

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Toribio Cáceres, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

CARBURO DE CALCIO Y ACETILENO ⁽¹⁾

Su fabricación en el horno eléctrico

Introducción.—Las tan variadas y múltiples combinaciones que en la naturaleza entera observamos, efecto de otras tantas reacciones químicas; el aire que respiramos, el agua que apaga nuestra sed, los alimentos de que nos nutrimos, en fin, la vida animal entera, es consecuencia de las mil reacciones químicas operadas en sus organismos constituyentes; por eso la química es la ciencia más extensa conocida, cuyo campo de investigación no tiene límites.

La moderna industria, haciendo uso, en sus grandes talleres, de las fuentes gratuitas de energía que la Naturaleza, con su pródiga mano, puso á disposición del hombre, ensancha de día en día su esfera, fabricando cuerpos útiles á la economía doméstica. Una de estas fabricaciones, que en pocos años ha adquirido gran desarrollo, es la del carburo de calcio.

Análisis.—El químico Vholer, en el año 1861, encontró el carburo de calcio calentando al rojo blanco una mezcla de cal, zinc y carbón, y obtuvo el acetileno poniendo este carburo en el agua.

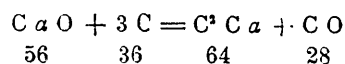
Moissan, en Diciembre de 1892, anunció á la Academia de Ciencias de París la obtención, con el horno eléctrico, de un carburo de calcio líquido al rojo y fácil de producir. La temperatura precisa para la reacción á verificar en el horno eléctrico, colocando las proporciones convenientes de cal y carbón, es de 3.000 grados. Moissan, en la nota citada anteriormente, decía:

«Si la temperatura alcanza 3.000 grados, el material mismo del horno, la cal viva, funde y cuela mejor el agua. A esta temperatura, el carbón reduce con rapidez el óxido de calcio, y el metal se desprende en abundancia; se une con facilidad al carbón de los electrodos para formar un carburo de calcio líquido al rojo, que es fácil de recoger.»

Si hacemos una mezcla íntima de 120 gramos de cal y 70 gramos de carbón, bajo la acción de una corriente de 350 amperios y 70 voltios, se producirá la reacción $CaO + 3C = C^2Ca + CO$, en virtud de la cual las proporciones de materias tratadas deberán ser $CaO = 56$ gramos por $3C = 36$ gramos ó, doblando, 112 gramos de cal por 72 gramos de carbón. En la práctica, la proporción de cal es un poco mayor, y en la de carbón es preciso tener en cuenta el suministrado por los electrodos. Con las proporciones indicadas y la corriente dicha se puede obtener en un horno de laboratorio 600 gramos de carburo en una hora, lo que corresponde á un gasto de energía de 50 caballos-hora por kilogramo de carburo producido. En las fábricas en grande escala este número se ha rebajado considerablemente, pues se llega á gastar próximamente 8 caballos-hora por ki-

logramo de carburo; es decir, que un caballo-jornada puede producir 3 kilogramos de carburo.

Segun la teoría de M. Gin, que á continuación se expresa, el kilogramo de carburo de calcio debe producirse con un gasto de energía equivalente á 5.3 caballos-hora, ó á 6 caballos, contando ciertas pérdidas inevitables. Admitamos con M. Gin que la reducción del óxido de calcio se haga á 3.300 grados; este calor necesario para la reacción á verificarse en el horno, es el resultante de seis términos, tres positivos ó de absorción del calor, y tres negativos ó de desprendimiento de calor; sea la reacción:



calculemos las cantidades de calor absorbidas y desprendidas para la formación de una molécula de $C^2Ca = 64$ gramos, se encuentra:

CALOR ABSORBIDO	Calorías.
1.º Elevación de temperatura de 56 gramos CaO á 3.300º.....	+ 43 grandes.
2.º Idem id. de 36 id. de carbón $3C$ á 3.000º.	+ 53,94 idem.
3.º Descomposición de 36 gramos CaO ...	+ 145 idem.
Total.....	+ 241,94 idem.
CALOR DESPRENDIDO	Calorías.
1.º Formación de 64 gramos de C^2Ca	— 3,9 grandes.
2.º Idem de 28 id. de CO	— 26,1 idem.
Total.....	— 30 idem.

