudia y practica. Y por último, creemos que actualmente, únicamente podemos trabajar procurando conseguir sea el Estado el que cree y fomenta la Industria, misión que equivocadamente se nos confió.

E. SALA.

NOTICIAS

DE INTERÉS PARA LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN.—Correspondiendo á la iniciativa de la Junta Directiva de nuestra Agrupación, empezamos á publicar desde hoy en esta Revista una sección especial de OFERTAS Y DEMANDAS en la cual los Sres. socios podrán insertar gratuitamente peticiones de empleos ó de personal técnico. Estos mismos reclamos se colocarán en un cuadro situado en uno de los sitios más visibles del local de la Asociación.

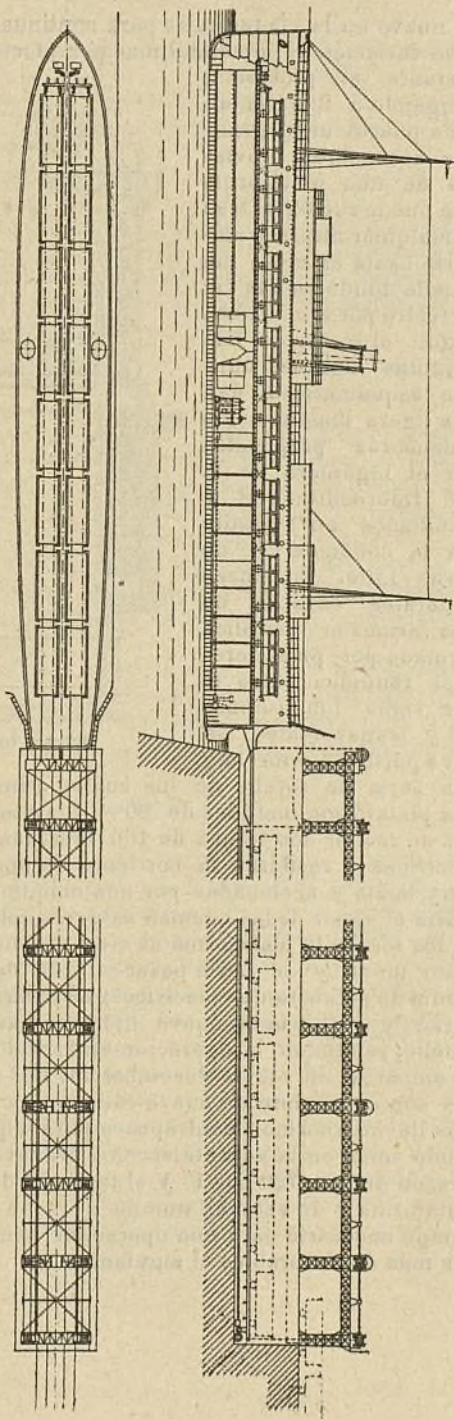
LA SOLDADURA DE GRANDES PIEZAS DE ACERO POR MEDIO DE LA ALUMINOTERMIA.—Hace algunos años nos ocupamos en esta Revista (Junio de 1898) de los estudios de Mr. Goldschmidt sobre el empleo del aluminio para producir temperaturas muy elevadas. Estos estudios han pasado desde entonces al dominio de la práctica dando lugar á un procedimiento llamado aluminotermia, el cual se aplica en varias operaciones industriales y muy especialmente en la soldadura del acero. Los últimos progresos permiten hacer estas soldaduras con relativa facilidad y aplicarlas á grandes piezas sin necesidad de llevarlas fuera de su emplazamiento, lo cual es de gran utilidad en muchos casos, y especialmente en las reparaciones de piezas de buques, tales como ejes de hélice, rodas, codastes, etc. El *Genie Civil* de 5 del corriente describe á propósito de esto el procedimiento empleado para soldar un soporte de un árbol de hélice del buque alemán *Friedrich der Grosse* y que puede aplicarse á otros casos análogos. Consiste en esencia en rodear la ruptura de un verdadero molde de arena, dejando un vacío todo alrededor de dicha ruptura en el cual se vacía el hierro en fusión procedente de la termita fundida en un crisol situado al lado de la pieza rota. Esta termita no es más que una mezcla de óxido de hierro y de alúmina que tiene la propiedad de que, cuando se enciende en un punto, arde en toda su masa, dando hierro metálico puro fundido á la temperatura de 3000 grados C. Bajo esta temperatura las dos partes de la grieta, previamente agrandada de modo que quede entre ellas un huelgo de 20 á 30 milímetros, funden á su vez, quedando al solidificarse presas en la masa de hierro. Con el fin de que la pieza que se suelda funda más pronto y no emplear termita inútilmente, se calientan previamente los extremos que se desea soldar por medio de una corriente de gases procedentes del mismo hornillo del crisol hasta que llegan á la temperatura del rojo cereza.

En el caso citado la operación de colada duró solamente 35 segundos y necesitó el empleo de 350 kilogramos de termita, á los cuales se habían adicionado 75 kgs. de chatarra de hierro y 3·50 kgs. de manganeso puro, obteniéndose de esta manera 253·50 kgs. á la temperatura de 3000° C. La operación total con preparación del molde, colada y desmoldeo se hizo en cuatro días. De una manera análoga se reparó en tres días sin moverlo de su sitio el codaste del vapor *Sevilla*, de la línea de Hamburgo á América, cuya reparación por los procedimientos usuales hubiera exigido muchos días con los inconvenientes del desmontaje y montaje, gastos de dique, etc.

