

CAPITULO IX

Pequeñas obras especiales

Badenes.—Tubos de cerámica.—Tubos de fundición.—Tubos de mortero de cemento.—Tajeas en ferrocarriles.—Alcantarillas y pontones en ferrocarriles.—Obras en terrenos inclinados.—Obras oblicuas.—Sifones.

Badenes.—En países de gran sequedad, como en nuestras provincias de Levante y Andalucía, hay multitud de cauces llamados *ramblas*, que quedan secos la mayor parte del año y que en cambio, cuando llueve torrencialmente, llevan grandes caudales de agua, que arrastran a su vez arenas y gravas.

Para ahorrarse la construcción de obras de desagüe, a veces de gran longitud, puede establecerse el pavimento del camino sobre la misma rambla, de manera que las aguas y arrastres del cauce, pasen por encima, en lugar de desaguar por debajo como en las obras corrientes.

Pero para que no sufran constantes degradaciones estos trozos de caminos, que se llaman *badenes*, se precisa consolidar fuertemente su superficie, empedrándolos con adoquines sentados, en seco o con mortero, según la violencia de la corriente de agua.

Debe darse además a la rasante de la vía, una forma convexa adaptada al cauce de la rambla, si bien reduciendo las pendientes de acceso y rampa de salida cuanto sea posible.

Hoy, sobre todo, que se están generalizando los vehículos automóviles, estos badenes debieran suprimirse, pero cuando no sea posible por carecer de recursos suficientes, deben mejorarse sus accesos y pasos, para evitar los accidentes a que dan lugar con frecuencia.

Tubos de cerámica.—Cuando las corrientes de agua son de muy escaso caudal, pueden substituirse los caños de hormigón, por tubos de barro o de gres.

Los tubos de barro, no deben emplearse en diámetros superiores a 20 y 25 c/m.; para diámetros de 0,30 y 0,40 debe recurrirse al gres.

Los tubos de barro se fabrican en todas las tejas y cuando se emplean para caños, deben escogerse vidriados por el interior y de un grueso de 2 c/m.

Hay fábricas de tubos de gres en Barcelona, Bilbao, Palencia y La Felguera.

Deben sentarse en obra con cuidado sobre una cama de arena apisonada y se los debe envolver con otra capa de tierra compacta para impedir que al paso de los vehículos, no se apoyen sobre ellos, piedras duras que puedan romperlos.

Cuando las rasantes de los terraplenes son muy pequeñas, pueden disponerse filas de dos o más tubos.

Las uniones de estos tubos deben hacerse con mortero de cemento de 1 X 3, bien comprimido.

Si no se dispone más que de tubos de barro de escasa resistencia, se envuelven estos tubos dentro de una capa de hormigón con un grueso de unos 10 c/m. por fuera de los tubos.

Este hormigón puede formarse con una mezcla de 200 Kgs. de cemento portland y 0,500 y 1,000 m.³ de arena y gravilla.

Tubos de fundición.—También pueden emplearse, para caños, los tubos de fundición de los que se destinan a las conducciones de agua, pero resultan demasiado caros, por lo que solo se utilizan en casos excepcionales.

Tubos de mortero de cemento.—En todas las poblaciones de alguna importancia, hay fábricas de tubos circulares u ovoides con mortero de cemento (Fig. 175).

Para tubos circulares, las dimensiones empleadas por la Compañía de los Ferrocarriles del Norte de Francia, son:

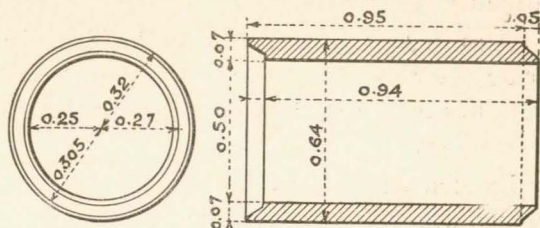


Fig. 175 — Tubos de cemento

<u>Diámetros</u>	<u>Espesores</u>
0,20	0,030
0,25	0,035
0,30	0,040
0,40	0,050
0,50	0,070
0,60	0,090

En los frentes de los tubos de 0,60 a 1,00 m. deben añadirse aletas, tímpanos e impostas iguales a las de los caños oficiales. — En los tubos de menor diámetro, es más barato prolongarlos hasta que sobresalgan del terraplén.

