

CONSTRUCCION

DEL GRAN PUENTE DE ALBAÑILERIA SOBRE LA PÉTRUSSE EN LUXEMBURGO

I. DESCRIPCION DE LA OBRA I TRAZADO

El empleo de un gran arco de albañilería, de 84 m. de luz, autorizado por la incompresibilidad del banco de roca que constituye el fondo del valle profundo i escarpado de la Pétrusse, se justificaba además por la proximidad de uno de los barrios mas pintorescos de la ciudad que exigía la construcción de un puente monumental.

Curva del intradós.—Lo mas racional es trazar esta curva de modo que se aproxime en lo posible a la curva de las presiones; se sabe que para una luz i una flecha dadas, esta última se encuentra comprendida entre el arco de círculo i la semi-elipse que pasan por el vértice i los extremos de la luz, i que además pertenece a la familia de curvas representadas por la ecuacion

$$y=b \left(1 - \frac{n}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}} \right) \quad (1)$$

en la cual b representa la flecha, a la semi-luz (*). Haciendo variar n en la ecuacion (1) M. Séjourné, autor del proyecto, encontró que la curva mas cercana a la de presiones tenía por ecuacion

$$y=141,2981 \left(1 - \frac{6}{\sqrt{1 - 0,0004 x^2}} \right)$$

i ésta fué en definitiva la curva adoptada para el trazado del intradós de la bóveda.

(*) Si llamamos α el ángulo al centro correspondiente a un punto de coordenadas (x, y) i ρ el radio de curvatura en dicho punto, se tendrá para las curvas representados por la ecuacion (1)

$$\tan \alpha = \frac{2b}{na^2} \frac{x}{\left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right)^{1 - \frac{1}{n}}} \quad (2)$$

$$\rho = \frac{\frac{na^2}{2b} \left[\left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right)^{2 - \frac{2}{n}} + \frac{4b^2 x^2}{n^2 a^4} \right]^{\frac{3}{2}}}{\left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right)^{1 - \frac{2}{n}} \left(1 + \frac{x^2}{a^2} \cdot \frac{n-2}{n} \right)} \quad (3)$$

Los estribos del arco se han trazado en prolongación de la bóveda hasta la base misma de las fundaciones, i de esta manera se suprimen las albañilerías imperfectamente interesadas en la repartición de las presiones.

Prácticamente, la curva de la ecuación (1) ha sido definida por 5 arcos de círculo trazados con 3 radios de curvatura i 5 centros como se ve en la fig. 1.

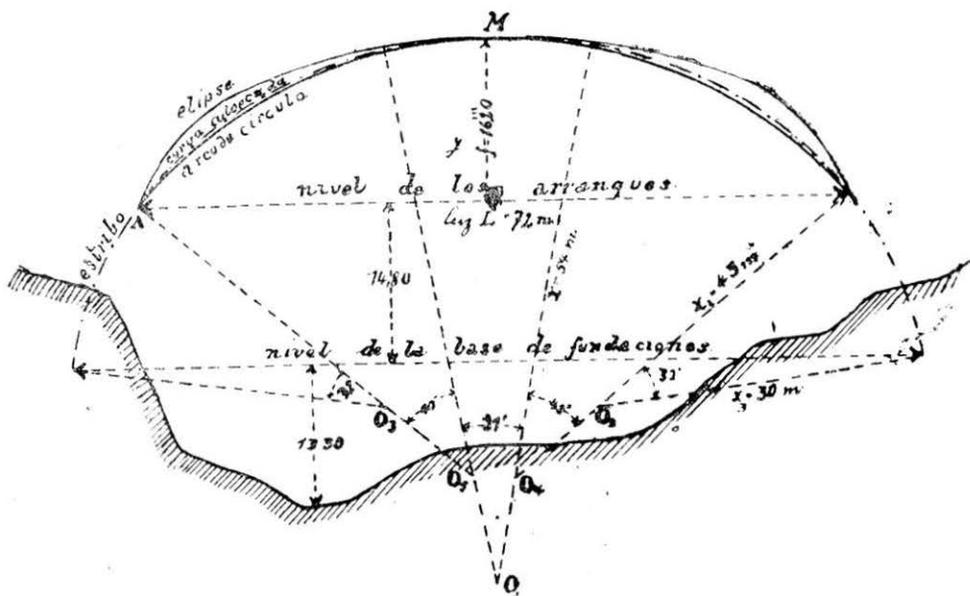


Fig. 1

Curva del trasdós. —La curva del trasdós de la bóveda, se ha definido por la relación siguiente

