

CAPÍTULO X

Pequeñas obras de hormigón armado

Losas para caminos ordinarios.—Tramos para pontones carreteros.—Losas para ferrocarriles.—Tramos para ferrocarriles.—Losas y tramos oblicuos.—Pasos superiores.—Grupos de pontones.—Ventajas de estas pequeñas obras de hormigón armado.—Substitución de los puentes por grupos de pontones.

Se va generalizando, en estos últimos años, la substitución de las losas y bóvedas de las pequeñas obras de fábrica, por losas y tramos de hormigón armado.

En cambio, son contadísimos los casos en que se construyan con este material los estribos y pilas de pequeñas obras.

Losas para caminos ordinarios.—Hasta 5 metros de luz, conviene construir losas armadas.

En la (Fig. 189) se reproducen las secciones longitudinales de las losas de 1 - 2 - 3 - 4 y 5 metros de luz *teórica* (1) correspondientes a 0,90 - 1,88 - 2,86 - 3,83 y 4,80 m. de distancias entre paramentos.

Están calculados para cilindros de 20 toneladas y sobrecargas estáticas de 400 Kgs. por metro cuadrado.

Pueden estas mismas losas utilizarse para carreteras.

(1) Estos modelos corresponden a la colección estudiada por nuestro ilustre y magistrado compañero don Juan Manuel de Zafra, por encargo de la Dirección general de Obras Públicas, para las obras de caminos vecinales.—Dicho Ingeniero, consideró preferible clasificar las obras por sus luces teóricas de cálculo.

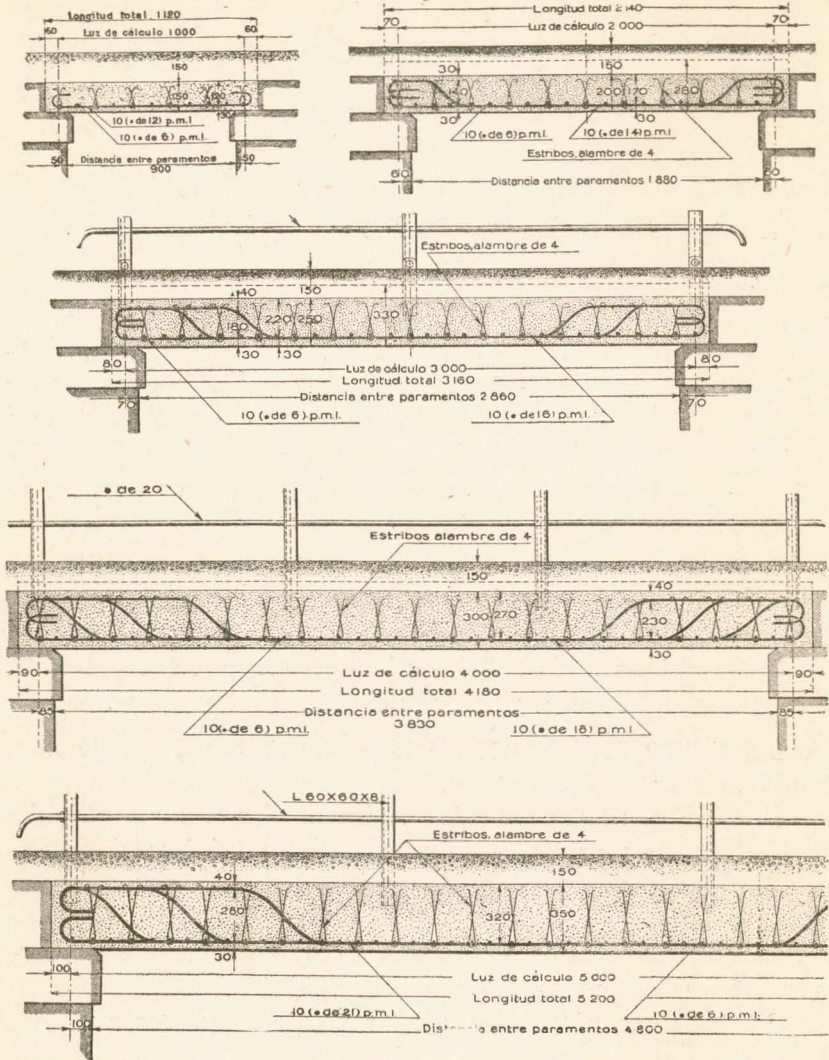


Fig. 189 — Losas para caminos ordinarios

Tramos para pontones carreteros.—Entre 5 y 10 metros de luz, las losas resultan caras, por ser excesivo el grueso necesario de hormigón.

Son preferibles los tramos con vigas y forjados, y así los ha proyectado el señor Zafra, en la citada colección de modelos oficiales.