Si los transportes de estos tubos, resultan económicos, pueden substituir a los caños de hormigón, y si han de estar sometidos a grandes presiones, se refuerzan con una envolvente de hormigón en masa, o mejor aún con una armadura metálica, como hemos visto que puede adicionarse a los caños.

Se empalman los trozos, que suelen ser de 1,00 m., tomando con mortero de portland sus extremos, que conviene biselar en la forma de la Fig. 175, que es un tubo muy empleado por las Compañías de Ferrocarriles.

A pesar de las precauciones que se tomen para el asiento de estos tubos, serán siempre menos estables y seguros que los caños de hormigón construidos *in-situ*, con las dimensiones de los modelos oficiales descritos en el Capítulo anterior.

Deberán estos preferirse, si no hubiese sensible diferencia de coste.

Este depende de los materiales, personal y medios de transporte de que se disponga.

No deben ponerse tubos fabricados, sin estar seguros de su calidad y resistencia.

Para presiones pequeñas, la dosificación del mortero puede ser de 400 Kgs. de portland por metro cúbico de arena; para presiones mayores, debe exigirse dosificaciones de 500 y hasta de 600 Kgs.

Existen ya fábricas de tubos de *mortero centrifugado*, que pueden aún reforzarse con armaduras en espiral, de gran resistencia e impermeabilidad, con menores espesores que los tubos fabricados con moldes ordinarios.

Su gran ligereza y el reducido coste á que pueden fabricarse permitirá seguramente emplearlos con ventaja en muchos casos.

En San Fernando (provincia de Madrid) se ha establecido una fábrica de tubos de esta clase.

Tajeas en ferrocarriles.—Para terraplenes de altura inferior a 1 m., los constructores de ferrocarriles solían suprimir la losa o la bóveda de la tajea, empleando lo que se llama *tajea abierta*.

Está constituida (Fig. 176) por dos estribos terminados en aletas rectas; sobre la coronación del estribo se apoyan directamente las traviesas que sostienen los carriles.

Se emplea pocas veces esta disposición, a pesar de su economía, pues las locomotoras, al encontrar estos vanos, que son una solución

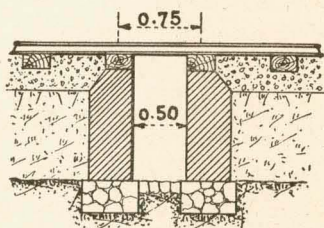


Fig. 176 — Tajea abierta

de continuidad en el balasto de la vía, producen un pequeño choque sobre los carriles, que pone en peligro su sujeción a las traviesas, lo que obliga a vigilar éstas y puede ocasionar descarrilamientos.

Deben substituirse estas tajeas abiertas, por tubos, caños o tajeas con losas y pueden emplearse los mismos modelos para carreteras descritos en el Capítulo anterior, sin aumentos de espesor.

Alcantarillas y pontones en ferrocarriles.—También para las alcantarillas y pontones de ferrocarriles, pueden utilizarse los modelos de las pequeñas obras para carreteras, pero los espesores en la clave de las bóvedas, deberán aumentarse en 12 % para los ferrocarriles de vía estrecha y en 25 % para los de vía ancha (1).

Los espesores de las bóvedas en los riñones y de los estribos y tímpanos, deben aumentarse en las mismas proporciones.

Las aletas no necesitan variación.

Los pretilos de fábrica, que se emplean en carreteras, deben substituirse por barandillas metálicas ligeras, ya que por esas obras solo deben circular los obreros de la vía.

