

he dibujado las dos rectas que corresponden a los dos valores de $c = 0,16$ (paredes lisas) y $c = 0,47$ (paredes de mampostería).

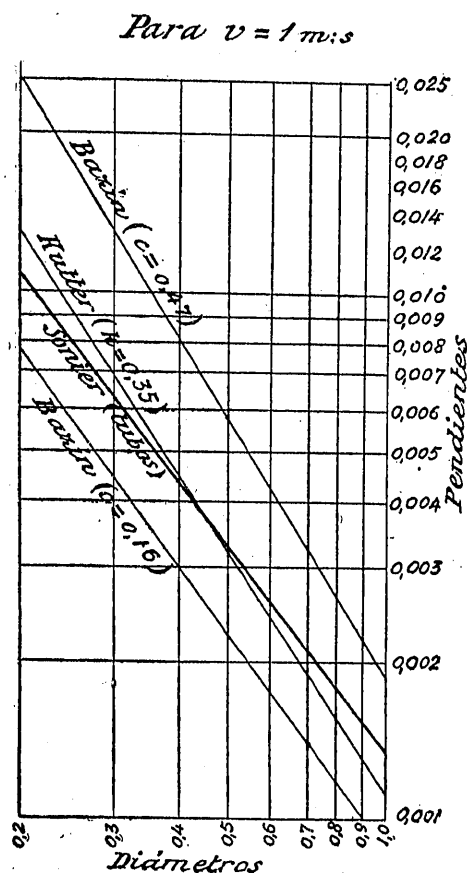


Fig. 3.ª

Para la de Kutter

$$v = \frac{100 R}{K + \sqrt{R}} \sqrt{i}$$

he tomado el valor $K = 0,35$ (paredes de fábrica) que es el que se emplea en estos casos. (Para paredes de mampostería es 0,45).

Como se ve en la figura la fórmula propuesta da resultados muy próximos a la de Kutter.

HIERROS Y ACEROS⁽¹⁾

Damos a continuación un extracto en su parte esencial del informe de la Comisión investigadora de los Ensayos de Dureza.

Fue instituída dicha Comisión en 1914 para informar acerca del ensayo de dureza que convendría aplicar a los ejes y pasadores de acero templado. El Instituto de Ingenieros Mecánicos nombró Presidente a Unwin y Vocales a Barr, Hadfield, Sankey, Stanton y Tutton.

Reunida la Comisión, acordó hacer objeto de su estudio la dureza, entendiendo como tal la propiedad de los materiales que asegura a éstos la resistencia al desgaste por rodadura ó resbalamiento. Decidieron, pues, practicar en el Laboratorio Nacional de Física ensayos de resistencia al desgaste, especialmente entre superficies secas. Al mismo tiempo debían efectuarse ensayos de dureza por el método de Brinell y escleroscópico por el de Shore.

Los ensayos debían referirse a dos clases de esfuerzos que obran de modos totalmente diferentes: ensayos para determinar la magnitud de la desintegración que se verifica en la superficie

de los carriles de acero, causada por el rozamiento de las ruedas muy cargadas y otros para medir el desgaste entre superficies que resbalan una sobre otra. Las características de la primera clase de desgaste son la extraordinaria pequeñez del movimiento relativo entre rueda y carril y la gran magnitud del esfuerzo de compresión en la línea de contacto. El segundo género está caracterizado por condiciones inversas: presión relativamente pequeña y movimiento relativo considerable. Ejemplos de este segundo desgaste son el movimiento de los ejes en sus cojinetes, del taco en las paralelas de una máquina de vapor y muchos más.

Las anteriores consideraciones prescribían los ensayos que era necesario practicar: ensayos de desgaste rodado en seco y ensayos por rozamiento en seco y lubricado, unos y otros combinados con los ensayos de Brinell y de Shore, que debían practicarse antes y después que los de desgaste.