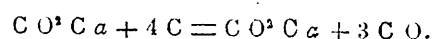
Haciendo la diferencia, se encuentra que una molécula de C^2Ca absorbe para formarse $241,9 - 30 = 211,9$ grandes calorías; luego para producir un kilogramo de carburo de calcio, es preciso suministrar al horno $\frac{211,9}{0,064} = 3311$ grandes calorías.

Ahora bien; un caballo-hora es equivalente á 27.000 kilográmetros, ó sea $\frac{27.000}{427} = 630$ grandes calorías; luego el gasto de energía eléctrica para la obtención de un kilogramo de C^2Ca es de $\frac{3311}{630} = 2,25$ caballos-hora.

M. Moissan ha reconocido que, si se emplea un exceso de cal, se produce, sobre todo, calcio metálico; se demuestra colocando en la cavidad del horno eléctrico, hecha de cal viva, una mezcla de óxido de calcio y de carbón en las proporciones indicadas por la ecuación $CaO + C = CO + Ca$. El carbonato de cal puede sustituir á la cal en esta mezcla, pero este procedi-

miento es menos empleado por causa del volumen de las substancias empleadas.

La ecuación es la siguiente:



Si en lugar de emplear la cal pura se hace uso de la cal conteniendo sulfatos, fosfatos ó sílice, el carburo de calcio resultante contiene impurezas que se encuentran una parte de ellas en el acetileno.

Las dosificaciones de carbón y de calcio en el compuesto cristalizado han dado las cifras siguientes:

	I	II	III	IV	Según la teoría C ² C a
Calcio.....	62,7	62,1	61,7	62	62,5
Carbón.....	37,3	37,8	—	—	37,5

El carburo de calcio se parte con facilidad; los cristales destacados de un trozo tienen el aspecto brillante.

Hornos eléctricos.—Los hornos eléctricos son aparatos destinados á la transformación de la energía eléctrica en calor. Distinguiremos dos clases de ellos; hornos electrolíticos y electrotérmicos. En los primeros, el principal efecto de la corriente es la electrolización del metal en fusión. Los hornos electrotérmicos son clasificados en tres tipos; «Hornos de arco, hornos de resistencia, producida por la mezcla á tratar, y hornos de resistencia independiente (almas de carbón, por ejemplo).» La temperatura en ellos obtenida depende de la resistencia del sistema y de la densidad de la corriente. Esta cantidad de calor, expresada en calorías, es igual á

$$\frac{E I t}{9,81 \times 427} = \frac{R I^2 t}{9,81 \times 427}$$

Son en gran cantidad los hornos contruidos por los diversos fabricantes; describiremos dos de ellos, que son muy empleados: el horno de la Compañía Electrometalúrgica de los procedimientos Gin y Leleux, y el trifásico de la Sociedad Piamontesa para la fabricación del carburo. El horno Gin y Leleux funciona por incandescencia, y la formación del arco eléctrico es evitada. Lleva, de una parte, un electrodo vertical, susceptible de un movimiento de ascenso y descenso, que puede ser reglado á voluntad, y de otra parte un suelo móvil, llevado sobre un carro y provisto de conexiones para una puesta rápida en circuito. Es sencillamente en virtud del efecto Joule, como se produce el trabajo de este horno. Las materias mezcladas descienden entre el electrodo.

El electrodo superior está constituido por cuatro almas en carbón de alta conductibilidad eléctrica A. Ocho conductores, en forma de láminas C, reciben la corriente y la transmiten á las almas. El contacto con las superficies de los conductores es obtenido por la interposición de guarniciones elásticas en cobre D. La suspensión del electrodo está asegurada por láminas E convenientemente dispuestas.

Un dispositivo especial P previene la soldadura de la conexión superior, bajo el efecto de la dilatación. El calor se localiza en la parte central del electrodo. La superficie exterior en aglomerado se encuentra preservada de un aumento excesivo de temperatura, pudiendo llevarla al rojo y provocar la combustión al contacto del oxígeno del aire ambiente. El electrodo penetra en el centro de la materia á tratar, contenida en una envoltura metálica perforada. Esta envoltura reposa sobre un carro G que para la operación es introducido al interior del horno. Este horno está contruido con mampostería refractaria; en sus paredes están practicados conductos que recogen los gases provinientes