Cuando las bóvedas de las alcantarillas y pontones alcancen el balasto, puede obtenerse alguna economía reduciendo el ancho de las bóvedas a la longitud de las traviesas o poco más, disponiendo ligeros andenes en voladizo, y hasta pudieran estos suprimirse dada la pequeña longitud de esas obras y la escasa circulación de peatones.

Así por ejemplo, en nuestro modelo n.º 1, de pontón de 4 m. de luz, bastaría un ancho de bóveda de 2,5 m., para ferrocarril de vía ancha, de 2,00 m. para el de vía de 1 m. (Fig. 177).

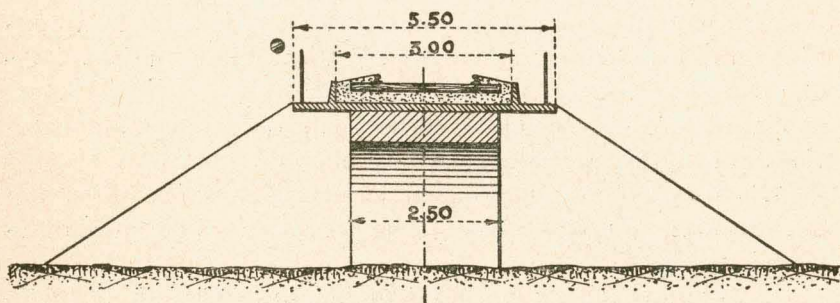


Fig. 177 — Estrechamiento de las bóvedas

Sobre los tímpanos podría apoyarse un forjado de hormigón armado en voladizo, en el que se empotrarían los dos tabiquillos de contención del balasto.

(1) Es la proporción muy aproximada que deducimos de las fórmulas y tablas de Sejourné—Grandes Voutes—Tomo VI—Pag. 174.

Se ahorrarían así, la mitad aproximadamente de bóvedas, estribos, pilas (en el caso en que sea un grupo de pontones) y cimientos de estos apoyos; la economía sería mayor que el suplemento de obra de los voladizos y el pequeño aumento de los muros en ala o en vuelta, y sobre todo sensible en los grupos de varias obras pequeñas.

¿Por qué pues, han de hacerse estas obras con todo el ancho de la explanación, como se hace casi siempre?

La tradición y la rutina, no son razones suficientes para que las respetemos.

Obras pequeñas en terrenos inclinados.—En las regiones montañosas de gran inclinación, no deben aplicarse los modelos corrientes.

Como hemos dicho ya al ocuparnos de los muros, no valen los trajes *hechos*; hay que construir las obras *a la medida*.

Es decir, que cada obra debe proyectarse para el terreno y para la corriente de agua, y no empeñarse en amoldar la ladera y los cauces a tipos determinados.

Sería absurdo no aprovechar la pendiente del talweg, que facilita el desagüe, pues que con obras de menor luz, daremos paso a mucho mayores caudales.

Pero hay que defender entonces el terreno natural comprendido entre los estribos, para evitar su socavación por la velocidad de la corriente.

Para ello, se reviste el terreno con una solera de mamposte-ría u hormigón, que se llama *zampeado*.

Las disposiciones que pueden adoptarse para las obras son tan variadas, como los casos que se presentan. Citaremos algunos ejemplos.

Las Figuras 178 y 179 son tajeas de losas.—Cuando la inclinación excede de 30° , hay que escalonar las losas, para que no empujen unas a otras.

Algunos Ingenieros, escalonan también los zampeados, para que las aguas caigan por cascadas sucesivas.—Es una disposición viciosa, porque cuesta más cara, anula las ventajas de la pendiente para los efectos del desagüe y provoca aterramientos en esos escalones, difíciles de limpiar y hasta de visitar.

En lugar de tajeras escalonadas, es preferible en estos casos emplear tubos de hormigón; con pequeños diámetros, se obtienen grandes desagües (1).

Las Figs. 180 y 181 representan una alcantarilla y un pontón, de 2 y 5 m. de luz respectivamente, para la carretera transpirenáica de Esterri a Viella (2).

