

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 Y
EN LA DE BRUSELAS DE 1897.

SUMARIO

Ferrocarril funicular de Vallvidrera en Barcelona (*conclusión*), por José Playá.—Cálculo de las construcciones de hormigón armado (*continuación*), por Carlos Laffitte.—Necrología: Joaquín Arajol y Mentruit.—Noticias: El nuevo trasatlántico «Lusitania».—Procedimiento electrolítico para la recuperación del estaño.—Los ingenieros titulares de Bélgica.—Bibliografía.

BARCELONA

La Redacción y Administración, en el local de la Asociación: Calle de Pelayo, n.º 9, entresuelo
Teléfono, 541

COMISIÓN DE LA REVISTA

PRESIDENTE.—El de la Agrupación
D. José M.^a Cornet y Mas.

SECRETARIO.—D. Andrés Guillamot.

VOCAL.—D. Félix Cardellach.

DIRECTORES DELEGADOS

” D. José Cabanach.

D. José Playá.

” D. Luis Daunis.

D. José Serrat y Bonastre.

” D. Andrés Piñol.

” D. Fernando Tallada.

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.

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.

PENSIONADO

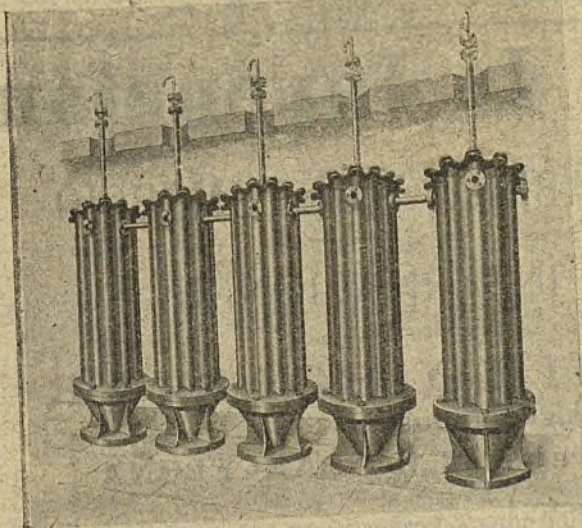
Para los alumnos *no bachilleres* funcionan las clases correspondientes al **Peritaje industrial** en sus varias especialidades (*mecánico, químico, electricista, etc.*), cuyo título habilita para ingresar en mejores condiciones técnicas que el bachillerato ordinario en las Escuelas de Ingenieros industriales.

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 inexplosibles

sistema **NICLAUSSE**

Máquinas de vapor,

Condensadores. &, &.

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

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. — **Presas hidráulicas** con cilindros de acero fundido. — **Bombas** de todas clases. Especialidad en bombas centrífugas 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 — **Lámparas** 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 u horizontal. * Electro-bombas para riegos y grandes elevaciones de agua
Transporte y distribución de energía eléctrica á grandes y pequeñas distancias. — Importantes aplicaciones efectuadas. — *Pídanse proyectos y presupuestos.*

Patentes de Invención

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

TALLERES DE FUNDICIÓN Y CONSTRUCCIÓN FUNDADOS EN 1854

Director Gerente: D. AGUSTIN VALLS 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

✠ Planchas metálicas graneadas para la industria litográfica ✠

Planchas de zinc y aluminio graneadas para pluma (toscado) lápiz y cartel que sustituyen con gran ventaja las piedras litográficas.

Precios económicos. ===== Pídanse muestras.

A. Piñol Perecaula. — Ingeniero Industrial

CALLE DE SANTA EULALIA (LETRA T)

BARCELONA (GRACIA)

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

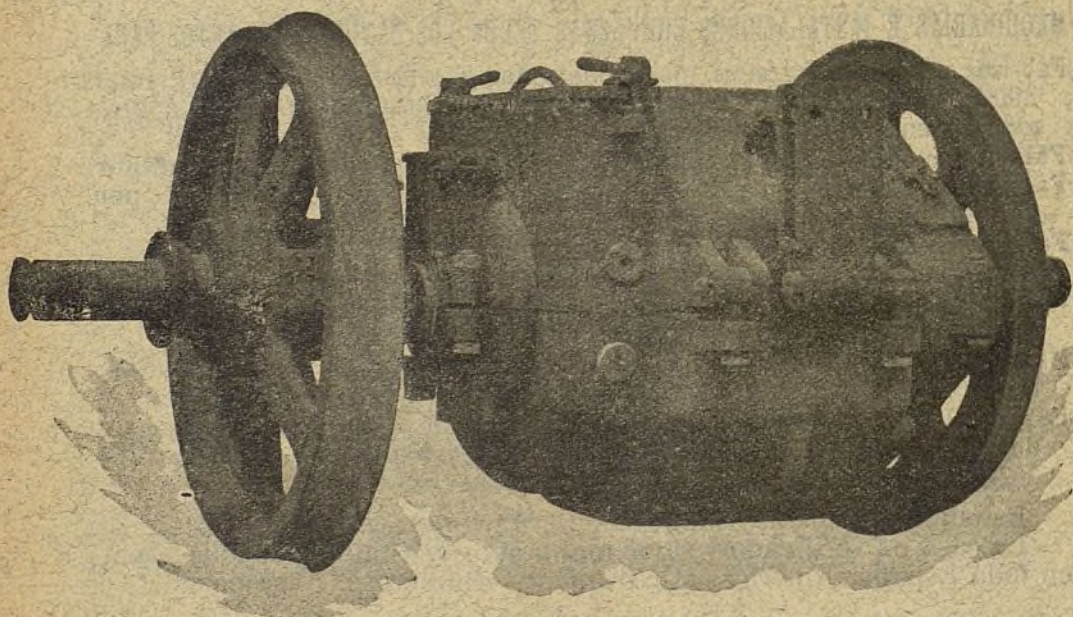
"La Industria Eléctrica"

Sociedad Anónima

BARCELONA.—Muntaner, 49

Oficina en Madrid: Carrera de S. Gerónimo, 43

Grandes talleres de construcción



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

Ayuntamiento de Madrid

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Octubre, 1906.

FERROCARRIL FUNICULAR DE VALLVIDRERA EN BARCELONA (1)

(Conclusión).

CABLE DE TRACCIÓN

En todo funicular, el cable es el elemento que principalmente garantiza la seguridad de los viajeros, por lo cual es de todo punto indispensable que su naturaleza, forma, dimensiones y fabricación, respondan en absoluto al fin para que ha de servir, ofreciendo todas las garantías de seguridad necesarias. Los progresos realizados en la fabricación de los cables y el asiduo cuidado que á ellos se presta durante la explotación, reunen realmente todas aquellas condiciones, y así lo comprueba el hecho de que afortunadamente no haya que lamentar accidentes debidos á una ruptura de cable en un funicular.

Para el de Vallvidrera se ha adoptado un cable que desde luego ofrece una resistencia 13 veces mayor á la necesaria para el servicio, resultando ser ésta coeficiente de seguridad más que suficiente.

(1) Véase el número anterior.

Este cable, cuya sección se representa en la fig. 32, ha sido fabricado por el sistema Lang, según el cual, tanto los cordones que lo constituyen, como los hilos que componen éstos, se hallan torcidos en igual sentido, resultando así más lisos y con la mayor superficie de contacto de los hilos; cuando éstos se encuentran ya muy desgastados por efecto de un largo trabajo, no se rompen tan fácilmente los exteriores del cordón y los cables mismos presentan la apariencia de una varilla de metal flexible, alcanzando mucha mayor duración que la que ofrecen fabricados por otros procedimientos.

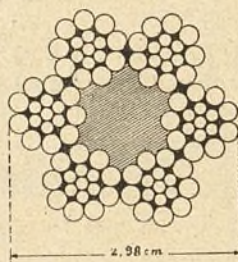


Fig. 32.—Sección del cable.

Todos los datos concernientes á este cable, aparecen explicados en la traducción que insertamos del certificado de las pruebas á que fué sometido en el Laboratorio federal del Politécnico de Zurich para pruebas de materiales, (*Eidgenössischen Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich*) expedido por el Director del mismo en 18 de Mayo de 1905.

Este documento comprende:

I.—DESCRIPCIÓN DEL CABLE

a) Cable entero.

Diámetro del cable.. . . .	2,98 cm.
Alma del cable.	Cáñamo.
Diámetro de los hilos del cordón.. . . .	0,261 cm.
Diámetro de los hilos del alma del cordón.	0,149 cm.
Número de hilos del cable.	90
Sección de los hilos del cordón.	0,0535 cm. ²
Sección de los hilos del alma del cordón.	0,0174 cm. ²
Sección de metal del cable.	3,30 cm. ²
Peso del cable por metro.	2,95 kgs.
Longitud de un arrollamiento de cordón en el cable.	24,0 cm.

b) Cordones del cable.

Número de cordones.	6
Diámetro de un cordón.	0,98 cm.
Diámetro del alma del cordón.	0,45 cm.
Número de hilos de un cordón.	15
Número de hilos del alma del cordón.	7
Longitud de un arrollamiento de hilo en el cordón.	10,0 cm.

Construcción del cable: los hilos en los cordones y los cordones en el cable, están arrollados en el mismo sentido; 6 torones están arrollados sobre un alma de cáñamo para formar el cable de unos 2,98 cm. de diámetro.

Aspecto exterior del cable: nuevo, sin defecto.

Metal de los hilos: acero.

II.—RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DEL CABLE Á LA RUPTURA.

PRIMER ENSAYO				SEGUNDO ENSAYO			
Carga P = t.	Alarga- miento mm. por 1 m. de longi- tud.	Di- feren- cia.	Observaciones	Carga P = t.	Alarga- miento mm por 1 m. de longi- tud	Di- feren- cia.	Observaciones
0,0	0,0	2,5		0,0	0,0	1,8	
5,0	2,5	1,8		5 0	1,8	1,9	
10,0	4,3	1,7		10,0	3,7	1,6	
15,0	6,0	1,9		15,0	5,3	1,9	
20,0	7,9	2,0		20,0	7,2	2,0	
25,0	9,9	2,3		25,0	9,2	2,2	
30,0	12,2	3,3		30,0	11,4	3,1	
35,0	15,5	5,0		35,0	14,5	4,9	
40,0	20,5	4,5		40,0	19,4	4,1	
42,5	25,0	8,3		42,5	23,5	7,3	
45,0	33,3			45,0	30,8		
46,25	Ruptura de 4 cordones y del alma de cáñamo cerca del medio de la longitud ensayada.			46,2	Ruptura de 3 cordones y del alma de cáñamo á unos 15 cm. de una cabeza de amarre.		
Resistencia del cable á la tracción: $\beta = 14,0 \text{ t/cm.}^2$				Resistencia del cable á la tracción: $\beta = 14,0 \text{ t/cm.}^2$			
Alargamiento con la carga de 45,0 t.: $\lambda = 3,33 \text{ } \%$				Alargamiento con la carga de 45,0 t.: $\lambda = 3,08 \text{ } \%$			
Aspecto del cable después de la ruptura:				Aspecto del cable después de la ruptura:			

Los cordones rotos se han destorcido.

III.—RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Á LA RUPTURA CON LOS HILOS ELEMENTALES.

Número	Diámetro del hilo $d = \text{cm.}$	Superficie de la sección $F = \text{cm.}^2$	Longitud observada $l = \text{cm.}$	Resis- tencia á la ruptura β t. por cm.^2	Alar- ganiento $\lambda = \%$	Contra- cción $\varphi = \%$	Trabajo de Deformación		OBSERVACIONES
							Absoluto $A = t. \text{ cm.}$	por cm.^2 $a = t. \text{ cm.}$	
<i>a) Hilos del alma del cordón.</i>									
1	0,149	0,0174	25,0	15,75	3,68	48	0,20	0,46	
2	0,149	0,0174	»	15,75	3,48	47	0,19	0,44	
3	0,149	0,0174	»	16,55	3,46	41	0,20	0,46	
4	0,148	0,0172	»	16,74	3,50	37	0,20	0,455	
5	0,148	0,0172	»	17,03	3,76	51	0,22	0,51	
6	0,151	0,0179	»	16,32	3,02	56	0,175	0,39	
<i>Hilo del medio</i>									
1	0,149	0,0174	25,0	16,44	2,14	47	0,115	0,265	
<i>b) Hilos exteriores del cordón.</i>									
1	0,262	0,0539	25,0	14,56	3,08	54	0,49	0,36	
2	0,262	0,0539	»	14,65	4,07	58	0,67	0,50	
3	0,261	0,0535	»	15,23	3,41	55,5	0,555	0,415	
4	0,257	0,0519	»	14,83	2,80	56	0,42	0,32	
5	0,263	0,0543	»	15,65	3,90	53	0,70	0,515	
6	0,261	0,0535	»	15,22	3,70	54	0,63	0,47	
7	0,263	0,0543	»	14,27	2,44	52	0,37	0,27	
8	0,260	0,0531	»	14,31	3,33	54	0,55	0,415	
roto fuera de la longitud observada.									
							»	»	»
							»	»	»

roto fuera de la longitud observada.

IV.—RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Á LA TORSIÓN CON LOS HILOS ELEMENTALES.

IV. — RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.

Núm.	Diámetro del hilo d = cm.	Superficie de la sección F = cm ²	Longitud observada l = cm.	Número de torsiones n	Momento de torsión m = kgs cm.	Trabajo á la torsión		OBSERVACIONES
						absoluto A = t. cm. a = t. cm.	por 1 cm. a = t. cm. α = t. cm.	
a) Hilos del alma del cordón.								
1	0,149	0,0174	21,0	50,3	7,72	2,22	0,111	6,38
2	0,149	0,0174	»	37,5	7,88	1,78	0,089	5,12
3	0,149	0,0174	»	33,0	6,91	1,32	0,066	3,78
4	0,148	0,0172	»	44,0	7,85	1,95	0,098	5,71
5	0,148	0,0172	»	12,1	7,49	0,52	0,026	1,51
6	0,151	0,0179	»	53,0	8,63	2,73	0,137	7,62
Hilo del medio.								
1	0,149	0,0174	20,0	29,0	7,71	1,25	0,063	3,59
b) Hilos exteriores del cordón.								
1	0,262	0,0589	21,0	29,2	40,2	6,99	0,35	6,48
2	0,262	0,0589	»	26,7	40,45	6,47	0,32	6,00
3	0,261	0,0535	»	25,3	41,2	6,40	0,32	5,98
4	0,257	0,0519	»	24,6	38,2	5,63	0,28	5,42
5	0,263	0,0543	»	24,0	43,05	6,24	0,31	5,72
6	0,261	0,0535	»	25,0	40,4	6,03	0,30	5,63
7	0,263	0,0543	»	31,9	37,95	7,43	0,37	6,81
8	0,260	0,0531	»	34,4	37,1	7,74	0,39	7,29

V.—RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PLEGADO CON LOS HILOS
ELEMENTALES.

	Número de en- sayos	Número de doblamien- tos hasta la ruptura.			Observaciones
		Medio	Má- ximo	Mínimo	
a) Hilos del alma del cordón.	6	11.5	13	10	
b) Hilos exteriores del cordón.	8	13	14	12	
c) Hilo del medio.	1	9	—	—	

Amarre del cable.—El amarre del cable en los coches tiene una importancia muy grande por lo que á la seguridad de la explotación afecta, y la manera como se lleva á cabo tiene una gran influencia para la duración del cable mismo.

Cada coche lleva una palanca de hierro forjado en forma de escuadra, fig. 33, que puede girar sobre el eje *a* en que va

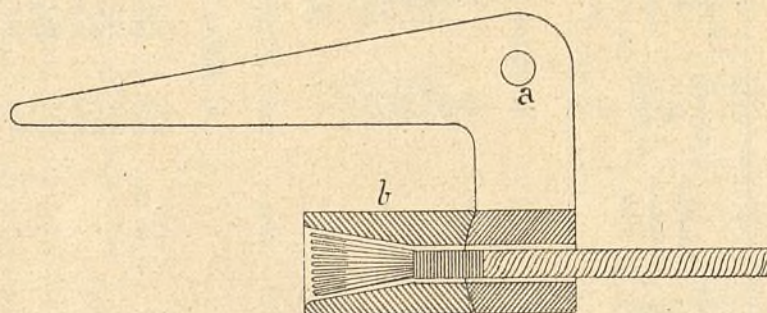


Fig. 33.—Amarre del cable.

montada y es la que dispararía los frenos en caso de rotura del cable. El brazo vertical de esta palanca tiene un cubo por el que pasa libremente el cable, cubo cuyo extremo interior afecta la forma de un casquete esférico, en el cual viene á tope un tubo *b*. Este tubo tiene un agujero cilíndrico en el extremo que toca

la palanca y cónico en el otro, siendo esta cavidad cónica la que llena el extremo del cable después de haber destriado y doblado sus hilos elementales, formando un cono que se aloja en dicha cavidad. Todos los huecos que quedan entre los hilos del cable y entre éste y las paredes de la cavidad cónica, se rellenan con una aleación de gran dureza, compuesta de cobre, antimonio y estaño, formando un cono macizo y duro, que es el que sirve de retención ó amarre del cable.

Cálculo del esfuerzo de tracción máximo al cual estará sometido el cable.—Para hacer este cálculo, nos hemos colocado en el caso más desfavorable; puesto que el funicular tiene cuatro pendientes distintas, y siendo la superior del 28,5 % la máxima, supondremos que un coche subiendo con la carga máxima entra en esta sección de la vía, posición que representa *a* en la fig 34. En estas condiciones el cable estará sometido al esfuerzo máximo de tracción.