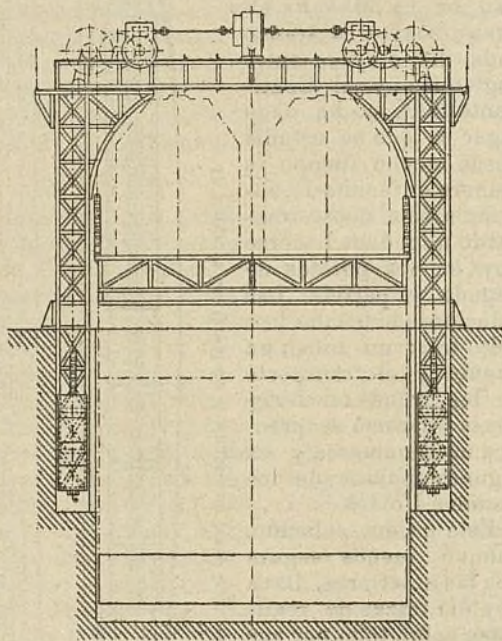
LA TRAVESÍA DEL CANAL DE LA MANCHA EN FERRY BOAT.—El tráfico cada día mayor entre Inglaterra y el Continente Europeo ha dado lugar á que se estudie desde mucho tiempo la manera de facilitarlo, suprimiendo el doble trasbordo que debe hacerse hoy en los puertos de llegada y partida. Las soluciones indicadas han sido tres: un tunel; un puente y el transporte de los trenes en *ferry boats* tal como se practica en Dinamarca y en algunos puntos de los Estados Unidos.

Esta última solución, aunque menos segura que las anteriores, lleva hoy día trazas de realizarse sobre todo por sus condiciones económicas, puesto que su coste será muy inferior al de aquellas. El «Genie Civil» en su número de 22 Diciembre último se ocupa con detalle del proyecto concebido por la Intercontinental Railway Co, el cual ha sido bien acogido por el Parlamento inglés. Conforme saben nuestros lectores los *ferry boats* son simplemente grandes buques de poco calado, provistos de una plataforma sobre la cual se aloja un tren completo y cargado, el cual es trasladado de esta manera á través del mar hasta ser llevado á la orilla opuesta, donde el tren entra

La travesía del Canal de la Mancha en ferry boat.—Disposición General del ascensor para los trenes.



de nuevo en la vía terrestre para continuar su viaje. En este caso la gran variación del nivel del mar por efecto de las mareas complica bastante el problema, obligando á instalar en cada puerto unos grandes ascensores provistos de una plataforma que puede recibir el tren á cualquier altura y elevarlo hasta el nivel del muelle donde está la vía terrestre por donde debe seguir el recorrido. Las adjuntas figuras, aunque esquemáticas dan una ligera idea de estos ascensores propuestos por el ingeniero de la C^{ie} Intercontinental y estudiados en detalle por la conocida C^{ie} de Fives Lille. En líneas generales constan de una armazón metálica formada por pies derechos reunidos entre si por vigas longitudinales y transversales, en cuya parte superior hay



Sección transversal del ascensor.

una serie de tornos de los cuales pende por medio de cadenas una plataforma metálica de 80^{ms.} longitud por 8^{ms.} 850 de ancho capaz de recibir dos trenes de 160 toneladas cada uno. Los tornos son eléctricos y recibirán la corriente de unas dinamos situadas en los ferry boats y accionadas por una máquina de vapor especial que tomaría el vapor de las mismas calderas del buque. Colocada por medio de los tornos la plataforma al nivel del buque, se interpondría un tablero móvil y se haría pasar el tren del buque á la plataforma por medio de cabrestantes eléctricos; se subiría la plataforma al nivel superior y se tiraría de nuevo del tren hasta dejarlo sobre la vía del muelle; repitiendo la operación en sentido inverso cuando se tratase de embarcar en vez de desembarcar. Los tornos elevadores proyectados son en número de nueve cada uno con dos cadenas, cuyos extremos llevan enormes contrapesos para equilibrar la plataforma, como puede verse en la adjunta sección transversal. La elevación se haría á razón de 0^{m.} 720 por 1' y el traslado del tren desde el buque á la plataforma y de esta al muelle á razón de 45^{ms.} De esta manera el tiempo necesario para una operación completa sería en las condiciones más desfavorables el siguiente:



Paso del tren del ferry-boat á la plataforma	90ms.	2	minutos
Elevación de la plataforma á	6ms.	8 1/2	»
Paso del tren de la plataforma al muelle	90ms.	2	»
Operaciones accesorias y colocación del tablero móvil		2 1/2	»

Total. 15 minutos

El coste total de la instalación, incluyendo los dos ascensores, cuatro ferry-boats de 91 X 12ms. y el arreglo de docks adecuados en Calais y Douvres está presupuestado en 20 millones de francos, al paso que el proyecto de tunel presentado al Parlamento inglés en 17 Diciembre último se presupuesta en 400 millones.

EL ALUNDUM.—Según el *American Machinist*, la Norton C.^o prepara desde hace algún tiempo en las fábricas del Niágara un nuevo producto que sirve para esmerilar llamado alundum, el cual se obtiene en el horno eléctrico por fusión directa de una alúmina procedente de bauxita, de la cual se han eliminado algunas substancias extrañas. El producto, después de seco, se funde y se echa en moldes donde se deja enfriar y cristalizar, formándose así en la masa cristales de alúmina casi químicamente pura. Después se pulveriza el conjunto por medio de máquinas especiales.