de la reacción; estos conductos se reúnen para desembocar en un colector de aspiración, comunicando con un ventilador que envía los gases en una cámara, donde se hace la decantación y la recuperación de los polvos arrastrados por los gases. Esta disposición tiene la ventaja de sustraer los obreros de la acción deletérea del ácido de carbono, al propio tiempo que asegura la aereación de la sala é impide el esparcimiento de los polvos. La colada se hace por un horificio R, practicado en la parte inferior de la envoltura metálica, colocada directamente sobre el suelo. El suelo está compuesto de dos capas: la una refractaria K, formando una especie de cubeta, en la cual se encuentra amontonado el carbón formando el piso U. La corriente es conducida á este suelo del modo siguiente. Por debajo de la capa K, el fondo del carro está lleno de una capa buena conductora U' de substancia análoga á la de U. Las dos partes U' y U están enlazadas eléctricamente por un conductor T de la misma substancia. Delante del horno, alrededor del agujero de colada R, la substancia refractaria está reemplazada por esta misma mezcla conductora, de modo de conservar en este punto una temperatura bastante elevada, permitiendo evitar la obstrucción del orificio y de colar durante largo tiempo. Las coladas se hacen en marcha normal cada dos horas, y el carburo sacado es puro y no tiene necesidad de ninguna limpia, pudiendo ser empaquetado. Una cabria con tornillo sin fin M, permite realizar, sin gran esfuerzo, y con precisión, los movimientos del electrodo necesarios para el reglado de la tensión. Un solo obrero puede cómodamente vigilar y dirigir la marcha de varios hornos. Esta descripción se refiere al horno de 300 kilovatios á 8.000 amperios, bajo 25 á 40 voltios. La mezcla para el mismo está en la relación de 66 cal por 34 carbón. Según la Compañía explotadora del mismo, el rendimiento es de 4,5 kilogramos de carburo de 300 litros de acetileno por caballo-día. Una tonelada de carburo exige 1.500 kilogrmos de mezcla.

La Sociedad Piamontesa, para la fabricación del carburo, emplea el horno Memmo en su fábrica de Saint-Marcel-d'Aosta.

Se obtienen, por medio de las corrientes trifásicas, tres arcos que se disponen de modo de obtener una esfera de irradiación grande y uniforme. Estos arcos pueden desarrollarse, sea en triángulo entre los tres carbones, sea en estrella entre los carbones y una placa conductriz funcionando como punto neutro, y que, si se quiere, puede reunirse al punto neutro de los alternadores; si por una causa cualquiera uno de los arcos se interrumpe, el horno continúa funcionando; pues los otros dos trabajan en serie; se evita así las velocidades excesivas del motor, por la brusca desaparición de la carga. El aparato, en funcionamiento continuo, es un horno de columna cilíndrica de ladrillos refractarios, revestido de ladrillos de magnesia y grafito en las partes que se desarrollan los arcos. Los carbones están dispuestos oblicuamente y reglados por los tres tornillos mandados por pequeños volantes. El horno se carga por una tolva colocada en la parte superior. Un plato de fundición, recubierto de varias capas de grafito, puede ascender y descender, en toda la altura del horno, por medio de un tornillo mandado por una rueda de engranaje, dispuesta en la parte inferior. Esta rueda engrana con un piñón, cuyo eje eleva un pequeño volante, á la misma altura de los volantes de los carbones. Cuando se carga el horno las materias caen poco á poco entre los carbones, el carburo se forma y se hace descender lentamente el plato. Después de seis ó siete horas de trabajo, el plato ha llegado al fondo, y se puede descargar el carburo, ya frío, por la abertura, continuando cargado por la parte superior. El horno puede, pues, funcionar sin parada, y el reglado de la corriente debe ser hecho por medio del plato; los carbones no deben ser desplazados más que para reglar su gasto. Una particularidad de la fabricación, con este horno, consiste en el empleo del carbón de madera. Sin embargo, el inconveniente de los hornos trifásicos, es el ser complicados y de maniobra delicada; es preferible emplear tantos hornos como fases tiene la corriente, como en el caso de hornos alternativos simples. Este sistema es empleado en cierto número de fábricas, te-

niendo máquinas suficientemente poderosas para alimentar dos ó tres hornos con una sola dinamo.

Son también empleados los hornos de Siemens y Halske, Bu-llier, Clarke, King, Pictet, Bertolus, Ducase y otros muchos, cons-truidos por los fabricantes de los aparatos eléctricos.