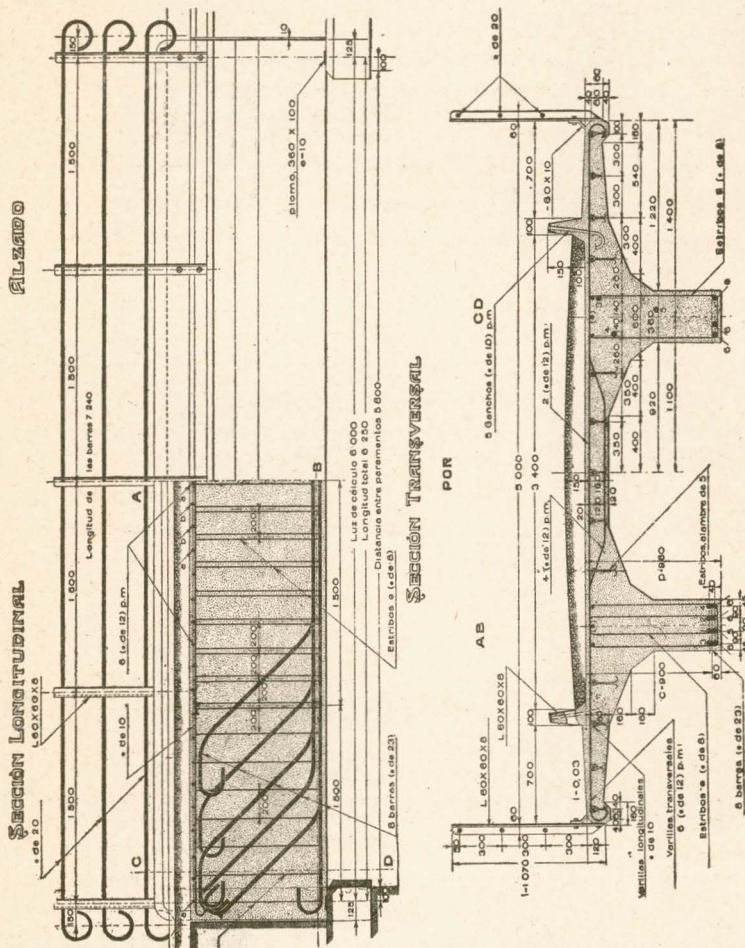


Fig. 190 — Tramo de 5,80 m. de luz real para camino vecinal de doble vía

En la (Fig. 190), se presentan las secciones de un tramo de 6 m. de luz teórica (5,80 m. de distancia entre paramentos) para un pontón económico de doble vía carretera.

SECCIÓN TRANSVERSAL
POR

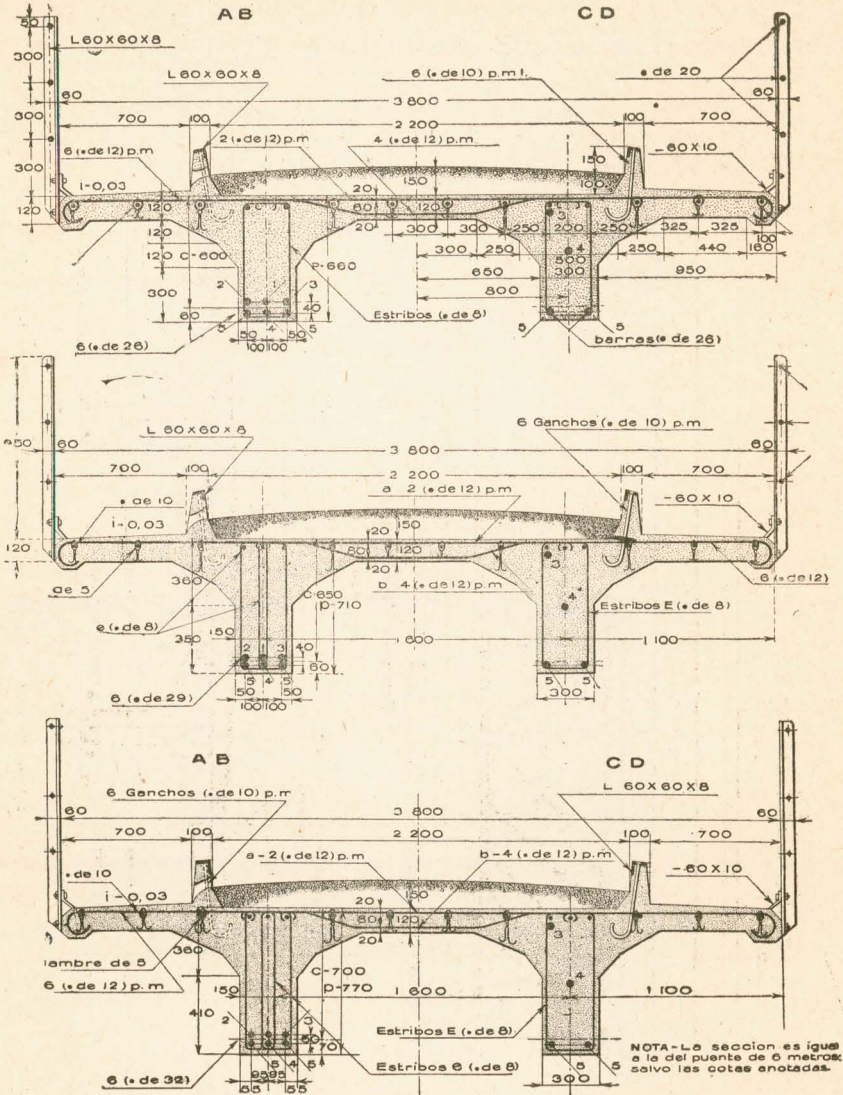


Fig. 191 — Secciones de los tramos para caminos vecinales de simple vía, de 5,80 - 7,05 y 8,25 m. de luces reales.

En la (Fig. 191), se reproducen las secciones de los tramos de simple vía, para caminos vecinales, para luces teóricas de 6,00 - 7,25 y 8,50 m. (5,80 - 7,05 y 8,25 m, de distancias entre paramentos).