El producto de la pulverización es el alundum, polvo de grano más ó menos fino y cuya dureza sólo es superada por la del diamante. Este polvo aglomerado, por los procedimientos corrientes, sirve para obtener muelas destinadas á ciertos trabajos de molienda y de pulido.

CONCURSOS PARA EL CUERPO DE ASPIRANTES Á FIELES CONTRASTES DE PESAS Y MEDIDAS.—La Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico en fecha 18 de este mes, anuncia un concurso para cubrir 51 plazas, vacantes por reciente creación, de aspirantes á Fieles contrastes de pesas y medidas, que han de ser provistas en la forma que determina el art. 34 del Reglamento vigente, pudiendo solicitar dichas plazas los Ingenieros industriales y los Ingenieros geógrafos de edad que no exceda de cuarenta años.

Las instancias acompañadas de las partidas de bautizo legalizadas ó certificaciones de las actas de nacimiento, de los títulos de Ingeniero ó copias testimoniadas de ellos y de todos los justificantes de los méritos y servicios que los interesados aporten al concurso, deberán ser remitidas á dicha Dirección general en el plazo de un mes á contar desde la fecha; en la inteligencia de que no serán admitidas las que se presenten después de dicho plazo (Gaceta del día 19).

BIBLIOGRAFÍA

AGENDA OPPERMANN POUR 1907.—Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Editeur, 15 Rue des Saints-Pères.—Prix: reliure en percaline, 3 francs; reliure en cuir, tranches dorées, 5 francs.

Este pequeño librito, además de la parte que constituye la Agenda propiamente dicha, contiene gran número de datos y documentos técnicos de un uso diario, lo cual hace de él un prontuario de grandísimo interés. Está dividido en once secciones. En la I contiene un resumen de Geodesia, en el cual se exponen los principios para el levantamiento de planos y nivelación; en la II, contiene las pesas y medidas de Francia y otros países; en la III y IV, se incluyen respectivamente gran número de datos matemáticos y físicos de la mayor importancia y de más frecuente aplicación en la práctica; en la V, contiene un resumen de la resistencia de los materiales en los casos principales y de mayor aplicación; en la VI están comprendidos gran número de datos químicos sobre composición de cuerpos, de aleaciones, de materiales empleados en la construcción, sus propiedades, precios, etc.; una colección de datos sobre electricidad general son objeto de la sección VII; en la siguiente contiene datos oficiales, leyes, decretos, reglamentos, etc.; en la IX se incluyen gran número de tablas de dimensiones y pesos de diversos materiales; tablas de dimensiones del comercio; tablas de pesos por metro cuadrado de techos, etc.; la sección siguiente contiene la série de precios de la ciudad de Reims; y finalmente, todos los datos relativos á correos y telégrafos están incluidos en la última sección.

Como esta agenda es de grandísima utilidad para los ingenieros, arquitectos, sobrestantes, mecánicos, industriales, contratistas, etc., es de esperar que la nueva edición como las anteriores tendrá una buena acogida de todos, pues realmente para todos puede considerarse necesaria.

PRÉCIS D'ÉLECTRICITÉ, par *Paul Niewenglowski*, Ingénieur au Corps des Mines.—Paris, Librairie Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins 55.—Un vol. grand in 8 de II-200 pages avec figures.—Prix 6 fr.

Este prontuario es en cierto modo un tratado general de electricidad, destinado para poner al lector rápidamente al corriente de los fenómenos fundamentales, de las teorías más conocidas y de los descubrimientos más recientes. El autor ha podido dar á su libro dimensiones relativamente reducidas, reduciendo cada teoría á lo que contiene de esencial y suprimiendo detalles que algunas veces hacen perder de vista la hilación de las ideas.

La obra está dividida en dos partes. La primera hace conocer in-

dependientemente de toda hipótesis, las leyes principales y las experiencias que sirven para establecerlas; la segunda presenta las consecuencias que de ellas pueden deducirse por el cálculo. El autor ha insistido en los métodos de medida, la homogeneidad de las fórmulas y los diferentes sistemas de unidades, tan útiles para ser bien conocidas en las aplicaciones prácticas; ha resumido en algunas páginas la mayor parte de las cuestiones que han sido particularmente estudiadas durante estos últimos años, como los tubos de Crookes, los rayos X, las corrientes alternas, la mejora de las líneas telefónicas, la descarga oscilante de los condensadores, las corrientes de Tesla, la teoría de Maxwell, la teoría electromagnética de la luz, las ondulaciones hertzianas, la telegrafía sin hilos y la teoría de los electrones.

Si hay en la segunda parte algunos cálculos indispensables para tratar las cuestiones con el rigor que requieren, la primera es de una lectura fácil. Este libro puede servir tanto al industrial como al ingeniero que quiere precisar sus nociones teóricas, como también al alumno que tiene necesidad de aprender elementos; y en una palabra, á toda persona que desea seguir los progresos de una ciencia siempre renovada tan rápidamente y por esto pues recomendamos su lectura á nuestros lectores con la seguridad que habrá de serles provechosa.

COMPENDIO DE QUÍMICO-FÍSICA, por M. Emm. Pozzi-Escot, Profesor de Química agregado al Ministerio de Fomento de Lima, versión castellana de Lucio Bascuñana y García, Catedrático de reconocimiento de productos comerciales de la Escuela Superior de Comercio de Cadiz.—Madrid, Librería de Bailly-Baillière é Hijos, Plaza de Santa Ana 10, y en todas las librerías de España y América.—Un vol. en 8.º de 240 páginas con figuras.—Precio 5 pesetas en rústica y 6 encuadernada en tela.