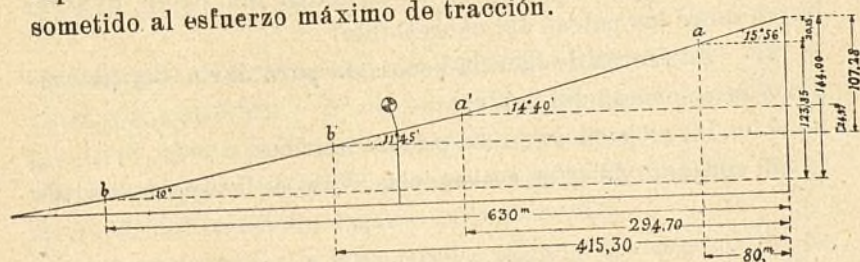


Fig. 34.

La fórmula general que nos permitirá hacer el cálculo de este esfuerzo de tracción máximo, que llamaremos *F*, es la siguiente:

$$F = P (\text{sen } \alpha + f) + p h + C \quad (5)$$

en la que:

P = 12.100 kgs. que comprende el peso del coche vacío de 6.500 kgs. mas la carga máxima de 80 viajeros á razón de 70 kgs., que es de 5 600 kgs.

α = ángulo de la vía con la horizontal en el punto considerado, que es de 15° 56'.

f = coeficiente de rodadura del coche que tomaremos igual á $\frac{1}{100}$ de su peso, ó sea 0,01.

p = peso del cable por metro lineal, que es de 3 kgs.

h = longitud de la proyección vertical del ramal de cable considerado, que es de 20,^m15.

C = esfuerzo que se necesita para producir el movimiento del cable mismo.

La resistencia que opone el cable al movimiento, no es todavía bien conocida y por ser muy compleja es difícil determinarla con toda exactitud.

Un valor aproximado de esta resistencia, lo da una fórmula establecida por Vantier, que comprende:

- 1.º La resistencia del cable al rodamiento sobre las poleas-guías en las alineaciones rectas y en las curvas;
- 2.º La resistencia debida á la rigidez del cable al arrollarse sobre las poleas del cabrestante;
- 3.º La fuerza de inercia necesaria para dar á las poleas-guías la velocidad del cable;
- 4.º La resistencia de las poleas motrices.

El conjunto de estas resistencias, Vantier las representa por

$$C = 0,008 p L + 0,03 F + 16 \quad (6)$$

en donde, p es el peso del cable por metro lineal, L su longitud y F la tensión total á que está sometido el cable.

Como para emplear esta fórmula es preciso conocer F que tratamos de determinar, hemos empezado por calcular ésta por aproximación con la (5), tomando por valor de C , $\frac{1}{100}$ del peso del cable, para tener un valor que, al mismo tiempo que no ha de diferir mucho del verdadero, nos permita calcular dicha resistencia y poder definitivamente determinar la tensión máxima que nos interesa.

Procediendo en esta forma, encontramos por primer valor

de F, 3.522 kgs., que substituyéndolo á la (6), tenemos:

$$C = 0,008 \times 3 \times 730 + 0,03 \times 3.522 + 16 = 139 \text{ kgs.}$$

Substituyendo ahora valores á la (5), encontramos definitivamente

$$F = 12.100 (0,274 + 0,01) + 3 \times 20,15 + 139 = 3.698 \text{ kgs.}$$

Resistencia del cable.—Hemos visto que la sección del cable es de 3,3 cm.²; el trabajo del metal bajo el esfuerzo máximo á que estará sometido, será de $\frac{3.698}{3,3} = 1.120 \text{ kgs. por cm.}^2$

Por otra parte, siendo la carga de ruptura del cable, según los ensayos verificados, de 14.000 kgs. por cm.², tendremos que el coeficiente de seguridad será igual á

$$\frac{14.000}{1.120} = 12,5$$

resulta pues, como antes hemos dicho, que la resistencia del cable es cerca de trece veces mayor que la máxima necesaria.

Cálculo del esfuerzo de tracción del motor de la estación superior.—Al ocuparnos del trazado del perfil longitudinal, hemos indicado los motivos por los cuales no pudo adoptarse el perfil teórico; por esta causa, el trabajo del motor no puede ser constante durante cada recorrido.

Para determinar la potencia del motor y sus condiciones de trabajo, haremos el cálculo poniéndonos en las diferentes condiciones de situación y de carga en que nos hemos de encontrar durante la explotación.

Empezaremos por calcular el esfuerzo máximo de tracción, colocándonos en la posición más desfavorable que hemos considerado al calcular el esfuerzo de tracción del cable, estando vacío el coche descendente y llevando la carga máxima el coche ascendente.

La fórmula general que nos da este esfuerzo de tracción, es la siguiente:

$$T = P \operatorname{sen} \alpha - P' \operatorname{sen} \beta \pm p h + (P + P') f + C \quad (7)$$

en la cual:

P = peso del coche ascendente cargado, 12.100 kgs.;

P' = peso del coche descendente vacío, 6.500 kgs.;

α = ángulo de la vía con la horizontal en el punto a en donde se encuentra el coche ascendente, que es de $15^\circ 56'$.

β = ángulo de la vía con la horizontal en el punto b en donde se encuentra el coche descendente, que es de 10° ;

p = peso por metro lineal de cable, 3 kgs.;

h = diferencia de altura de los dos puntos considerados, 123,^m85.

f = coeficiente de rodadura de los coches, 0,01.

C = resistencia que opone el cable al movimiento, ó sea la resistencia total á la rotación de las poleas-guías, 139 kgs.

Substituyendo valores y tomando el término ph con el signo que corresponda según la situación del coche descendente, tendremos:

$$T = 12.100 \times 0,274 - 6.500 \times 0,1736 - 3 \times 123,85 \\ + (12.100 + 6.500) \times 0,01 + 139 = 2.140 \text{ kgs.}$$

Haciendo el cálculo en la misma forma y poniéndonos en las diferentes condiciones de carga en que con mayor frecuencia nos hemos de encontrar durante el servicio, podemos reunir los resultados en la siguiente tabla, refiriendo la situación de los coches á la fig. 34:

	Coche ascendente		Coche descendente		Esfuerzo de tracción Ks.	Observaciones
	Situación	Carga Ks.	Situación	Carga Ks.		
1	a	Máxima	b	Vacío	2.140	Coches en los apeaderos.
2	a'	»	b'	»	1.990	
3	b	»	a	»	1.016	
4	a	Vacío	b	»	550	
5	b	»	a	»	— 12	
6	a	2.000	b	»	1.118	
7	a	Vacío	b	Máxima	— 366	
8	b	»	a	»	— 1.491	

Potencia del motor.—Acabamos de calcular para diferentes casos la fuerza de tracción, ó sea el esfuerzo tangencial en la polea de tracción del cabrestante. Si admitimos, como

podemos admitir perfectamente, que este último tenga un rendimiento de 0,80 y partiendo de que la velocidad de los coches está fijada en 2,^m50 por segundo, la potencia del motor, cuando el esfuerzo de tracción es de 2.140 kg., será:

$$\frac{2.140 \times 2,50}{0,80 \times 75} = 89 \text{ caballos.}$$

Efectuando el mismo cálculo para los diferentes casos que figuran en la tabla anterior, tendremos:

	Esfuerzo de tracción.	Potencia en caballos.
1. ^{er} caso.	2.140.	89
2. ^o "	1.990.	83
3. ^o "	1.016.	42
4. ^o "	550.	23
5. ^o "	— 12.	— 0,5
6. ^o "	1.118.	46
7. ^o "	— 366.	— 15
8. ^o "	— 1.491.	— 62

Por los resultados que ofrecen los cálculos hechos, expuestos en estos cuadros, vemos que la potencia que ha de desarrollar el motor es variable durante el curso de cada viaje, como se había previsto al establecer el perfil longitudinal. De modo que, si nos fijamos en lo que ocurre en los tres primeros casos que se refieren á un mismo viaje en que el coche descendente va vacío y el ascendente con la carga máxima, tenemos que la potencia que desarrolla el motor es de 42 caballos en la primera pendiente, se eleva á 83 caballos al llegar al apeadero superior y aumenta hasta 89 en la pendiente superior, que es la máxima. En cambio, si el coche descendente lleva la carga máxima y el ascendente va vacío, que son los casos en que la potencia que desarrolla el motor será negativa, es decir, que en vez de trabajar como motor, lo hará como generatriz, desarrolla 62 caballos en la pendiente superior, que se reducen á 15 en la inferior (casos 7.^o y 8.^o). En este caso, el motor envía corriente á la línea ó á una resistencia al objeto, ó bien han de trabajar los frenos de la estación para absorber este trabajo.

De tales resultados se desprende que la potencia máxima del motor deberá ser de 89 caballos, que debemos aumentar

por la fuerza suplementaria que requiere la arrancada, si queremos que esta pueda hacerse en cualquier punto de la línea y en las peores condiciones de carga. Esta fuerza suplementaria tiene por expresión:

$$F' = \frac{P + pL + G}{l} + \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

en la cual:

P = peso del coche ascendente;

p = peso del cable por metro lineal;

G = peso de las poleas comprendidas entre el motor y el punto de donde parte el coche ascendente;

L = longitud del ramal ascendente del cable;

l = trayecto que recorre el coche en el cual la velocidad va aumentando hasta adquirir la de régimen. que admitimos sea de 30^m;

v = velocidad del coche por segundo, fijada en 2,^m50;

g = efecto de la gravedad.

Substituyendo valores, considerando el coche ascendente en a , que es en donde la arrancada se haría en peores condiciones, y siendo 10 las poleas-guías que hay entre este punto y la estación superior, pesando 20,5 kgs. cada una, tenemos:

$$F' = \frac{12.100 + 3 \times 83,10 + 10 \times 20,5}{30} \times \frac{2 \ 50^2}{2 \times 9,8} = 134 \text{ kgs.}$$

De modo, que resultando este esfuerzo de tracción suplementario, equivalente á 5,5 caballos, el motor deberá pues desarrollar la potencia máxima que hemos encontrado de 89 caballos, aumentada con esta suplementaria, ó sea en total 94,5 caballos.

Corriente necesaria.—Si la tensión de la corriente de alimentación del motor es sólo de 500 voltios y el rendimiento de éste trabajando á plena carga de 0,92, la intensidad máxima de la corriente absorbida por el motor cuando éste desarrolla la potencia máxima de 94,5 caballos, será:

$$I = \frac{94.5 \times 736}{500 \times 0.92} = 151 \text{ amperios.}$$

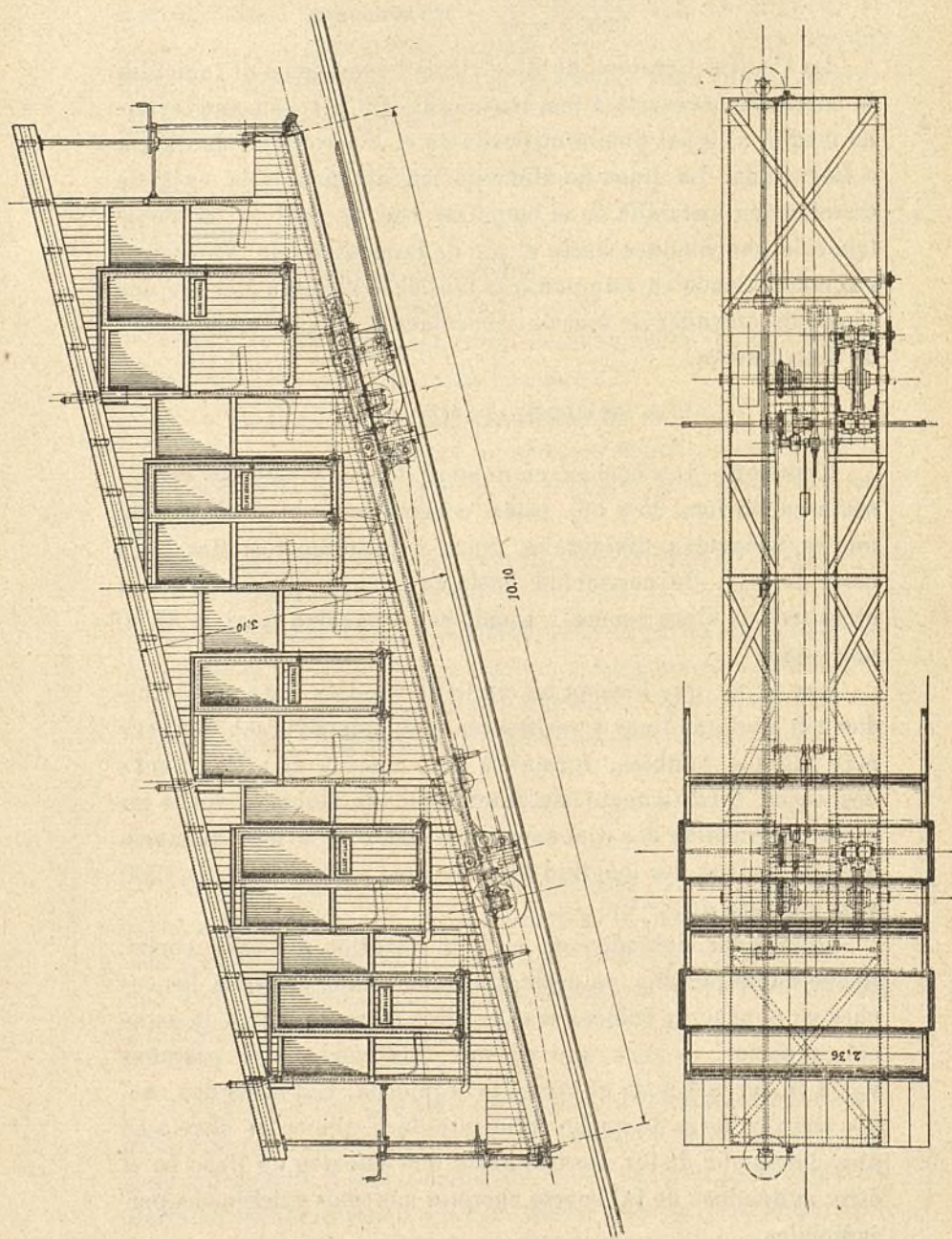
La Central Catalana de Electricidad suministra al funicular la corriente necesaria á una tensión de 550 voltios como término medio, al igual que la utilizada en el Ferrocarril de Sarriá á Barcelona. La línea de alimentación arranca de la caja de distribución instalada en el empalme con el tranvía en construcción que conduce hasta el pie de la montaña de Vallvidrera, manteniendo en este punto la tensión constante el cable que viene del elevador de tensión, conectado á la mencionada caja de distribución.

MATERIAL MÓVIL

Coches.— Los coches, en número de dos y como se representa en las figs. 35 y 36, están contruidos con gradas; cada uno se encuentra dividido en cinco departamentos; dos para clase de lujo, de capacidad bastante para 20 personas, y los otros tres de clase general, siendo su capacidad total la de 80 pasajeros.

Las cajas, que forman un conjunto rígido y están contruidas con maderas finas y resistentes, van montadas sobre trucks muy rígidos también, formados por hierros **U**; los trucks descansan directamente sin intermedio de resortes, sobre las cajas de grasa de dos ejes separados entre sí á una distancia de 5,05 metros. La longitud total de cada coche, es de 10,^m200 y su anchura de 2,^m450.

Las ruedas montadas en el lado exterior de cada coche, tienen doble pestaña, es decir, que suponiendo situados los coches en el cruce y colocándose en ellos mirando hacia la estación superior, se verá que en uno, las ruedas con pestañas van á la derecha y en el otro á la izquierda. Las otras dos ruedas son tambores de ancho suficiente para que en el desvío no abandonen uno de los carriles hasta que asienten de lleno en el otro, evitándose de tal suerte choques molestos y desgastes perjudiciales.



Figs. 35 y 36.—Plano y elevación de un coche.

Las puertas de entrada á los varios departamentos, son correderas y una vez cerradas se fijan por medio de una larga varilla que cierra una serie de pestillos, evitándose de esta manera los accidentes á que pudiera dar lugar la inexperiencia de alguno de los pasajeros; dicha varilla sólo puede ser manejada por el conductor del coche.

El alumbrado se efectúa por medio de tres bujías ó con tres lámparas de petróleo en cada coche, tanto por ser perfectamente suficiente, en atención al servicio de noche que durante buena parte del año presta un funicular, como por no tener que llevar acumuladores para tenerlo eléctrico, no estando de esta suerte sujeto á interrupciones de ninguna clase.

Aparatos de seguridad.—Como los cambios de velocidad y las paradas se efectúan desde la estación superior, lo mismo que la puesta en marcha, por ello, cada coche va únicamente provisto de los aparatos de seguridad necesarios para detenerlo en caso de rotura del cable ó de cualquier otro entorpecimiento que exigiese también su parada.

Estos aparatos ó frenos de seguridad son de dos clases: uno á mano destinado á ser maniobrado por el conductor exclusivamente y otros automáticos que pueden funcionar con y sin el concurso de aquél. Tanto los frenos á mano como los automáticos, funcionan de una manera idéntica y son del sistema Ruprecht, que es el más generalmente adoptado y que ofrece mejores resultados.