Disposición de los andenes.—No parecen dar buen resultado los bordillos aislados que en estos modelos separan las calzadas de los andenes, pues si una rueda de vehículo cualquiera, salta el bordillo, resulta difícil encarrilarla.

Es preferible elevar los andenes, por encima de la calzada, como sin excepción se establecen las aceras en las calles.

Las disposiciones de la (Fig. 192) son las que empleamos y han sido aprobadas por la Dirección general de Obras Públicas en muchas ocasiones.

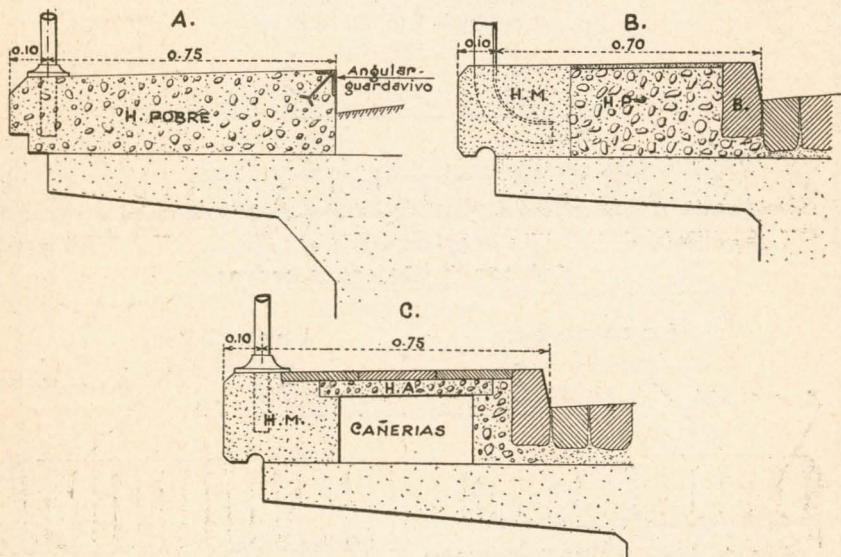


Fig. 192 — Disposiciones de andenes

La A, reforzando el andén de hormigón pobre, con angulares de acero, es más económico.

Es mejor que, como en B, los bordillos estén constituidos por unos sillarejos de piedra, de preferencia natural, y aún

mejor que las cunetas lleven dos filas de adoquines, tomadas con cemento, en el caso en que no pueda adoquinarse todo el ancho de la calzada, que sería la solución óptima y económica en definitiva, para la conservación del tramo.

Por último, la disposición C, permite utilizar el andén para las cañerías de agua y luz de las poblaciones, que pueden visitarse levantando las placas armadas que forman el pavimento del andén.

Losas para ferrocarriles.—Análogamente a lo que acabamos de ver para carreteras, pueden emplearse estas losas para ferrocarriles.

En la (Fig. 193) se representan los tipos que hemos empleado para el ferrocarril de Zumárraga a Zumaya. — Están calculados para locomotoras de 36 toneladas en 4 ejes, y vía de un metro.—Sobre la losa se extiende el balasto, como en el resto de la explanación.

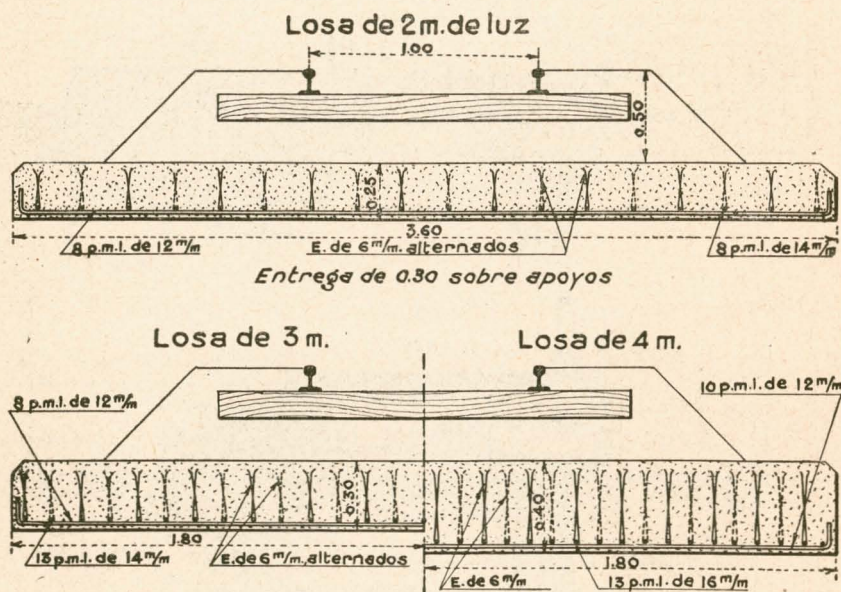


Fig. 193 — Losas del ferrocarril del Urola

Para ferrocarriles de vía ancha, suelen armarse las losas con viguetas ordinarias de doble T, calculadas para resistir *por sí solas*, el peso de los trenes; el hormigón que las envuelve tiene

por único objeto preservar y arristrar las viguetas y servir de tablero a la vía.

Deben llamarse entonces losas de *hierro hormigonado*.

La (Fig. 194) representa las que empleamos para el ferrocarril de Tánger a Fez, calculadas para locomotoras de 100 toneladas, para luces de 1 - 2 y 3 m. de luces libres.