Esta nueva rama de la Ciencia, de fecha todavía reciente, y que señala una era de verdadero progreso en la Química, puesto que, al considerar los fenómenos químicos en lo que tienen de generales, investiga las relaciones que ofrecen con las leyes exactas de la Física, puede ser estudiada con gran precisión, gracias á la actividad de los editores, que acaban de publicar la versión castellana de este notable *Compendio de Químico-Física*.

En este libro se encuentran, bajo una forma tan sucinta y clara como es posible, las bases fundamentales de la Química moderna en torno de la cual gravitan los intereses de todo el mundo industrial. El estudio químico de la materia; los sistemas de los pesos atómicos, notaciones y fórmulas químicas; el estado gaseoso; la clasificación de los elementos; el estado líquido; los fenómenos de disolución, fusión, y solidificación; la relación de la Química con la luz y los fenómenos termoquímicos, son materias tratadas con gran acierto, y en las que se da á conocer cuantas leyes, fórmulas, ecuaciones, etc., relacionadas con las mismas se conocen. También es digno de mención el capítulo en que se ocupa de la Mecánica Química, otro en que expone

las opiniones modernas sobre las propiedades de la materia, y, por último, el examen que hace de las leyes fundamentales de la electroquímica y de la aplicación de la teoría de los iones.

EL MONTADOR ELECTRICISTA por *Eduardo Barni*, Ingeniero, versión castellana de la octava edición italiana por Manuel Abril, Périto mecánico electricista.—Madrid, Librería de Bailly-Baillière é Hijos, Plaza de Santa Ana 10 y en todas las librerías.—Un vol. en 8.º de 486 páginas con figuras en el texto.—Precio: 6 pesetas en rústica y 7 en cuadernada.

Para cuantas personas se dedican al estudio de la electricidad, seguramente será bien conocido el nombre ilustre de este autor italiano, así como su excelente obra *El Montador Electricista*, libro en el que se encuentran resueltas cuantas cuestiones pueden surgir desde el momento de hacer el proyecto de instalación de una fábrica de luz ó distribución eléctrica hasta su terminación y explotación.

Esta excelente obra, á la que todos los técnicos y obreros acuden en consulta, viene á nutrir la literatura científica castellana, la cual permitirá á nuestros ingenieros electricistas y montadores poder aprender fácilmente sus provechosas enseñanzas.

En la imposibilidad de hacer un detenido examen de este libro por falta de espacio, nos limitamos á dar un resumen de las materias de que trata. En primer término da unas nociones sobre corrientes continuas y alternativas, describiendo detalladamente los diversos tipos, las partes de que constan y el acoplamiento de las máquinas dinamo-eléctricas, de los alternadores y de los transformadores. A continuación expone cuanto se relaciona con la instalación y funcionamiento de las máquinas (locales, motores, transmisiones, montaje, reparaciones, etc.), de las lámparas de arco y de las de incandescencia. Estudia luego los aparatos auxiliares para las instalaciones eléctricas, las líneas aéreas, las subterráneas y las internas; el cálculo y ensayo de los conductores, los acumuladores, los diversos sistemas de transmisión y distribución de la energía, las centrales hidroeléctricas, la galvanoplastia y la electrometalurgia. Por último, hace un detenido examen de los motores, de la tracción eléctrica y de la organización y explotación de las centrales eléctricas, terminando con un Apéndice dedicado á dar instrucciones sobre los auxilios que deben prestarse á las víctimas de las descargas eléctricas.

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES POUR 1907.—Paris, Librairie Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins, 55.—Un vol. in 16 de pres de 900 pages avec figures.—Prix: 1 fr. 50 (franco, 1 fr. 85).

Como cada año la librería Gauthier-Villars acaba de publicar este altamente interesante Anuario. Este pequeño volumen compacto contiene como siempre un grandísimo número de datos indispensables

tanto al ingeniero como al hombre de ciencia. Este año señalamos especialmente las noticias de M. A. Bouquet de la Grye: *Diámetro de Venus*, y de M. H. Deslandres: *Historia de las ideas y de las investigaciones sobre el sol. Revelación reciente de la atmósfera entera del astro*. Dada pues la grandísima utilidad que ofrece este Anuario lo recomendamos eficazmente á nuestros lectores.

LECCIONES DE METALURGIA, por Mario Ruiz-Castellanos de Ortega.—Madrid, Librería Bailly-Baillière é Hijos, Plaza de Santa Ana 10 y en todas las librerías de España y América.—Precio: 5 pesetas en rústica y 6 encuadernada.

Interesando á todos grandemente conocer los medios de beneficiar los minerales y, extraer los metales útiles que contienen, ó sea el arte de la Metalurgia, nos permitimos llamar su atención acerca del presente libro del Sr. Ruiz Castellanos, escrito bajo la censura de los ingenieros D. Francisco Cascajosa y D. Primitivo H. Sampelayo.

Reune esta obra varias condiciones excelentes que recomiendan su estudio: primera, la de ser un tratado que, sin apartarse de las condiciones que debe reunir toda obra técnica, puede consultarse con igual provecho, tanto por el que posee extensos conocimientos sobre la materia, ó sea por los ingenieros, como por los que tienen ligeras nociones ó por los obreros. La segunda condición buena de este libro es la de estar ajustado al programa de la asignatura de Metalurgia de la Escuela facultativa de Capataces de Minas de Almadén, lo que la recomienda para servir de texto de estos centros de enseñanza técnica.