Los ensayos estuvieron a cargo de Stanton, de la Comisión, y de Batson, agregado a ella para ese fin. Comenzaron empleando una máquina construída *ad hoc* en el Laboratorio; pero pronto echaron de ver que su complicación era excesiva y resolvieron usar una máquina de ensayos de fatiga por el procedimiento de Woehler, adaptándola al de Saniter para ensayos de rozamiento rodado; la descripción de este método puede verse en la Memoria del Sr. Mendizábal. El diámetro de la barreta de prueba era de $\frac{1}{2}$ pulgada (1,27 cm.) y el interno del anillo rodante de acero duro era de una pulgada; la velocidad de 4.000 vueltas por minuto y el peso que se aplicaba al anillo móvil de 410 libras (158 kilogramos).

El desgaste—reducción del diámetro de la probeta—se medía en $\frac{1}{10000}$ de pulgada después de 20.000 vueltas; ó sean cincuenta minutos. La *resistencia al desgaste* es el número recíproco del anterior multiplicado por 1.000.

Los materiales usados para las pruebas de desgaste rodado fueron seis barretas de acero-níquel-cromo con 0,7 por 100 de carbono, que recibieron diferentes tratamientos térmicos, y dos barretas de acero al manganeso, suministradas todas ellas por Hadfield. El análisis dió las siguientes composiciones;

	C	Si	Mn	Cr	Ni
Barretas de acero cromo-níquel	0,70	»	»	2,0	2,5
Idem de id. al manganeso	1,36	0,36	13,10		

Las seis barretas cromo-níquel fueron calentadas a 850° C. y templadas en aceite; las 2, 3, 4, 5 y 6 fueron además revenidas a 200, 300, 400, 500 y 600°, respectivamente. En el cuadro número 1, incluido al final, pueden verse los resultados obtenidos, entre los que figuran los números de Brinell y escleroscópico, antes y después del desgaste, el coeficiente de desgaste y la resistencia a éste, tal como antes la definimos.

El número de Brinell se determinó con bola de 10 milímetros de diámetro y carga de 3.000 kilogramos, actuando durante treinta segundos.

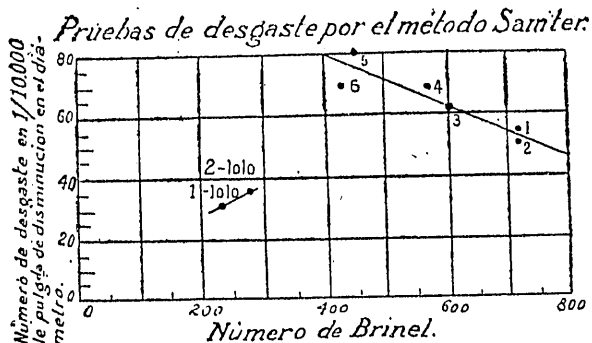
El *diagrama núm. 1* adjunto permite ver que las resistencias al desgaste de los seis aceros templados son, aproximadamente, proporcionales a los números Brinell de dureza, resultado en armonía con los que había obtenido Saniter para los aceros al carbono, cuya proporción de este elemento no excede del 0,7 por 100. Pero en muchos casos no hay esa correlación, y ejemplo palmario de ello presentan los aceros al manganeso marcados en el citado diagrama con las acotaciones 1-1.010 y 2-1.010, los cuales, con un número muy bajo de dureza, presentan, sin embargo, una gran resistencia al desgaste. Los números escleroscópico de estos dos aceros, antes y después del desgaste, están, aproximadamente,

(1) Véase el núm. 2175.

en la relación de 1 á 2; pero esta circunstancia no basta para explicar la excepcional resistencia al desgaste de los aceros al manganeso.