No suelen emplearse para mayores luces.

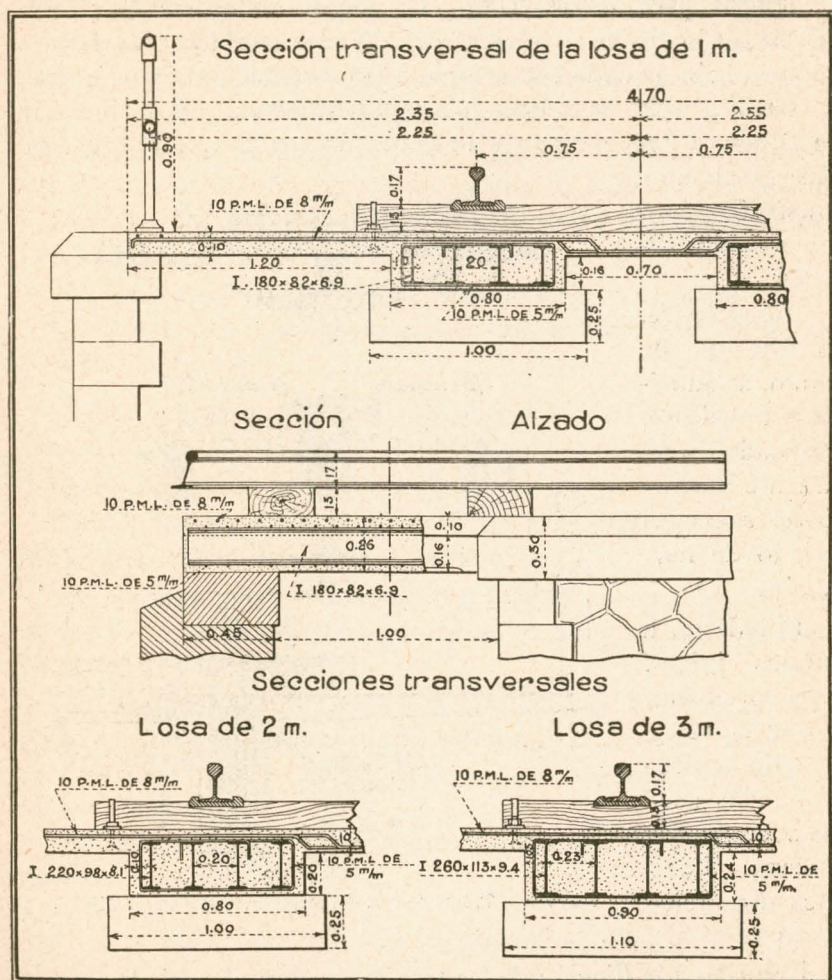


Fig. 194 — Losas de hierro hormigonado, en el ferrocarril de Tánger a Fez

Sobra mucho hierro a este tipo de losas con viguetas.—Demostrada a la saciedad, la perfecta solidaridad de trabajo del hormigón con el metal, no hay ya motivo para que el hormigón no absorba la parte alícuota que le corresponde del trabajo a la flexión en estas losas.

Se reduciría así sensiblemente el peso del acero y el coste de las losas.

Tramos para ferrocarriles.—De todos modos, desde 4 metros de luz inclusive en adelante, convendrá establecer los tramos de hormigón armado con arreglo a las disposiciones corrientes.

La (Fig. 195), es el tipo que estudiamos para el ferrocarril de Tánger a Fez, análogo a un gran número de tramos de esta clase que hemos construído para muchos ferrocarriles.

Como se ve, en este tipo de tramo, se suprime el balasto, apoyando directamente las traviesas sobre el forjado de hormigón.

El balasto, a nuestro juicio, tiene por objeto, sanear la vía y repartir la presión de las ruedas sobre la plataforma. Para estos dos objetos, sirve el forjado de hormigón.

Respecto a la fijación de las traviesas sobre el forjado, pueden seguirse varios procedimientos.

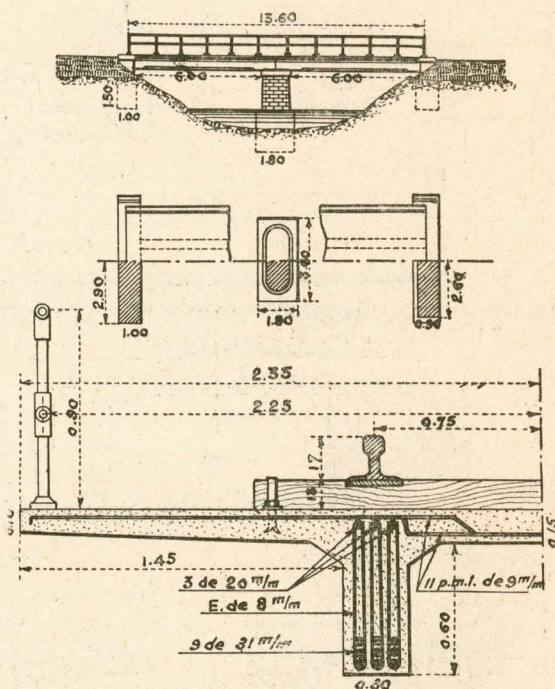


Fig. 195 — Tramo de 6 m. del ferrocarril de Tánger a Fez

El indicado en la (Fig. 195), es una grapa, sujeta al forjado con mortero de cemento, que se emplea con éxito desde hace muchos años en los puentes de los ferrocarriles suburbanos de Málaga.

