

ellos cuatro de ferrocarril, un puente constituido por la armadura de una presa de seguridad en Fridhem y dos constituidos por las presas superiores de las esclusas de Akersberg y de Ström. Todos estos puentes son móviles; los unos son puentes levadizos de uno ó de dos brazos y los otros puentes giratorios.

*Caminos de sirga.*—Para facilitar la sirga de los barcos y de las chalanas se ha construido sobre uno de los lados del canal en los tramos artificiales un camino empedrado que tiene una anchura de 2,50 metros.

*Faros.*—Todas las luces de dirección y de alineación á lo lar-

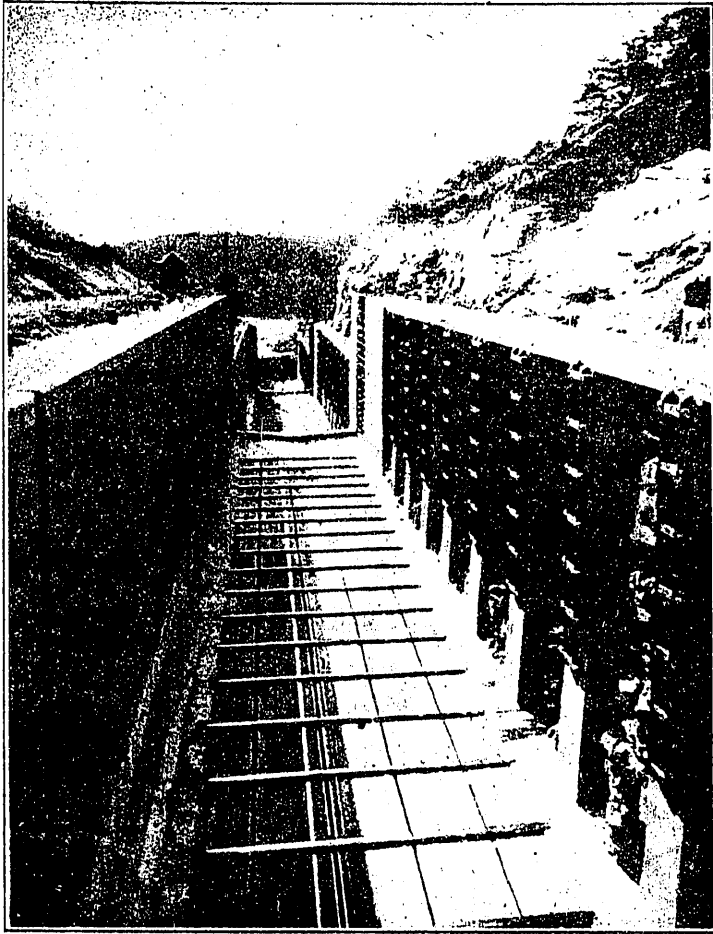


Fig. 10.

go del canal son aparatos del tipo Aga, soportadas por pilares de madera ó, en ciertos casos, por muros de mampostería.

Las obras se han realizado por administración, pero algunas obras de excavación y de mampostería se han confiado á contratistas.

Por otra parte, las principales construcciones metálicas y las máquinas se han construido y montado por constructores suecos.

El conjunto de las obras de reconstrucción han durado siete años, y el nuevo canal, de un calado de 4 metros, se ha inaugurado oficialmente por el Rey Gustavo V el 25 de Octubre último. Desde esta época, el nuevo canal ha quedado abierto á la navegación directa entre los grandes puertos del lago Vänern y los puertos marítimos de Europa, siendo de gran utilidad para el comercio internacional.

La nueva vía navegable—concluye el autor—es, sobre todo, útil para buques procedentes del Atlántico con destino á los puertos de la costa oriental de Suecia; les evita la navegación por mar, que ha venido á ser tan peligrosa en las actuales circunstancias. Valiéndose de este medio los grandes transatlánticos suecos desembarcan sus mercancías en Göteborg en la costa, para que después se las dirija hacia el Este por el canal de Trollhättan.