$$e = e_0 + (e_1 - e_0) \left(\frac{y}{f} \right)^{0,6}$$

en la cual e representa el espesor de la bóveda en un punto de ordenada y , f la flecha, e_0 el espesor en la llave, e_1 el espesor al nivel de los arranques (*)

Los planos de cabeza del puente han sido dispuestos con un talud de 1/40 dando así mas estabilidad i mejor aspecto a la obra que en caso de planos verticales.

Sobre los riñones de la gran bóveda se ha construido un viaducto con arcos de medio punto de 5.40 de luz, disposición plenamente justificada por la esbeltez de la obra i cuya seguridad absoluta ha sido prácticamente demostrada una vez mas.

Dicho viaducto se apoya lateralmente contra dos robustas pilastras de albañilería de 4.86 m. de ancho que destacan vigorosamente de los miembros accesorios el cuerpo de la obra; para acentuar mas esta separación se ha construido un parapeto de balaustres

(*) Se sabe que el sistema corriente de trasdosar según un arco de círculo conduce a espesores exajerados en los arranques.

encima de la gran bóveda i lleno en el resto del puente con lo cual se aliviana asimismo el gran arco.

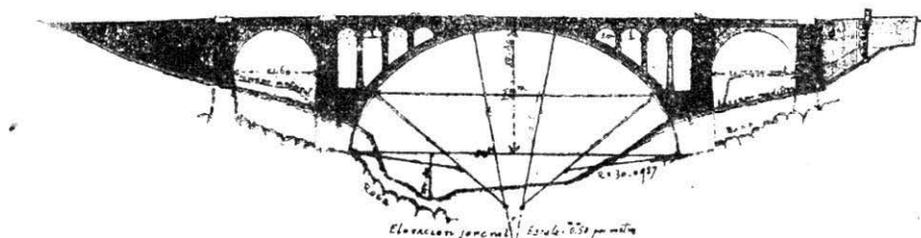


Fig. 2

Las pilastras centrales sobresalen de 1 m. con respecto al plano del tímpano de la bóveda i están arraigadas en el macizo de fundacion del estribo de la gran bóveda, de la cual solo se desprenden al nivel del suelo. El triángulo así formado por el trasdós del estribo i cada pilastra está tapiado con albañilería, alijerada con 2 bóvedas longitudinales ojivales i equiláteras de 1.93 m. de luz, i que se eleva hasta el nivel de los zócalos de la pilastra i del gran arco. Con el fin de hacer resultar estos últimos, el tímpano de dicha albañilería triangular está 1 m. mas entrado que el plano del zócalo de la pilastra i 0.74 m. con respecto al estribo de la gran bóveda.

El talud del terreno modificado por ámbos costados de modo a darle una pendiente mas suave i uniforme ha sido ocupado en cada ribera por una bóveda de medio punto de 21.60 m. de luz descansando contra el estribo del puente propiamente dicho, i del cual forma parte, por intermedio de una pilastra análoga a las primeras con la diferencia que esta no tiene zócalo i que su fuste parte directamente de las fundaciones. Los tímpanos de dichas bóvedas están alijerados con 2 bóvedas longitudinales ojivales, paralelas i equiláteras de 1.325 m. de luz. Todas las bóvedas de alijeramiento son visitables lo que permitirá examinar prolija i periódicamente el estado de las albañilerías.

Los estribos extremos, se terminan por muros en ala circulares seguidos de elementos rectos, de modo que el enlace del puente con el camino dispuesto como en el croquis de la figura 3 es a la vez espacioso i de mui buen aspecto.