Consideramos sin embargo preferible sujetar lateralmente las traviesas, con pequeños bordillos longitudinales de hormigón armado de $0,10 \times 0,05$ m. construidos al mismo tiempo que el forjado.

En estas condiciones, no apreciamos la conveniencia de añadir balasto, no solo inútil, sino perjudicial, puesto que pesa sobre el tramo, sin beneficio para la vía.

Insisten sin embargo en ello algunos Ingenieros, porque opinan que la adición de balasto facilita en todo caso el asiento y conservación de la vía, y que esta ventaja, compensa el pequeño aumento de gasto que produce.

Es una apreciación, que puede tenerse en cuenta, sobre todo en estas pequeñas obras en las que el aumento de hierro será poco sensible.

Losas y tramos oblicuos.—El empleo del hormigón armado permite sin gran elevación de coste, la construcción *oblicua* de todos los pequeños pontones y puentes.

En los ferrocarriles, la vía corta un gran número de talwegs, con la oblicuidad que exige el trazado (1).

Es por otra parte evidente, que si no se desvían los cauces, es necesario aumentar las luces de las obras, para evitar perturbaciones de desagüe.

Así es que cuando resulte costoso desviar los cauces para obligar a éstos a cortar casi normalmente la vía, será preferible construir las obras oblicuas, dándoles la luz normal correspondiente al cauce.

La disposición que generalmente empleamos para estos tramos oblicuos es la de la (Fig. 196).

(1) En el ferrocarril de Zumárraga a Zumaya, casi todos los pontones y puentes son oblicuos al río Urola, que se cruza veinte veces en 40 kilómetros.

Los muros en ala, así dispuestos, necesitan el mínimo volumen de fábrica y evitan además los ángulos agudos que tendrían los muros en vuelta.

Las vigas principales *ab-cd* de los tramos, deberán, como siempre, situarse debajo de los carriles y calcularse para la luz oblicua.

Pero siempre será menos costosa la obra así proyectada que si la hiciéramos recta, con la luz *AB*, que habría de necesitar, para no perturbar el cauce, en el caso en que éste no se pudiera variar en una longitud suficiente.

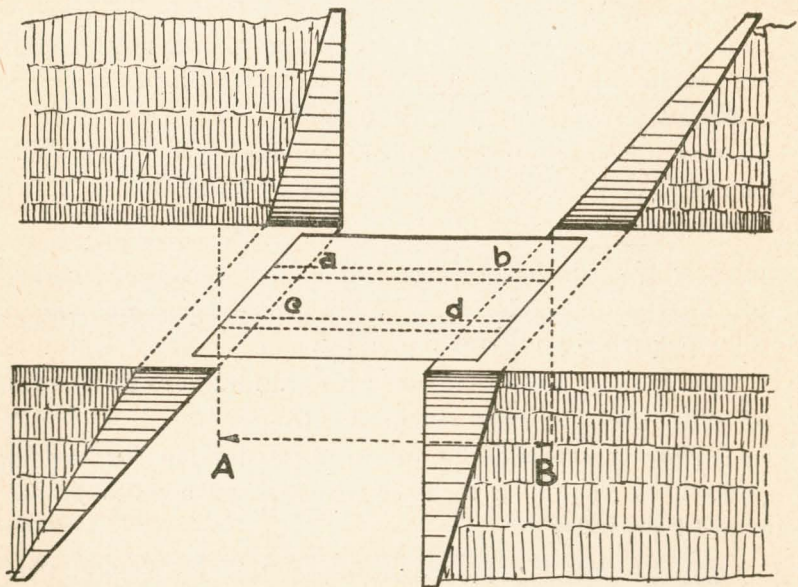


Fig. 196 — Planta de un tramo oblicuo

Pasos superiores carreteros.—Son muy frecuentes los casos en que los caminos vecinales y carreteros, cruzan canales y sobre todo ferrocarriles.

El creciente tránsito automóvil exige por otra parte la supresión de un gran número de pasos a nivel, substituyéndolos por pasos superiores.

Conviene casi siempre construir estas obras de hormigón armado.

El tipo que casi constantemente empleamos, por su gran economía (Fig. 197) consiste en subdividir la luz en tres tramos, apoyados sobre dos estribos y dos palizadas.