Según Hadfield, esa cualidad peculiar de tales aceros es debida á la deformación local del carril en la generatriz de apoyo de la rueda, la cual produce una especie de bálido que origina un

Núm. 1.



aumento de cohesión del material. En el ensayo por el método de Saniter ocurre análogamente que, al aplicar el peso al anillo móvil, una banda sumamente angosta del material sufre un esfuerzo superior al límite elástico aparente; después de algunas vueltas, se habrá formado en todo el contorno un anillo muy tenue de materia permanente deformada, cuya resistencia á una nueva deformación es mayor que en el estado inicial, como es bien sabido.

Con respecto al valor práctico del método Saniter para ensayos de desgaste por rodadura, opina la Comisión que, cuando se desee conocer de antemano la resistencia al desgaste rodado de un material que haya de soportar cargas considerables, como un carril de acero, por ejemplo, tal ensayo puede suministrarnos los datos que buscamos, siempre que se observen las siguientes precauciones:

1.ª Fijar la barreta de tal modo que su eje coincida exactamente con el del platillo á que se sujeta.

2.ª Renovar frecuentemente el anillo de desgaste, calibrándolo cuidadosamente con arreglo á un tipo depositado.

Si no se observan estas reglas se originará una vibración de la barreta que aumentará considerablemente el desgaste.

En cuanto á la segunda clase de desgaste, esto es, al de rozamiento bajo pequeñas cargas, la Comisión empleó la misma máquina de Saniter modificándola en forma que la barreta y el anillo efectúan una rotación completa en el mismo tiempo, con lo cual entre la superficie de uno y otro se produce un deslizamiento representado por la expresión $\pi (D - d)$. La máquina funcionó á satisfacción; pero fué necesario para ello aplicar al anillo un peso no inferior á 410 libras (185 kilogramos) y poner la más escrupulosa atención para evitar toda lubricación de las superficies, á fin de obtener cifras concordantes de desgaste. Se comprende que la más pequeña partícula de aceite basta para alterar completamente los resultados.

Los ensayos se efectuaron como los anteriores, con numerosas muestras suministradas por Hadfield, y versaron sobre los puntos siguientes:

1. Número de Brinell en la superficie no desgastada.
2. Idem de id. en la desgastada.
3. Idem escleroscópico en la superficie no desgastada.
4. Idem id. en la id. desgastada.
5. Desgaste por rozamiento, expresado en milésimas de pulgada por 1.000 pies (304 metros) de deslizamiento.
6. Resistencia al desgaste recíproco del anterior.
7. Relación del número de Brinell al número escleroscópico.
8. Idem del id. de id. al de resistencia al desgaste.

Los resultados están consignados en el cuadro núm. 2, incluido al final.

Debemos hacer notar que la necesidad de adoptar un peso relativamente grande, como lo es el de 410 libras, produjo el endurecimiento de algunos ejemplares por efecto del ensayo de desgaste, acusado por el aumento correspondiente en el número escleroscópico.

Los resultados generales de los ensayos de resistencia al desgaste por rozamiento han sido resumidos en las siguientes conclusiones:

a) RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE BRINELL Y EL DE SHORE (ESCLEROSCÓPICO)

Las cifras obtenidas en estos ensayos han sido representadas en el *diagrama núm. 2* adjunto, donde puede verse que, en términos generales, el número de Shores es $\frac{1}{4}$ del de Brinell; la relación Brinell: Shore aumenta gradualmente desde 5,5, correspondiente á material muy blando, hasta 8, aproximadamente, para los aceros cuya dureza es elevadísima (700 de la escala de Brinell). Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el número de ensayos con material extraduro no ha sido suficiente para obtener valores definitivos.