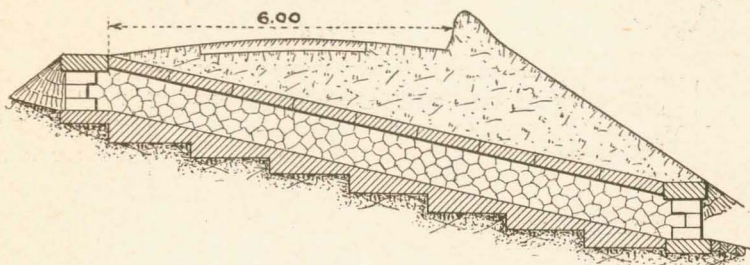


Fig. 178 — Tajera inclinada

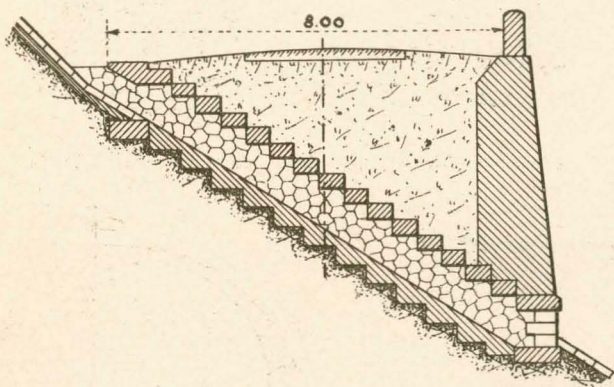


Fig. 179 — Tajera escalonada

(1) En el Apéndice n.º 3 - Capítulo III, insertamos los gastos de los caños de 0,60 y 0,80 m. para pendientes de 0,10 a 0,50, que son de 2,87 a 15,781 m³ por segundo.

(2) Proyectadas por el Ingeniero don Julio Murua—*Revista de Obras Públicas* de 22 y 29 Abril 1915