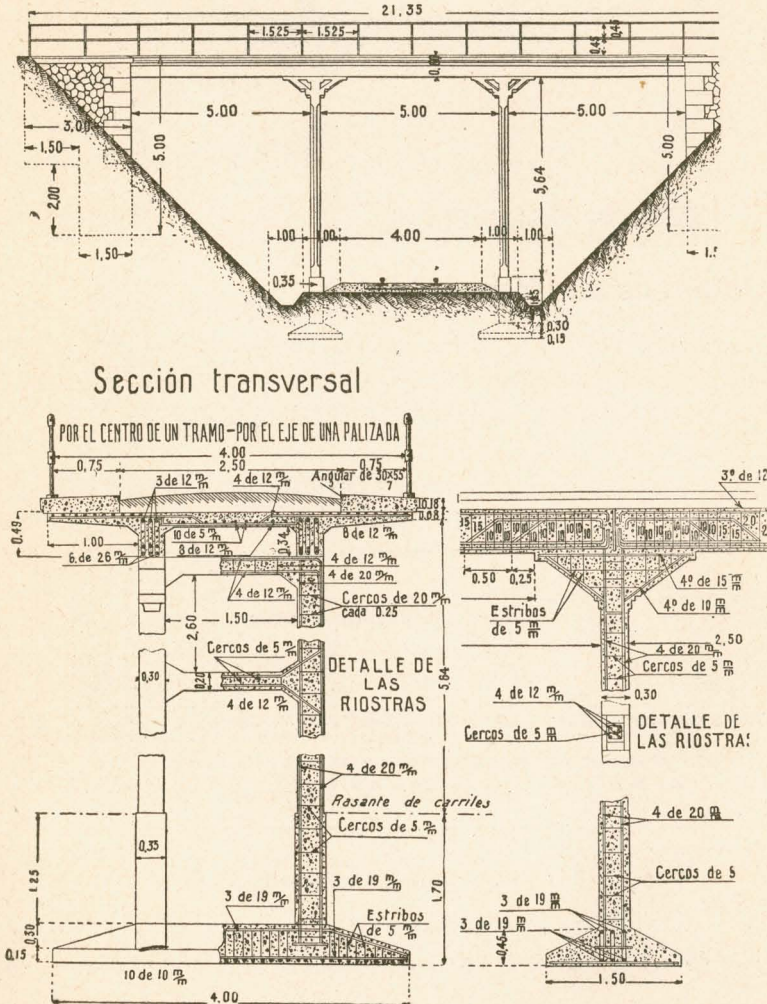


Fig. 197 — Paso superior de camino vecinal a un ferrocarril de vía ancha

La altura de las vigas sobre carriles y la distancia entre pa-
lizadas, está limitada por el gálibo de cada línea (1).

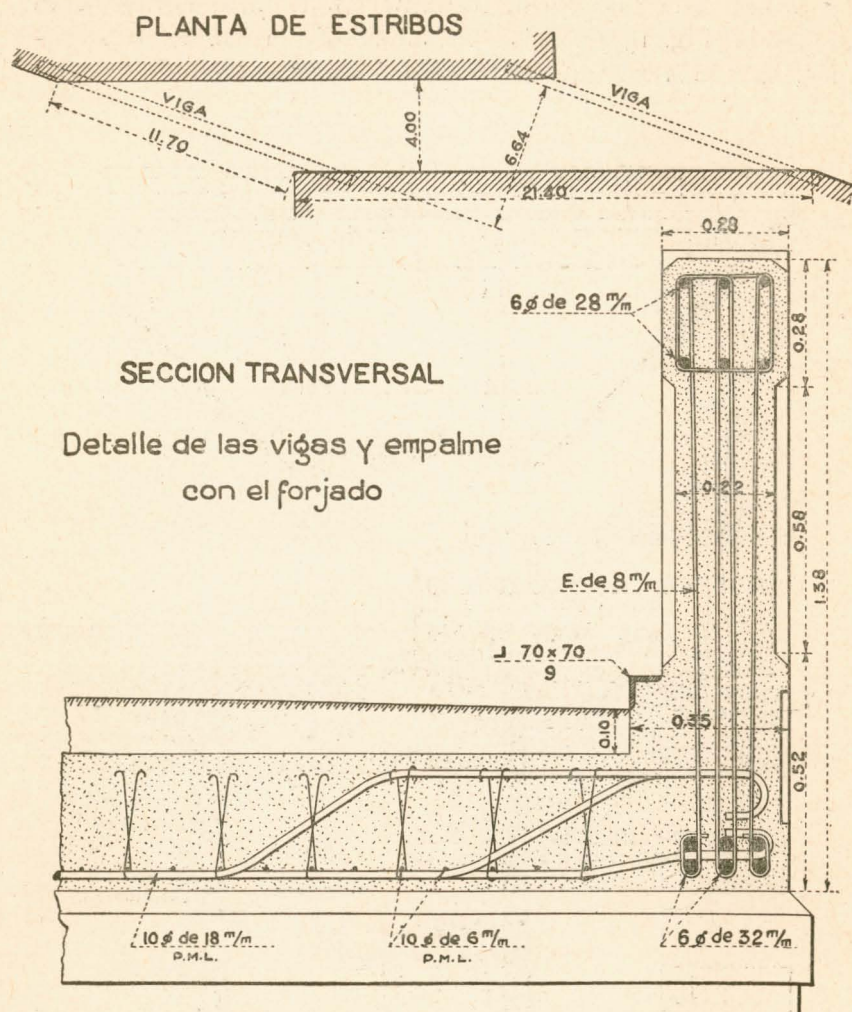


Fig. 198 — Paso superior al ferrocarril del Urola

De igual manera, cuando se quiere con una calle o un ca-
mino, pasar por encima de la explanada de una estación, se

(1) El gálibo de la vía ancha española es de 4,80 de ancho por 4,80 de altura sobre carriles.—Hay que dar como mínimo de los pasos superiores a estos ferrocarriles, 5 x 5 m. libres.—Los pasos superiores sobre carreteras y caminos, son muy variables.

construye el paso superior con un viaducto de varios pequeños tramos, sobre palizadas, con una disposición semejante a la que acabamos de describir.—Puede entonces aumentarse la luz de los tramos, para que cada uno de ellos cubra dos vías.

La (Fig. 198), representa otro tipo de paso superior, que construimos en Lasao, sobre el ferrocarril del Urola, entre Zumárraga a Zumaya.

Es original, por su *extraordinaria oblicuidad*, (22 grados) y la disposición de piso inferior, a que nos obligó la pequeña altura de que disponíamos.