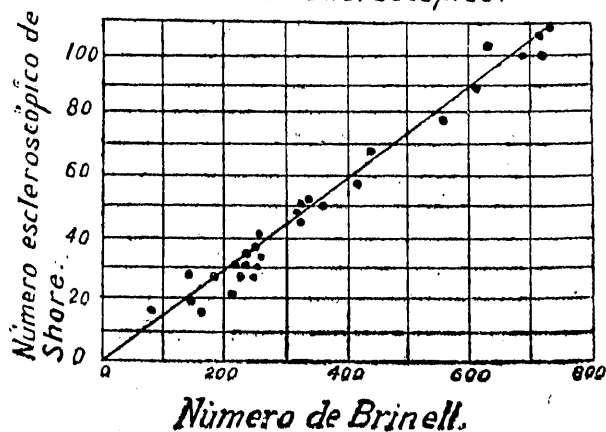
b) VARIACIÓN DE DUREZA DE LAS SUPERFICIES DURANTE EL ENSAYO

Por el examen de las cifras contenidas en las casillas 3.ª y 4.ª del cuadro núm. 2, incluido al final, puede verse que la diferencia más característica entre los ensayos de resistencia al desgaste rodado y por rozamiento, es que el segundo no origina endurecimiento perceptible del material durante el ensayo. La única excepción la constituyen los cinco aceros al manganeso, en los cuales se advierte un aumento de dureza escleroscópica de 7,5 por 100, aproximadamente.

Este endurecimiento fué, como antes, se dijo, motivado por la aplicación de un peso considerable (185 kilogramos al anillo móvil).

Núm. 2.

Comparación del número de Brinell con el escleroscópico.



El examen del cuadro núm. 2 hace ver también que la gran resistencia de los aceros manganesíferos al desgaste por rodadura es debido al endurecimiento de la capa superficial bajo cargas considerables, puesto que su resistencia al desgaste por rozamiento es más bien pequeña.

Con objeto de hacer más patente este resultado del ensayo por rozamiento, se efectuó una serie de observaciones con una barreta de acero dulce (núm. 720/2) y otra de acero al manganeso (núm. 1010/2), midiendo el desgaste en una misma superficie después de cantidades iguales de tiempo. Si se produjera algún

endurecimiento se advertiría reducción de desgaste en los periodos sucesivos.

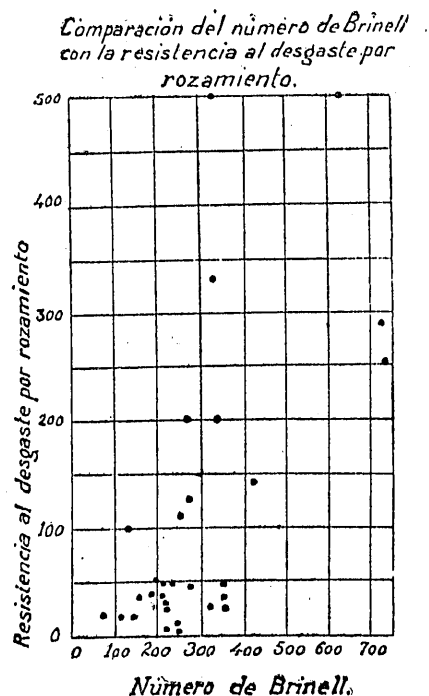
Nada de esto ocurre, como puede comprobarse por el examen del cuadro núm. 3.

c) RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO Y EL NÚMERO DE DUREZA DE BRINELL

La proporción entre ambas características puede verse en la columna 8.^a del cuadro núm. 2 y, gráficamente representada, en el *diagrama núm. 3*, que hace patente la extrema variabilidad de esa relación.

Para presentar con mayor claridad esa propiedad de los aceros se han extraído de dicho cuadro las cifras correspondientes,

Núm. 3.



formando con ellas el cuadro núm. 4, en el que se han incluido los valores de máxima y mínima resistencia al desgaste de materiales, cuyo número de Brinell es el mismo, aproximadamente.

Las variaciones más grandes se dan en los aceros especiales; en los aceros al carbono son mucho menores.

Como resumen del informe, se puede sentar:

1.^o Que los números de dureza de Brinell no bastan para colegir cuál será la resistencia al desgaste de un material deter-

minado, aunque si se trata de aceros al carbono la relación entre dureza Brinell y desgaste es, aproximadamente, constante.

