

impuestas por la Sociedad americana para la recepción de materiales.

Las placas tenían por término medio 3 metros por 1,73 y los tubos se fabricaban por trozos de 6,70 metros.

El autor da minuciosos detalles sobre la fabricación y colocación de la cañería.

Accidente y restauración del dique de Charmes (Francia).

El canal del Marne al Saona ha necesitado para su abastecimiento que se estableciesen varios pantanos importantes destinados á almacenar las aguas del invierno de los pequeños cursos de agua próximos al tramo de partición. Estos pantanos establecidos en las cercanías de la meseta de Langres, son cuatro y llevan los nombres siguientes: la Mouche, la Vingeanne, la Liez y Charmes. Los dos primeros están situados al Este del canal y los otros dos al Oeste (fig. 1.^a).

Todas sus presas son de tierra, excepto el de la Mouche, que es de mampostería.

La construcción de las de la Mouche y de la Liez se verificó hace ya unos veinte años.

Las de la Vingeanne y de Charmes se han puesto al servicio el primero á fines de 1905 y el segundo á fines de 1906, y en su construcción se han empleado nuevos procedimientos.

Describiremos sumariamente las disposiciones generales de la última citada y su sistema de construcción y relataremos después el grave accidente que sufrió en 1909, así como las obras de re-

la forma de escalera constituida por medio de gradas inclinadas separadas por banquetas.

Estas gradas tienen 1,70 metros de altura y están inclinadas 45°; las banquetas, de un metro de anchura, presentan una pendiente transversal de 10 centímetros; la inclinación media del talud sobre la vertical es, pues, como la mayor parte de las obras francesas del mismo género, de 1,5 por 1.

El talud de agua abajo es visiblemente más suave. Presenta una forma ligeramente cóncava, componiéndose de tres planos de inclinaciones sucesivamente decrecientes, á partir de la coronación, separadas por banquetas; esta disposición es de las más favorables para su estabilidad, sobre la cual, por otra parte, no existe duda alguna.

La plataforma de coronación está á 17 metros sobre el Thalweg, y la altura de la obra entre su punto más alto (banqueta de coronación) y su punto más bajo (pie del muro de guarda) llega á 26 metros, lo que clasifica la presa de Charmes entre las más altas de Francia. La altura del embalse es de 15,10 metros.

La anchura de la coronación es de 6,45 metros y la superficie de apoyo máxima del dique es de 64 metros. La longitud total de la obra es de 362 metros y aún de 523,50 si se tienen en cuenta los anclajes especiales que ha sido necesario establecer en sus dos extremos.

El sistema de construcción consistía en elevar el terraplén por medio de delgadas capas de buena tierra, mezcladas con una pequeña proporción (5 por 100) de arena gruesa, procedente de trituradores, y apisonadas sucesivamente por medio de rodillos automotores. El espesor de las capas en el momento de la igualación del terreno era de 12 á 15 centímetros; el apisonamiento, extremadamente enérgico, lo reducía á 8 ó 10, comunicando á las tierras una dureza y una compacidad notables.

El terraplén se establecía con una cierta amplitud en la anchura; de modo que la construcción de revestimiento se efectuaba siempre sobre un apisonamiento reciente.

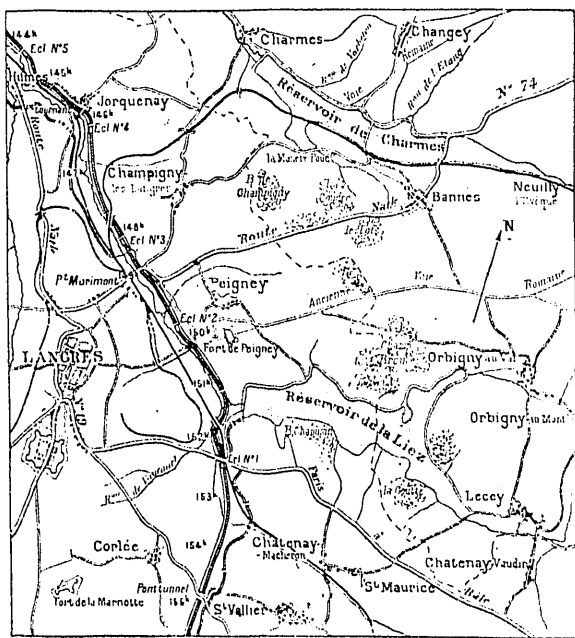
Este revestimiento estaba constituido por grandes baldosas de mortero, de 20 centímetros de espesor, separadas por juntas de arcilla.