El empleo de esta clase de frenos exige que el perfil del carril sea del tipo adoptado, esto es, de forma de triángulo isóceles con el vértice invertido en lo que forma cabeza del carril. Cada freno se compone de una mordaza de brazos iguales, provistos en uno de sus extremos de zapatas y en el otro de tuercas, que al producirse el giro de un tornillo de filetes inversos, que les atraviesa, aprietan las zapatas contra las caras laterales del carril y con tanta más fuerza, cuanto mayor sea la adherencia del coche á la vía.

El funcionamiento de estos frenos se comprende si nos fijamos en las figs. 35 y 36. En efecto; el eje de las ruedas del coche lleva una rueda dentada loca, pero que por su disposición especial y valiéndose de un aparato de trinquete, se embraga en caso de peligro y gira con aquél. Esta rueda dentada transmite su movimiento por medio de una cadena Galle á otra rueda fija en el eje del tornillo de la mordaza y hace funcionar el freno.

Al principio, y hasta tanto que las zapatas no tocan al carril, la resistencia opuesta es pequeña, pero una vez en contacto, aumenta ésta y las ruedas tenderían á patinar á no impedirlo la forma especial de la mordaza, que da nacimiento á dos fuerzas cuya resultante es vertical y hacia abajo, fuerzas que aumentan tanto más la adherencia, cuanto mayor sea la fuerza de la mordaza.

No solo para evitar el desarrollo de presiones exageradas, sino para graduarlas y variar á voluntad el espacio en que el coche debe detenerse, la rueda dentada del tornillo de la mordaza no va sólidamente fija al eje, sino por medio de un acoplamiento ó resorte de fricción, cuya tensión se puede graduar fácilmente.

Para evitar que los carriles soporten esfuerzos de flexión considerables cada vez que actúa el freno automático, los frenos llevan además una tercera zapata que al apoyarse sobre la cabeza del carril, disminuye el brazo de palanca de la fuerza vertical producida por la mordaza, y por lo tanto, el momento de flexión sobre el carril. También disminuye la fuerza vertical misma, pues al aumentar las superficies rozantes, á igualdad de causas y efectos, las fuerzas tienen que ser menores.

Los frenos de mano no se diferencian de los automáticos más que en ser accionados por el conductor del coche, valiéndose para ello de un volante y una transmisión ordinaria de movimiento por medio de ejes y piñones cónicos dentados; estos frenos de mano no llevan el aparato que evita la flexión del carril, porque no debe ser empleado más que en el caso de no funcionar los frenos automáticos.

Los frenos automáticos, que son dos y van uno en cada una de las ruedas, funcionan de dos maneras distintas: la primera, por rotura ó flojedad del cable, y la segunda á voluntad del conductor. Para el primer funcionamiento se ha previsto que el amarre del cable, como antes se ha indicado, se efectúe en una de las cabezas de una palanca acodada en ángulo recto, cuyo eje de giro está en el vértice y en la cual, el otro de sus extremos puede dejar en libertad de caer á un contrapeso cuando deje de haber tensión en el cable y por lo tanto, cuando varíe su posición de una determinada. El contrapeso, al caer, hace girar un eje que tiene un manguito con ranura excéntrica, dando movimiento á una palanca ahorquillada que embraga el aparato de trinquete y hace funcionar el freno.

Un pedal dispuesto en cada plataforma, da al conductor el medio de disparar el contrapeso antes citado, y por lo tanto, el de hacer funcionar á voluntad el freno automático. Los contrapesos de ambos frenos y el disparador de pedal están ligados entre sí, por un sistema de palancas y varillas de transmisión con tensores para regular su sensibilidad.

Frenos de mano no hay más que uno, pero como ya hemos dicho, está previsto únicamente para el caso de que no funcionen los automáticos. Los ejes de giro de los contrapesos se prolongan por ambos lados de cada coche, dando el medio de llevar todo á su posición de equilibrio, una vez pasada la causa que motivó su funcionamiento, valiéndose de una llave que se aplica en los extremos de dichos ejes.

Cálculo de las tensiones de los ejes de los coches.
— Los coches de este funicular descansan sobre dos ejes de $90^m/m$ de diámetro, cuyos gorriones tienen $75^m/m$ de diámetro y $100^m/m$ de longitud.

La distancia entre el eje de los gorriones y el eje de las ruedas, es de $230^m/m$.

La tensión producida por el momento de flexión, es igual á:

$$S = \frac{M}{I/z} \quad (9)$$

fórmula en la cual:

M = momento de flexión de un gorrón;

I/z = momento de resistencia de la sección peligrosa.

Si llamamos d el diámetro de los ejes y representamos por M su valor $P \times c$ siendo P la carga de un gorrón y c la distancia entre el eje de los gorriones y el eje de las ruedas, tendremos:

$$S = \frac{32 \times P \times c}{\pi \times d^3} \quad (10)$$

Siendo el peso de un coche, completamente cargado, de 12.100 kgs., y su componente vertical, suponiéndolo en la pendiente mínima del 14,82 %, $12.100 \times \cos \beta = 11.955$ kgs., la carga de cada gorrón será de $\frac{11.935}{4} = 2.989$ kgs.

Substituyendo valores á la última fórmula (10), tendremos:

$$S = \frac{32 \times 2.989 \times 230}{3,1416 \times 90^3} = 0,961 \text{ kgs. por m/m}^2.$$

La tensión que sufre el gorrón por el esfuerzo de cortadura, nos lo da la expresión:

$$S_c = \frac{P}{\pi \times \frac{d^2}{4}} \times \frac{5}{4} \quad (11)$$

y substituyendo en ésta, encontramos por el valor de dicha tensión:

$$\frac{2.989 \times 5}{6.358 \times 4} = 0,587 \text{ kgs. por m/m}^2.$$

Siendo los ejes de los coches de acero Siemens-Martin de unos 60 kgs. de resistencia á la ruptura, vemos por los cálculos que anteceden que dichos ejes ofrecen un coeficiente de seguridad muy superior al que generalmente se admite.

Entrada de los coches en la vía.—Como no se consideró prudente llevar los coches á las estaciones hasta que las obras de las mismas llegasen á su término, y por otra parte no

se disponía de sitio á propósito en la proximidad de ellas, para montarlos y poderlos luego colocar fácilmente en la vía, esta operación tuvo que realizarse con los coches completamente montados en sus trucks, operación que no dejó de ofrecer algunas dificultades.

Por este motivo, cuando los coches pudieron recibirse, como por la disposición de la estación inferior cuyos andenes no tienen un acceso directo y apropiado con la carretera, no hubo medio de entrarlos por ella, á pesar de que parecía ser este punto el más indicado. Tampoco fué posible realizarlo por la propiedad vecina cuyo propietario se prestó á ello, pues aparte del penosísimo trabajo que hubiera reportado, se hubieran expuesto los coches á serias averías y acaso también se hubieran producido destrozos en dicha propiedad, lo cual se quiso evitar.

En vista de ello y sorteadas todas las dificultades que pudieron preverse, consideramos que el medio mejor era llevar los coches completamente montados sobre grandes y sólidos carromatos, por la carretera de Vallvidrera y de la Sociedad de Aguas de Barcelona y entrarlos á la vía por el acceso que tiene el apeadero superior junto al puente de la carretera particular de dicha Sociedad.

Adoptada esta idea, se construyó un ramal de vía por dicho acceso, desde el citado puente, enlazado con la vía del funicular sobre dicho apeadero, como se representa en la figura 37. Construido al efecto este ramal de vía, se subieron los coches por la carretera, descargándolos junto al puente, sitio sumamente cómodo; allí mismo se encarrilaron sobre dicho ramal y con relativa facilidad se entraron entonces los coches en la vía del funicular. Una vez los coches en ésta, desmontóse el ramal de vía, se enlazó otra vez la vía del funicular y con aparejos fueron llevados á un sitio conveniente para amarrar en ellos el cable, y finalmente, después de hecha esta operación con el auxilio del cabrestante de la estación superior, se llevaron á las estaciones sin que sufrieran el más ligero desperfecto.

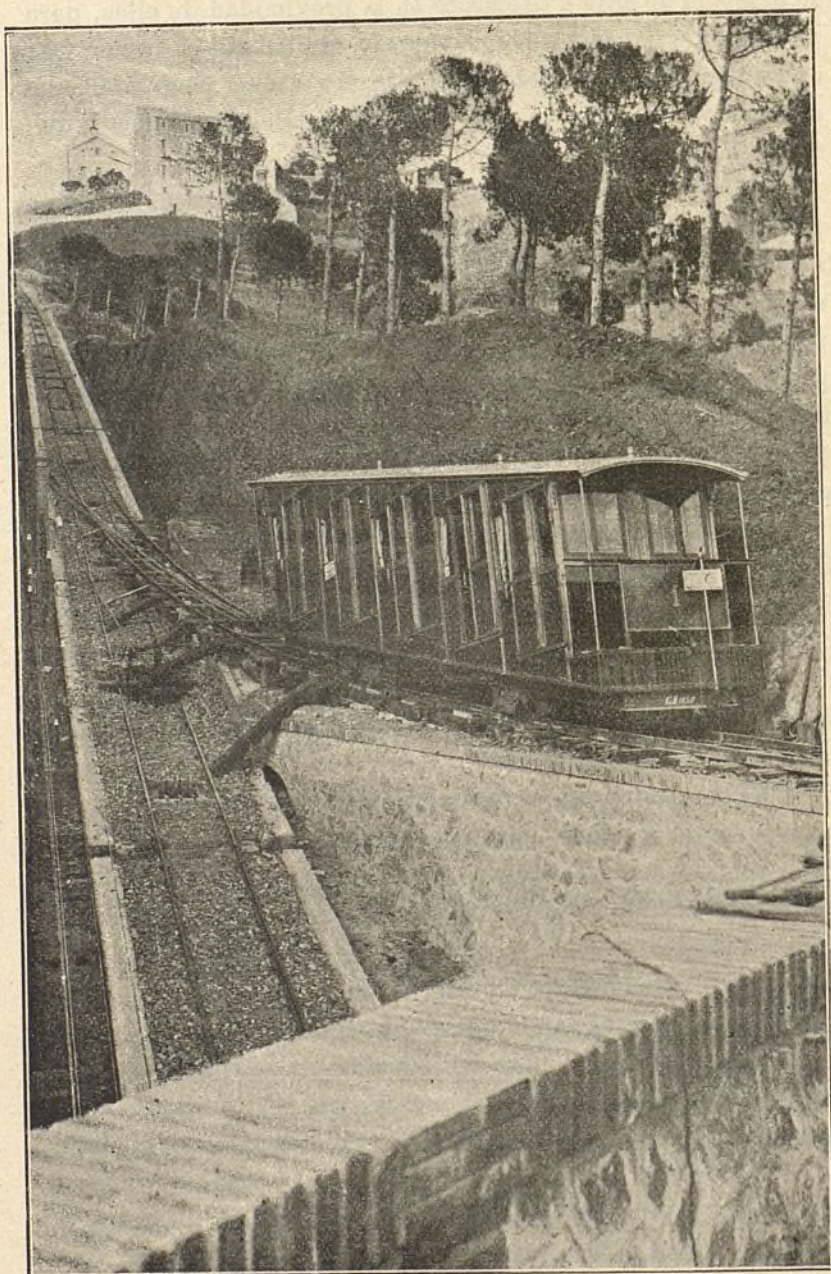


Fig. 37.— Entrada de los coches en la vía.

INSTALACIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

Material fijo de la Estación superior.—La maquinaria de la estación superior, fig. 38, se compone esencialmente de un cabrestante con polea-tambor, accionado por un motor eléctrico. Como accesorios se pueden contar, los aparatos de puesta y cambio de marcha, los de seguridad y tope y los eléctricos de medida y seguridad.

a) **Motor eléctrico.**—El motor eléctrico de esta instalación es del tipo exapolar, con excitación en derivación, que bajo una tensión de 525 voltios y á 600 revoluciones por minuto, desarrolla una potencia normal máxima de 90 caballos. El inductor, dividido en dos mitades por un corte horizontal, va directamente montado sobre una placa de asiento de fundición, provista de dos soportes que sostienen otros tantos coginetes de engrase automático por medio de anillos rozantes. Un eje común de acero forjado Martín-Siemens, sostiene el inducido, colector y polea; esta última, de 550 ^m/_m de diámetro por 35 ^m/_m de ancho de llanta. Las delgas del colector son de cobre duro estirado y los frotadores de carbón grafitico especial y de dureza apropiada para llegar á un minimum de desgaste de aquéllas, conservando una excelente conmutación sin chispas á todas cargas. El conjunto va montado sobre dos tensores aislados eléctricamente de la tierra, que facilitan y aseguran el sostenimiento de la debida tensión de la correa.

b) **Cabrestante.**—El cabrestante transmite el movimiento del motor á la polea-tambor en que se arrolla el cable, por medio de una polea lisa y dos pares de engranajes, constando, por lo tanto, de tres ejes: uno en el que van montados la polea lisa, dos tambores-frenos y un piñón dentado; otro intermedio que lleva rueda y piñón dentados también, y el tercero, en el que va montada la rueda del segundo par de engrana-

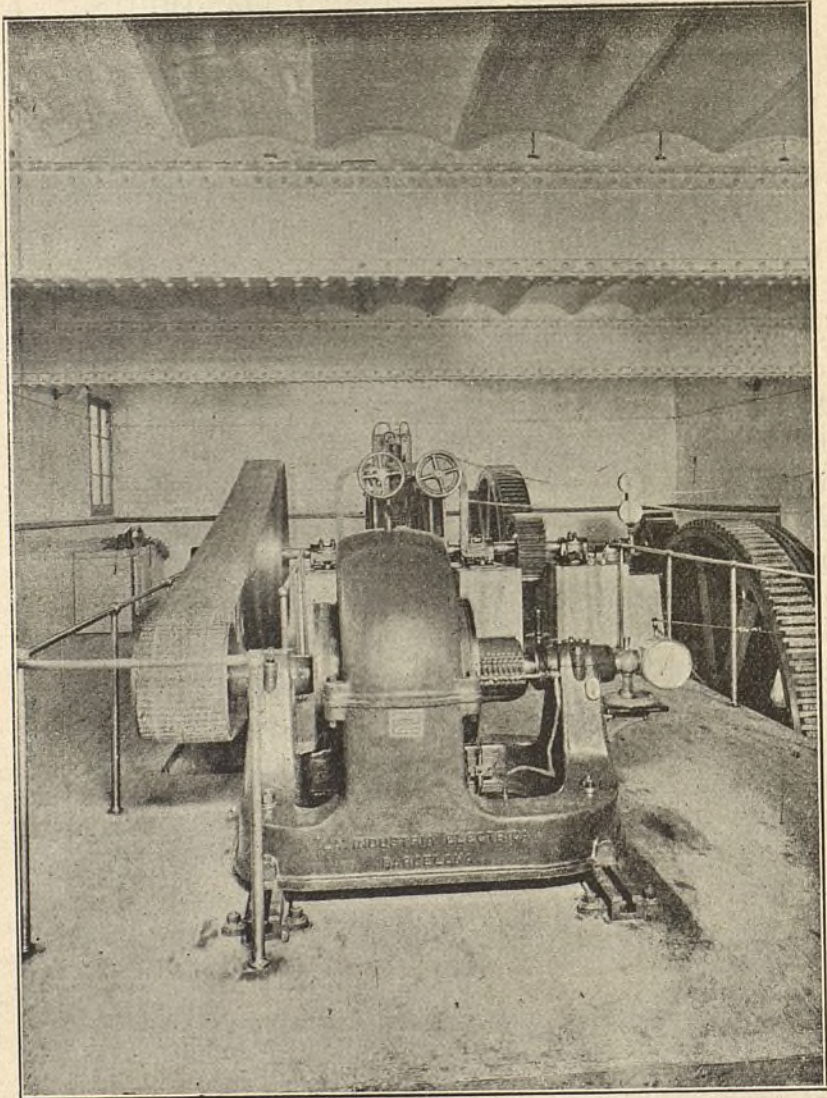


Fig. 38. Interior de la sala de máquinas de la Estación superior.

jes y de la cual forma parte la polea-tambor motriz acanalada. Hay además otra polea acanalada de tres gargantas, como la motriz que sirve para aumentar la adherencia del cable. La rueda dentada de la que forma parte el tambor-motor, tiene los dientes de madera dura, lo mismo que la del eje intermedio.

Los frenos son de fricción y consisten en un tambor de forma adecuada á cuya llanta se adaptan, al ser accionadas por un tornillo, dos palancas provistas de zapatas de madera dura; sus dimensiones son tales, que producen el paro del funicular, aún en las condiciones más desfavorables. Hay dos frenos de estos: uno para el funcionamiento normal á mano y el otro automático.

El diámetro de la polea lisa del cabrestante es de 1,^m695; el piñón del primer par de engranajes tiene 29 dientes y un diámetro de 0,^m600, y la rueda, 94 dientes con 1,^m945 de diámetro; en el segundo par de engranajes, el piñón y la rueda tienen respectivamente 25 y 0,^m7.377 y 122 y 3,^m600, número de dientes y diámetro.

El diámetro de la polea motriz acanalada es de 3,^m570 y el de la polea-guía de 3,^m000, que vienen á ser 120 y 100 veces respectivamente el diámetro del cable.