2.^o Que el ensayo por el método de Saniter permite predecir, con gran aproximación, la resistencia de un material al desgaste por rodadura.

3.^o Que esa misma máquina, modificada en la forma indicada por la Comisión británica, u otra máquina semejante, puede suministrar datos de valor práctico para predecir la resistencia de un material al desgaste por rozamiento en seco ó lubricado.

Estas conclusiones, apoyadas en una experimentación concienzuda, confiada á personas de notoria competencia, pueden, á nuestro modo de ver, ser aceptadas por la Comisión á que tenemos el honor de dirigirnos.

RESUMEN

Basándonos en la Memoria del Sr. Mendizábal, en las deliberaciones de las dos reuniones celebradas en la Academia de Ciencias y en las consideraciones alegadas en esta ponencia, proponemos que el texto de las conclusiones que se sometan al Congreso de Sevilla sea el siguiente:

1.^a El Congreso recomienda la inclusión en los pliegos de condiciones, para la recepción de materiales metálicos, y en especial de carriles, el ensayo de Brinell, que deberá practicarse en número doble, por lo menos, que el de tracción, por ahora sólo á título informativo. La esfera empleada será de 10 milímetros de diámetro; la presión aplicada, de 3.000 kilogramos, y la duración de cada ensayo, desde que se alcanza dicha presión, de 15 segundos.

2.^a El Congreso recomienda la inclusión en los pliegos de condiciones, para la recepción de materiales, y en especial de carriles, de un ensayo que determine la resistencia al desgaste por rodadura y por rozamiento en seco ó lubricado, según los casos, por ahora sólo á título informativo, y propone á los laboratorios y entidades interesadas en el asunto que adquieran el mismo tipo de máquina, adaptable para ambos ensayos.

RUDESINDO MONTOTO.

Madrid, 30 de Marzo de 1917.

En sesión celebrada el día 3 de Abril de 1917, en la Academia de Ciencias, bajo la presidencia de D. Francisco de Paula Arrillaga, con asistencia de los Sres. Hauser (Secretario), García Mercet, Mendizábal, Baró, Viani, Acha y Montoto, fué aprobada por unanimidad esta Ponencia, acordando someterla á discusión de la Sección de Ciencias Aplicadas del Congreso de Sevilla, VI de los celebrados por la Asociación.

No asistieron por enfermedad u otras causas los Sres. Gullón, Casares, Luque y Díaz Aparicio.

CUADRO NÚM. 1

MARCAS		TEMPLE	REVENIDO	CLASE DE REVENIDO	NÚMERO DE BRINELL		NÚMERO ESCLEROSCÓPICO		Desgaste.....	Resistencia al desgaste.
UN EXTREMO	OTRO EXTREMO	TEMPERATURA	TEMPERATURA		Superficie no desgastada...	Superficie desgastada.....	Superficie no desgastada...	Superficie desgastada.....		
8986-1	1	850° C. aceite.....	Ninguno.....	»	720	»	98	108	55	18
»	2	»	200° C.....	»	720	»	98	113	52	19
»	3	»	300° C.....	Idem.....	605	605	90	101	62	16
»	4	»	400° C.....	Metal en fusión...	565	565	86	90	69	14,5
»	5	»	500° C.....	Mufla de gas.....	453	455	77	80	80	12,5
»	6	»	600° C.....	Idem.....	420	420	67	71	71	14
1 M	Acero al manganeso....	950° C. agua.....	»	»	219	230	34	71	33	30
2 M	Idem.....	Ninguno.....	»	»	277	284	44	78	37	27