Fabricación del carburo de calcio en Merán (Tirol austriaco).—Damos un ejemplo de la fabricación del carburo, tomando como modelo la fábrica de Merán, una de las primeras y más perfec-tamente dispuestas. Está situada en el Tirol austriaco, sobre el torrente del Estche, que forma, después de su confluencia con el Eisach, el Adige. El caudal del Estche en Merán, es de siete me-tros cúbicos en el estiaje; en las altas aguas, sube hasta unas veinte veces este estiaje; el caudal medio puede evaluarse de 10 á 12 metros cúbicos. La caída utilizada es de una altura de 90 metros. La presa de retención de aguas está establecida á tres kilómetros de la fábrica generatriz; su desarrollo es de 40 me-tros; de espesor, un metro en la corona; su paramento es casi vertical. Las mamposterías son sólidamente fundadas sobre la cama de granito que forma el torrente. El canal de conducción establecido sobre la orilla derecha del Estche está descubierto sobre una longitud de un kilómetro; pasa en seguida á un túnel, atravesando la montaña, y sale á 2.800 metros más lejos, conti-nuando por dos conductos metálicos que terminan en la fábrica. El túnel tiene la anchura total de ocho metros, comprendiendo el canal y el camino de circulación. Este túnel termina en una cá-mara de agua, muy ensanchada, á fin de evitar los golpes de ariete á la entrada de los conductos. Dos de estos de hierro dulce, de dos metros de diámetro, instalados subterráneamente, lle-van el agua á la sala de turbinas, y son puestos en comunicación con éstas por el intermedio de tubos de menor diámetro, sobre los cuales son instaladas las llaves, puertas de alimentación, etc.

Turbinas.—Las turbinas son del sistema Ganz, de eje hori-zontal, en número de cinco. Están provistas de reguladores auto-máticos, combinando el principio de la inversión del paso con el del cierre simultáneo de los orificios de admisión.

Alternadores.—La estación generatriz comprende cinco alter-nadores trifásicos de 1.200 caballos, acoplados directamente á las turbinas, sin interposición de manguitos elásticos; giran á la velocidad de 320 vueltas por minuto. Dos de estas máquinas ali-mentan el alumbrado de las ciudades Merán y Bozen á la tensión primaria, de 10.000 voltios; otros dos alternadores acoplados en paralelo suministran la corriente necesaria á la fábrica de car-buro de calcio; el quinto alternador está de reserva. Las cinco generatrices funcionan á la tensión de 10.000 voltios, pudiendo ser reglada á 3.650 voltios. Las dos generatrices destinadas á la fabricación del carburo producen una potencia de 2.000 Horse-Pover. La energía se transporta por una línea á tres conducto-res, sirviendo á su llegada: 1.º, dos grupos de tres transforma-dores de potencia respectiva, 260 kilovatios, para la alimentación de los hornos eléctricos; 2.º, un grupo de tres transformadores trifásicos de 20 kilovatios cada uno, alimentando á 310 voltios los motores que accionan el material mecánico; 3.º, un grupo de tres transformadores trifásicos de ocho kilovatios cada uno para alumbrado de la fábrica á 110 voltios. Cada horno se alimenta si-multáneamente de los tres transformadores de un grupo; las bo-binas de la misma clase son agrupadas en paralelo con retorno, y la canalización secundaria está dispuesta para atenuar todo lo posible los efectos de inducción mutua.

Fabricación del carburo.—La cal transportada por convoyes automáticos desde una cantera próxima pasa á los hornos de cal calentados por gasógenos; esta cal es cargada á su salida del horno en vagonetes de 300 litros y transportada á la sala de molinos de las materias primas.

Los molinos son todos accionados por motores eléctricos. Una vez molida, se hace pasar las cantidades convenientes de cal y carbón en una mezcladora provista de dosificadores Gin y Le-leux. Desde ésta, la mezcla, también automáticamente, pasa á los hornos eléctricos, que son del sistema Gin y Leleux, de una potencia de 260 kilovatios.