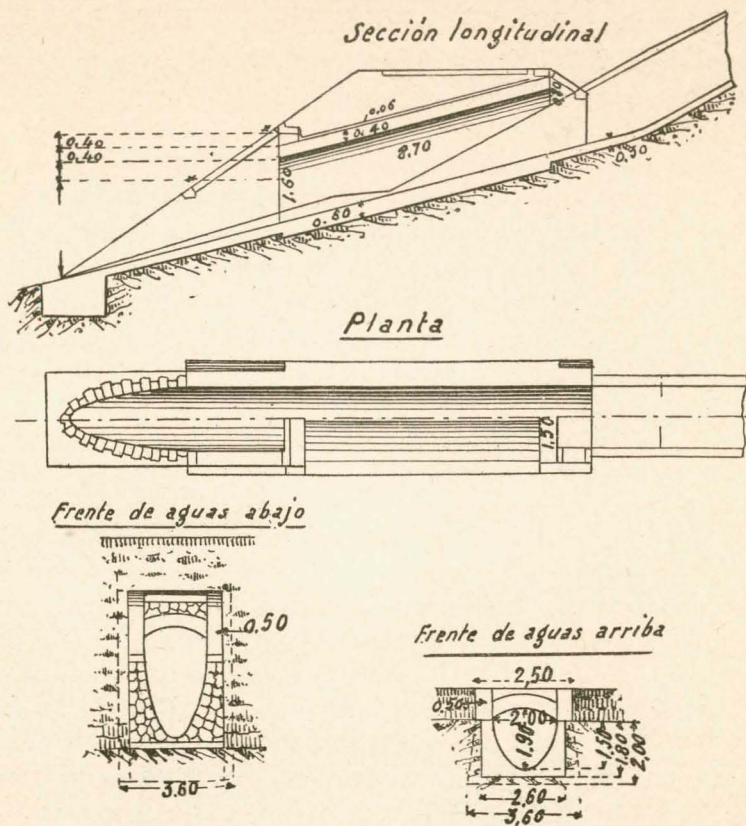


Fig. 180 — Alcantarilla de la carretera de Esterri a Viella

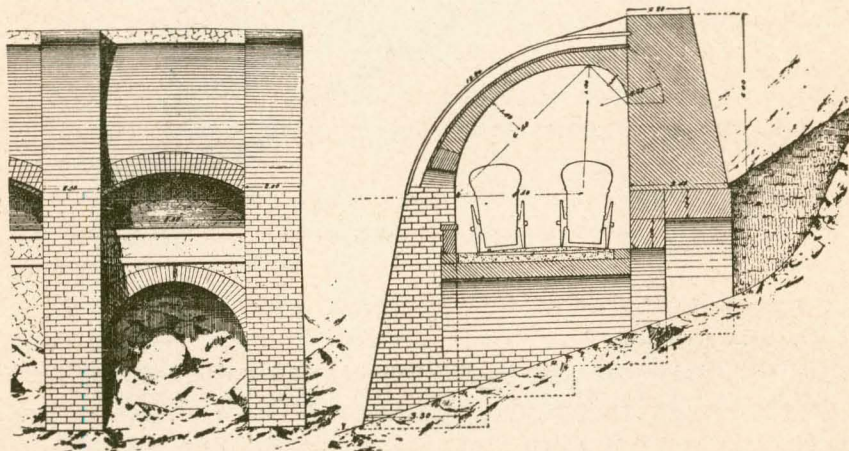


Fig. 181 — Pontón y muro paranieve de la carretera de Esterri a Viella

Este último pontón, ofrece la particularidad de que está defendido contra las avalanchas de nieve, por una bóveda en tranquil, apoyada por medio de un arco sobre los estribos del pontón.

La Fig. 182 representa los tipos de alcantarillas en pendiente del ferrocarril de Tánger a Fez.