## El depósito de petróleo de Bakersfield (California, Estados Unidos).

Desde hace algún tiempo, la necesidad ha obligado á construir en América un cierto número de grandes depósitos para almacenar el petróleo, principalmente á la proximidad de los grandes yacimientos, cuya producción ha aumentado considerablemente durante los últimos años. Así es que en 1900 los yacimientos de California han producido 4.324.484 barriles (de 151,40 litros) y en 1914 su producción ha sido de 103 millones de barriles.

En California, principalmente, se han establecido depósitos, algunas veces ovales, pero, en general, circulares, constituidos por una excavación poca profunda, abierta en el suelo y bordeada por el talud de un dique construido con los escombros excavados. Una cubierta de madera, soportada por unos pilares establecidos sobre el fondo del depósito, cubre el conjunto. La capacidad de estos depósitos varía de 500.000 á un millón de barriles. El número de estos depósitos en servicio, ó á punto de serlo, en California, es de 29, y su capacidad total es de 19 millones de barriles.

Dos de estos depósitos, que pueden contener cada uno 750.000 barriles de petróleo, acaban de construirse para la Kern Trading and Oil Company, en Bakersfield (California), por M. E. D. Cole, que los ha descrito en una Memoria dirigida á la American Society of Civil Engineers, en Septiembre último; estos depósitos son sensiblemente idénticos, y daremos la descripción de uno de ellos, extractando la que publica M. P. C. en *Le Génie Civil*.

Las dimensiones principales de este depósito (figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>) son las siguientes:

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| Diámetro interior en el fondo (metros).....                    | 140,80    |
| — — — en su parte superior (idem) ..                           | 161       |
| Profundidad (idem).....                                        | 6,70      |
| Anchura del dique en la coronación (idem)....                  | 3,35      |
| Espesor del revestimiento de hormigón en el fondo (idem).....  | 0,076     |
| Espesor del revestimiento de hormigón de la pared (idem) ..... | 0,0635    |
| Capacidad (hectolitros).....                                   | 1.135.000 |

**MOVIMIENTO DE TIERRAS.**—En el emplazamiento del depósito, el suelo está constituido por una arena arcillosa que ha podido excavarse con facilidad por medio de palas mecánicas. El suelo que soporta la elevación circular que constituye la pared del depósito ha sido primero desmontado y ampliamente humedecido, antes de depositar en él las capas de tierra sucesivas que constituyen el dique. Para esto, se dispuso alrededor del depósito, al exterior del emplazamiento de la pared, una cañería de agua de 5 centímetros de diámetro, con tomas de agua á intervalos de 30 metros. Otra cañería de agua que terminaba en el centro del depósito servía para regar las partes del suelo á las que no hubiera podido llegarse con la cañería exterior.