El número de revoluciones por minuto de la polea motriz será por lo tanto:

$$650 \times \frac{550}{1.695} \times \frac{29}{94} \times \frac{25}{122} = 13,3$$

y la velocidad tangencial será de:

$$13,3 \times \frac{3,6 \times 3,14}{60} = 2,^m50 \text{ metros por segundo,}$$

que á su vez es la velocidad del cable, admitiendo que no exista ningún resbalamiento.

c) Aparatos de puesta y cambio de marcha.—Para poner en marcha el motor eléctrico y para variar su velocidad y cambiar el sentido de su rotación, se emplea un *controlleur* de forma y construcción análoga á los de los tranvías. Un árbol interruptor-conmutador especial, con una série de contactos

convenientemente dispuestos y una série de resistencias son, en esencia, las partes de que se compone el *controlleur*. Este aparato está situado en un lugar tal, que el empleado que lo ha de manejar tiene la vía á la vista y puede apreciar el momento de llegada de los coches al final de su carrera.

d) **Aparatos de seguridad y tope.** — Los aparatos de seguridad son de dos clases: los que evitan las averías que pudieran producirse por una distracción del maquinista ó por un entorpecimiento cualquiera del funcionamiento de la maquinaria motriz, y aquellos que actúan en el caso de una rotura del cable. Estos últimos van montados en los coches y hemos ya hecho su descripción.

Para parar el coche cuando llega al final de su carrera, se emplea uno de los frenos de zapata del cabrestante, que acciona el maquinista por medio de un volante que tiene á su alcance; este volante da movimiento á un eje que lleva una rueda dentada y por medio de una cadena Galle acciona el tornillo del freno citado. El empleo de este freno es constante. El otro freno es automático y sólo funciona en los casos siguientes:

- 1.º Cuando falta corriente al motor;
- 2.º Cuando los coches rebasan su posición final de carrera;
- 3.º Cuando la velocidad aumenta y pasa de un cierto límite, y por lo tanto, también en caso de rotura del cable;
- 4.º A voluntad del maquinista.

Este freno consiste principalmente en un contrapeso que se desliza por el interior de un tubo dispuesto al efecto. El cable de suspensión de este contrapeso se enrolla en un tambor fijo al eje del tornillo que acciona el freno. La posición de reposo del aparato tiene lugar cuando está en la parte alta del tubo-guía y el cable de suspensión arrollado en el tambor; en esta posición está retenido por un linguete que está en relación con un sistema de palancas que, según los distintos casos apuntados, lo hace funcionar, dejando en libertad el contrapeso; al descender éste, produce el giro del tornillo y aprieta las zapatas contra la llanta del tambor.

Un electro-imán derivado sobre la línea que conduce la energía eléctrica, atrae su armadura que está ligada á un contrapeso y por un sistema de palancas, al linguete disparador. Si por cualquier causa la corriente faltase, su armadura descendería y con ella el contrapeso del freno, al ser soltado por el linguete.

En el tubo-guía hay, además, una palanquita que es accionada por el contrapeso al descender y que está unida á una rueda dentada, que por medio de una cadena Galle pone en movimiento un interruptor unipolar, cortando automáticamente la corriente cada vez que funciona el freno citado y produciendo la parada rápida del motor eléctrico. Un resorte adecuado pone la rueda siempre en disposición de ser accionada por el contrapeso, cerrando el circuito al ser llevado aquél á su posición de reposo y activando el electro-imán. Un sistema de palancas de transmisión dispara el linguete cuando el coche llega á hacer tope con una de ellas ó cuando el maquinista las acciona.

Por último, un aparato de fuerza centrífuga, regulable á voluntad, hace también funcionar el linguete, siempre que la velocidad pasa de un cierto límite y cualquiera que sea el sentido de rotación.

e) Aparatos eléctricos de medida y de seguridad.
—Señales.—Un pequeño cuadro de distribución colocado al alcance del maquinista, contiene: un amperímetro, un voltímetro, un interruptor bipolar, un interruptor automático de máxima y la maneta del reostato de excitación del motor del cabrestante, que permite variar su velocidad á voluntad.

Como aparatos de seguridad hay: un pararrayos de ramas divergentes y un pararrayos descargador automático de un sistema patentado de LA INDUSTRIA ELÉCTRICA de Barcelona.

El retorno de la corriente se efectúa por los carriles, como en las instalaciones de tranvías, y á este fin las juntas de aquéllos están provistas de conexiones eléctricas.

Las estaciones superior é inferior están ligadas por una línea

telefónica. Hay además un timbre de señal y alarma que puede ser manejado desde la estación inferior y llamar en la superior; otro en la estación superior que funciona á la inversa del anterior, y un tercero también en la estación superior que se acciona desde el coche mismo, por medio de una varilla conductora, que cierra su circuito por la masa del coche.

Todas estas señales se utilizan no solamente para el funcionamiento normal y dar las salidas y paradas, sino que también para casos excepcionales, según un código convenido de antemano.

Los conductores de los coches están además provistos de bocinas con las cuales dan también las señales convenidas, en conformidad con el reglamento de servicio á que están sujetos.

Finalmente, hay otra señal de alarma que consiste en un timbre instalado junto al maquinista para prevenirle la proximidad de la llegada del coche y cuyo timbre lo hace sonar el mismo coche cuando llega á unos 80^m de la estación superior, por medio de una especie de escobillas que al frotar con unas reglas metálicas fijas en las traviesas en aquel punto de la vía, cierran el circuito en el cual el timbre está intercalado.

Toda la instalación eléctrica del funicular que se acaba de describir, está representada esquemáticamente en la fig. 39.

Los postes que sostienen la línea son metálicos y uno de ellos se representa en detalle en la fig. 40. El aislador 1 es para el cable que conduce el fluido para el electromotor; el 2 para el hilo del teléfono; los 3 y 4 llevan los hilos para los timbres desde las estaciones; el 5 el hilo para hacer las señales en el camino desde los coches, y el 6 el hilo para el alumbrado de la línea.

Poleas-guías del cable.—Para que el cable en su movimiento no roce sobre la vía y no se deteriore, descansa sobre las poleas de suspensión fijas en medio de aquélla, sirviéndole además de guía, á cuyo efecto tienen una profunda garganta.

- 1.— Línea general.
- 2.— Pararrayos.
- 3.— Descargador.
- 4.— Interruptor general bipolar.
- 5.— Corta-circuito bipolar.
- 6.— Contador.
- 7.— Teléfono.
- 8.— Timbre de las señales desde la estación superior.
- 9.— Hilos para las señales desde el coche.
- 10.— Percha de contacto.
- 11.— Interruptor unipolar.
- 12.— Interruptor de seguridad.

- 13.— Puesta en marcha.
- 14.— Resistencias.
- 15.— Amperímetro.
- 16.— Batería de 24 pilas Leclanché.
- 17.— Timbre de las señales desde el coche.
- 18.— Timbre de las señales desde la estación inferior.
- 19.— Interruptor automático de máxima.
- 20.— Reostato de excitación.
- 21.— Freno electro-magnético.
- 22.— Soplador electro-magnético.
- 23.— Electromotor.

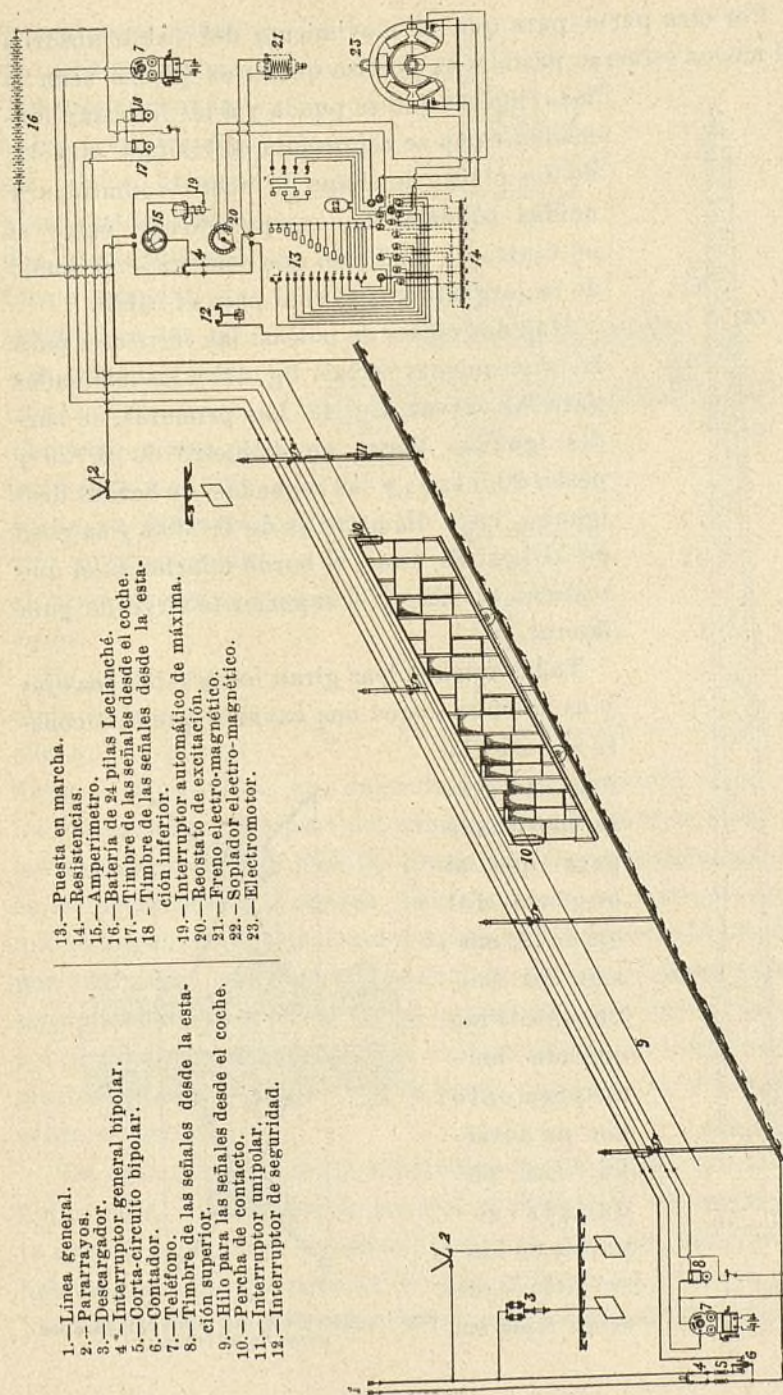


Fig 39.—Esquema de la instalación eléctrica.

Por otra parte, para que el movimiento del cable absorba el menor esfuerzo posible, es preciso que estas poleas sean lo más ligeras que se pueda y á tal fin están formadas como se representa en las figs. 41 y 42, de dos placas de chapa de acero embutidas y unidas sólidamente, comprendiendo entre sí un centro de fundición que constituye el fondo de la garganta por el cual pasa el cable.

Hay dos clases de poleas: las verticales para las alineaciones rectas, fig. 41, y las inclinadas para las curvas, fig. 42. Las primeras, de bordes iguales, tienen un diámetro de 0,^m29 y pesan 20,5 kgs, y las segundas, de bordes desiguales, cuyo diámetro es de 0,^m385 y su peso de 54 kgs. En éstas, el borde inferior es el que sostiene el cable y el superior le sirve de guía lateral.

Todas estas poleas giran locas sobre sus ejes y en su cubo tienen una cavidad que está constantemente llena de grasa consistente para que el engrase del eje de las mismas sea continuo, estando cerrada herméticamente por un tornillo. Los pequeños soportes de hierro de los ejes están fijos en

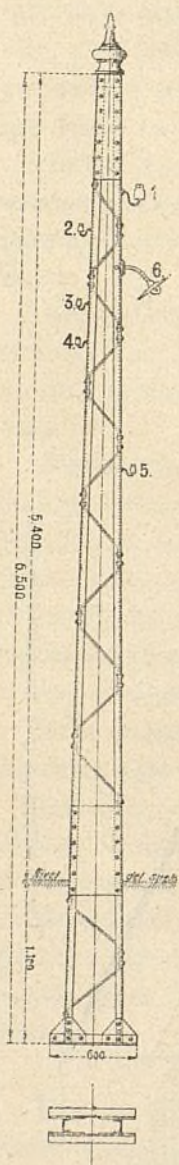


Fig. 40.
Detalle de un poste
de la línea.

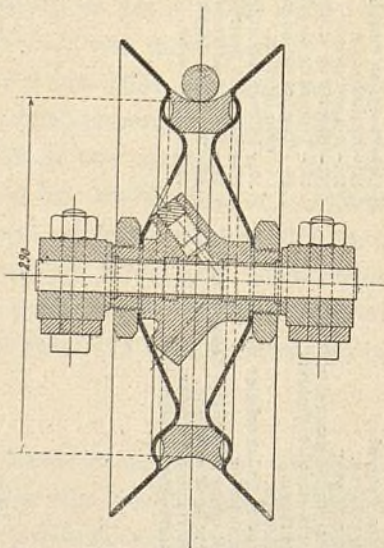


Fig. 41.— Sección de una polea-guía para las
alineaciones rectas.

unos hierros planos que á su vez se hallan sujetos con tornillos á las traviesas. Estos hierros planos están doblados afectando una forma especial, de suerte que las poleas tengan la posición conveniente según sean rectas ó inclinadas y el fondo de su garganta esté próximamente al nivel de los carriles.

Un punto importante es la separación que ha de existir entre estas poleas, que depende de la pendiente de la vía, de las alineaciones, del peso del cable y de la tensión de éste. En las fuertes pendientes y en las rectas hay mayor separación que en las pendientes más suaves y en las curvas, en donde conviene que el ángulo de desviación del cable no sea demasiado grande; por otra parte, esta separación no debe ser demasiado reducida para que cuando el cable sufra la máxima tensión no resbale sobre ellas y no se desgaste por el frotamiento, ni tampoco demasiado grande para que con la flecha que toma no se arrastre sobre el balasto.

La determinación de la separación de las poleas por medio del cálculo, conduce por lo general á distancias excesivas que la experiencia obliga á reducir; por esto, en este funicular se han determinado en vista de lo que la práctica aconseja, habiéndose fijado en 10^m como máximo en las alineaciones rectas

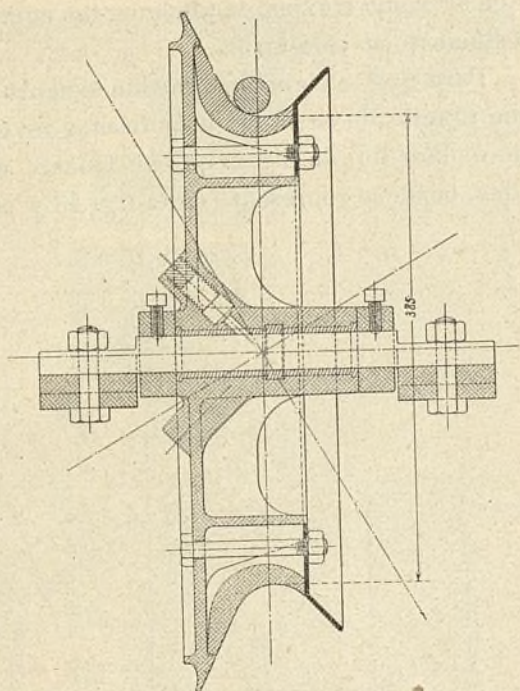


Fig. 42.—Sección de una polea-guía para las curvas.

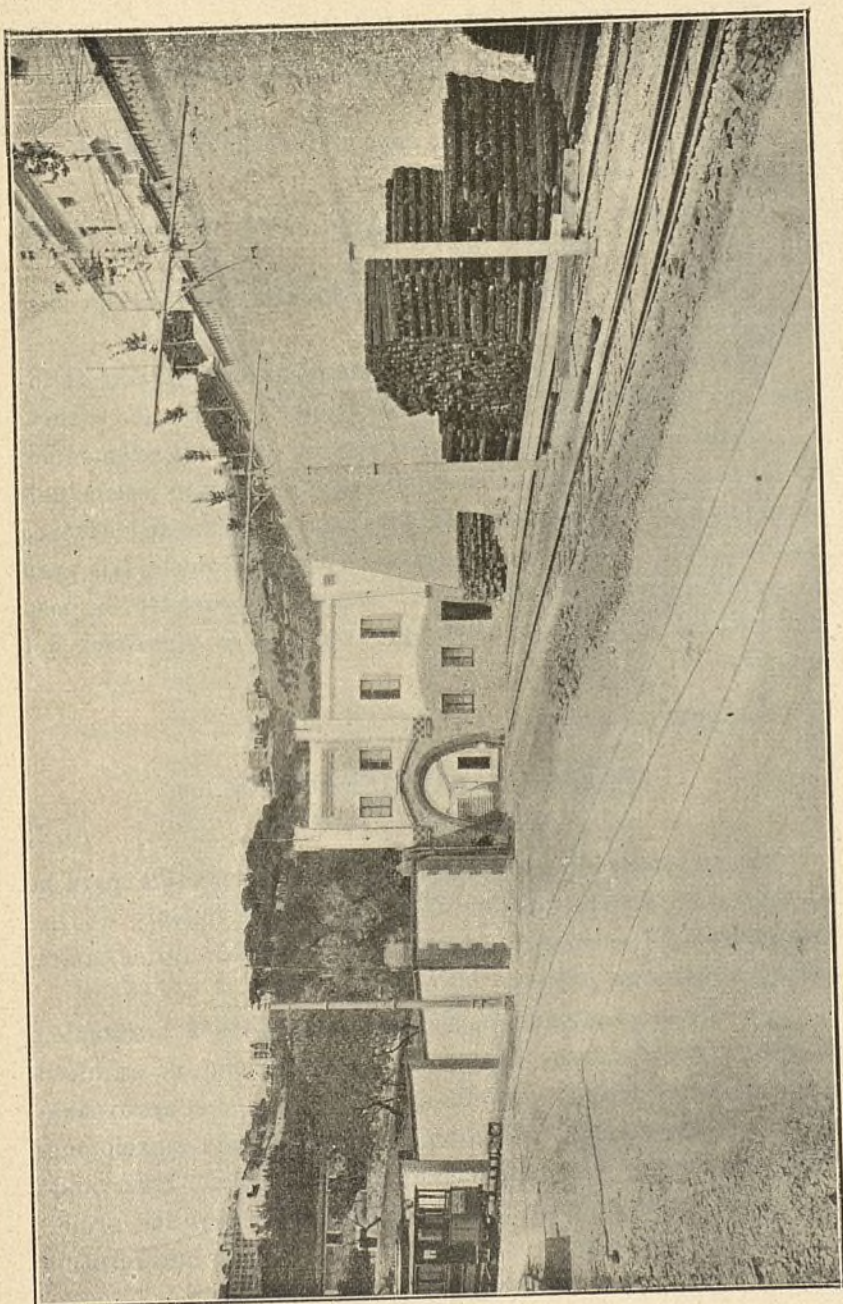


Fig. 44.—Estación inferior.