Un muro de guarda, también de mortero, corre por el pie del talud de agua arriba, atravesando todas las capas de terrenos permeables subyacentes. Las baldosas inferiores del revestimiento se apoyan sobre el muro de guarda.

CIRCUNSTANCIAS DEL ACCIDENTE DE OCTUBRE DE 1909.—Desde que se puso en servicio, en 1906, la presa de Charmes no había presentado nada de anormal. Solamente después de tres de su terminación es cuando se produjo el accidente que vamos á relatar.

El 20 de Octubre, por la mañana, el guarda de la presa observó la existencia de una larga grieta que corría longitudinalmente, un poco delante del pie de la banqueta de coronación, siguiendo la junta de las baldosas (fig. 2.^a). Esta grieta, de apariencia vertical, se detenía bruscamente en uno de sus extremos, en el perfil 18, contra una escalera de hormigón que sigue en éste la línea de máxima pendiente del dique: iba aumentando hasta hacia el perfil 14, donde tenía una anchura de 2 á 3 centímetros, y disminuía progresivamente á partir de este punto, cesando de ser perceptible en un punto situado entre los perfiles 10 y 11; su longitud era, por lo tanto, de 85 metros, próximamente. Estaba acompañada de un desnivel de varios centímetros entre sus dos bordes.

La amplitud del movimiento iba entre tanto creciendo. Al medio día, las dimensiones de la grieta se habían duplicado. Se organizaron con urgencia los primeros trabajos de defensa y de observación. Unos sondeos practicados en la profundidad de la grieta superior del revestimiento, mostraron que ésta se prolongaba en la tierra, primero casi verticalmente, después inclinándose en el sentido del talud. Otro sondeo, practicado verticalmente, á partir de la cuarta banqueta, la más próxima al plano de agua en este momento, reveló la existencia de una pro-



Trazado del canal del Marne al Saona.

Fig. 1.^a

paración que en ella se han llevado á cabo, para todo lo cual extractaremos el artículo publicado por el Ingeniero de Artes y Manufacturas M. A. Dumas en *Le Génie Civil*, y en el cual, para mayor esclarecimiento, se hace referencia á otros números, tanto de esta revista como de los *Annales des Ponts et Chaussées*.

Como la presa de Charmes á que nos estamos refiriendo es á la vez la más reciente y la más alta de las construidas en Francia, y en su construcción se ha empleado, naturalmente, todos los perfeccionamientos conocidos, es interesante y muy útil conocer cómo y por qué se ha producido su deterioro y qué medios se han empleado para repararlo.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRESA DE CHARMES.—Esta presa forma un embalse de una capacidad de 11.600.000 metros cúbicos. Su corte transversal está representado en la figura 2.^a Como en la mayor parte de los diques de tierra apilada ejecutados en Francia desde hace setenta años, el talud de agua arriba afecta

fundidad media de 3 metros, de una zona de tierra removida que se dejaba disgregar fácilmente al choque de las herramientas. Esta zona, de un metro, próximamente, de espesor ofrecía una inclinación general muy determinada, casi paralela al talud.

Por encima y por debajo, la tierra permanecía perfectamente

de Octubre, al sexto día del accidente, se hizo que inspeccionara un buzo el pie de la obra; las baldosas de las dos gradas inferiores estaban levantadas casi verticalmente, sus juntas dislocadas y abiertas hasta el punto que el brazo podía penetrar en ellas hasta el hombro.

Desde la víspera, el 24 de Octubre, el accidente afectaba, en

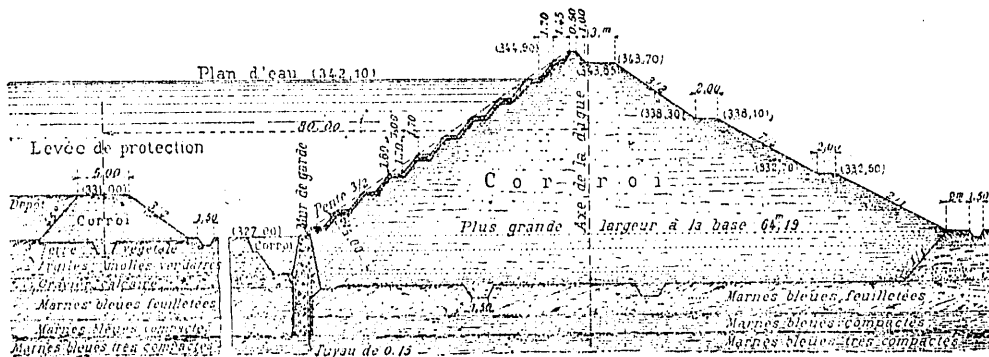


Fig. 2.ª

dura y compacta; su adherencia á las baldosas de hormigón del revestimiento había también permanecido perfecta.