La disposición de los hornos es tal, que una operación de fu-sión dura doce ó quince días sin interrupción. No se deja de fun-cionar más que para reemplazar los electrodos, los cuales son fabricados en los mismos talleres por un procedimiento especial. Los gases provenientes de la reacción son elevados por canaliza-ciones laterales antes de llegar á la parte superior del horno. Después de haber colado varios días la cavidad interna del cri-sol, se guarece poco á poco, y los orificios resisten á los percuso-res de acero. Cuando la colada es difícil, el electrodo se levanta progresivamente y la operación se para cuando se obtiene un pan de la altura de la envoltura metálica. El electrodo es entonces levantado con una cabria que le tiene suspendido, y el carro se transporta á otro horno gemelo, cuyo suelo está ya conectado con la canalización secundaria. Seis minutos transcurren desde el instante de ruptura de corriente en el primer horno á la carga en régimen normal del segundo. Los panes de carburo fabrica-dos en la última parte de la operación tienen un diámetro de un metro y pesan de 900 á 1.000 kilogramos; se parten fácilmente cuando el centro está todavía á la temperatura del rojo sombra, y se despachan cómodamente en gruesos bloques. Cuando se par-te el bloque se observan cristalizaciones en la masa que demues-tran la pureza del carburo. Partido el carburo á diversos tama-ños, según el consumidor, es puesto en los embalajes ó bidones que se construyen en la misma fábrica. El rendimiento de estos hornos ha pasado por kilovatio-día, medido en los bornes de los hornos, de 5 kilogramos de carburo cristalizado, dando más de 380 litros de agua por kilogramo. Parécenos interesante dar aquí á conocer los análisis hechos de carburo de Merán por M. Guide en la Escuela de Física y Química de París. Análisis del carburo: Constantes físicas: Densidad 2,22.

Cristales de grandes facetas color chocolate ó azul de acero con reflejos metálicos.

Composición química.

Carburo de calcio.....	94,2 por 100.
Cal.....	0,9 »
Carbón.....	0,6 »
Siliciuro de carbón.....	2,8 »
No determinados.....	1,5 »
Total.....	100,0 por 100.

Gas desprendido por kilogramo..... 332 litros.

Análisis del gas desprendido.

Acetileno.....	99,502 por 100.
Metano.....	0,040 »
Hidrógeno.....	0,061 »
Oxido de carbono.....	0,084 »
Azoe.....	0,230 »
Amoniaco.....	0,052 »
Hidrógeno sulfurado.....	0,018 »
Idem fosforado.....	0,006 »
Idem siliciado.....	Indicios no dosificables.
No clasificados.....	0,018 por 100.
Total.....	100,000 »

El precio del carburo de calcio fabricado en Merán ha sido calculado por M. Mullier, descomponiéndolos diversos factores de su fabricación de la manera siguiente:

Materias primeras.—De la fórmula $CaO + 3C = CaC_2$ O, se deduce que, para 1 000 kilogramos de carburo, se emplean 875 kilogramos de cal y 562 de carbón. Prácticamente, es preci-so 1.000 kilogramos de cal y 650 kilogramos de carbón. El calcá-reo resulta á 4 francos tonelada. El horno de cal produce dia-riamente 6.000 kilogramos; de suerte que el precio de la tonela-da de cal es de 26 francos; el carbón empleado resulta á 40 francos.

Energía eléctrica.—Un electrodo sirve para la fabricación de 10 toneladas de carburo y vale 165 francos; el consumo por to-nelada es, pues, de 16,50 francos.

Para fabricar una tonelada de carburo se necesitan 6.400 caballos-hora, que, á razón de 50 francos por caballo-año, dan un gasto de $\frac{50 \times 6.400}{7.206} = 45,80$ francos.

Los molinos, transportes de maderas, ascensores y demás material mecánico consumen 200 caballos, que representan por tonelada de carburo 5 francos próximamente. La fábrica ocupa 21 obreros durante el día y 9 durante la noche, obreros pagados á 3,50 ó 4 francos por día; el pago diario es, pues, de 120 francos; la mano de obra por tonelada fabricada se eleva á 18,50 francos. La amortización del material y construcciones entran en el precio del carburo por 29,85 francos.

El carburo es expedido en embalajes pagados, realizándose de este hecho una economía de 5 francos en tonelada. Los gastos generales se reparten como sigue:

En la fábrica.—Salarios del Director técnico, del Director comercial, conserje, mozos, de gabinete, impuestos y patentes, gastos de correspondencia, coches y caballos, viajes, 25.000 francos; consumos diversos, 3.000 francos.

En el domicilio social.—Salarios de la Dirección y empleados, calefacción, impuestos; gastos de gabinete, correspondencia y viajes, 25.000 francos.

Total de gastos generales.—53.000 francos. Sea próximamente 25 francos por tonelada de carburo fabricado, la producción anual es de 2.000 toneladas. El transporte de carburo de la fábrica á la estación se hace á razón de 3 francos por tonelada. Para entretenimiento del material se cuenta una suma de 15.000 francos, ó sea 7,50 francos por tonelada de carburo fabricado.

Resumen del precio de cada tonelada.