Un hilo telefónico á lo largo de la línea para el servicio del jefe del tren, como se ha descrito al tratar de la instalación eléctrica;

Un timbre de alarma para cuando el coche ascendente está próximo á la estación;

Frenos en la estación superior para parar los coches en caso de accidente del cable ú otro;

Frenos en los coches, de acción automática, para los mismos casos.

Estos frenos funcionan en la forma descrita al tratar de los aparatos de seguridad de la estación superior y de los coches.

Además, periódicamente se verifica un detenido exámen del cable para cerciorarse de su estado en todo tiempo y semanalmente se hace la comprobación del funcionamiento de los frenos de los coches, así como un exámen de todo el material fijo para asegurarse siempre de su buen estado y proceder en caso necesario á las reparaciones que reclame la seguridad del servicio.

ESTACIONES Y APEADEROS.

No han escaseado las dificultades á esta Compañía para la obtención de los terrenos necesarios al establecimiento de las estaciones del funicular, y aun orilladas aquellas dificultades, resultan limitados para su objeto.

Si á ello se añade que los terrenos referentes á la estación inferior están afectados con servidumbre de vistas, no es difícil comprender el detenido estudio que ha requerido el aprovechamiento de los mismos, á fin de que en un reducido espacio pueda realizarse por modo conveniente la explotación, reservando además en las estaciones, habitación suficiente para los principales empleados afectos al servicio, ó sea, por lo que respecta á la inferior, el jefe de la misma, y el maquinista por lo que á la superior se refiere.

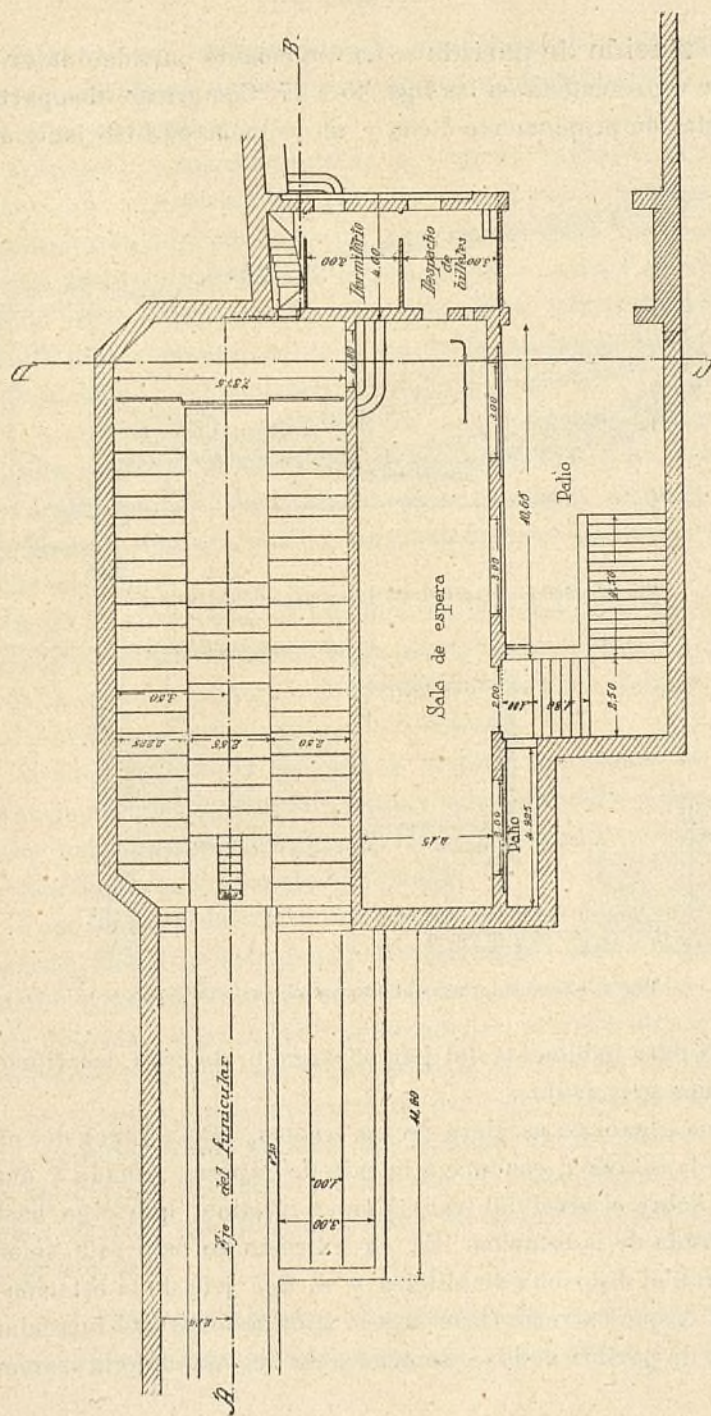


Fig. 45.—Planta de la estación inferior.

Estación de partida.—La estación de partida ó inferior, viene representada en las figs. 45 á 47. Comprende dos partes: la estación propiamente dicha y un pequeño edificio junto á la

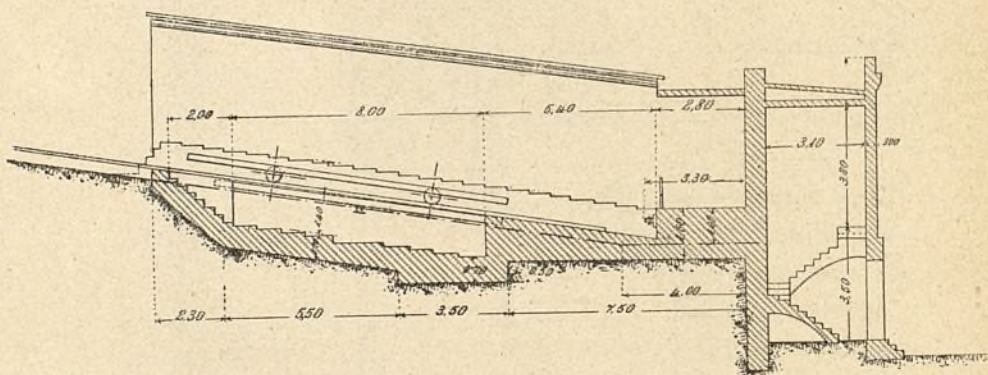


Fig. 46.—Sección longitudinal de la estación inferior, según AB.

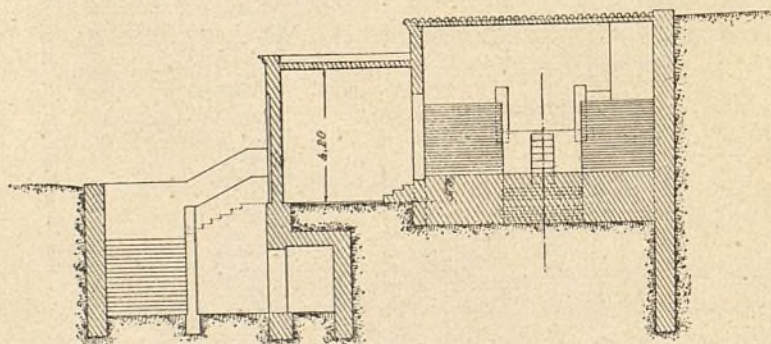


Fig. 47.—Sección transversal de la estación inferior, según CD.

misma para habitación del jefe encargado, de cuya descripción podemos prescindir.

Una espaciosa escalera de dos tramos, que arranca del patio de la estación, conduce á la sala de espera, situada á unos 3,^m70 sobre el nivel del tranvía en su término, que llega hasta la entrada de la estación. En un extremo de esta sala se encuentran el despacho de billetes y el del jefe de la estación y por el mismo extremo tiene acceso á los andenes del funicular, siendo de partida el de la derecha y de llegada el de la izquier.

da, de suerte que, en momentos de grandes aglomeraciones, los viajeros que llegan no pueden de ningún modo dificultar el acceso á los que salen.

Entre ambos andenes se halla la fosa de revisión para los coches, y en el exterior de aquéllos se ha dispuesto una pequeña plataforma horizontal con un trozo de vía para las vagonetas que han de servir para el transporte de efectos y encargos; cuando hay que hacer uso de estas vagonetas, por medio de una sencilla grúa corredera sobre la vía del funicular, se ponen sobre ésta delante del coche.

Los andenes están cubiertos por una techumbre plana de una sola vertiente en el sentido de la vía del funicular, habiéndose construido así, precisamente para conseguir la mayor altura posible, limitada por la servidumbre de que antes se ha hecho mención.

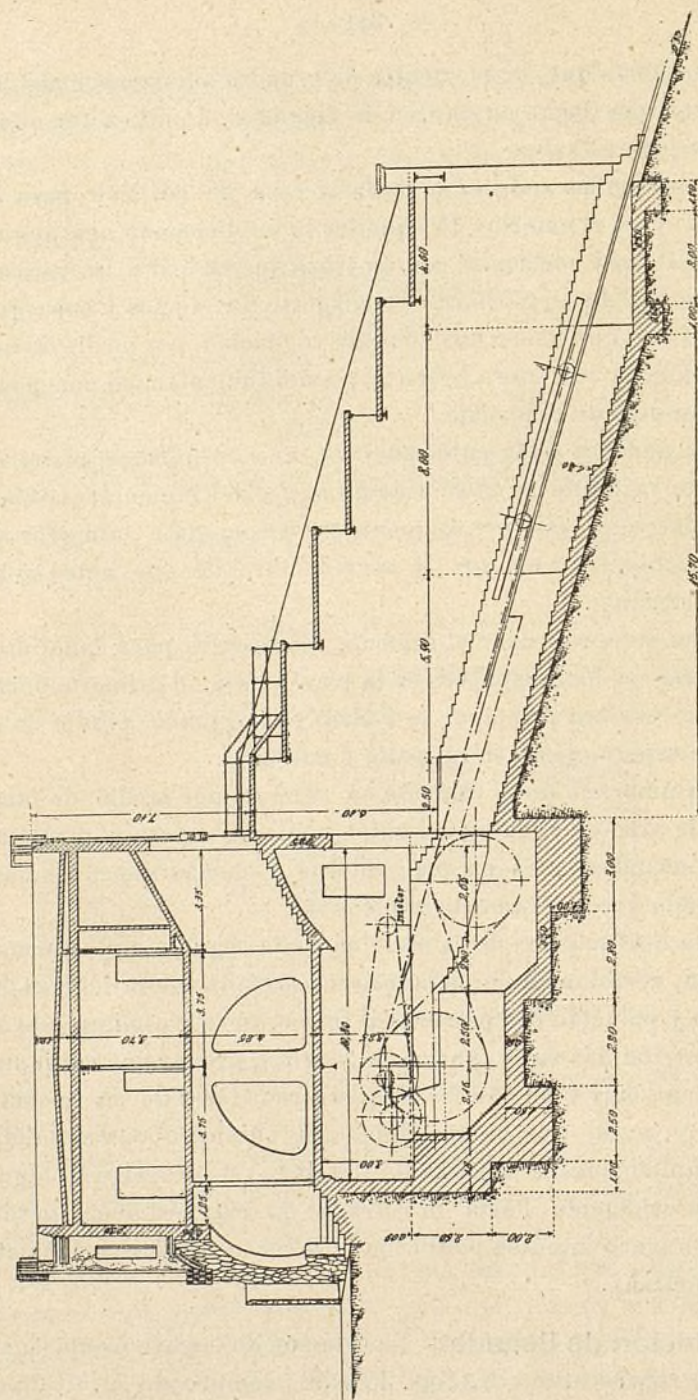
A fin de aprovechar el espacio, los retretes para caballeros y señoras se han dispuesto en la planta baja: el primero, debajo de la escalera principal de acceso y el segundo debajo de la sala de espera, al nivel del patio ó entrada.

El alumbrado de la estación se efectúa por medio de lámparas de arco en el exterior, patio y sala de espera y por lámparas incandescentes en los andenes y demás dependencias, resultando verdaderamente espléndido.

Para las fachadas de la estación se ha seguido un estilo modernista, combinando la mampostería careada con la fábrica de ladrillo y enlucido con pinturas al fresco, que con algunas mayólicas distribuidas en la fábrica de ladrillo, produce un conjunto que entona muy bien con los alegres alrededores de la misma.

Se ve, pues, que la comodidad del público queda atendida por completo; desde la plaza de Cataluña, sin transbordo alguno, será conducido hasta la entrada de esta estación, desde donde en cinco minutos podrá hacer la ascensión hasta la cima de la montaña.

Estación de llegada.—La estación de llegada ó superior, como se representa en las figs. 48 á 50, comprende el edificio



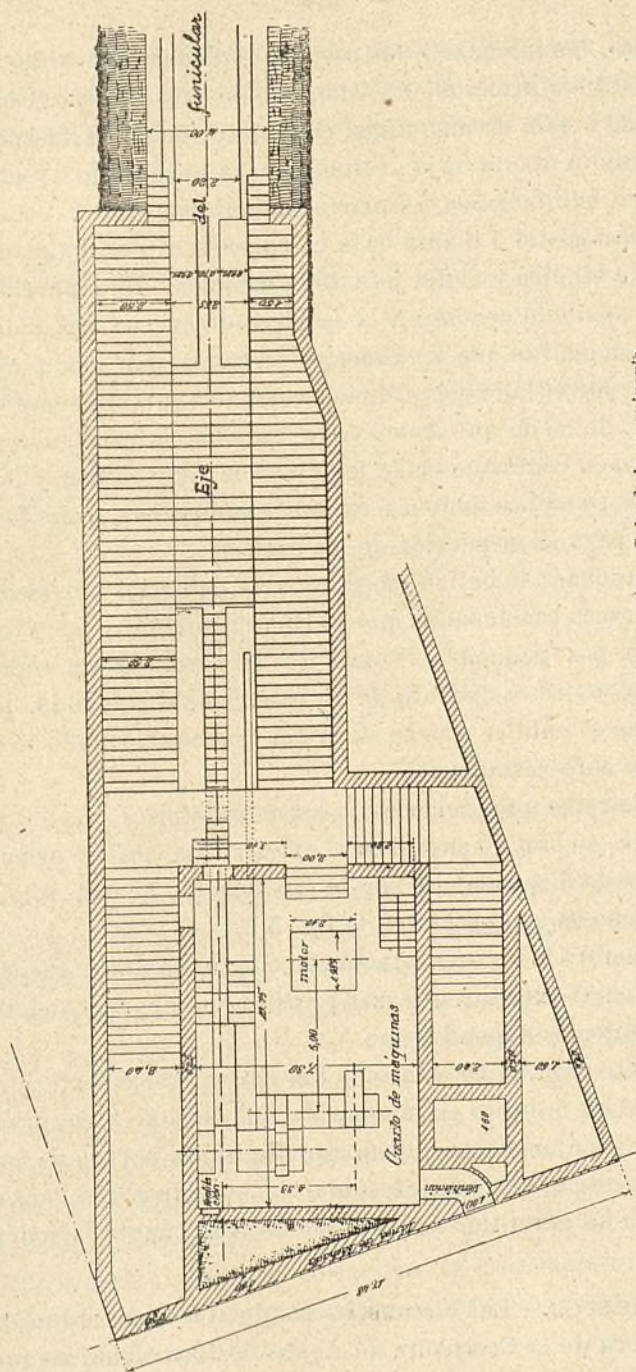


Fig. 49.—Planta general de la estación superior.—Sala de la maquinaria.

principal, las terrazas y los retretes independientes de aquél.

El edificio principal se compone de tres pisos: el inferior destinado á sala de máquinas, cuya descripción se ha hecho; el piso medio ó planta baja destinado para el servicio, y el superior para habitaciones del primer maquinista.