Faltos de espacio para describir este libro, nos limitamos á dar á conocer el sumario de su contenido, que es como sigue: I. Generalidades sobre Metalurgia y principios fundamentales del arte.—II. Combustibles —III. Hornos (descripción de los diversos sistemas y fabricación de los mismos). En el capítulo IV entra de lleno en el estudio de los metales dando á conocer su definición y los medios industriales para obtenerlos. Su estudio lo hace por el orden siguiente: Hierro, acero, plomo, plata, cobre, mercurio, cinc, oro, antimonio y azufre.

THE COPPER HANDBOOK —A MANUAL OF THE COPPER INDUSTRY OF THE WORLD, Compiled and published by Horace J. Stevens.—Houghton, Michigan U. S. A. 1906.—1 vol.

Después de hacer una breve reseña histórica del empleo del cobre desde los tiempos más lejanos, el autor se ocupa de la geología de este metal, como también de la química y metalurgia de los principales minerales y aleaciones. Los minerales los divide en grupos según su composición, haciendo luego una lista alfabética de los minerales y aleaciones de cobre incluyendo el cobre nativo, con los varios sinónimos. Dedicamos luego un capítulo para tratar de los usos del cobre, que termina con un glosario de los términos mineros. En los capítulos si-

guientes describe los yacimientos de cobre de los Estados Unidos, del Canadá y Terranova, de México, América central y las Antillas, de la América del Sud, de Europa, Africa, Asia, Australia y Oceania. La mayor parte de este libro la ocupa el autor en una descripción detallada de las minas de cobre del mundo, dispuestas en orden alfabético, bajo unos 5000 titulos distintos. En una palabra, este volumen que es el sexto anual publicado, contiene datos de la mayor importancia, de suerte que ha de ser sumamente útil é interesante para todos aquellos que se interesan por todo lo que se refiere á la producción, comercio y estadística del cobre.

LIBROS RECIBIDOS

THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS.—MINUTES OF PROCEEDINGS. Vol. CLXVI.—London, 1905-6.—Un vol.

LA POLARIZACIÓN ROTATORIA DE LA LUZ, por R. Breñosa.—Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. Tomo XXIV.—Madrid, 1906.—Un vol.

SECCIÓN DE OFERTAS Y DEMANDAS

Ingeniero con práctica en construcciones industriales, desea mejorar de situacion.

Dirigirse á la Secretaría de esta Asociación bajo las iniciales C. P.

LISTA
DE LOS SEÑORES SOCIOS
— QUE COMPONEN LA —
ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES
(AGRUPACIÓN DE BARCELONA)



SOCIOS TITULARES RESIDENTES ⁽¹⁾

Abella, D. Joaquín	Princesa, 12,
Agustí, D. José	Elisabets, 4, (Librería).
Aldaz, D. Fulgencio de	Cortes, 604, 4.º, 1.ª
Alesán, D. Francisco	Princesa, 53, 2.º
Alier, D. Pedro	Comercio, 43, 1.º
Almeda, D. Fernando	Ronda S. Pedro, 38.
Aris, D. Guillermo	Valencia 293.
Armenter, D. Federico	Cortes, 580.
Babot, D. Luis de	Aray, 3.
Baixeras, D. Enrique	Cortes, 593, pral.
Balcells, D. Miguel	Clarís, 74.
Barret, D. José A.	Vergara, 11.
Barrié, D. Carlos	Consejo de Ciento, 321, pral.
Basora, D. Francisco de P.	Rambla de Cataluña, 62.
Berenguer, D. Luis	Rosellón, 244.
Berréns, D. Enrique	Torrente de la Olla, 230. - Gracia
Berrocal, D. Enrique	Angeles, 1.
Bolibar, D. Gerónimo	Ronda Universidad, 17.
Bolibar, D. José M.ª	Ronda Universidad, 17.
Bonet, D. Carlos	Obispo, 2, 1.º
Borrás, D. José	Cortes, 559, 1.º
Bosch, D. Juan, Pablo	Clarís, 32, (Despacho).
Bosch, D. Luis	Paseo de Gracia, 61.
Brunet, D. Gaspar	Diputación, 262.
Brunet, D. Juan	Rambla S. José, 32, bajos.
Buxeda, D. Juan	Cortes, 629.
Buxó, D. Emilio	Consejo de Ciento, 389.