CUADRO NÚM. 2

Ensayo número.....	MARCAS	Clase de acero ó aleación y tratamiento térmico.	COMPOSICIÓN								ENSAYO DE BRINELL		ENSAYO DE DESGASTE POR ROZAMIENTO		7	8		
			C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Superficie no desgastada.....	Superficie desgastada.....	Superficie no desgastada.....	Superficie desgastada.....	Disminución del diámetro en 1/1000 de pulgada por 1.000 pies de deslizamiento.....			Resistencia al desgaste por rozamiento.....	
1	6	Templado en aceite después de calentado á 850° C.; revenido en muña de gas á 600° C.....	0,70	»	»	»	»	»	2,0	2,5	420	420	67	68	0,7	140	6,3	3,0
2	1010/2	Acero al manganeso de la forja.....	1,36	0,36	13,10	»	»	»	»	»	277	284	44	46	2,2	45	6,2	6,2
3	1010/1	Idem al id., templado en agua, cal. á 950° C.....	1,36	0,36	13,10	»	»	»	»	»	219	230	34	39	2,1	48	6,4	4,6
4	1968 A	Idem al id., id. en agua, á más baja temperatura...	1,26	0,11	9,22	»	»	»	»	»	203	»	30	31	2,0	50	6,8	4,1
5	1010	— — — — —	1,18	0,14	12,29	»	»	»	»	»	206	»	30	32	2,1	48	6,9	4,3
6	2055	— — — — —	1,48	0,25	15,23	»	»	»	»	»	228	»	34	37	1,9	53	6,7	4,3
7	A	Acero al carbono, del laminador.....	0,52	0,10	1,26	0,05	0,09	»	»	»	234	237	41	41	1,3	77	5,7	3,0
8	8	— — — — —	0,50	0,19	0,94	0,07	0,07	»	»	»	228	228	36	35	3,9	26	6,3	8,8
9	11	— — — — —	0,60	0,15	0,93	0,04	0,10	»	»	»	252	248	40	39	0,9	110	6,3	2,3
10	3123 C	— — — — —	0,75	0,20	0,84	0,04	0,05	»	»	»	273	282	50	50	0,8	125	5,5	2,2
11	2217	templado en aceite.....	1,62	0,15	0,29	0,02	0,02	»	»	»	346	349	62	61	0,5	200	5,6	1,7
12	1772 A	— — — — —	0,43	0,14	0,44	0,06	0,06	»	»	»	216	»	37	37	2,9	35	5,8	6,2
13	6 B	— — — — —	0,44	0,43	0,01	0,06	0,06	»	»	»	222	»	37	38	3,2	31	6,0	7,2
14	2250/958	del laminador.....	0,65	0,13	0,60	0,02	0,03	»	»	»	235	»	41	42	1,1	91	5,7	2,6
15	2250/955	templado.....	0,65	0,13	0,60	0,02	0,03	»	»	»	337	»	61	61	0,3	330	5,5	1,0
16	2250/956	— — — — —	0,65	0,13	0,60	0,02	0,03	»	»	»	330	»	58	58	0,2	500	5,7	0,7
17	720/1	Acero dulce, al carbono.....	0,21	0,02	0,46	0,05	0,06	»	»	»	115	116	21	24	5,3	19	5,5	6,0
18	704,1	— — endurecido mecánicamente.....	0,04	0,05	0,41	0,03	0,07	»	»	»	149	144	37	37	5,5	18	4,0	8,3
19	A 1629	Acero de carriles, del laminador.....	0,45	0,11	0,97	0,05	0,05	»	»	»	190	»	34	36	2,65	38	5,6	5,8
20	B 1631	— — — — —	0,52	0,15	0,75	0,01	0,03	»	»	»	206	»	37	38	1,25	80	5,6	2,6
21	1908 D	Acero de corte rápido, templado al aire.....	0,60	»	»	»	»	»	3,5	16,0	627	»	103	103	0,2	500	6,1	1,3
22	1109 D	Acero especial, templado en agua.....	0,60	0,62	5,00	0,05	0,06	»	»	Ni	175	»	26	29	1,6	63	6,7	2,8
23	3137 D	— — — — —	0,66	0,15	0,23	0,02	0,03	2,5	2,8	»	364	»	60	61	2,8	36	6,1	10,1
24	1795 E	— — — — —	0,35	0,08	0,66	0,05	0,03	1,75	3,7	»	255	»	45	46	9,6 y 26,6	10 a 4	5,7	25 a 64
25	2297	— — — — —	0,57	0,20	0,76	0,05	0,06	1	»	»	271	»	47	47	0,5	200	5,8	1,4
26	3109	— — — — —	0,33	0,07	1,21	0,05	0,06	1,25	»	»	226	»	41	41	1,5	67	5,5	3,4
27	1795 G	— — — — —	0,20	0,04	0,38	0,05	0,05	2	4	»	366	»	61	63	2,0 y 4,0	50 a 22	6,0	7,3 a 16,6
28	3121	— — — — —	0,31	0,05	1,18	0,05	0,08	1	3	»	332	»	55	56	4,2	24	6,0	13,8
29	3102	— — — — —	0,18	0,03	0,48	0,03	0,03	0,5	2,5	»	165	»	28	29	2,8	36	5,9	4,6
30	65	Acero para aparatos de medida, templado.....	1,02	0,31	0,45	0,02	0,03	1,43	0,3	»	720-740	»	107	106	0,35	200	6,8	2,5
31	4789	— — — — —	0,86	0,18	1,34	0,02	0,03	0,05	»	»	675-695	»	100	101	0,1	1.000	6,8	0,7
32	B. D.	— — — — —	0,97	0,12	0,26	0,01	0,02	0,14	W 1,38 V 0,34	»	725-750	»	108	112	0,4	250	6,8	3,0
33	C.	— — — — —	0,28	0,05	0,91	0,08	0,06	0,04	»	»	»	»	110	111	0,2	500	»	»
34	F.	— — — — —	0,72	0,12	0,22	0,01	0,07	4,16	W — 12,69 V — 0,34	»	228	»	37	40	14,7	7	6,2	32,6
35	719	Bronce de aluminantaz.....	»	»	»	»	»	»	»	»	75	82	17	26	4,9	20	4,4	3,8
36	708	— — fosforoso.....	»	»	»	»	»	»	»	»	131	137	26	29	1,0	100	5,0	1,3