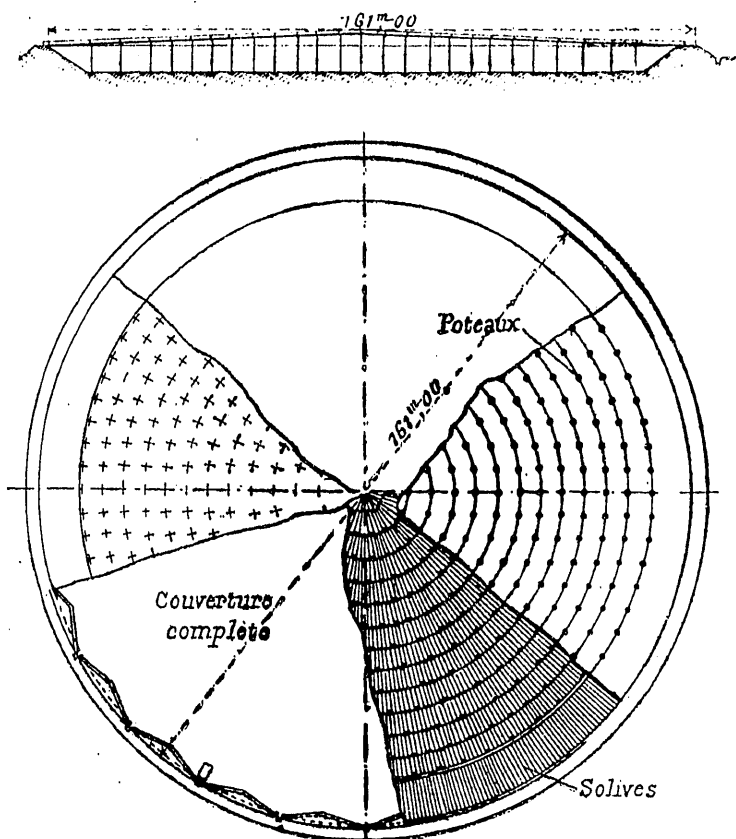
El terraplenado del dique circular se efectuó por capas delgadas, de 7 á 8 centímetros de espesor, bien mojadas y comprimidas por medio de dos rodillos compresores, que giraban continuamente alrededor del depósito.

Así se elevó el dique circular á la altura deseada, dándole, aproximadamente, la inclinación escogida para el talud, y dándole interiormente un suplemento de espesor variable, que se igualaba en seguida para obtener una buena superficie de apoyo para el revestimiento de hormigón. Este exceso de espesor, que variaba de 30 centímetros en la coronación á 60 centímetros en el fondo, se ha quitado en dos fases, utilizando primero un excavador especial que levantaba la mayor parte del excedente de escombros, después terminando de levantar el talud por medio de una máquina de rasar, ó rastrillo, de construcción especial. Con este objeto se clavaban, en la base y en la parte superior del talud, á intervalos de tres metros, próximamente, unos piquetes que marcaban la posición exacta de las generatrices de la superficie cónica que constituye la pared del depósito y se

excavaban unas trincheras de 30 centímetros de anchura cuyo fondo coincidía exactamente con la generatriz del cono en este punto.

En estas trincheras se colocaban unos carriles, constituidos por una barra de madera y que servían de soportes a la máquina destinada a la terminación de la excavación, entre las dos trincheras.

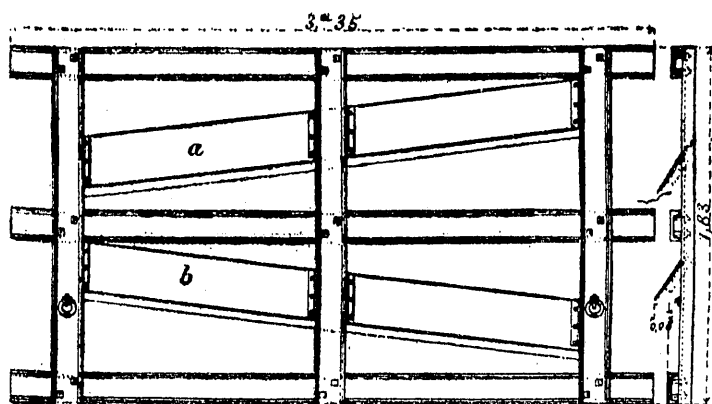
La cubeta del excavador empleaba para la primera parte del



Figs. 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>

desmonte se subía a lo largo del talud por medio de un cable que pasaba sobre una polea llevada por un bastidor a la parte superior del dique, y movido por un motor dispuesto en el centro del depósito. Para pasar de una sección a la sección próxima bastaba, por lo tanto, cambiar de sitio el marco que llevaba la polea a lo largo del dique, permaneciendo el motor en el mismo lugar.