No teniendo el paso más que 4,00 m. de luz normal, las vigas laterales resultan de 11,70 m. de luz real.

Utilizamos estas vigas como pretilas del paso y el tablero del piso, es un simple forjado, del tipo de los modelos oficiales.

Grupos de pontones.—El modelo de paso superior de 3 tramos de 5 metros que antes describimos, confirma que cuando los cimientos de pilas y estos mismos apoyos puedan construirse económicamente, *convendrá substituir los puentes, por grupos de pontones.*

El H. A. se presta admirablemente a toda clase de combinaciones de esta clase, que aplicamos de continuo.

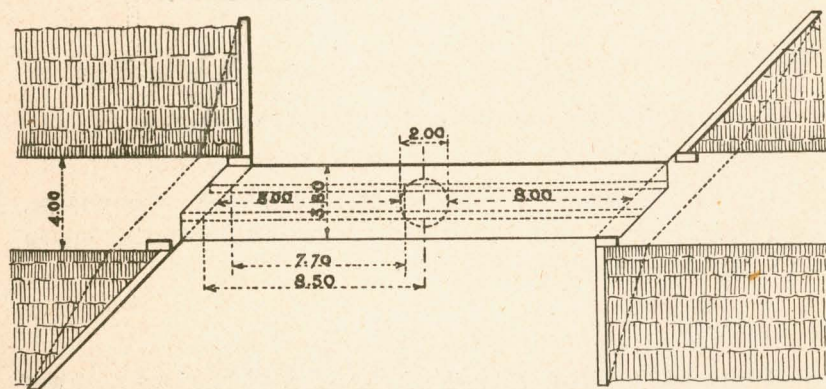


Fig. 199 — Planta de un grupo de pontones oblicuos

La (Fig. 199), representa por ejemplo un grupo de dos pontones oblicuos, análogo a muchos grupos que hemos construido en los ferrocarriles de Vitoria a Vergara y de Zumárraga a Zumaya.

La pila es circular, con lo que suprimimos los inconvenientes de esos apoyos oblicuos (1).—Para disminuir el diámetro de estos apoyos, conviene disponer los tramos como si fueran vigas continuas, de luces desiguales.

Aunque la disposición de estribos, aletas y pilas del modelo anterior, tienen muy escaso volumen y coste, cabe aún mayor economía, cuando el terreno se preste a la hincada de pilotes de H. A.

La (Fig. 200), es un grupo de pontones de este tipo, a *estribos perdidos*, que así se denomina la disposición en que se suprimen los estribos.

Aquí la supresión es solo aparente, ya que para mayor seguridad, cada estribo está substituído por una palizada.

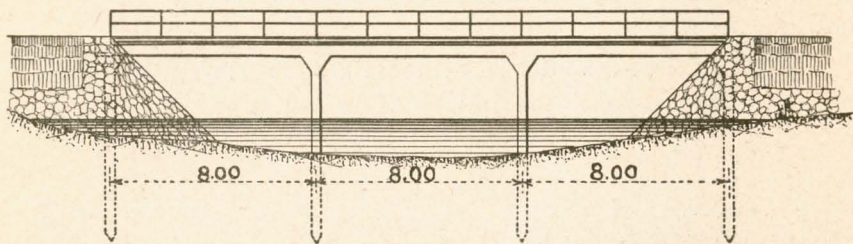


Fig. 200 — Grupo de pontones sobre palizadas

Claro es que ésta y el cono de terraplén que la envuelve, deben defenderse con un revestimiento de mampostería, en su parte inferior al menos.

(1) Esta disposición original de una pila circular única, tan económica y útil para puentes oblicuos, ha sido empleada por primera vez por el Inspector del Cuerpo don Manuel Alonso Zabala. La hemos aplicado también a los muchos puentes oblicuos en que hemos intervenido, entre otros, los de vía ancha del ferrocarril de Tánger a Fez.

Con arreglo a este tipo, y la sección de la Fig. 201, hemos substituído todos los puentes que hubieran sido necesarios en la carretera de Ceuta a Tetuán y sobre el río Martín, cerca de Tetuan (1).