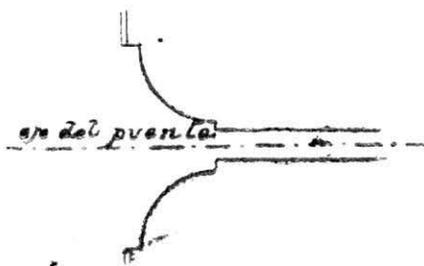


Fig. 3

El eje de la obra ha sido dispuesto en rampa i pendiente de modo que colocando así una cúspide sobre la llave se restablezca la horizontabilidad. Sin embargo, como la meseta Bourbon se encuentra mas alta que el costado opuesto ha habido que aceptar dos rampas diferentes seguidas de una pendiente uniforme de 0.005 m.

La obra se compone en realidad de dos puentes paralelos, fig. 4, cada uno de 5.25 m. de ancho reunidos superiormente por un suelo de cemento armado, sistema Hennebique, i en los estribos por una bóveda de eje vertical. Este sistema enteramente original i mui económico, ha permitido reducir al mínimum el cubo de albañilería, de $\frac{1}{3}$ próximamente, i facilitar al mismo tiempo la construccion. Se ha reducido tambien de $\frac{2}{3}$ el cubo de madera de la cercha, la cual se ha empleado sucesivamente para la construccion de los dos arcos, i el trabajo ha sido hecho sin interrupcion, aprovisionando los materiales para el primer arco que fué construido durante la primavera i el verano de 1901 i en seguida los materiales para el segundo arco construido en las mismas estaciones durante 1902.

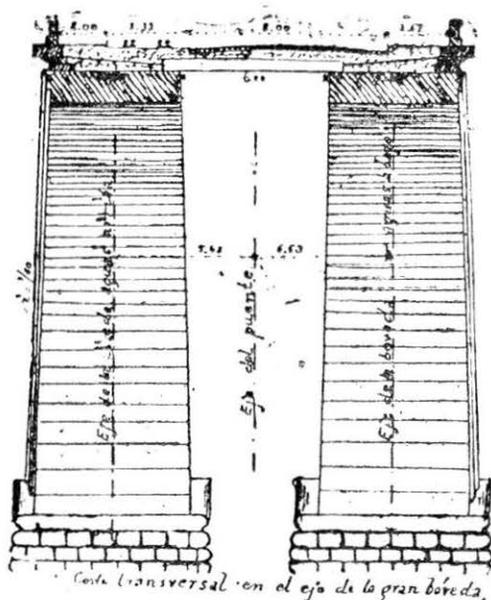


Fig. 4

El puente es a la vez carretero i ferrocarrilero: (1) el eje de la calzada de 8 m. de ancho no coincide con el eje de la obra, lo cual pasa enteramente desapercibido a la simple vista; contigua a la calzada se han colocado una línea de ferrocarril i otra de tranvías cuyos rieles se encuentran adyacentes i entrecruzados, ocupando así el mínimum de espacio i suprimiendo los cambios i agujas que habrian sido necesarios en caso de haber adoptado una sola via.

Arquitectura del puente.—Como el estradós del gran arco es aparente, las cabezas tienen el mismo espesor que la bóveda. Hasta el nivel de los arranques dichas cabezas se componen de dos bandas de distinta altura i de una arquivolta formada por un talon recto precedido de un listoncillo. Se obtienen así las líneas de sombra que hacen resaltar i destacarse el elemento mas importante de la construccion. Las arquivoltas de las bóvedas de descarga están dispuestas en la misma forma. El capitel de las pilas que sopor-

(1) En los planos originales se proyectaba un puente carretero únicamente.

tan estas bóvedas se compone de dos talones rectos i paralelos de 0.20 m. de altura distantes de 1.90 m. de eje a eje

El revestimiento de los estribos de la gran bóveda i de los zócalos de las pilastras centrales ha sido hecho con piedras de superficie desvastada i en forma de cojin con cinceladura regular al rededor de las aristas, imitando el piso inferior de los palacios de Pitti i Ricardi de Florencia. El fuste de las pilastras ha sido construido con piedras talladas en forma de cordones separados por listoncillos.