El rastrillo que servía para terminar el talud ha sido ideado por MM. Cole y Zeller; está constituido por un cuadro rectangular de 3,35 metros de longitud y 1,80 metros de anchura, formada de hierros en  $\square$  y llevando dos láminas cortantes oblicuas  $a$  y  $b$  (figuras 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>) de 10 milímetros de espesor y 30



Figs. 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>

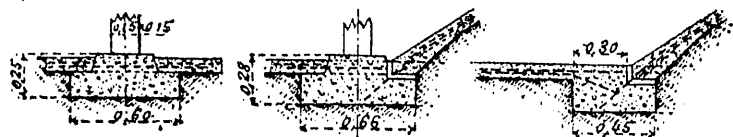
centímetros de ancho. Las láminas, que están situadas oblicuamente con relación al cuadro, le sobrepasan por la parte inferior 5 centímetros, próximamente. Esta especie de rastrillo se

subía y bajaba a lo largo del talud por medio de tornos instalados en la parte superior, quedando así enrasada la superficie hasta que el aparato venía a descansar por sus bordes sobre los carriles colocados en el fondo de las trincheras.

El equipo empleado para levantar el talud se componía de siete hombres, comprendiendo al mecánico encargado del motor.

El fondo del depósito se excavó 30 centímetros, próximamente, por bajo de su nivel definitivo, y el suelo fué apisonado y luego cubierto de capas sucesivas de tierra mojada y comprimida por medio de rodillos, de manera de proporcionar un apoyo resistente para el revestimiento de hormigón.

**HORMIGONADO.**—Las paredes del depósito están constituidas por una estructura de cemento armado, cuya armadura está formada, principalmente, por una rejilla de alambres de acero número 6, teniendo mallas de 15 centímetros de lado (figuras 5.<sup>a</sup> a 7.<sup>a</sup>). El espesor del fondo es de 76 milímetros y el de la pared cónica de 63 milímetros. El hormigón empleado para el fondo esta-



Figs. 5.<sup>a</sup> a 7.<sup>a</sup>

ba dosificado del modo siguiente: una parte de cemento, tres partes de arena, una y media parte de grava de 12 milímetros y dos partes y media de grava de 25 milímetros. Para la parte cónica la dosificación era de una parte de cemento y dos partes de grava de 12 milímetros.

El hormigón se preparaba en una hormigonera Ransome, de 0,76 metros cúbicos de capacidad, colocada al exterior del depósito y se le conducía por un elevador a una tolva, dispuesta en el borde interior del depósito, de donde, en fin, lo tomaban unas carretillas especiales. Se extendía primero una capa de hormigón de 35 a 40 milímetros de espesor, después se colocaba la rejilla de la armadura, y se vertía una segunda capa de hormigón, de manera de alcanzar el espesor requerido. Se aprisionaba entonces el hormigón y se alisaba finalmente con la paleta. El borde de la superficie colocada en una jornada de trabajo se dejaba en bisel y, antes de enlazarle con la sección que se empezaba al día siguiente, se le limpiaba y cubría con un mortero de cemento puro.

El hormigón destinado a constituir la pared se transportaba en unas vagonetas arrastradas por unos mecanismos que circulaban por la coronación del dique. De estas vagonetas se vertía directamente sobre el talud, sin el empleo de ningún molde. Con este objeto, se preparaba el hormigón, de modo que su consistencia fuese tal que no corriera hasta la base del talud. Este revestimiento se colocó también en dos capas sucesivas, poniéndose la armadura entre las dos, contribuyendo así ésta a impedir que el hormigón corriese hasta la base del talud.

No se ha dejado ninguna junta de dilatación en el fondo, ni en la pared, a causa, por una parte, de la resistencia elevada de la armadura, y, por otra parte, de la pequeña variación de temperatura a que la armadura está sometida.