	Francos.
1.000 kilogramos de cal, á 26 francos.....	26,00
650 idem de carbón, á 40 id.....	26,00
Electrodos.....	16,50
Energía eléctrica empleada en la fabricación del $C \alpha C^2$	45,80
Idem id. id. en accesorios.....	5,00
Mano de obra.....	18,50
Amortización.....	29,85
Gastos generales.....	25,00
Transportes.....	3,00
Entretenimiento del material.....	7,50
Total.....	203,15

Restando los 5 francos del beneficio en los embalajes, el precio del carburo en Merán es de 198 francos tonelada.

Citaremos, además, como fábricas importantes de carburo, las que actualmente posee en Francia la Sociedad de carburos metálicos en Nuestra Señora de Briançon (Saboya) y en Radja, y la recientemente establecida en Ville Longue, á la falda de los Pirineos.

Acetileno.—La mayor aplicación que el carburo de calcio ha recibido es la producción del gas acetileno para el alumbrado, cuyo poder luminoso es unas quince veces la del gas ordinario de hulla.

Encendido un mechero de acetileno, el gas disociado y las partículas de carbono son llevadas al blanco resplandeciente; pero resulta un inconveniente del empleo de este gas, y es que, á pesar de todas las disposiciones hasta el día empleadas, la combustión de este carbono es incompleta, escapándose la parte no quemada, recubriendo á la larga los objetos por él alumbrados de una capa perceptible de hollín mucho más manifiesta que la del gas de hulla ordinario; y si se agrega á esto su olor desagradable, y, sobre todo, los grandes peligros de explosión, cuando el aparato es manejado por una persona incompetente, se concibe que el consumo no aumente sino muy lentamente. En tanto que el gas de hulla debe, para producir la explosión, estar mezclado al aire en la proporción de 30 por 100 por lo menos, es suficiente una proporción de 9 por 100 de acetileno. La fabricación del acetileno es excesivamente sencilla; así es que, el nú-

mero de industriales que fabrican los aparatos de su producción, es considerable. Daremos una idea de su multiplicidad, clasificando los aparatos con M. Bernard en la relación presentada al Congreso de Química aplicada celebrado en París durante la Exposición de 1900.

- 1.º Aparatos de acetileno con lámparas portátiles.
- 2.º Aparatos en los que el agua cae sobre el carburo.
- 3.º Aparatos á contacto de agua, atacando el carburo por su parte inferior.
- 4.º Aparatos á caída de carburo en una masa de agua.
- 5.º Aparatos de gas acetileno disuelto en un líquido.
- 6.º Quemadores generales de acetileno.

Omitimos la descripción de todas estas diversas clases de aparatos extensamente conocidos, pues prolongaríamos excesivamente este estudio.

Acetileno disuelto.—El solo procedimiento de alumbrado por el acetileno, saliendo de lo ordinario, consiste en el empleo del acetileno disuelto, según los procedimientos de MM. Claude y Hess. Las dificultades de emplear el acetileno para pequeñas instalaciones en el interior de las ciudades, sugirió la idea de utilizarlo, comprimiéndole ó liquidándolo; desgraciadamente, en estas condiciones, el acetileno es un explosivo violento por consecuencia de sus propiedades endotérmicas. MM. Claude y Hess han demostrado que el acetileno posee la propiedad de disolverse en la proporción de 30 volúmenes de gas en un volumen de acetona; si se toma en lugar del producto puro el producto comercial no rectificado, la solubilidad es de 24 veces su volumen por kilogramo de presión. Si se disminuye la presión, el gas se desprende regularmente, y puede ser utilizado para las necesidades ordinarias del alumbrado.

No pasando del grado de saturación correspondiente á una presión de 10 kilogramos, á la temperatura de 15 grados, se tiene un líquido absolutamente inerte, no detonando ni por el choque ni por el cebo al fulminato. La atmósfera de acetileno comprimido encima del líquido es explosiva; pero la explosión provocada artificialmente no se propaga al líquido. El empleo para el alumbrado de recipientes, conteniendo líquidos, presenta ciertos inconvenientes, siendo el principal, el que el líquido puede ser esparcido; de donde puede resultar la incertidumbre al llenar de los recipientes. Se obvia este inconveniente llenando los recipientes de ladrillos porosos, preparados especialmente, y cuya porosidad es de 80 por 100. Los canales moldeados permiten la difusión del gas á través de la masa porosa y suprimen la necesidad de cámara á gas. Hay que agregar que, en caso de explosión en los canales colectores, no solamente la explosión no se propaga, sino que produce un enfriamiento tal, que la presión media se eleva apenas al doble de la presión inicial. El hecho de la absorción del acetileno hace aumentar considerablemente el volumen de la acetona; en la práctica se admite un volumen de acetona correspondiente á los $\frac{2}{3}$ del volumen útil del recipiente. Se ve, pues, que si se emplea un recipiente de 7 litros á 10 kilogramos de presión, se podrá almacenar 720 litros de acetileno, ó sea cien veces el espacio útil. El gas que se escapa arrastra un poco de acetona; se admite que esta pérdida corresponde á 7 céntimos por metro cúbico de gas.