La cornisa que corona los tímpanos, sirviendo de base al parapeto se compone de un toro de 0.45 m. de altura i un talon recto inferior de 0.27 m., salientes con respecto al plano de los tímpanos.

Por encima de la gran bóveda corre un parapeto formado con balaustrés torneados segun el perfil del modelo adoptado por la ciudad para la terraza del boulevard que se encuentra en la vecindad del puente.

En la clave del arco central se encuentra un carton en piedra tallada de 3.60 m. de altura por 6 m. de ancho, que une la arquivolta de la bóveda con la cornisa del tímpano, i en el centro de dicho carton se encuentra un bajo relieve esculturado en medio del cual se ostenta el leon de pié del Luxemburgo (fig. 5.)

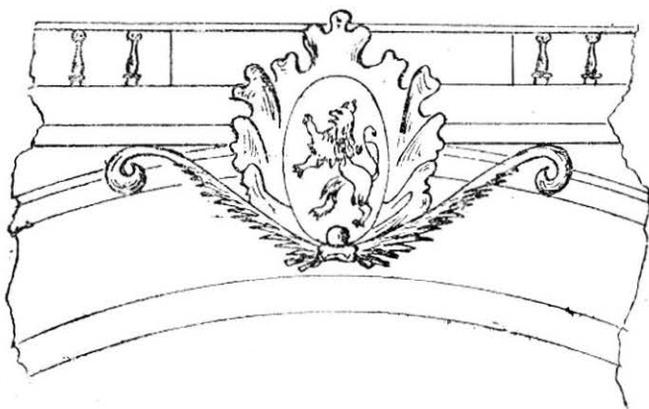


Fig. 5

Finalmente, las entradas del puente se encuentran flanqueadas por cuatro torrecillas.

En resumen, la arquitectura del puente (1) severa i grandiosa, destacando netamente las líneas principales de este monumento colosal que naturalmente despierta el sentimiento de la belleza i de la mas completa solidez, debe ser considerada como un modelo en su jénero. Puede decirse que en esta obra de M. Séjourné no se sabe qué admirar mas, si la orijinalidad i la ingeniosa disposicion de sus elementos constitutivos o la armonía grandiosa del conjunto que revelan en él las cualidades del sabio i del artista.

(1) El gasto total de la obra ha sido estimado en 1.400,000 francos i será soportado exclusivamente por el Estado.

DISPOSICIONES DE CONJUNTO I DIMENSIONES

A. *Datos generales.*—Largo total contado entre los extremos de los parapetos, 152 m. 90.

Trazado.	Inclinacion del camino.	} Por el lado de la meseta Bourbon, encima de la bóveda de 21 m. 60, rampa de 0 m. 04; en seguida rampa de 0 m. 01 hasta la mitad del puente; despues pendiente uniforme de 0 m. 005.

B. *Gran bóveda.*

Luz en las fundaciones.....	84.00 m
Luz de la bóveda al nivel de los arranques.....	l=72.00
Flecha hasta el nivel de los arranques.....	f=16.20
Rebajo $\frac{l}{e}$	$\frac{l}{f}$
	4.44
Radios del intradós.....	{ de curvatura máxima en la llave..... $r_1=54.00$ de id. en los arranques..... $r_2=43.00$ de los estribos..... $r_3=30.00$
Espeor. {	{ en la bóveda..... { en la llave..... $e_0=1.44$ m (1) en los arranques..... $e_1=2.16$
del estribo.....	{ bajo los arranques..... $e'_1=2.96$ al nivel de las fundaciones..... 9.00
Ancho... {	{ de cada bóveda jemea { en la llave..... 5.33 al nivel de los arranques..... 6.12 bajo los arranques..... 8.00 al nivel de las fundaciones..... 9.22
	entre los paramentos interiores de los parapetos..... 16.00
Espacio libre entre las dos bóvedas jemeas.	{ en el intradós bajo la llave..... 5.92 al nivel de los arranques..... 5.13 bajo los arranques..... 3.25 al nivel de las fundaciones..... 2.25
Altura libre de la gran bóveda por sobre...	{ los arranques..... 16.20 el nivel de las fundaciones de los estribos..... 31.00 m el fondo del valle..... 42.00

$$\text{Razon } \frac{e_1}{e_0} = 1.5$$

Inclinacion de los planos del parapeto, tímpanos, bóvedas, arquivolta..... 1/40.