CUADRO NÚM. 3

MATERIAL	Número de vueltas.	Desgaste en 1/1000 de pulgada por 1.000 pies de resbalamiento.	Resistencia al desgaste por rozamiento.
Acero dulce núm. 720/2...	10.000	5,5	18
	10.000-20.000	5,8	17
	20.000-30.000	5,8	17
	30.000-40.000	6,1	16
Acero al manganeso número 1010/2	10.000	2,0	50
	10.000-20.000	2,0	50
	20.000-30.000	2,0	50
	30.000-40.000	2,2	45

CUADRO NÚM. 4

Número de Brinell.	ACERO DE GRAN RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO		ACERO DE POCA RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO	
	Ensayo número.	Resistencia al desgaste por rozamiento.	Ensayo número.	Resistencia al desgaste por rozamiento.
165-175	22 (175)	63	29 (165)	36
190-206	20 (206)	80	19 (190)	38
226-228	26 (226)	67	34 (228)	7
228-235	14 (235)	91	8 (228)	26
255-271	25 (271)	200	24 (255)	4 a 10
330-332	16 (330)	500	28 (332)	24
346-364	11 (346)	200	23 (364)	36

REVISTA EXTRANJERA

Los ferrocarriles de Grecia.

Resumen hecho por los *Annales des Ponts et Chaussées* de un artículo publicado por el *Bulletin des Transports Internationaux par Chemins de Fer* en el que se describen las regiones griegas servidas por ferrocarril y se exponen las particularidades geológicas de las mismas. Red Pireo-Atenas, 10 kilómetros, vía normal. Líneas del Atica: Atenas-Laurum, 66 kilómetros; Pireo-Papapouli, 759 kilómetros, vía estrecha; Papapouli-Platy, 90 kilómetros (unión Atenas-Salónica). Ferrocarriles de Tesalia, 219 kilómetros, vía estrecha, con desembocadura en Volo. Red del Peloponeso Pireo-Patras, 230 kilómetros. Falta de ferrocarriles en Laconia, Acarnania y Etolia. Líneas proyectadas para unir la línea Larisa a la línea Salónica-Monastir.