El tubo empleado se fija sobre una plancha-soporte, de manera que esté ligeramente inclinado. Está mantenido por dos es-tribos, de los que uno sirve al propio tiempo para el estancamiento de una junta entre un telón fijado sobre el soporte; un orificio que se halla sobre el tubo se abre por el intermedio de un tornillo y el gas pasa á la tubería, después de atravesar una mano reguladora colocada sobre la plancheta. La sociedad del acetileno disuelto utiliza ahora otro procedimiento sin disolvente, para llenar los recipientes de una mezcla, sobre la base del carbón de madera; este cuerpo posee, como sabemos, la propiedad de condensar los gases al más alto grado. En semejante recipiente se puede comprimir el acetileno á 30 kilogramos; es decir, á la proximidad de su punto de licuación, sin peligro ninguno. La explosión se encuentra limitada al espacio formado por ca-

nales; el enfriamiento que se produce al contacto de la masa porosa le impide propagarse.

Empléase también el acetileno para la fabricación del *Negro de acetileno*, producido en aparatos especiales.

Finalmente, el carburo de calcio recibe, en virtud de sus propiedades reductoras, aplicación á la fabricación de los metales y sus aleaciones.

MIGUEL ANCIL,
Ingeniero electricista.

Informe acerca de la educación de los Ingenieros, por Elmer L. Corthell, Ingeniero civil, Doctor en Ciencias, publicado en 3 de Septiembre por Technology Quarterly, y reimpresso recientemente en folleto separado.

Sentimos no dar *in extenso* una traducción del trabajo que con este título ha publicado el Presidente que fué en 1893 del Comité general del Congreso de Ingeniería de Chicago, persona que tiene hechos interesantes estudios personales, y que en sus viajes ha tenido ocasión de ver por sí mismo las diversas Escuelas de que hace mención, comparar sus procedimientos y recopilar datos que deben en su día conducir á la implantación en la Universidad de Chicago de una Escuela Superior de Ingeniería, que pudiera muy bien llegar á ser un modelo de las mismas Escuelas que de modelo le hayan servido. A conseguir esto, lleva dedicados Mr. Corthell diez años de esfuerzos. Conociendo el modo de ser americano, y aun cuando no habrá de contarse para ello con la intervención del Estado, es de esperar que no tardaremos en ver llevados á la práctica los deseos del autor. Y es de notar que mientras en nuestro país son frecuentes las declamaciones contra nuestra educación *teórica* y *no práctica*, sobre todo por aquellas personas que no saben ni cómo nos educan, ni cómo educan á sus Ingenieros otras naciones, se inicia una corriente en América (el país clásico del sentido práctico) pidiendo la instauración de una Escuela superior, de donde puedan salir Ingenieros con una gran base de conocimientos teóricos, que seguramente no impedirán, como nunca han im-

pedido, la adquisición de los prácticos, sino que, fecundándola, permitirán obtener asombrosos frutos en el campo inmenso y fertilísimo que ofrecen los Estados Unidos á las artes de la construcción.

Y ahora, veamos el juicio que nuestra Escuela ha merecido á Mr. Corthell:

«España.—Una correspondencia reciente, enderezada á averiguar los métodos actuales, ha puesto en mis manos sobre 350 páginas impresas, que contienen los requisitos de admisión en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sostenida por el Gobierno en Madrid, los reglamentos de dicha Escuela y los programas detallados de las diversas asignaturas.

El carácter superior de esta Escuela se demuestra por el hecho de que se emplean cuatro años en la preparación y cinco en sus propios cursos.

Un examen cuidadoso de los resultados de los programas y un trato suficiente con algunos de los primeros Ingenieros de España, me han convencido de que esta Escuela, por lo completa y por su organización, puede compararse con cualquiera del mundo.