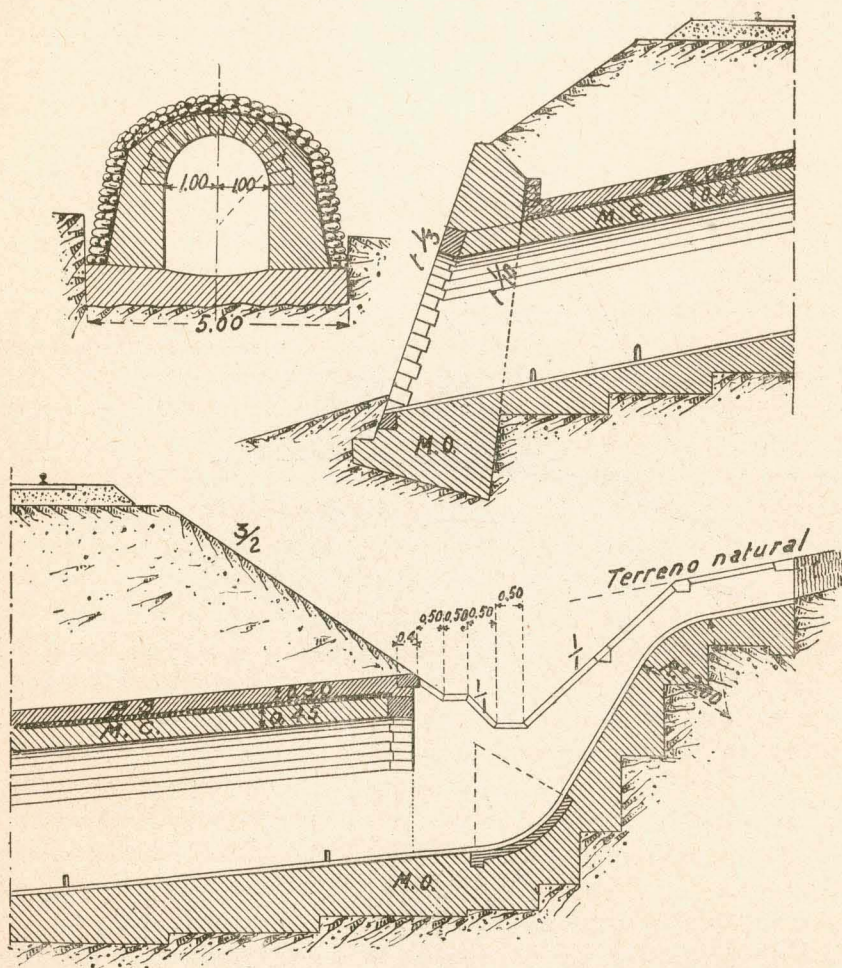


Fig. 182 — Alcantarillas en pendiente del ferrocarril de Tánger a Fez

En todas estas obras, hay que dar preferente atención, no solo a los zampeados y sus cimientos, que necesitan escalonarse con solidez para evitar su corrimiento, sino que deben encauzarse las aguas a la entrada y salida de la obra, para evitar se degraden las laderas inmediatas.

Los zampeados deben ser tanto más resistentes, cuanto que la corriente es más fuerte, sobre todo, si como es frecuente en la montaña, arrastra piedras y bloques.

En algunos altos terraplenes apoyados sobre laderas fuertes y talwegs de gran pendiente, se puede reducir la longitud de

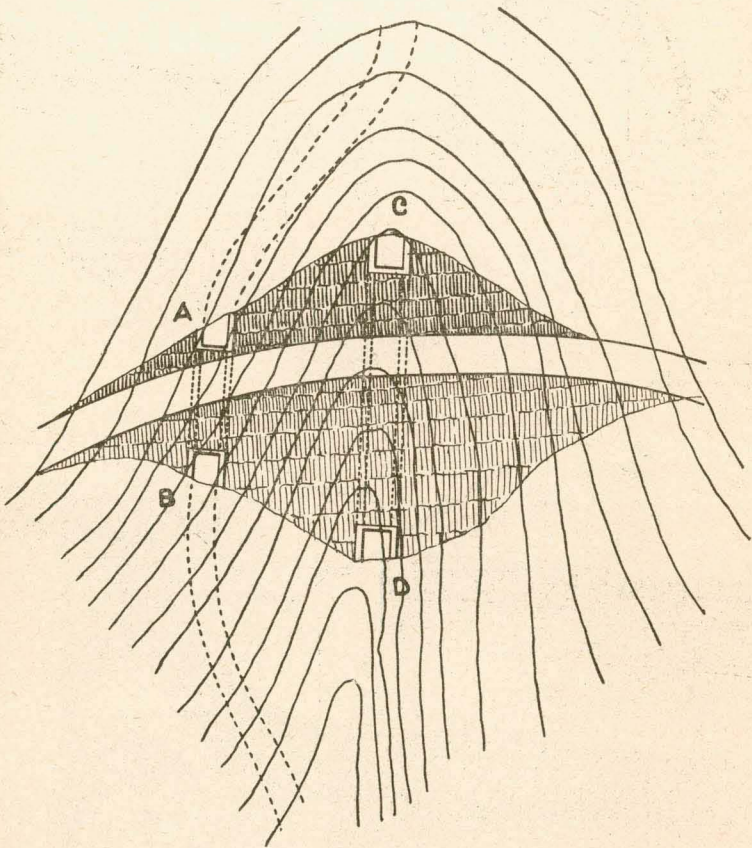


Fig 183 — Obra faldeando la ladera

las obras, desviando la dirección natural por el talweg CD , (Figura 183) faldeando la ladera con pequeña pendiente, en AB .

Pero entonces hay que asegurarse de que el desagüe de la obra no perjudique ni socave la base del terraplén y además, habrá que establecer un carro o por lo menos un drenaje de piedra gruesa en toda la longitud CD del talweg, recubierta por el terraplén, para que recoja las aguas de filtración y las que no entren en la obra de desagüe.

Es una disposición, algo artificiosa, que exige especial cuidado, para evitar sus naturales contingencias, pero puede ofrecer sensible economía.

Obras oblicuas.— Para reducir la longitud de las obras de desagüe, es conveniente que estas corten normalmente a la vía y así se hace casi siempre en carreteras.