El piso medio ó planta baja comprende el vestíbulo, el despacho de billetes y el del jefe de la estación. Una puerta lateral del vestíbulo conduce á la escalera de acceso del andén de partida, mientras que el andén de llegada, por medio de otra escalera por el lado del edificio, comunica directamente con el exterior, de modo que, como en la estación inferior, no puede haber nunca confusión entre los viajeros que entran y los que salen. Entre ambos andenes existe también una gran fosa de revisión para la inspección de los coches.

Los andenes se hallan en gran parte cubiertos por medio de unas terrazas escalonadas que se comunican entre sí y con el vestíbulo por pequeños tramos de escalera. Estas terrazas, desde las cuales se disfruta de un panorama espléndido, podrá utilizarlas el público que se sirva del funicular cuando se establezca un café-restaurant.

Los retretes que, como en la estación inferior, son del sistema Moura, se han dispuesto en el exterior del edificio principal, comunicando directamente con la escalera de acceso á los andenes, como se representa en la fig. 50.

El alumbrado de esta estación se efectúa también por medio de arcos en el exterior, terrazas y vestíbulo, y por incandescencia en las demás dependencias.

El estilo seguido en esta estación por su parte exterior, es análogo al ya descrito en la estación inferior, si bien produce aún mucho mejor efecto que en aquélla, tanto por ser de mayor altura, como por no estar afectada de servidumbres, circunstancia que ha permitido se destaque de todo cuanto la rodea.

Apeaderos.— Las circunstancias de atravesar el funicular la Carretera de la Compañía de Aguas de Barcelona, de que en

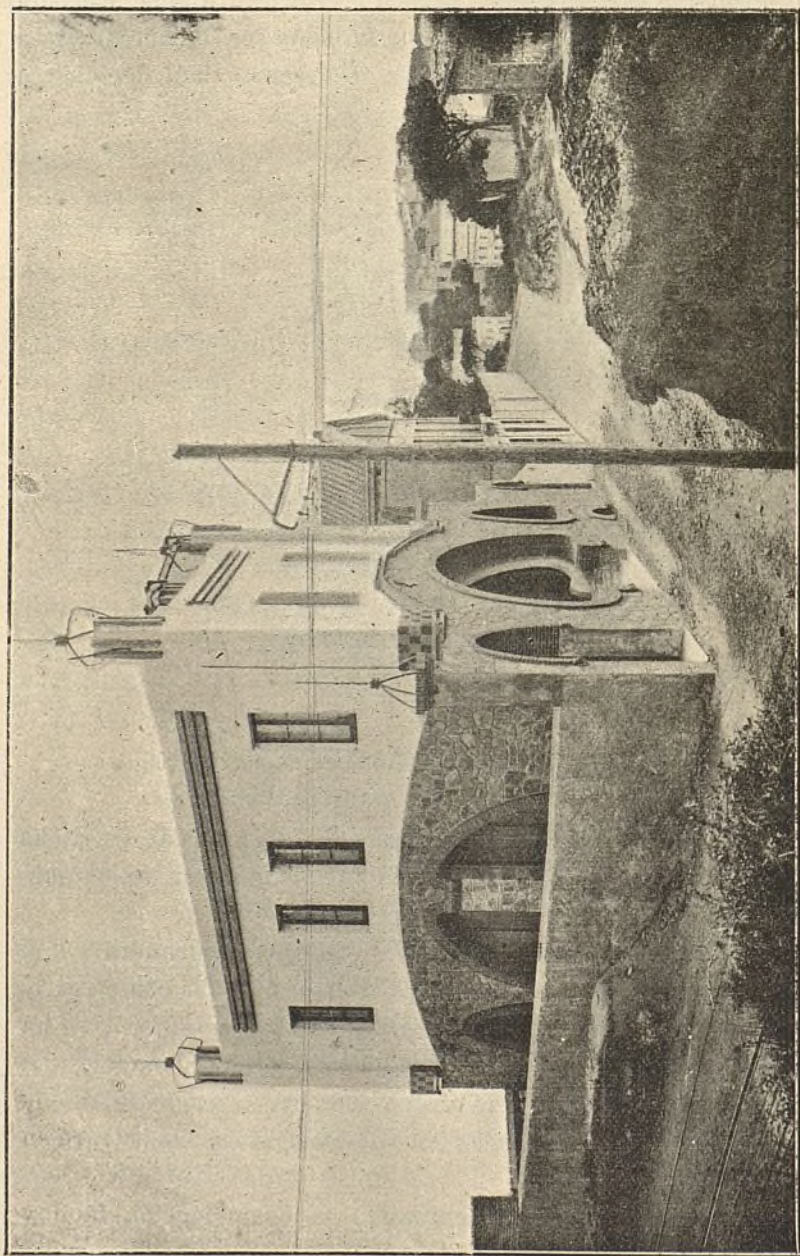


Fig. 51. - Estación superior.

Atendido el servicio que estos apeaderos han de prestar, consisten en simples andenes al aire libre, de extensión suficiente para que los viajeros puedan subir y bajar sin molestia alguna.

CONCLUSIÓN

Terminada ya la descripción de este funicular, como datos complementarios y que por sí solos dan idea de su importancia, consignamos las siguientes cifras que en números redondos indican las unidades de obra que su total construcción ha requerido:

Desmontes y excavaciones.	27.500 m. ³
Mampostería ordinaria con mortero hidráulico .	5.500 “
Mampostería de ladrillo con mortero hidráulico.	750 “
Chapa de cemento para bóvedas.	230 m. ²
Careado de muros.	300 “
Solera de ladrillo.	250 “
Bovedillas de ladrillo.	650 “
Tabiques de ladrillo.	400 “
Embaldosado.	500 “
Pavimento con Portland.	275 “
Revoques y enlucidos.	3 000 “

Hay que consignar también que, á pesar de los riesgos que algunos de estos trabajos llevan en sí, durante toda la construcción, felizmente no hemos tenido que lamentar ningún accidente personal de alguna importancia, gracias á las buenas disposiciones adoptadas por los contratistas.

Finalmente, para terminar diremos que las pruebas realizadas después de la construcción, han respondido en un todo á las previsiones hechas, ofreciendo resultados por completo satisfactorios; al mismo tiempo, séanos pues permitido al consignar el buen éxito alcanzado, felicitar á todos los que han intervenido en la construcción y muy especialmente al Sr. Koettlitz, quien al ver realizados sus deseos olvidará sin duda las serias inquietudes que por motivos distintos ha debido causarle esta

obra, á la que tenía puestos desde un principio la mayor actividad y todo su amor propio.

Por lo que este funicular afecta al público en general y muy especialmente á los habitantes de Vallvidrera, ha sido objeto de gran interés para todos durante la construcción, por la grandísima mejora que esta nueva via de comunicación les ofrece, mostrándose ahora satisfechos de verla realizada y lamentando que la concesión no haya sido otorgada más pronto, habiéndoles este requisito indispensable impedido de aprovecharlo antes, en especial durante los meses de Agosto y Septiembre en los cuales la montaña de Vallvidrera ofrece tantos atractivos.

JOSÉ PLAYÁ.



Cálculo de las construcciones de hormigón armado

Estudio del sistema Hennebique

(Continuación) (*)

Piezas sometidas á esfuerzos de flexión.

La teoría de la flexión de los sólidos homogéneos está basada en hipótesis de Jacques Bernoulli, que admite la conservación de las secciones planas en el prisma deformado, ó lo que es lo mismo, la proporcionalidad de las deformaciones que sufren las distintas fibras del prisma á sus distancias á la fibra neutra. Tratándose de la madera y de los metales empleados en la construcción en los que el coeficiente de elasticidad es sensiblemente constante, la anterior hipótesis equivale evidentemente á admitir la proporcionalidad de las tensiones y compresiones de las distintas fibras á sus distancias á la fibra neutra; no sucede lo mismo con el material que estamos estudiando porque para el hormigón, sólo puede admitirse (como ya se ha dicho) la constancia de E_c en las fibras comprimidas: además se trata en este caso de secciones heterogéneas; pero ya hemos visto que se puede fácilmente substituir la sección heterogénea por otra homogénea equivalente desde el punto de vista de la resistencia.

En cuanto á la tensión del hormigón, lo más sencillo y seguro es el despreciarla, fundándose en algunas de las consideraciones expuestas más arriba; pero conviene tenerla en cuenta á fin de aproximarse más la realidad. Para ello sabemos que puede admitirse la constancia de E_c entre la fibra neutra y aquella en que la tensión sea de 10 á 12 Kg. cm^2 , y la constancia de la tensión, á partir de la fibra que sufre la de 18 á 20 Kg. cm^2 ; pero para simplificar admitiremos que la tensión del hormigón es constante en toda la parte extendida; fundándonos para ello en que la región comprendida entre la fibra neutra y aquella en la que la tensión es de 18 á 20 Kg. es siempre pequeña con relación al resto de la parte extendida: el error así cometido es siempre despreciable.

A fin de deducir algunas conclusiones interesantes haremos el estudio en las dos hipótesis enunciadas, á saber:

(*) Véase el número de Agosto último.

- 1.ª) Se desprecia la resistencia del hormigón á la tracción.
- 2.ª) Se supone constante é igual á 18 Kg. cm² la tensión del hormigón.

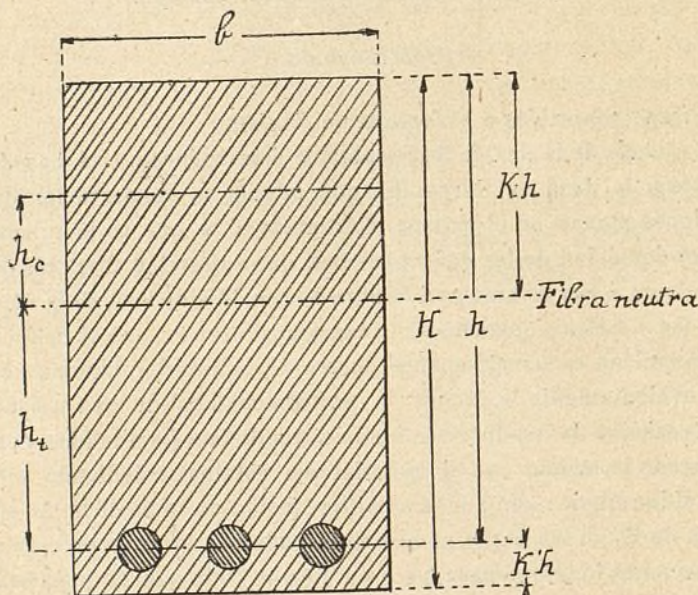


Fig. 1ª

Vigas de sección rectangular.

Consideremos la viga representada en la figura 1.ª y sean:

- σ_c la compresión unitaria máxima del hormigón.
- σ_t la tensión unitaria constante del mismo.
- σ_f la tensión unitaria máxima del metal.

Adoptemos además las notaciones indicadas en la figura y sustituyamos mentalmente la sección del metal por otra θ veces mayor y que trabaje á un coeficiente máximo $\frac{\sigma_f}{\theta}$ siendo al mismo tiempo su altura igual al diámetro de las barras de metal (1).

(1) Esta última condición ha de cumplirse en el caso de la flexión: en efecto cuando se trata de esfuerzos de extensión ó compresión simple basta la consideración de una sección resistente equivalente á la de metal; en el caso actual se trata de una sección de momento resistente igual al del metal.

1.^a hipótesis $\sigma_t = 0$. En este caso podremos escribir las ecuaciones siguientes:

1.^a) Puesto que las fuerzas interiores se reducen á un par, la resultante de las compresiones del hormigón es igual á la tensión del metal; esta última puede considerarse constante é igual á σ_f , dada la poca altura que representa el diámetro de las barras.

Se tendrá entonces

$$\begin{aligned} \text{tensión del metal} &= \omega_f \sigma_f = \tau b h \sigma_f \\ \text{compres. del hormigón} &= \omega_c \frac{\sigma_c}{2} = K h b \times \frac{\sigma_c}{2} \end{aligned}$$

La ecuación (1) se escribirá

$$\sigma_c \frac{K}{2} = \tau \sigma_f \quad (1)$$

2.^a) Las tensiones son proporcionales á las distancias á la fibra neutra

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_f} = \frac{K h}{(1 - K) h} \quad \text{de modo que}$$

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_f} = \frac{K}{(1 - K) \theta} \quad (2)$$

3.^a) El momento M_f de las fuerzas exteriores es igual al de las fuerzas interiores, que comprende el debido al metal $= \omega_f \sigma_f \times (1 - K) h = \sigma_f b h^2 (1 - K)$ y el debido al hormigón que es $\frac{\sigma_c}{2} \times \omega_c \times K h \times \frac{2}{3}$

(nota 2) $= \frac{\sigma_c}{3} \times b h^2 K$ Tendremos por tanto

$$M_f = b h^2 \left[\sigma_c \frac{K}{3} + \tau \sigma_f (1 - K) \right] \quad (3)$$

De las ecuaciones (1) (2) (3) se deduce esta otra

$$M_f = m b h^2 \quad (4)$$

en la que m se puede poner bajo las dos formas siguientes:

(2) La resultante de las compresiones pasa por el centro de gravedad del diagrama que las representa, que en este caso es un triángulo; ahora bien el centro de gravedad de esta figura está como sabemos todos á una distancia del vértice $= \frac{2}{3}$ de la altura.

$$m \begin{cases} m_1 = \sigma_f \tau \left(1 - \frac{K}{3}\right) \\ m_2 = \frac{\sigma_c}{2} K \left(1 - \frac{K}{3}\right) \end{cases} \quad (5)$$

Se utilizará una ó otra de las relaciones (5) según sea conocido σ_c ó σ_f ; estas cantidades se hallan ligadas por la ecuación (2) que permite deducir una de ellas conocida K y la otra, ó bien deducir el valor de K correspondiente á una relación determinada entre σ_c y σ_f .

2.^a hipótesis.

Las ecuaciones (1) (2) y (3) expresan ahora:

1.^a) Compresión resultante del hormigón igual á la suma de las tensiones del metal y del hormigón tendido.

2.^a) Lo mismo que antes.

3.^a) Momento flector igual á la suma de los momentos debidos al hormigón comprimido al metal y al hormigón extendido.

Se obtendría así el sistema siguiente:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c \frac{K}{2} &= \tau \sigma_f + (1 - K + K') \sigma_t \\ \frac{\sigma_c}{\sigma_f} &= \frac{K}{(1 - K) \theta} \\ M_f &= b h^2 \left[\sigma_c \frac{K^2}{3} + \tau (1 - K) \sigma_f + \frac{(1 - K + K')^2}{2} \sigma_t \right] \end{aligned} \right\}$$

De donde se deduce como antes

$$M = m b h^2$$

m tendrá ahora los valores

$$(6) m \begin{cases} m_1 = \sigma_f \tau \left(1 - \frac{K}{3}\right) + \sigma_t (1 - K + K') \left[\frac{K}{6} + \frac{K'}{3} + \frac{1}{2}\right] \\ m_2 = \sigma_c \frac{K}{2} \left(1 - \frac{K}{3}\right) + \sigma_t (1 - K + K') \left[\frac{K}{2} + \frac{K'}{2} - \frac{1}{2}\right] \end{cases}$$

Si hacemos en ellos $\sigma_t = 0$ volvemos á encontrar los valores deducidos anteriormente.

Monsieur Hennebique admite las siguientes hipótesis:

1.^a) La compresión del hormigón es constante é igual á 25 Kg. p. cm².

2.^a) La tensión del hormigón es despreciable.

3.ª) El momento flector se reparte en dos mitades: una la absorbe el metal, la otra el hormigón.

Fácil nos sería demostrar que las fórmulas deducidas de estas hipótesis son empíricas, pero no insistiremos sobre este punto limitándonos á discutir los resultados que con ellas se obtienen que es mucho más interesante. A este efecto escribamos las ecuaciones que se deducen de las hipótesis enunciadas:

Según hemos dicho el metal ha de resistir á la mitad del momento flector, por tanto:

$$\frac{M_f}{2} = s \times 10^7 \times h_t \quad (a)$$

El hormigón á la otra mitad de modo que:

$$\frac{M_f}{2} = 2 h_c \times \frac{h_c}{2} \times 25 \times 10^4 \quad (b) \quad (\text{unidades: el m y el kg}).$$

Además

$$h = h_t + 2 h_c \quad (c) \quad s = \tau h \quad (d)$$

y por último, á fin de comparar estas relaciones con las anteriormente deducidas, escribamos como antes

$$M = m h^2 \quad (e)$$

De las ecuaciones (a) (b) (c) (d) (e) se deduce la relación entre m y τ que es la siguiente:

$$\tau = \frac{m}{2 \times 10^7} \times \frac{1}{1 - \frac{\sqrt{m}}{5 \times 10^2}} \quad (f)$$

Basta ahora comparar la ecuación (f) con las (5) y (6) que hemos deducido más arriba; para ello calcularemos los valores de m correspondientes á la rotura en las dos primeras hipótesis y los compararemos con los deducidos de la ecuación (f) que corresponde á las condiciones ordinarias de trabajo. Obtendremos así en cada caso el coeficiente de seguridad correspondiente.

Para calcular los valores de m correspondientes á la rotura es necesario conocer el valor correspondiente de los coeficientes siguientes:

$$\sigma_c, \sigma_t, \sigma_f, \theta$$

La rotura comienza á producirse para esfuerzos superiores al límite

te de elasticidad del metal, debido, como ya se ha dicho, á que éste sufre entonces una disminución de sección que destruye su adherencia con el conglomerado. Nosotros tomaremos $\sigma_f = 28 \text{ kg. m/m}^2$.