C *Bóvedas de descarga sobre los riñones de la gran bóveda.*—Luz l=5 m. 40.

Espeor en la llave $e_0=0$ m. 54.

» en los riñones $1,5 \times e_0=0$ m. 81.

(1) La fórmula de Crozette Desnoyers daría para este caso un espesor de 1 m. 66. Se ve, pues, que para los grandes puentes hai tendencia a disminuir los espesores.

$$\begin{array}{l}
 \text{Pilas} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Espesor en los arranques } e' = 1.08 \\
 \text{Razon } \frac{e'}{1} = \frac{1}{5} \\
 \text{Talud } \left\{ \begin{array}{l}
 \text{transversal } i = 1/40 \\
 \text{longitudinal } i = 1/40
 \end{array} \right. \\
 \text{altura máxima bajo la llave } H = 15 \text{ m. } 47 \\
 \text{Razon } \frac{1}{H} = 0.349
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

D. *Bóveda de medio punto de aligeramiento de los estribos.*

$$\begin{array}{l}
 \text{Bóvedas transversales} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Luz } l' = 21 \text{ m. } 60 \\
 \text{Radio del trasdós } R' = 13 \text{ m. } 66 \\
 \text{Espesor } \left\{ \begin{array}{l}
 \text{en la llave } e_0 = 0.88 \\
 \text{en la junta a } 30^\circ \text{ sobre la horizontal} \dots\dots\dots 1.76 \text{ m} \\
 \text{de las pilas en los arranques} \dots\dots\dots 4.86 \text{ »}
 \end{array} \right. \\
 \text{Razon } \frac{e_0}{l'} = \frac{1}{5} \text{ próximamente.}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{Bóvedas longitudinales ojivales equiláteras} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Luz} \dots\dots\dots 1.325 \text{ m.} \\
 \text{Espesor en la llave} \dots\dots\dots 0.30 \text{ »} \\
 \text{Altura del intradós sobre los arranques} \dots\dots\dots 1.148 \text{ »}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{Bóvedas transversales, } \frac{1}{2} \text{ punto, de acceso a las anteriores} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Luz} \dots\dots\dots 1.20 \text{ m.} \\
 \text{Espesor en la llave} \dots\dots\dots 0.60 \text{ »}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

E. *Bóvedas de eje vertical que unen los extremos de los puentes gemelos.*

$$\begin{array}{l}
 \text{Luz media} \dots\dots\dots 5.66 \text{ m.} \\
 \text{Espesor en la llave} \dots\dots\dots 0.45 \text{ »}
 \end{array}$$

F. *Bóvedas longitudinales ojivales equiláteras de descarga entre los zócalos del gran arco i las pilastras centrales.*

$$\begin{array}{l}
 \text{Luz} \dots\dots\dots 1.93 \text{ m.} \\
 \text{Espesor en la llave} \dots\dots\dots 0.30 \text{ »}
 \end{array}$$

G. — *Bóvedas transversales de } punto de acceso a las anteriores:*

$$\begin{array}{l}
 \text{Luz} \dots\dots\dots \text{m. } 0.80 \\
 \text{Espesor uniforme} \dots\dots\dots 0.30
 \end{array}$$

*
* *

APAREJO DE LA GRAN BÓVEDA.—*Bandas*.—Las cabezas del mismo espesor que el cuerpo de la bóveda son de piedra tallada en gran aparejo, cuyos espesores en la superficie de duela varían por series disminuyendo de m. 0.01, desde m. 0.40 al nivel de los arranques hasta m. 0.35 en la llave i cuyas colas varían proporcionalmente el espesor correspondiente e de la bóveda en el punto considerado, como sigue:

$$\begin{array}{l}
 \text{En la cara exterior de cada gran arco} \\
 \text{En la cara interior de id. id. id.}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 \text{piedras rectangulares, cola} = \frac{e}{3} + \frac{e}{8} \\
 \text{piedras cuadradas, id.} = \frac{e}{3} \\
 \\
 \text{piedras rectangulares, cola} = \frac{e}{4} + \frac{e}{9} \\
 \text{piedras cuadradas, id.} = \frac{e}{4}
 \end{array}
 \right.$$

La arquivolta lleva un saliente de m. 0.35 con respecto al plano de los tímpanos.