Se construyen entonces los muros en ala y en vuelta, de manera a facilitar la entrada y salida del agua, pues como digimos ya, al ocuparnos de los muros, no es preciso que estos muros accesorios sean simétricos, y por el contrario, deben proyectarse no solo para que contengan los terraplenes, sino para encauzar la corriente.

Así hemos visto la alcantarilla de la Figura 130 (Pág. 159), que tiene sus muros diferentes en dirección y forma.

Pero hay casos en que los talwegs son muy oblicuos y no se prestan a una económica rectificación de cauce.

Es entonces preciso construir obras oblicuas.

Cuando se trate de caños o tajeas, no hay inconveniente en que sus extremos ofrezcan oblicuidad con relación al terraplén.

Pero en alcantarillas o pontones, resultan de muy mal efecto los frentes oblicuos que con disposiciones análogas a las de la Fig. 184, se emplean en algunos casos.

Es más sencillo y económico situar los frentes paralelos a la vía, como en la (Fig. 185), construyendo las bóvedas con hormigón en masa, por lo menos en sus extremos.

La parte central del cañón AB , puede ser de sección circular y tipo corriente; pero la bóveda en los triángulos de los frentes será entonces elíptica y deberán aumentarse los espesores y los de estribos en proporción a la oblicuidad.

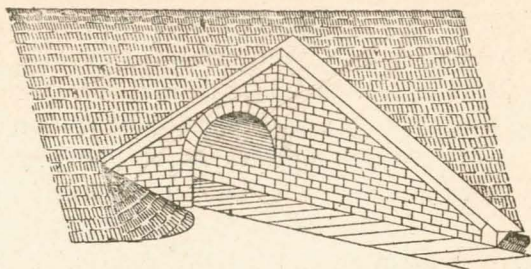


Fig. 184 — Pontón oblicuo

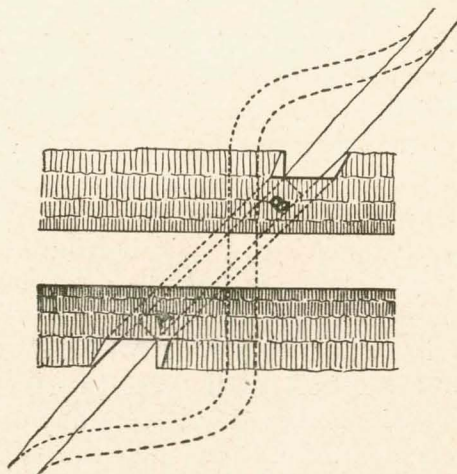


Fig. 185 — Obra oblicua

También se resuelve el problema con losas de piedra o de hormigón armado.

Con una arenisca muy dura, que existe en Lourdes, se construyen pontones carreteros hasta de 4 metros de luz, con losas de 0,30 m. de grueso.—Estas mismas losas, se utilizan para pontones oblicuos (Fig. 186).

Pero antes de proyectar pequeñas obras oblicuas, habrá que comparar el aumento de coste que produce su mayor longitud con el gasto que exigiría la rectificación de los cauces.

En el capítulo siguiente, veremos que las losas y tramos de hormigón armado, facilitan mucho la construcción de obras oblicuas.