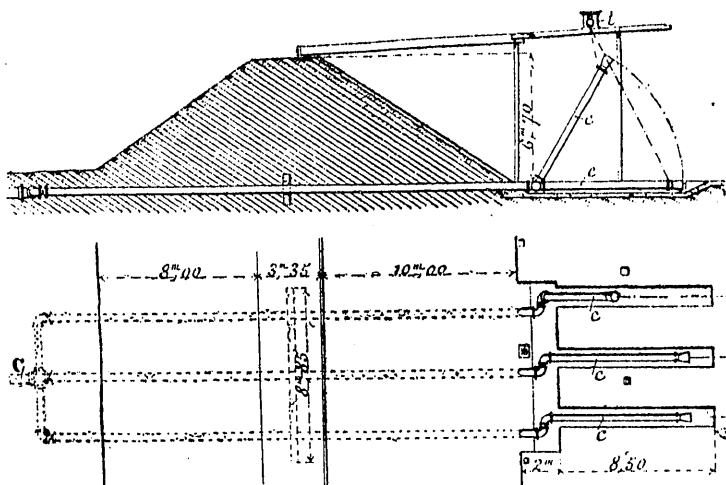
**COBERTURA DEL DEPÓSITO.**—El depósito está completamente cubierto por un techo cónico, soportado por unos pilares de madera de  $0,15 \times 0,15$  metros de sección, descansando sobre unos zócalos de hormigón que forman cuerpo con el fondo del depósito. Estos zócalos tienen 60 centímetros de lado y 25 centímetros de altura, y penetra en el suelo de manera de no formar saliente sobre el fondo del depósito.

Los postes están dispuestos en hileras concéntricas y a 5,50 metros, próximamente, de separación de eje a eje, soportando unas soleras de  $0,075 \times 0,30$  metros de sección y 5,50 metros de longitud, sobre las cuales descansan unas viguetas de  $0,05 \times 0,20$  metros y de 6 metros, dispuestas radialmente a intervalos de 60 centímetros, próximamente (fig. 2.<sup>a</sup>). En fin, la cubierta pro-

piamente dicha está constituida por unas planchas de  $0,025 \times 0,30$  metros.

Para la construcción del techo se montaban de plano unos cuadros formados de dos postes y una solera, sirviéndose de un *derrick* ligero, soportado por la parte de techo ya colocada, comenzando por el borde. Se hizo así el montaje entero de los postes en siete días, habiéndose tallado las maderas de antemano, con una cuadrilla de 50 hombres. El techo se ha cubierto finalmente de un cartón alquitranado y de una capa de asfalto y de grava fina.

El petróleo se extrae del depósito por un sistema de cañerías articuladas representadas en las figuras 8.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup> Estas cañerías están colocadas en unas trincheras excavadas antes de la construcción de la pared del depósito y están incrustadas en el



Figs. 8.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup>

eje de esta pared por un pequeño muro de hormigón. Se reúnen al exterior en una sola cañería *C*, de mayor diámetro. La parte extrema de cada cañería articulada descansa en un regato hormigonado y puede levantarse verticalmente por medio de un tornillo *t*, lo que interrumpe la corriente.

**PÉRDIDAS POR FILTRACIÓN EN LOS DEPÓSITOS DE PETRÓLEO.**—Los depósitos de tierra sin revestimiento están sujetos a pérdidas por filtración y por evaporación. En los depósitos que cuentan con un revestimiento, las pérdidas por filtración están casi enteramente suprimidas por lo menos para las alturas del líquido de 5,50 á 7 metros.

Ensayos hechos por M. Cole le han probado, en efecto, que en estas condiciones el petróleo no penetraba en el hormigón ni aun al cabo de dos años.

Las medidas que se han hecho en varios depósitos de hormigón han mostrado que se producía una pérdida aproximada de 1 por 100 por año en el volumen del petróleo, mientras que en el caso de depósitos no enlucidos de hormigón la pérdida podía llegar á un 7 por 100; es muy variable según la naturaleza del suelo y la manera como está igualado. Parece, en todos los casos, que hay ventaja, generalmente, en emplear un revestimiento de hormigón, cuyo coste se amortiza en algunos años por la economía realizada en las pérdidas de petróleo.