No se estaba, pues, en presencia de un deslizamiento del talud.

La altura del agua embalsada por el dique en el momento del accidente era de unos 6 metros. El embalse estaba en vías de vaciarse, llegando el descenso del nivel á 17 centímetros por día, próximamente. Era la primera vez, desde que se puso en servicio, que el plano de agua descendía tan bajo, en los dos veranos precedentes no se había vaciado más que parcialmente; era también la primera vez que el descenso se efectuaba con una rapidez tan grande.

Se impidió que se vaciara por completo, á fin de conservar en cuanto fuera posible la presión que ejercía el agua sobre la parte inferior del talud, pero el movimiento de éste progresaba, sin embargo, de día en día.

La presencia del agua anegando el pie de la presa impedía

lugar de los 85 metros del principio, á una longitud de 135 metros, que todavía era rebasada algunos días más tarde.

Cotidianamente se observaba la amplitud de los desplazamientos de los diferentes perfiles. Se renunció bien pronto á efectuar estas medidas en la parte superior del talud en donde desde el primer día se habían colocado indicaciones de cemento; unos deslizamientos secundarios se manifestaron, en efecto, desde el tercero al cuarto día, á una y otra parte de la grieta vertical, arrastrando en particular á la banqueta de coronación. Pareció más cómodo y, por otra parte, más interesante, observar la progresión horizontal de las gradas próximas al plano de agua; con este objeto se colocaron sobre la cuarta banqueta unos jalones cuya alineación se señaló diariamente.

A pesar de las diversas obras que se emprendieron para detener el movimiento de las tierras, principalmente las dirigidas para suavizar la parte superior del talud en toda la longitud averiada, no fué hasta el 11 de Diciembre, después de cincuenta

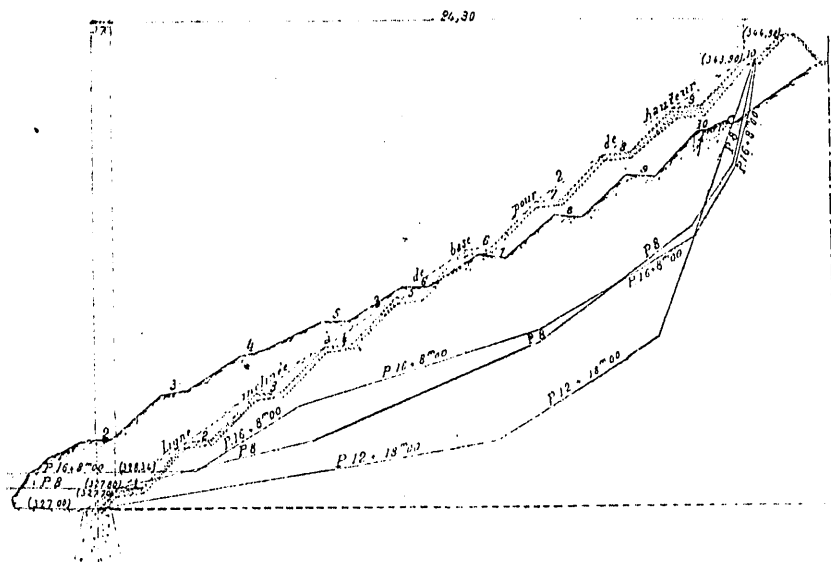


Fig. 3.ª

darse cuenta exacta de la situación y parecía, por otra parte, poco tranquilizadora, según la opinión de muchos; se dudaba, sin embargo, en evacuarlo por miedo á agravar el accidente.

Se veía á la parte superior del talud hundirse más cada día, más ó menos verticalmente, mientras que en las cercanías del plano de agua donde la deformación se verificaba, sobre todo en el sentido horizontal, se veían las aristas de las gradas tomar una forma curvada de convexidad creciente. Pero sobre todo bajo el agua es donde existían las peores deformaciones. El 25

y dos días, cuando aquél se detuvo definitivamente. Su amplitud había alcanzado una magnitud de 4 metros (fig. 3.ª) y afectaba á casi toda la región del dique en que el talud ofrecía una altura superior á 14 ó 15 metros.

En este momento es cuando pudieron realizarse sin peligro para los trabajadores diez sondeos sistemáticos que manifestaron más completamente la extensión de las averías. Los resultados de estos sondeos se resumen en la figura 3.ª

(Continuará.)