De igual modo fijaremos $\sigma_c = 95 \text{ kg. cm}^2$, inferior al valor correspondiente á la rotura del hormigón, y que puede considerarse como el límite de elasticidad de éste.

Tomaremos $\sigma_t = 18 \text{ kg. cm}^2$ y $\theta = 20$.

De este modo obtendremos valores de m menores que los que corresponden á la rotura que en la práctica tiene generalmente lugar para esfuerzos bastante superiores á los que ocasionan las primeras grietas. Los coeficientes de seguridad así deducidos serán menores que los reales.

No detallaremos los cálculos que hemos hecho siguiendo la marcha indicada, limitándonos á consignar los resultados más interesantes; en cuanto á la exactitud de dichos resultados, debo advertir que los cálculos han sido hechos con bastante rapidez y por medio de la regla de cálculo y cuadros gráficos. Empezaremos por consignar los valores de τ y m , que satisfacen á la ecuación (f), y se presentan con frecuencia en la práctica. Los hemos reunido en el cuadro siguiente:

m	τ	m	τ	m	τ	m	τ
10,000	0,063	50,000	0,455	80,000	0,925	120,000	1,96
20,000	0,138	55,000	0,520	85,000	1,02	130,000	2,34
30,000	0,225	60,000	0,590	90,000	1,125	140,000	2,80
35,000	0,280	65,000	0,660	95,000	1,250	150,000	3,35
40,000	0,334	70,000	0,745	100,000	1,380		
45,000	0,390	75,000	0,832	110,000	1,640		

(τ es el tanto por ciento de metal referido á la sección $b \cdot h$ y no á la total $b \cdot H$, como se acostumbra generalmente; hemos procedido así á fin de simplificar la cuestión).

El cuadro que acabamos de escribir interpretado gráficamente es de utilidad para los constructores que siguen el método de cálculo de Mr. Hennebique; permite, en efecto, deducir el momento resistente vez conocidos h y τ ó bien h conocido el momento M_f y τ ; el problema que consiste en determinar τ conocido M y h , puede también resolverse con la ayuda del gráfico; generalmente la cuestión se presenta en esta forma.

Aplicando las relaciones obtenidas en la primera y en la segunda hipótesis (x) obtendríamos cuadros análogos que también traduciríamos gráficamente. Si tomamos en todos estos gráficos como abscisas á los valores de τ , la relación entre las ordenadas correspondientes á la 1.^a y 2.^a hipótesis y las obtenidas aplicando la ecuación (f), serán los coeficientes de seguridad respectivos.

Este estudio nos conduce á las siguientes conclusiones:

Los valores de τ inferiores á 0,3 0/0 son peligrosos por la gran influencia que tiene la tracción del hormigón en el momento resistente, tracción con la cual no es prudente contar en absoluto por razones que no repetiremos.

Para valores de τ superiores á 1 0/0 la influencia de la tensión del hormigón en la resistencia es pequeña, pero en cambio se deduce del gráfico que, á partir de este límite el coeficiente de seguridad obtenido aplicando las fórmulas de Mr. Hennebique, disminuye bastante.

Por tanto los mejores valores de τ estarán comprendidos entre 0,3 y 1 0/0; así sucede, en efecto, en muchas obras proyectadas con arreglo al sistema citado por ingenieros competentes. En estas condiciones se obtiene por el cálculo un coeficiente de seguridad superior siempre á 2,5; pero teniendo en cuenta que hemos hecho el cálculo en condiciones desfavorables, bien puede asegurarse que éste será en la práctica superior á 3. Si tomamos, por ejemplo $\tau = 0,5$ 0/0 se deduce de los diagramas.

Sist. Hennebique	$m = 5,35 \times 10^4$
1. ^a hipótesis	$m_1 = 12,15 \times 10^4$
2. ^a "	$m_2 = 15,70 \times 10^4$

Suponiendo que las condiciones de trabajo sean intermedias entre las que suponen la 1.^a y la 2.^a hipótesis, es decir, $m' = \frac{m_1 + m_2}{2} = 13,90$, el coeficiente de seguridad será $\frac{m'}{m} = 2,6$; la experiencia demuestra que el valor $\frac{m'}{m}$ es en este caso, como término medio, $\frac{15}{5,36}$

(x) Para determinar el momento resistente hay que empezar por ver cual de los dos materiales (cemento ó metal) llega antes á su límite de elasticidad, para ello se determina la relación $\frac{\sigma_e}{\sigma_f}$ por medio de las eq^o (1) y (2) (1.^a hipótesis) ó de las correspondientes en la 2.^a. Es evidente que para pequeños valores de τ llegará antes el metal á su límite de elasticidad y para los grandes el cemento.

que se acerca al valor 3 que habíamos anunciado.

Vemos que el sistema Hennebique conduce á buenos resultados cuando se le aplica entre límites convenientes; como hemos dicho, los buenos constructores se mantienen instintivamente entre estos límites en la mayoría de los casos prácticos. Por otra parte, el salirse de ellos no es tan peligroso como teóricamente parece, porque hemos desarrollado el estudio adoptando con frecuencia hipótesis desfavorables á la resistencia.

Esfuerzos cortantes. No es frecuente que en los suelos se desarrollen esfuerzos cortantes considerables; pero en cambio en los forjados de los puentes y al paso de los carros puede el trabajo que se desarrolla por este concepto superar al debido á la flexión. Conviene, pues, fijarse en la manera de contrarrestarlos.

Ante todo es preciso distinguir los esfuerzos cortantes verticales de los horizontales, llamados también esfuerzos rasantes.

Esfuerzos cortantes verticales. Se oponen á ellos las armaduras horizontales y el hormigón mismo; pero en la práctica se desprecia la resistencia de este último que es relativamente pequeña.

Esfuerzos rasantes. Se contrarrestan por medio de armaduras verticales tales como los estribos del sistema Hennebique; también se opone al deslizamiento longitudinal de las fibras la resistencia del hormigón á la cortadura, pero se acostumbra á no tenerla en cuenta.

Para evaluar estos esfuerzos admitiremos una hipótesis simplificada, que nos conducirá á una aproximación por exceso suficiente en la práctica; esta es: que admitimos que la armadura absorbe en su totalidad los esfuerzos de tracción. Esto supuesto se ve inmediatamente que el esfuerzo rasante es igual al que tiende á hacer resbalar al metal sobre el hormigón, y que al contrario de lo que ocurre con otros materiales, en los que dicho esfuerzo es máximo en la fibra neutra, en éste es constante en toda la parte extendida.

Si llamamos F al esfuerzo en cuestión y σ_f y σ_f' á los trabajos unitarios del metal en las secciones correspondientes á dos estribos consecutivos, se tendrá

$$F = \omega_f (\sigma_f - \sigma_f').$$

Que nos dice que tanto los esfuerzos rasantes, cuanto los que tienden á destruir la adherencia entre el metal y el hormigón, se anulan cuando $\sigma_f = \sigma_f'$, es decir, en el caso de una viga de igual resistencia,

Esta última circunstancia se realiza en parte en el sistema Hennebi- que con el empleo de barras curvas cuya forma se aproxima á la de la curva de momentos flectores; el empleo de barras curvas ofrece además la ventaja de que se resiste con ellas ventajosamente á los momentos flectores negativos que origina el empotramiento de los apoyos; por otra parte es sabido que los esfuerzos máximos que se desarrollan en las vigas son siempre inclinados, y es fácil ver por comparación lo que ocurre en las vigas metálicas que su dirección estará, generalmente, comprendida dentro del ángulo que forman el estribo y la barra curva en el punto que se considera.

Como vemos el empleo de la barra curva ofrece serias ventajas; sin embargo algunos constructores prescinden de ella y prefieren adoptar disposiciones especiales para evitar los inconvenientes señalados; así Mr. Boussiron fija sólidamente los estribos á las barras horizontales con objeto de evitar el deslizamiento de éstas y el Sr. Ribera adopta en sus vigas una celosía además de los estribos para ponerse en guardia contra los esfuerzos rasantes á que da lugar el empleo de barras rectas; algunos constructores adoptan una solución muy satisfactoria, cual es el empleo de vigas parabólicas ó de otras formas que realicen la viga de igual resistencia, y por último, se ha propuesto el empleo de armaduras de sección variable del centro á los apoyos; pero esta solución es demasiado complicada para ser práctica.

Veamos ahora cómo pueden determinarse las dimensiones de los estribos: para ello llamaremos M_f y M'_f á los momentos flectores que se desarrollan en dos secciones de la viga, distantes entre sí de una longitud igual al brazo de la palanca del par de fuerzas interiores que llamaremos b_1 ; se tiene entonces

$$F = \omega_f (\sigma_f - \sigma'_f) = \frac{M_f - M'_f}{b_1} \quad (1)$$

b_1 es necesariamente menor que h , pero en general difiere poco de esta cantidad y en un cálculo aproximado puede admitirse $b_1 = h$, sobre todo si se tiene en cuenta que todas las hipótesis que anteriormente hemos admitido conducen á exagerar las dimensiones de los estribos.

Por lo tanto podremos escribir

(1) Esta ecuación supone θ constante para toda la viga.

$$F = \frac{M_f - M'_f}{h} \quad (4) \quad (z)$$

Esta relación permite determinar la sección de los estribos, dada su distancia ó inversamente; asimismo permite determinar la repartición de éstos á lo largo de la viga si (como ocurre siempre) se utilizan los mismos en toda su longitud; basta para ello que dichas armaduras disten en todos los puntos de la viga de una longitud tal que la diferencia $M_f - M'_f$ sea una cantidad constante. Esto se consigue fácilmente una vez trazada la curva de momentos flectores por tratarse de una sencilla construcción gráfica

La relación (z) puede poderse bajo otra forma; si b es el esfuerzo cortante en un punto de la viga, se tendrá

$$dM_f = bdl$$

integrando entre los límites correspondientes á una longitud $= h$ y llamado $M_f - M'_f$ á los valores correspondientes del momento flector, se tiene

$$M_f - M'_f = \int_0^h b \, dl = b_m \times h \quad b_m = \text{esfuerzo cortante medio en la longitud } h$$

y teniendo presente (z)

$$F = b_m$$

En las construcciones Hennebique la mitad de las barras de tracción son rectas, de modo que el valor de F es la mitad del indicado en la anterior identidad, es decir, que se tiene

$$F = \frac{b_m}{2} \quad (\beta)$$

Esta es, precisamente, la relación adoptada por Mr. Hennebique. Dicho señor determina por medio de la ecuación (β) la separación de los estribos en los apoyos y la aumenta gradualmente al acercarse al centro de la viga, siguiendo la ley de variación de los esfuerzos cortantes, lo que equivale al medio de repartición que hemos apuntado;

(4) Si se quiere obtener mayor seguridad se deberá escribir

$$E = \frac{M_f - M'_f}{h \left(1 - \frac{K}{3}\right)}$$

de todos modos conviene que la distancia máxima entre los estribos no sea superior á 50 ó 60 cm.; no debe olvidarse, en efecto, que además de la citada, los estribos tienen otra misión que es la de establecer cierta solidaridad entre los elementos de la viga de cemento armado, y es conveniente que ésta exista aun en los puntos en los que los esfuerzos rasantes no son considerables.

Las consideraciones expuestas sobre el cálculo de los estribos son enteramente aplicables al caso de los forjados; en éstos las barras de tracción son alternativamente rectas y curvas y los estribos se aplican en las primeras; así debe de hacerse porque en ellas se desarrollan principalmente los esfuerzos cortantes horizontales.

Resumen de las hipótesis admitidas. A fin de que se pueda juzgar de la mayor ó menor exactitud del estudio anterior las reunimos á continuación:

La primera que hemos admitido es la de la conservación de las secciones planas en el prisma deformado. Hemos supuesto también la constancia del coeficiente de elasticidad para las fibras comprimidas; es decir, la relación lineal entre las deformaciones y las tensiones; ahora bien, según resulta de las experiencias del Profesor Bach (1) la relación que liga á estas cantidades se acerca más á la forma exponencial. Hemos hecho un estudio basándonos en las ecuaciones y coeficientes de Bach, y nos vemos conducidos á resultados poco diferentes de los que nos da la relación lineal que preferimos por su sencillez.

Otras hipótesis hemos admitido en el desarrollo de los cálculos, que están fundadas en la pequeñez de la sección del metal con relación á la del hormigón y que, por tanto, no serán aplicables en los casos, poco frecuentes en este sistema de construcción, en que esto no se verifique; son las siguientes:

1.^a) No se establece diferencia entre las distancias á la fibra neutra de la media y de la extrema del metal.

2.^a) No se tiene en cuenta el momento de inercia del metal con relación á su centro de gravedad.

3.^a) En la evaluación de τ no se tiene en cuenta la disminución de la sección de conglomerado ocasionada por la presencia del metal.

(1) Véase Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, año 1896, págs. 1381 y siguientes.

4.^a) Se supone K' constante, siendo así que varía con la altura de la viga, porque generalmente la que es constante es la distancia del eje de las barras á la cara inferior de la viga. (Hennebique adopta para esta distancia 25 m/m en los forjados y 50 m/m en las vigas.)

Además hemos admitido la constancia de la tensión del hormigón en una de las hipótesis y prescindido de ella en la otra.

En lo que se refiere al esfuerzo cortante, hemos prescindido siempre de la resistencia del hormigón por este concepto y en el caso particular de los esfuerzos rasantes hemos admitido además que θ tiene el mismo valor para todas las secciones de la viga y no tenido en cuenta el trabajo del hormigón por tensión; en cambio exageramos ligeramente el valor del brazo de palanca del par de fuerzas interiores. Hemos supuesto, por último, que las barras curvas se adaptan por completo á la forma de la curva de momentos flectores; en realidad no sabemos hasta qué punto llega el empotramiento, y por tanto, donde deberá cruzar la barra curva con la fibra neutra; pero podemos orillar la dificultad suponiéndolo perfecto, con lo cual se ve (teniendo en cuenta que sólo se curva la mitad de las barras) que nos acercamos más al sólido de igual resistencia que lo que supone el cálculo.

La mayoría de las consideraciones expuestas sólo son aplicables al sistema Hennebique y sus derivados; existen otros sistemas en los que se sigue un criterio completamente distinto del de este constructor, y claro es que estos procedimientos de cálculo no les son aplicables. Así, por ejemplo, los Sres. Bonna y Mattraí prescinden por completo de la resistencia del conglomerado adoptando estructuras en las que el metal puede por sí sólo resistir á los esfuerzos á que se halla sometida la construcción y en las que el hormigón constituye un relleno encargado de transmitir los esfuerzos al metal y al mismo tiempo protegerle de los agentes exteriores. En el sistema Cottancin se procura evitar en absoluto las tensiones del hormigón, y al efecto, la armadura extendida forma una verdadera red entre cuyas mallas, que tienden á estrecharse por la tensión, se encuentra comprimido el conglomerado en vez de sufrir esfuerzos de extensión como en los demás sistemas (1).

Todos estos sistemas, y otros en los que también se desconfía del

(1) Este mismo objeto se puede conseguir empleando el metal desplegado (metal deployé) ó bien dando al metal una tensión inicial; en realidad hemos visto que no son temibles las tensiones del hormigón, lo que tampoco conviene en cambio es contar demasiado con ella en los cálculos.

hormigón, conducen á no utilizar por completo las buenas cualidades del hormigón armado; sin embargo puede en muchos casos ser ventajosa su aplicación, por ejemplo cuando el hormigón sea de inferior calidad ó bien por la mayor facilidad de construcción á que algunos se prestan. En cuanto á los procedimientos de cálculo que en ellos se utilizan varían con cada sistema, y en general puede decirse que son sencillos y conducen á una seguridad muy satisfactoria.

A veces existen grandes analogías entre el modo de proceder de distintos constructores; tal sucede con las tuberías en las que tanto los procedimientos adoptados para su cálculo, como el modo de construcción son casi los mismos en todos los sistemas, existiendo únicamente entre ellos pequeñas diferencias de detalle más ó menos justificadas.

(Se continuará)

CARLOS LAFFITTE

San Sebastián, Julio de 1906.

Necrología

JOAQUÍN ARAJOL Y MENTRUIT.—Una penosa enfermedad acaba de arrebatarnos en la flor de la edad al digno compañero y buen amigo, que con su talento y laboriosidad había logrado conquistarse una reputación poco común como ingeniero y como constructor.

Desde su salida de la Escuela de Ingenieros en 1881, dedicó el señor Arajol su inteligente actividad á dar impulso al taller de calderería, fundado por su padre D. Antonio en 1865, distinguiéndose al poco tiempo por las brillantes aplicaciones que supo hacer de los conocimientos teóricos adquiridos en su carrera al perfeccionamiento y economía de los trabajos de su ramo. El Congreso Internacional de Ingeniería, celebrado en 1888 en nuestra ciudad con motivo de la Exposición Universal, proporcionó á nuestro compañero una magnífica ocasión de dar á conocer el fruto de sus estudios, presentando dos trabajos originales que merecieron elogios de los congresistas: el indicador reversible para calderas de vapor y los cuchillos de armadura racionales, conocidos hoy en todas partes con el nombre de su inventor.