M. Cole evalúa el precio de los depósitos de este género y de la capacidad del de Bakersfield en 10 céntimos (0,52 de francos), próximamente, por barril de 151,40 de capacidad. Este precio se descompone en 3 céntimos para el movimiento de tierras, 3 céntimos para la cubierta y 4 céntimos para el revestimiento de hormigón.

Concluye el autor del artículo diciendo que en la discusión de la Memoria de M. Cole en la American Society of Civil Engineers, M. Bowie ha criticado el empleo de papel alquitranado para constituir la cubierta, debiendo éste ser en una cierta me-

didada permeable á los vapores de petróleo, y aconseja el empleo de palastro delgado para constituir una cubierta impermeable. Parece que, con este objeto, podía también emplearse el cinc.

### Las centrales hidroeléctricas para la tracción en la línea del Gotardo (Suiza).

La Dirección general de los ferrocarriles federales suizos, después de las pruebas de tracción eléctrica con corriente alterna trifásica verificadas en la línea del Simplón y las hechas con corriente monofásica en la línea del Loetschberg, se decidió á adoptar este último sistema para la electrificación de la línea del Gotardo. Las obras se iniciaron á principios del año pasado y se prosiguen satisfactoriamente. Damos á continuación un breve resumen de las centrales eléctricas destinadas al abastecimiento de la línea, extractando para ello un artículo publicado en el *Giornale del Genio Civile*.

La Administración del ferrocarril del Gotardo obtuvo á fines del año 1907 la cesión por el Cantón de Uri de las importantes fuerzas hidráulicas de la cuenca del Reus, y en el de 1909 consiguió otras del Cantón Tesino absorbiendo gran parte del salto disponible del Alto Leventino. Estas fuerzas hidráulicas, según el proyecto definitivo, se utilizarán por cinco centrales, de las que tres están al Norte y dos al Sur del Gotardo. Para el servicio del trozo Erstfeld-Bellinzona, que constituye el primer trayecto que ha de electrificarse, se están construyendo dos de estas centrales, una á cada una de las vertientes del Gotardo.

Al Norte se construye la Central de Amsteg, que utilizará el salto del Reus entre Wassen y Amsteg. La toma de agua debe efectuarse en la estrecha garganta de Pfaffensprung, y las aguas se llevarán, á través de un canal subterráneo, hasta por encima de Amsteg, donde está en construcción el gran depósito de carga. El salto utilizable es de cerca de 276 metros. Los puntos notables á que deberá surtir la Central han requerido la instalación de turbinas de potencia muy superior á la del régimen normal. La primera instalación comprenderá cuatro grupos de 10.000 caballos cada uno, además de un pequeño generador para las necesidades de la misma Central, pero se ha estudiado una posible ampliación para llevar la instalación hasta 80.000 caballos.

La toma de agua se hará con una presa de 25 metros de altura, que formará un depósito de reserva de 200 000 metros cúbicos de capacidad y que servirá, además de para la compensación de las cargas diarias, como depósito de decantación de las aguas del Reus. El canal de derivación, en galería, tendrá 7 kilómetros de longitud, 6,5 metros cuadrados de sección y una pendiente de 1,5 por 1.000; absorberá al paso las aguas del Fellibach y funcionará bajo presión, lo que hará más ventajoso su empleo. El depósito de descarga se excavará completamente en la misma roca y comprenderá una galería horizontal y un pozo vertical con canal de descarga. La galería horizontal contendrá la reserva de agua instantánea, en caso de sobrecarga brusca, y el pozo servirá de válvula de seguridad.

(Continuad.)

### Asociación general de Ayudantes y Auxiliares de los Cuerpos de Ingenieros civiles del Estado.

Esta Asociación pone en conocimiento de los Peritos Agrícolas sin cargo oficial, que con motivo de la nueva organización del Servicio de Catastro se ampliarán extraordinariamente las escalas, y, por lo tanto, si desean ingresar en ellas, deben solicitarlo lo antes posible del Excmo. Sr. Subsecretario del Ministerio de Hacienda.