(1) Según los Estatutos de la Asociación, es necesario poseer el título de *Ingeniero Industrial* español, para ser *Socio Titular*.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| Calonge, D. Melchor | Consejo de Ciento, 302. |
| Calopa, D. Pedro | Paseo de la Aduana, 1 bis, 3.º, 1.ª |
| Campderá, D. Enrique | Paseo de Gracia, 100. |
| Caralt, D. José de | Paseo de Gracia, 60. |
| Cardellach D. Enrique | Casanova, 29. |
| Cardellach, D. Felix | Consejo de Ciento, 276. |
| Castanys, D. Alberto | Paseo Diputación, 31, pral.—S. G. |
| Castelló D. Gerónimo | Carmen, 84, bis. |
| Castells, D. Paulino | Diputación, 298. |
| Cerveto, D. Francisco | Valencia, 304, pral. |
| Ciervo, D. Federico | Ginebra, 63. |
| Claramunt, D. José | Molins de Rey. |
| Clariana, D. Lauro | Balmes, 67, 1.º |
| Comas, Fortian | Bilbao, 211, 3.º |
| Cornet, D. Cayetano | Cortes, 614. |
| Cornet y Enrich, D. José M. ^a | Ronda S. Pedro, 56. |
| Cornet y Mas, D. José M. ^a | Ronda S. Pedro, 56. |
| Costa, D. Tomás | Calle de la Fuxina, 3. |
| Cuadrada, D. Juan de la C. | S. José, 23.—Mataró. |
| Cuyás, D. Juan | Rambla de Cataluña, 31. |
| Chopitea, D. Alfonso de | Paseo de Gracia, 76. |
| Dalmau, D. Juan de | Trafalgar, 5. |
| Dardet, D. Antonio | Plaza Urquinaona, 2. |
| Daunis, D. Luis | Consulado, 45. |
| Daurella, D. Manuel | Diputación, 331, pral, |
| Dominguez, D. Dámaso | Plaza Tetuan, 8. |
| Doria, D. Evelio M. ^a | Provenza, 312, pral. |
| Durán, D. Clemente | Fernando VII, 33, pral. |
| Durán, D. José | Gobernador, 1. |
| Escriche, D. Eugenio | Cortes, 696. |
| Espoy de Samá, D. Antonio | Bailén, 15. |
| Esquirol, D. Abilio | Diputación, 266. |
| Estrada, D. Arturo | Paseo de Gracia, 4, 3.º |
| Fabra, D. Fernando | Rambla de Canaletas, 8. |
| Faura, D. Jaime | Carretas, 76. |
| Ferrán, D. Ramón | Plaza de las Ollas, 4. |
| Ferrán, D. Luis G. | Bruch, 41, pral. |

Ferrán, D. Antonio	Clarís, 113, 4.º, 1.ª
Ferrèr-Vidal, D. Juan	Paseo de Gracia, 49.
Ferrer-Vidal, D. Luis	Paseo de Gracia, 105.
Ferrés, D. Salvio	Merced, 46, 2.º
Flaquer, D. Tomás	Arco del Remedio, 4, 2.º, 2.ª
Fonrodona, D. Federico	Pasaje de la Paz, 14.
Fort, D. Enrique	Consejo de Ciento, 325.
Fridrich, D. Carlos de	Cortes, 592.
García, D. Alfonso	Caponata, 5.—Sarriá.
Gibert, D. Marcial	Hospital, 73, 1.º
Gil, D. Leopoldo	Valencia, 25, 1.º
Giol, D. Bernardo	Paseo de Colón, 8.]
Giralt, D. Ignacio M.ª	Plaza Letamendi, 34.
Girona, D. Juan.	Plaza de Cataluña, 14.
Gispert, D. Ignacio de	Diputación, 277.
Godo, D. Pascual	Balmes, 32.
Gras, D. Pedro	Ronda S. Pedro, 31.
Gomez, D. Francisco	Cortes, 625.
Grau, D. Mateo	Villarroel, 49.
Guillamot, D. Andrés	Ronda S. Antonio, 17, 3.º
Guillén-García, D. Guillermo J. de	Aragón, 288.
Hernández, D. Tomás	Clarís, 19, 2.º
Hernández, D. Rafael	Valencia, 264.
Herreros de Tejada, D. José	Paseo de Gracia, 59, 2.º, 1.ª
Janer, D. Juan	Aribau, 151, 4.º
Jimeno, D. Emiliano	Diputación, 262, 3.º
Jimeno, D. Emilio	Diputación, 262, 3.º
Joarizti, D. Miguel	Ronda Universidad, 25.
Jofre, D. Alejandro	Paseo de Gracia, 65, pral.
Juncadella, D. Manuel	Diputación, 251, pral.
Junoy, D. Fernando	Ausias March, 25.
Lassaletta, D. Bernardo	Aribau, 70, 4.º
Le Monnier, D. Luis	Puertaerrisa, 8, 1.º
López, D. Santiago	Puertaerrisa, 1.
Luna, D. Miguel de	Balmes, 46, 3.º, 1.ª
Llatas, D. Alvaro	Clarís, 113, 3.º
Llorens, D. Rafael	Balmes, 46, 2.º, 1.ª

Madrid Dávila, D. Alejandro de	Paseo de Gracia, 93.
Mansana, D. José	Cortes, 641.
Manrique, D. Salvador	Ronda de San Pedro, 13.
Marata, D. Antonio M. ^a	Plaza Mayor, 20. — Sarriá.
Margarit, D. Arnaldo	Mendizabal, 25, 1. ^o
Marginat, D. Camilo	Plaza Mayor, 19. — Sarriá.
Marqués, D. Ramón	Paseo de Gracia, 97, 2. ^o
Más, D. José	Pelayo, 50, 1. ^o
Matabosch, D. Juan	Bruch, 32, 4. ^o
Mestres, D. José	Diputación, 305
Milá, D. Federico	Bruch, 89.
Moles, D. José	Balmes, 16, 2. ^o
Moncunill, D. Rosendo	Riereta, 6, 1. ^o
Monserrat, D. Juan	Bruch, 14 bis, 3. ^o
Montañés, D. Carlos	Lauria, 123, 1. ^o
Montobbio, D. Mariano M. ^a	Caspe, 78
Montoto, D. Tomás	Diputación, 321, 2. ^o
Moy, D. Carlos M. ^a de	Rambla Cataluña, 98
Nicolau, D. Pablo	Rambla Cataluña, 37
Nogués, D. Joaquín	Rambla Cataluña, 123
Olivé, D. Francisco	Bilbao, 211, 3. ^o
Ortiz, D. Manuel	Paseo de Gracia, 78, 2. ^o
Osés Clares, D. Francisco	Pasaje S. Felipe, 12. — (S. G.)
Pagés, D. Ricardo	Paseo de Colón, 17, 3. ^o
Paris, D. Luis	Rambla de Cataluña, 113.
Pascual, D. Jorge L.	Paseo de Gracia, 41, 3. ^o
Pascual, D. José	Cortes, 554.
Pascual, D. Juan B.	Consejo de Ciento, 322.
Pella, D. Joaquín	Alta S. Pedro, 4.
Petit, D. Felix	Hospital, 46.
Petit, D. José	Bruch, 14 bis, 4. ^o
Peyra, D. Agustín	Ronda S. Pedro, 56.
Piñol, D. Andrés	Diputación, 353.
Planas, D. Antonio	Plaza de Cataluña, 12, 1. ^o
Planas, D. Jacinto	Plaza Universidad, 5.
Plandolit, D. Pedro	Consejo de Ciento, 338, pral.
Playá, D. José	Consejo de Ciento, 389, 3. ^o