Conferencias en Washington sobre la potencia hidráulica.

Resumen, publicado en *The Electrical World*, de las conferencias y de las discusiones, desde el punto de vista técnico y desde el económico sobre el desarrollo de las instalaciones hidroeléctricas de los Estados Unidos. Estas conferencias han tenido lugar en Washington bajo los auspicios del American Institut of

Electrical Engineers y de la American Electrochemical Society. Tratáronse en ellas de la potencia hidráulica total, de la parte ya utilizada y de las diversas aplicaciones posibles a las industrias químicas.

Simplificación en la construcción de las subestaciones del tipo exterior.

Estudio muy interesante, publicado por M. Samuels en *The Electrical World*, acerca del sistema de subestaciones llamado Outdoor. El autor expone algunas simplificaciones en la disposición de estas estaciones y describe algunas instalaciones de este género para una tensión de 33.000 voltios.

Estadística de algunas fábricas hidroeléctricas de Suiza.

A continuación insertamos un cuadro en que constan los datos recogidos por el Ingeniero-Jefe de Puentes y Calzadas monsieur Auric, con ocasión de un viaje de estudios en Suiza, en el que aparecen varias fábricas hidroeléctricas, unas en construcción y otras recientemente construídas.

Este cuadro lo publican los *Annales des Ponts et Chaussées*.

Número de orden.	NOMBRE DE LA FÁBRICA	POTENCIAS EN HP		ESTIAJE		BAJAS AGUAS ORDINARIAS		AGUAS NORMALES		CRECIDAS ORDINARIAS		CRECIDAS EXCEPCIONALES		TURBINAS		TIPO Eje.
		Estiaje.	Aguas normales.	Caudal. — m ³ /sec.	Salto. — m.	Caudal. — m ³ /sec.	Salto. — m.	Caudal. — m ³ /sec.	Salto. — m.	Caudal. — m ³ /sec.	Salto. — m.	Caudal. — m ³ /sec.	Salto. — m.	Número.	Potencia en HP.	
1	<i>Rhin.</i>															
2	Eglisau (1).....	11.000	24.000	100	11	150	10,80	300	10,50	1.200 (?)	8,50	3.000 (?)	3	7	3.000-4.000	Vertical.
3	Lauffenbourg (2)...	30.000	60.000	275	12	300	12	600	10	2.500 (?)	8	5.000 (?)	3	10	6.000	Horizontal.
4	Rheinfelden (3)....	14.500	16.800	280	5,20	300	5	800	4,20	2.600 (?)	3,30	5.000 (?)	3	10	1.500-1.700	Vertical.
	Augs. Wylen (2)...	23.000	45.000	280	8,40	300	7,30	800	6,70	2.600 (?)	6	5.000 (?)	4,75	20	2.200-3.000	Horizontal.
5	<i>Aar.</i>															
6	Olten-Gösgen (1).	17.000	80.000	75	17,55	140	16,30	200	15	1.000 (?)	14,30	2.500 (?)	13,50	10	7.000-10.000	Vertical.
	Betzau (3).....	7.800	13.700	165	4,65	200	4,50	260	4	1.500 (?)	3,30	3.000 (?)	2,90	11	1.000	Vertical.
7	<i>Drave.</i>															
	Faal (1).....	14.000	42.000	100	14,50	200	13,50	280	13	1.300 (?)	10	5.000 (?)	4	7	6.500	Horizontal.

(1) Sus obras están actualmente en vías de ejecución.

(2) Instalaciones terminadas desde hace dos años próximamente.

(3) Instalaciones que datan de más de diez años.