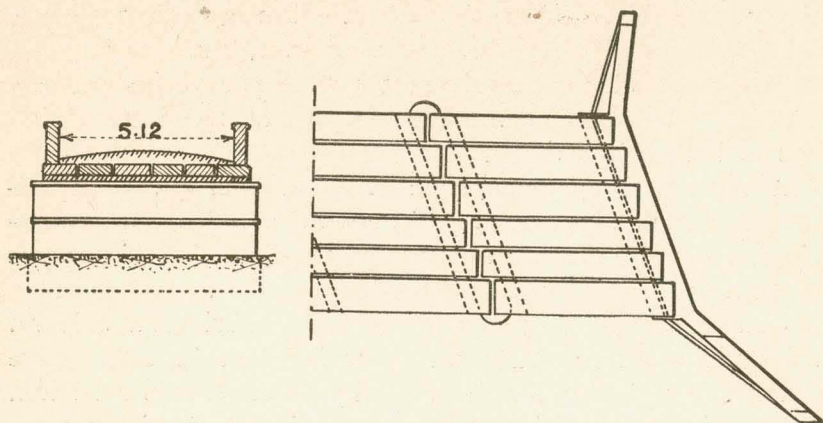


Fig. 186 — Pontón con losas de Lourdes

Sifones.—Las vías cortan con frecuencia, sobre todo en los terrenos de regadío, corrientes de agua o acequias, cuyas rasantas están al mismo nivel o más altas, que la plataforma de explanación.

Cuando no queda altura bastante para atravesar la vía con un acueducto en paso superior, que permita la circulación sobre la vía, se construyen unas obras llamadas *sifones*, que equivalen a establecer un vaso comunicante por debajo de la vía (Figuras 187 y 188).

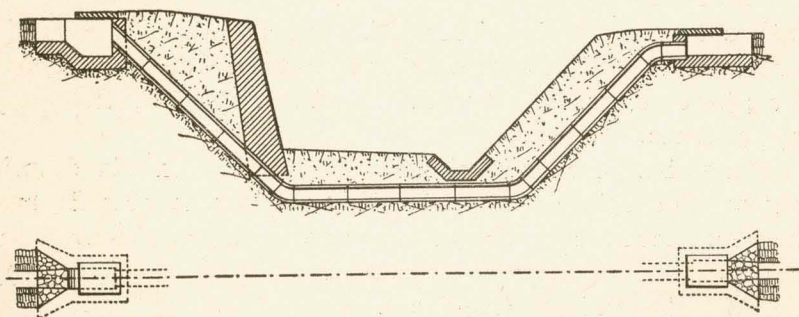


Fig. 187 — Sifón con tubos de hormigón

El sifón con tubos de hormigón (Fig. 187), es el más económico y preferible.—Ofrece sin embargo el inconveniente de que en los cambios de dirección, se necesitan tubos especiales en curva, pero pueden substituirse estos codos por varios pedazos de tubos cortados oblicuamente y empalmados con unos cinchos de hormigón armado.

Aunque se anteponga al sifón un cubo, en el que se depositan gran parte de las arenas y fangos arrastrados por las corrientes, siempre se atarquinará la parte baja de los sifones, por lo que habrá que prever el medio de limpiarlos.

Cuando se empleen tubos de diámetros inferiores a 0,80 m. en los que no pueda entrar un operario, deberán establecerse cámaras de registro y limpieza, en el punto más bajo del sifón.

Los sifones construídos con pozos y tajeas de fábrica de sección cuadrada (Fig. 188) llevan un cubo en el fondo del pozo de entrada y son más fáciles de limpiar que los sifones de tubo, pero resultan bastante más caros.

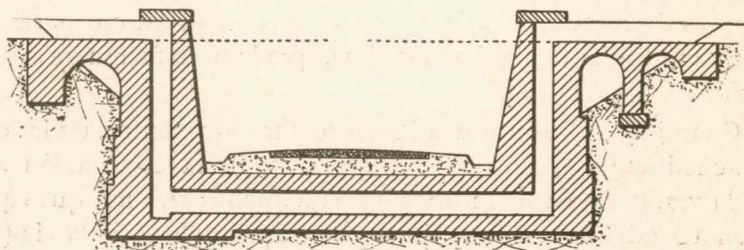


Fig. 188 — Sifón de sección rectangular

Las dimensiones interiores de los pozos o tubos de estos sifones, varían según los volúmenes de agua a que han de dar paso; los espesores de las paredes, según la clase de terreno y las presiones del agua.

Sin embargo, cuando el desnivel del sifón exceda de seis metros, será casi siempre preferible dar paso a la acequia mediante un acueducto sobre paso superior de hormigón armado, con disposiciones análogas a las representadas en la Figura 197 del Capítulo siguiente (Pág. 233).