Pombo, D. Luis	San Antonio, 91.— (S. G.)
Pomés, D. Rafael	Merced, 8
Pons, D. Antonio	Paseo de Gracia, 15
Pons, D. Ramón M. ^a	Universidad, 13, 1.º
Porcel, D. Santiago	Ronda S. Pedro, 8, 3.º
Posa, D. Enrique	Paseo S. Juan, 215, 3.º
Poveda Más, D. José	Pelayo, 7
Prat, D. Jaime	Corders, 12, 1.º
Presilla, D. José de la	Ronda Universidad, 15, 2.º
Puig, D. Bernardo	Rambla Cataluña, 98
Puig, D. Ramón	Gerona, 9, almacén
Puig, D. Ramón	Calabria, 106, 1.º
Puiggali, D. Esteban	Paseo Industria, 14
Pujol, D. Miguel	Valencia, 284, 3.º
Quadreny, D. Celestino	Paseo de Gracia, 99
Queralt, D. José	Mayor, 50. - Gracia
Ramonedá, D. Alfredo	Plaza Palacio, 11, trip.º
Raventós, D. Jaime	Rambla de las Flores, 23, 1.º
Raventós, D. José	Sdad. Material para F. C. — (S. M.)
Ricart, D. Felipe	Paseo de S. Juan, 191
Riera, D. Emilio	Nápoles, 166
Ríos, D. Joaquín	Gerona, 120, 3.º, 2.º
Rius, D. Pedro	Pelayo, 10
Robert, D. Antonio	Rambla de Cataluña, 69, pral.
Robert, D. José	Lauria, 74, pral.
Roca, D. Ramón de	Ronda S. Pablo, 53
Rodés, D. José Antonio	Clarís, 59, 2.º
Rodríguez, D. Angel	Paseo de Gracia, 42
Romeu, D. Francisco	Junqueras, 16
Ros, D. Félix de V.	Aribau, 60, 1.º
Rosich, D. Juan	Paseo Diputación, 271.— (S. G.)
Rovira, D. Pedro	Diputación, 276
Ruiz, D. Pedro V.	Valencia, 227
Rull, D. Augusto de	Cortes, 629, pral.
Sabata, D. Antonio	Tamarit, 191, bajo
Sagnier, D. Eugenio	Cortes, 617, 1.º
Sala, D. Esteban	Córcega, 237

Sala Simón, D. Juan	Constitución, 15. (Fábrica). — Sans
Sala, D. Ramón	Escudillers Blancs, 3, pral.
Saltor D. Octavio	Ancha, 13, 1.º
Salvat, D. José	Princesa, 44, pral.
Sánchez Pérez López, D. Manuel de	Plaza Medinaceli, 4
Sánchez Pérez, D. Antonio de	Plaza Medinaceli, 4
Sánchez de la C., D. Luis	Cortes, 452, 2.º
Sans, D. Joaquín	Plaza Universidad, 2
Sant, D. Francisco	Plaza Cataluña, 20, pral.
Sant, D. Nicolás	Plaza Cataluña, 20
Satrústegui, D. Enrique de	Paseo de Gracia, 36
Schierbeck, D. Emilio G.	Aragón, 287
Sebastiá Silva, D. Justino	Tamarit, 193
Sedó, D. Arturo	Ronda S. Pedro, 1
Serra, D. Luis	Rambla de Canaletas, 5
Serrat, D. Francisco	Ausias March, 25
Serrat, D. José	Ronda S. Pedro, 58
Sindreu, D. Juan	Diputación, 280
Solá, D. Buenaventura	Ronda S. Pedro, 6, 2.º
Solá, D. José	Rosellón, 168
Soldevila, D. José	Gerona, 22
Solé, D. Francisco	Estación del Norte
Soler, D. Enrique	Balmes, 73
Soler y Soler, D. Juan	Calle de las Flores, 7, pral.
Soler, D. Ramón	Vergara, 8
Steve, D. Felipe	Paseo de Gracia, 98, pral.
Tallada, D. Fernando	Diputación, 235
Tarragó, D. Fernando	Valencia, 193
Tey, D. Ramón	Mayor, 229. — (G.)
Torrella, D. Antonio	Mallorca, 235
Torres, D. Francisco	Bailén, 81, 1.º
Torres, D. Rafael	Diputación, 344
Tous, D. José	Cortes, 566, 2.º
Turull, D. Pedro	Diputación, 276
Tamarit Ballester, D. Carlos	Jovellanos, 1
Urdapilleta, D. Antonio	S. Felipe, 159. — (S. G.)
Valiente, D. Santiago	Plaza Cataluña, 9