Para el ingreso se exigen, mediante examen riguroso, las condiciones siguientes (1):

Edad mínima de 16 años, y máxima de 25, título de bachiller en Artes y ser aprobado en Aritmética y Álgebra elementales, Geometría y Trigonometría plana y esférica, Álgebra superior, Geometría analítica, Geometría descriptiva con aplicaciones á perspectiva y sombras, cálculo y dibujos lineal, de figura y ornamental al trazo y con sombreado é idiomas francés é inglés.

De los programas detallados de este curso, que me ha facilitado bondadosamente el Director en manuscrito, se deduce claramente que la Escuela se conserva al paso de los adelantos más modernos en Física, Mecánica y Electricidad aplicadas. Lo que se intenta, é indudablemente se consigne, es dar á los Ingenieros educación amplia, extensa y completa, que los haga aptos para desempeñar los más arduos empleos á que pueden ser llamados por las necesidades de la época presente.»

(1) La primera parte de este informe está redactado en 1893.

Información.

Visita al Sr. Ministro.

La Junta de representación de los Ingenieros de Caminos ofreció, en nombre de los compañeros, sus respetos á los Sres. Ministro y Director de Obras públicas, el sábado último, mereciendo de dichos señores la más afectuosa acogida.

En la entrevista, que revistió un carácter cordial, se trató de los asuntos planteados en la actualidad, referentes al servicio, habiéndose comprobado un perfecto acuerdo acerca de las mismas y los elevados propósitos que les inspiran respecto á tan importante sección de aquel Departamento.

La REVISTA se asocia á la felicitación de la Junta, y al saludar respetuosamente á los Sres. Ministro y Director, expresa la creencia de que sus relevantes cualidades les permitirán hacer una obra fecunda en el ramo de Obras públicas, en el que tanto se puede realizar en bien del país, que de manera inequívoca viene demostrando el interés y el entusiasmo con que acoge cuanto tiende á desarrollarlas y mejorarlas.

Puente monumental de San Sebastián.

En el número anterior dábamos cuenta á nuestros lectores de los proyectos presentados en el Concurso Internacional abierto por el Ayuntamiento de San Sebastián para la construcción de un puente monumental sobre el río Urumea.

El Jurado que había de emitir su dictamen acerca de los 14 proyectos presentados, estaba formado por nuestros distinguidos compañeros D. Evaristo Churruarín, D. Pablo Alzola, D. Recaredo Uhagón, D. Enrique Gadea y D. Marcelo Sarasola.

En la sesión celebrada por el Ayuntamiento el día 11 del corriente se dió cuenta, ante numerosa concurrencia, que demostró el interés

concedido á este importante certamen, del informe de la Comisión de obras que habrá de servir de base á la adjudicación.

El informe de la Comisión comienza por pedir al Ayuntamiento haga constar en acta un amplísimo voto de gracias por el ycelo actividad demostrados por el Jurado al evacuar su juicio, y hacer suyo luego el dictamen del Jurado que propone que el premio de 5.000 pesetas sea adjudicado al proyecto que firma el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos D. J. Eugenio Rivera, con la colaboración del Arquitecto D. Julio Martínez Zapata, y el segundo, ó sea el de 3.000 pesetas, al proyecto que ostenta el lema «Lau-rak-bat», siempre que en su confección figure un Ingeniero de Caminos.

Que se adjudique asimismo á los Sres. Rivera y Zapata la construcción, con unas ligeras variantes que se refieren á sustituir las arcadas de entrada y salida por elegantes obeliscos artísticamente decorados, y subir la rasante que da al paseo del Urumea y entrada en la estación del Norte, en 30 ó 40 centímetros.

La supresión de las arcadas supone una economía de 120.340 pesetas en la construcción, quedando el presupuesto de los Sres. Rivera y Zapata reducido á la cifra de 378.694,50 pesetas, á cuyo importe habrá que agregar el coste de los obeliscos.

El dictamen fué aprobado por unanimidad, tomándose el acuerdo de que los proyectos se expongan al público, y la amplia Memoria del Jurado con los demás antecedentes queden en la Secretaría á disposición de cuantos quieran examinarlos.

Asimismo se tomó el acuerdo de que los Sres. Rivera y Zapata presenten de nuevo, en el más breve plazo posible, el proyecto con las modificaciones propuestas por mayoría, por el Jurado, para poder, desde luego, pedir la excepción de subasta y llevar á feliz término el propósito.