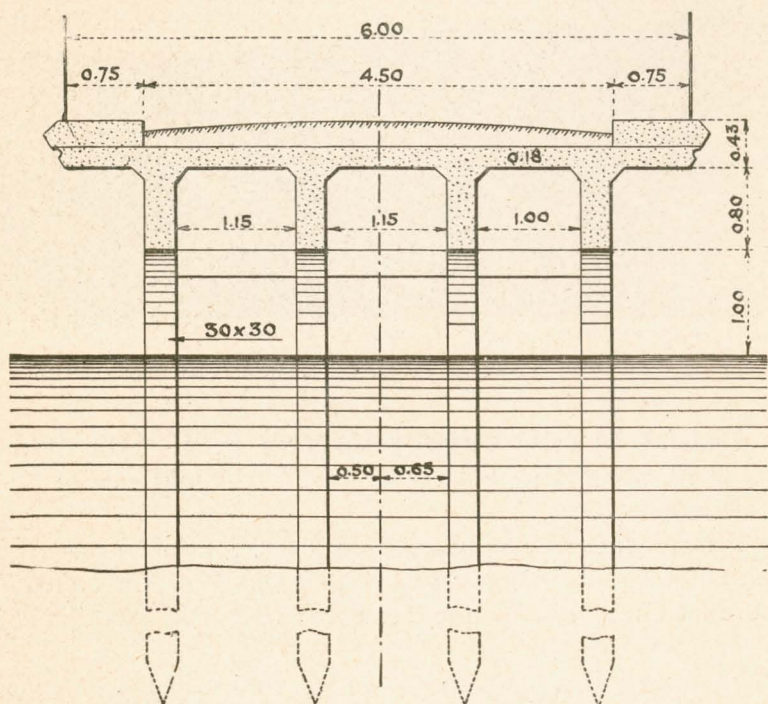


Fig. 201 — Sección de los grupos de pontones de la carretera de Ceuta a Tetuán

Son tramos de 9 m. de luz de eje a eje de palizadas. Cuando la corriente del río es fuerte, se refuerzan los apoyos con jabalcones también de hormigón armado, sobre pilotes suplementarios, que desempeñan el papel de *tajamares*, (2) para desviar los

(1) Se han construído así los puentes llamados de las Bombas, de Castillejos, río Negro, río Smir, Fenidak, Mejacen y Mogote.

(2) Llámase *tajamar* a los suplementos de las pilas generalmente redondeadas, que se añaden a éstas, no solo para decorarlas, sino para cortar las corrientes disminuyendo las socavaciones de sus cimientos. Por extensión, se aplica el mismo nombre a los suplementos de las palizadas, añadidos con igual objeto.

cuerpos flotantes y reforzar al mismo tiempo las palizadas (Fig. 202).

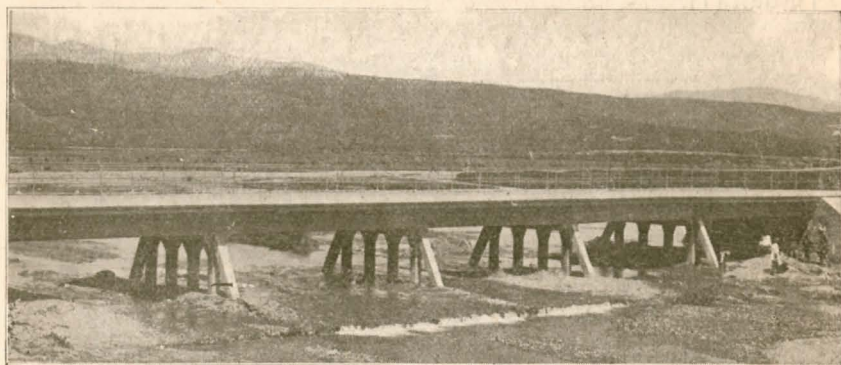


Fig. 202 — Grupo de pontones en Castillejos, carretera de Ceuta a Tetuán

Ventajas de estas pequeñas obras de H. A.—Dan mayores desagües superficiales que las alcantarillas o pontones de fábrica de iguales luces.

Pesan menos que aquellas obras y solo producen cargas verticales, por lo que ejercen presiones *menores y sin oblicuidad* sobre los cimientos, lo que favorece mucho la estabilidad de éstos.

Se obtendrá pues un ahorro en los volúmenes de apoyos y de cimientos.

Por lo tanto, convendrán generalmente estos tipos, en terrenos flojos y rasantes bajas.—Para que la economía que produzca su empleo resulte más sensible, deberán uniformarse los tipos en lo posible, para amortizar así los moldes en un mayor número de obras.

Será también necesario que se encuentren a precios admisibles, las buenas arenas y gravillas que exige el hormigón armado.

Substitución de los puentes por grupos de pontones.— Por último, los tipos de pontones agrupados, que acabamos de examinar, *permitirán substituir con ellos muchos puentes costosos*

con rasantes bajas, en ríos cuyas crecidas y velocidades sean poco violentas, o en cauces de fácil cimientó.

Así hemos construído los siete puentes de la carretera de Ceuta a Tetuán y los del Mogote y Mejanez, inmediatos a aquella ciudad, sobre el río Martín, que son la base de la defensa militar de aquella zona, en nuestro Protectorado de Marruecos.

Todos estos puentes, algunos de los que tienen 108 metros de longitud, son en realidad *grupos de pontones*, pues los tramos rectos que los constituyen, con disposición análoga a la de la Fig. 202 y con la sección representada en la Fig. 201, tienen solo longitudes de 9,00 metros entre ejes de palizadas.

Dos de sus vigas están calculadas para resistir el peso de un ferrocarril de 1,00 m., las otras dos para cilindros de vapor de 16 toneladas.

A pesar de la aparente debilidad de sus palizadas sencillas, todas estas obras han resistido muy violentas avenidas, y hasta uno de ellos, el puente de Mejanez, en Tetuán, representado en la Fig. 69 (Pág. 105) fué totalmente recubierto por una crecida extraordinaria del río Martín, cuyo nivel alcanzó las barandillas de sus tramos.

Estos grupos de pontones deben pues emplearse en casos análogos, ya que permiten una sensible economía sobre un verdadero puente de igual desagüe.

No suelen construirse los pontones, con *bóvedas* de hormigón armado.

No ofrecen éstas economía para luces inferiores a 10 metros, sobre las bóvedas de mampostería u hormigón ordinario, ni presentan las ventajas de las losas y tramos rectos que acabamos de enumerar.

En el Tomo III de este libro, que dedicaremos a los Proyectos de puentes, veremos en cambio las ventajas que ofrecen los arcos de hormigón armado, sobre todo a partir de 25 mts. de luz.