Vallhonrat, D. Pablo	Ronda S. Antonio, 17
Valls, D. Agustín	Campo Sagrado, 19
Valls, D. Francisco	Campo Sagrado, 19
Vega, D. Antonio	Balmes, 30
Vidal, D. Vicente	Plaza Urquinaona, 5
Vilamitjana, D. Ramón	Riera de San Juan, 10
Vilaret, D. José	Pino, 4
Villa, D. Juan	Alfonso XII, 49.—(S. G.)
Vinyas, D. José	Fontanella, 9
Viñas, D. Pedro	Calle de las Escuelas Pías.—Sarriá
Vives, D. Francisco	Caspe, 39
Yglesias, D. Isidoro	Balmes, 10
Yturralde, D. Antonio	Cortes, 687
Zaragoza, D. Octavio	Balmes, 25

SOCIOS TITULARES AUSENTES

Benlloch, D. José	Hotel del siglo XX, Plaza de Alfonso XII.—Jerez de la Frontera
Bertrán, D. Antonio	La Unión.—Murcia
Boy, D. Marcelo	Calle Barcelona, 31, 1.º - Gerona
Cabanach, D. José	Minas de Bellmunt.—Tarragona
Campllonch, D. Isidoro	Plaza S.º Juan 4. - Villafranca del Panadés
Cardellach, D. Francisco	La Granja.—Lérida
Casamajó, D. Francisco	Maquinaria y Metalurgia Aragonesa.—Utebo.—Zaragoza
Cervera, D. Luis	San Andrés de la Barca
Cortada, D. Jaime	Calle Barcelona, 35.—Sabadell
Costa, D. Rosendo	Pobla de Segur.—Lérida.
Darnis, D. Bartolomé	Nueva Montaña.—Santander
Estruch, D. Eugenio	S. Lorenzo, 32. - San Andrés del Palomar
Folguera, D. Manuel	Rambla, 107.—Sabadell
Gali Lalande, D. Victoriano	Casa Capdevila.—Olot
Jaume, D. Miguel	Constitución, 13.—Palma Mallorca
López Gómez, D. Joaquín	Odiel, 28. —Huelva
López, D. José A.	Sociedad Metalúrgica Duro. - Felguera. — Asturias
Marfá, D. Cayetano	Molas, 23.—Mataró
Marinello, D. Ignacio	Flix.—Tarragona
Mestres Borrell, D. José	Plaza Riego, 7.—Villanueva y Geltrú
Ortega, D. Eduardo	Prats del Vallés
Pagés Maristany, D. Ricardo	Mainzerstrasse, 68—Colonia.—Alemania.
Rahola, D. Silvio	Manresa
Rodríguez, D. Mauricio	Olazugutía. - Navarra
Rosal, D. Agustín	Berga

Rosich, D. Francisco	Eléctrica Felpy. - Blanes
Rossich, D. Víctor	Berga
Rovira, D. Juan	Minas de Aller. - Ujo. - Asturias
Salas, D. Pedro	Plaza Mayor, 9. - Sabadell
Salord, D. José M. ^a	Ciudadela. - Baleares
Sampere, D. Ignacio	S. Adrian del Besós
Sans y Gumá, D. Francisco	Bilbao. - Henao. S. A.
Segarra, D. Juan	Plaza Santa Ana, 1, 2.º - Tortosa
Tosquellas, D. Ramón	Bellmunt. - Tarragona
Villa, D. Miguel	Alfonso XII, núm. 49. - San Ger- vasio
Villamil, D. Luis	7 Rue de Trevisé. Hotel de Bél- gique. - Paris
Yzard, D. Francisco	Rambla, 148. - Sabadell

MIEMBROS ASOCIADOS ⁽¹⁾

Ballber, D. Jaime	Vigo
Batlle, D. José	Borrell, 109
Bertrán y Musitu, D. Felipe	Clarís, 19
Birkigt, D. Marcos	Floridablanca, 60
Boada, D. Gabriel	Princesa, 53
Bobin, D. Dionisio	Cortes, 659, pral.
Bobadilla, D. Manuel	Muntaner, 19
Cano, D. Joaquín	Clarís, 40
Casellas, D. José	Caspe, 86
Crusat, D. Manuel	Diputación. 286
Gallard, D. Faustino	Rambla Cataluña, 100
García Faria, D. Pedro	Príncipe de Asturias, 15, S. G.
Herberg, D. Hugo	Rambla Cataluña, 83
Juliá, D. Camilo	Paseo de Gracia, 78, pral.
Koettlitz, D. Eugenio	Estación F. C. Sarriá
López, D. Felipe	Villarroel, 46
Maspons, D. Antonio	Buensuceso, 13, pral.
Ortega, D. Pedro	Aribau, 7
Olano, D. José	Rambla de Cataluña, 29
Ponsa, D. Olegario	Bailén, 9
Puente, D. Santos M. ^a de la	Pasaje Permanyer, 5
Schmid, D. Edmond	Mallorca, 193, 3. ^o
Schmid, D. Ernest	Mallorca, 193
Sturla, D. Juan	Bruch, 65
Tous, D. Ernesto	Plaza Cataluña, 20, pral.
Yrizar, D. Pedro de	Calle Comercio. - Sarriá
Zaragoza, D. Ricardo	Valencia, 223.

(1) Según los Estatutos de la Asociación, para ser Miembro Asociado se requiere ser Ingeniero extranjero, ó dedicarse á la industria ó á la Ingeniería.