Este último trabajo, especialmente objeto de una interesante Memoria publicada en esta Revista en 1889, dió lugar á importantes discusiones, tanto en el citado Congreso, como en la prensa técnica, ocupándose con interés del asunto periódicos como *Le Génie Civil*, *The Engineer*, etc., haciéndose bien patente la marcha racional seguida por el inventor para crear un tipo de cuchillo de armadura económico, el cual ha sido objeto de numerosas aplicaciones.

Poco después abordó el Sr. Arajol otro problema de índole parecida, relativo á la construcción de cubiertas en forma de sierra con iluminación lateral, y obtuvo una solución elegante y económica que desarrolló en una conferencia dada en la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona en 21 de Diciembre de 1891 (Revista de Marzo 1892).

Y al mismo tiempo que nuestro malogrado compañero daba tales muestras de actividad intelectual, demostraba su entusiasmo por la clase robando horas al sueño para organizar la Secretaría de la Asociación de Ingenieros, que ocupó desde 1890 á 1894. Nadie mejor que el que escribe estas líneas, y que tuvo la honra de sustituirle en dicho cargo, pudo apreciar el celo desplegado por el Sr. Arajol en su paso por la Secretaría, quedando como público testimonio el *Anuario* publicado en 1895. Más adelante el improbo trabajo que sobre él pesaba le hizo mantener alejado de todo cargo activo, pero no por eso decayó su entusiasmo por la clase y la ingeniería.

Su prematura muerte ha causado profundo pesar á todos los compañeros que, aparte del aprecio que le teníamos, vemos con pena desaparecer á un ingeniero que había empezado bajo tan brillantes auspicios y había honrado nuestra patria, haciendo que el nombre de un inventor español se mencionara con elogio en el extranjero.

NOTICIAS

EL NUEVO TRASATLÁNTICO "LUSITANIA".—Este hermoso buque, botado al agua el 7 de Junio de 1906 en los astilleros de MM. John Brown & C.^o, de Clydebank, es el primero de los dos encargados por la Compañía Cunard, para el servicio rápido entre Liverpool y New York, que llevan como motores turbinas de vapor y están calculados para una velocidad de 25 nudos.

Sus dimensiones principales son 239'40 ms. de eslora, por 26'80 de manga con el enorme calado de 10 metros favorable al efecto de los propulsores, pero que tiene el inconveniente de limitar el campo de acción del buque á puertos especiales. Para su movimiento existen 4 hélices montadas sobre otros tantos ejes movidos los laterales por dos turbinas cada uno y los centrales por una sola; una de las turbinas de cada eje lateral sirve para la marcha hacia atrás. Las turbinas exteriores reciben vapor á 14 kgs. y lo envían á las turbinas de baja presión, que son las correspondientes á los ejes centrales. Estas turbinas pesan 430 toneladas; su diámetro exterior es de 4^m,780 y el de las paletas de la hélice de 5^m,800. Sus ejes tienen un diámetro de 0^m,825 en la parte donde se fija la turbina y 0^m,550 en la parte libre. El vapor es proporcionado por 25 calderas cilíndricas de retorno de llama, del tipo marino ordinario con una superficie total de calefacción de 14.400 metros cuadrados.

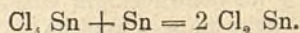
A propósito de este buque, la Revista de la *Société des Ingenieurs Civils de France*, de donde tomamos estos datos, llama la atención sobre el enorme crecimiento de los trasatlánticos y especialmente de sus máquinas, á medida que se han ido aumentando las velocidades y con ellas las proporciones de los órganos motores, lo cual puede verse en el siguiente cuadro:

FECHAS Y NOMBRES	Britannia	Persia	Gallia	Umbria	Campania	Lusitania
DE LOS TRASATLÁNTICOS	1840	1856	1879	1884	1893	1907
Combustible total por viaje, ts	570	1400	836	1900	2900	5000
Carga.	224	750	1700	1000	1620	1500
Número de pasajeros	115	250	320	1225	1700	2350
Potencia indicada HP.	710	3600	5000	14500	30000	68000
Presión efectiva en las calderas	0'64	2'30	5'30	8'50	11'50	14'00
Carbón por caballo hora indicado	2'30	1'70	0'85	0'85	0'275	0'66
Velocidad en servicio	1'70	13'10	15'50	19'00	22'00	25'00

PROCEDIMIENTO ELECTROLÍTICO PARA LA RECUPERACIÓN DEL ESTAÑO.—En un número reciente del *Elektrochemische Zeitschrift* se describe un procedimiento electrolítico empleado desde hace dos años en Copenhague para extraer el estaño de las cajas de conservas usadas, el cual presenta notables ventajas respecto de los procedimientos usuales. Estos consisten, en someter los desechos de estaño al calor en hornos especiales; pero aparte de que de este modo casi no se

aprovecha más que el estaño de la soldadura, existe el inconveniente de que bajo la acción del calor se forma una aleación de hierro y estaño difícil de separar.

El procedimiento electrolítico Bergsoe á que nos referimos, permite separar la totalidad del estaño contenido tanto en la soldadura como en la plancha. Las cajas se tratan sin necesidad de limpiarlas previamente; únicamente se les hace un agujero en su fondo y se colocan en un cesto del cual no se mueven mientras dura la operación. En estas condiciones se sumergen los cestos en una solución de cloruro estánico, que contiene aproximadamente un 2 por 100 de dicho metal, y que al obrar sobre el estaño se transforma en cloruro estañoso



La reacción se verifica gradualmente como una legivación metódica y el líquido resultante se envía por medio de una bomba de latón á los vasos electrolíticos, donde se verifica una reacción inversa de la anterior; es decir, que el cloruro estañoso se transforma de nuevo en estánico abandonando estaño, que se deposita en forma de pequeños cristales. El líquido vuelve á servir de nuevo como disolvente y el estaño recogido se funde y vende como estaño puro. El gasto de energía es de unos 47 kilovatios por 1000 kgs. de estaño recuperados.

El líquido empleado en la operación puede servir tres ó cuatro meses, al cabo de los cuales es preciso reemplazarlo por contener una cantidad excesiva de cloruro de hierro. Se prepara fácilmente tratando recortes de hoja de lata por ácido clorhídrico en presencia de cuerpos oxidantes ó disolviendo directamente el estaño en el ácido.

LOS INGENIEROS TITULARES DE BÉLGICA.— Muy á menudo vemos en España que se llaman á sí mismos Ingenieros, individuos que se dedican á la Industria sin poseer título oficial alguno y muchas veces sin los conocimientos más elementales de la Ingeniería. Y si esto sucede con individuos del país que nos son perfectamente conocidos, calcúlese lo que pasará con los numerosos técnicos extranjeros que nos invaden y que, salvo algunas honrosas excepciones, no suelen ser más que prácticos en alguna industria determinada. Los abusos á que esta usurpación da lugar, han llamado la atención de las mismas naciones exportadoras de personal técnico, y con objeto de evitarlos, los ingenieros titulares de las Escuelas técnicas de Bélgica han formado un anuario en el cual figuran los nombres de todos los ingenieros salidos de las cinco verdaderas escuelas de ingenieros de dicho país: Escuela Politécnica de Bruselas, Escuelas especiales de Gante, Escuela de Minas de Lieja, Escuela de Lovaina y Escuela provincial de Industria y Minas de Hainaut. Este anuario es remitido por el Gobierno belga á todos los miembros del cuerpo diplomático y Agentes consulares de Bélgica en el extranjero. Sería de desear en bien de todos que imitasen esta conducta las demás naciones que nos envían sus técnicos, con lo cual al mismo tiempo que se evitarían ciertos engaños, mantendrían más alto el prestigio de los ingenieros con título oficial.

BIBLIOGRAFÍA

TRATADO DE QUÍMICA MODERNA por el Dr. D. Gonrado Granell. —Madrid, Librería de los Sres. Bailly-Baillière é Hijos, Plaza de Santa Ana 10, y en todas las librerías de España y América.—Precio encuadernado en tela, 12 pesetas.

En el extenso campo de la ciencia química existía un pequeño resquicio que llenar, consistente en una obra que tratara la Química general de una manera sencilla pero completa, y que á la par de servir de ayuda en la práctica del laboratorio se ajustara ó contestase á los diversos programas de la asignatura de química que se estudia en nuestras Universidades, Escuelas normales, militares, de ingenieros, etc. Este vacío se ha llenado, afortunadamente para la Ciencia, con la publicación de este notable libro lujosamente editado y de precio económico.

En las 740 páginas de que consta este libro se han condensado todas aquellas teorías, hipótesis y hechos indispensables que dan clara idea de la ciencia química. Dividido en tres partes y un apéndice, dá á conocer en la primera de aquéllas las *Nociones de química general* que son imprescindibles para el estudio de esta ciencia. En la segunda estudia primero los *Metaloídes* y luego los *Metales*. La parte tercera es sumamente notable, pues ocupándose de materia tan escabrosa, árida y difícil cual es la *Química orgánica*, en este libro su estudio es tan claro y todas las cuestiones están tan precisamente expuestas, que se hace ameno, agradable é interesante el conocimiento de las fórmulas y el de las funciones químicas. Por último, en el apéndice da á conocer los *Análisis químicos*.

Dadas las condiciones que ofrece este libro no dudamos que se le dispensará una buena acogida.

MANUAL DEL APRENDIZ Y DEL AFICIONADO ELECTRICISTA, en dos tomos respectivamente, por Roberto Marie y Humbert Zeda, traducido al castellano por el ingeniero D. Ricardo Yesares Blanco.—Madrid, Librería Bailly-Baillière, Plaza de Santa Ana 10, y en todas las librerías de España y América.—Precio de cada tomo: 2 pesetas en rústica y 2'50 encuadernado en tela.

Tomo I.—Principios de electricidad y máquinas eléctricas.—Cuantos se dedican al estudio y práctica de la electricidad pueden con el estudio de este libro llegar al completo dominio de todos los ramos de la ciencia eléctrica sin necesidad de conocimientos matemáticos, porque se prescinde de ellos y del formulismo, y en cambio se dan á conocer de una manera breve y precisa los principios de la electricidad y sus aplicaciones prácticas, en el presente

Manual que se acaba de publicar, y en cuya edición francesa han colaborado técnicos especialistas de gran valía.

Este primer tomo está dedicado al estudio de los *Principios de electricidad y máquinas eléctricas*. En él se hace la historia de la electricidad estática y dinámica, y se dan á conocer las corrientes continuas, la electroquímica, el electromagnetismo, la electrodinámica, las corrientes de inducción, la capacidad, las unidades de medida y las corrientes continuas, con el estudio de las máquinas magneto y dinamoeléctricas, motores y alternadores, terminando con la exposición de las corrientes alternativas.

Los dibujos esquemáticos que ilustran el texto á más de ser de gran utilidad completan el valor de este interesante libro.

Tomo II.—Timbres eléctricos y Pararrayos.— Al estudio de aplicaciones de la electricidad, tan sencillos y tan extendidos en el uso doméstico y en las poblaciones, cual son el timbre eléctrico y los pararrayos, está dedicado el segundo tomo de este Manual.

En la primera parte de este volumen se explica cómo se agencian los aparatos necesarios para construir un timbre y una red, y cuáles son los accesorios indispensables en toda instalación, dando algunos ejemplos. La exposición progresiva y metódica de los circuitos está presentada con gran cuidado, así como la parte material de los trabajos es minuciosamente descrita en todos sus detalles. La parte segunda describe la teoría de los pararrayos, dando á conocer el sistema Mersens, la corona de puntos, sistema Oliva y la verificación de los mismos con tal claridad, que cualquier persona, por muy vagas que sean las nociones que posea de electricidad práctica, sacará resultado provechoso del estudio de este libro.

GUIA DEL AFICIONADO ELECTRICISTA por E. Keignart y Ricardo Yesares Blanco.—Madrid, P. Orrier, Editor, Plaza de la Lealtad 2. — Un tomo en rústica, 5 pesetas; en tela, 6 pesetas.

Bajo este título acaba de publicarse una obra nueva del distinguido ingeniero electricista D. Ricardo Yesares Blanco. Su autor ha tenido por objeto principal guiar al aficionado en los primeros pasos de su carrera de electricista, enseñándole la manera más sencilla de fabricar los aparatos más elementales.

La obra forma un volumen de cerca de 500 páginas, ilustrado con 310 figuras, y en ella encontrarán nuestros lectores la manera de construir pilas, teléfonos, timbres eléctricos, instrucciones prácticas para hacer instalaciones de luz eléctrica, construir, encendedores, máquinas eléctricas, acumuladores, niquelar broncear, dorar, etc.

Este libro no tiene la pretensión de enseñar la ciencia eléctrica; sin embargo, ha parecido necesario á los autores decir á veces algunas palabras sobre la teoría; pero lo han hecho lo más breve y lo más sencillamente posible, materializando, si se puede hablar así, la teoría en números fáciles de interpretar y de una aplicación inmediata, de modo que este libro está destinado á prestar un gran servicio á todas aquellas personas que con solo tener rudimentos de matemáticas quieran conocer lo más esencial de la electricidad y de sus aplicaciones.

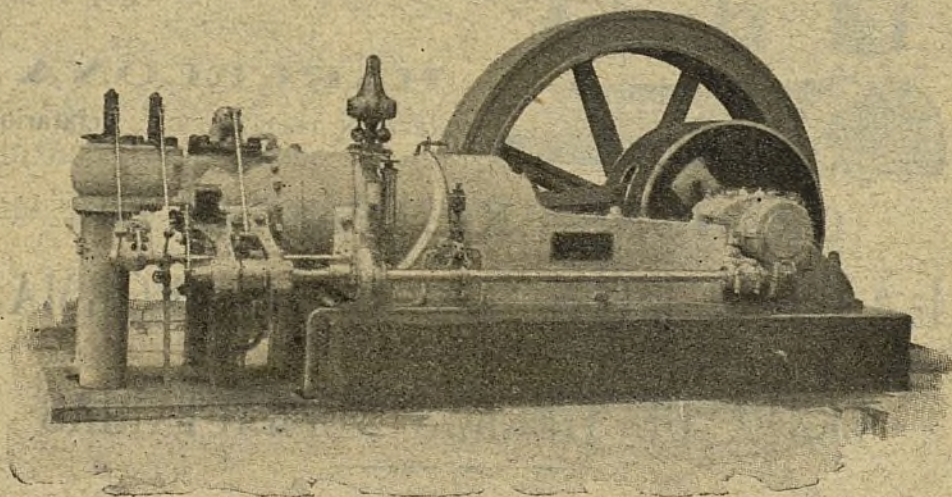
LA MAQUINISTA

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 HIDRÁULICOS de todas clases.

MÁQUINAS MARINAS.

LOCOMOTORAS Y MATERIAL FIJO para ferrocarriles.

CONSTRUCCIONES METÁLICAS; puentes, armaduras, mercados públicos.

GRUAS DE MANO, DE VAPOR, hidráulicas y eléctricas.

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



—> POR <—

CUCURNY



DESPACHO:

BARCELONA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: Refatarios



GRANDES EXISTENCIAS DE LADRILLOS DE TODAS FORMAS

VENTA DE TIERRAS REFRACTARIAS

Retortas y piezas para hornos á gas, sulfuró 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 Mufas para la cocción y decoración de la Mayolica, vidrio, porcelana, etc., etc.

Hornos especiales para fundir toda clase de metales.

Crisoles, Copelas y Mufas, 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.

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; Calsals, Pino, 5; y Parera.

Colección Legislativa

REFERENTE Á LOS

INGENIEROS INDUSTRIALES

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

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

Ayuntamiento de Madrid

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.

Proyectos y Presupuestos.

'MECHANICAL WORLD'

The most Progressive and Practical Journal of
**Machine Construction, Mechanical,
Electrical and Motive Power Engineering.**

Fully Illustrated. Annual Subscription 8/8 post free.

Specimen copy free on application to
65, KING STREET, MANCHESTER, ENGLAND.

ZEITSCHRIFT

für das gesamte

TURBINENWESEN

Dampfturbinen, Wasserturbinen, Kreisel-
pumpen, Kreiselgebläse, mit Einschluss
der Gasturbinen, der Turbodynamos und
der Turbinenschiffe sowie der Kreisende
Dampfmaschinen.

R. OLDENBOURG — München

Se publican 3 veces por mes.

Precio de suscripción anual: 18 marcos

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

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	9	Copias de Patentes en vigor y caducadas
Puesta en práctica de las invenciones	6	Formación y copias de planos
Pago de cuotas anuales	6	Traducciones en todos los idiomas.

Precios sumamente reducidos

EXTRANJERO

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

Rambla de Canaletas, 5.-Barcelona

SPANISH CHEESE DYEING PATENT

N.º 29187 / 1902

This Patent, perfected and improved by years of Commercial Dyeing, is **FOR SALE**.

It dyes wool yarns on Cheeses, and it is the only Cheese dyeing process which dyes yarn perfectly even and level in color—BECAUSE—the dyeing process compels the dye liquor to go through the cheese from the outside to the inside and from the inside to the outside alternately several times each and every minute that the dyeing process is going on. These alternating passages of the dye liquor through the yarn make the machine different from, and the results of dyeing by this machine infinitely superior to, every other Cheese dyeing machine.

The finest and most tender yarns dyed and worked with the same facility as thick and strong yarns.

The dyeing machine is automatic in operation and occupies little space. The cost of labour is very small, and a large turnout of dyed yarn is made with a plant occupying very little room.

All information and terms of sale given on application to R. Illingworth, Hill Street, Coventry, England.