Las bandas de las bóvedas de descarga están dispuestas como en la grande.

Todas las dimensiones de las obras, altura, espesor i colas de las dovelas, espesores de las hiladas de bolones de la superficie de duela, van disminuyendo con la altura sobre el suelo.

Cuerpo de la bóveda.—La duela i el resto de la bóveda son enteramente de bolones martillados dispuestos en corte por hiladas de misma altura i de modo que las juntas longitudinales se entrecrucen, con lo cual se disminuyen los asientos de la albañilería.

Aparejo del resto del puente.—Para el aparejo de las demas partes de la obra se prescribe que cada piedra tenga un ancho de paramento igual a dos veces su altura, que la mas corta distancia entre una junta vertical i un ángulo entrante sea de m. 0.20 i entre una junta vertical i un ángulo saliente de m. 0.35.

Las hiladas de las pequeñas pilas son horizontales hasta los arranques de las bóvedas. Las hiladas de los tímpanos de las pequeñas bóvedas se inclinan insensiblemente a fin de ser paralelas a la rampa bajo el plinto. Esta observacion se aplica igualmente a las pilastras i a los tímpanos de las bóvedas de m. 21.60 por encima de los arranques de estas bóvedas.

Los lechos de los estribos perdidos son aparejados segun curvas exactamente normales al intradós i sensiblemente normales a la curva de presiones.

Las pilas de las bovedillas de descarga reposan sobre piedras de talla encastradas en el cuerpo de la gran bóveda i labradas en forma de crucetas i de modo que los vértices de los ángulos interiores queden sobre la curva del trasdós de la gran bóveda, a fin de que ésta no sea interrumpida.

Las primeras hiladas de estas pilas hasta sobrepasar la cruceta mas elevada, son ligadas con mortero de cemento.

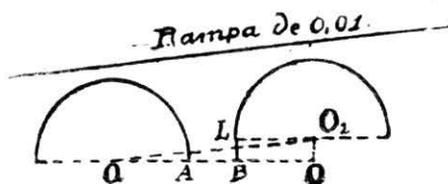


Fig. 6

Rescate de rampa.—La línea de los centros de las bovedillas de descarga está inclinada m. 0.01. Para que los arranques resulten al mismo nivel por cada lado de una misma pila se ha agregado a la bóveda de la derecha el elemento recto (fig. 6)

$$B L = O_2 \quad O = m. 6,48 \times m. 0,01 = m. 0,0648$$

Escurrimiento de las aguas.—Para que las chapas adhieran de un modo conveniente sobre el trasdós aparente de la gran bóveda, las juntas han sido degradadas de m. 0.06, calafateadas i emboquilladas como se dirá mas adelante al hablar de la construcción. Todos los paramentos ocultos i las caras interiores de las albañilerías han sido pintadas con tres manos de coaltar.

El escurrimiento de las aguas de infiltración es asegurado por drenes almacenados a lo largo del puente, a uno i otro lado del eje.

Cornisa i parapetos.—La cornisa que corona los tímpanos del puente sirviendo de base al parapeto comprende: un toro de m. 0.45 i un talon recto inferior de m. 0.27, el primero con un saliente de 0.65 con respecto al plano de los tímpanos, i el 2.º con un saliente de m. 0.35, cuyas molduras corren a lo largo de todo el puente.

Por encima de la gran bóveda se encuentra el parapeto formado con balaustres de 1 m. de altura, separados por pilastras o dados de 1 m. de ancho, cada m. 6.20. Sobre las pilastras centrales, los dados tienen m. 4.48 de largo i sobre las bóvedas de m. 21.60 los parapetos son llenos en toda su extensión.

*
* * *

Materiales empleados.—Los cuadros siguientes enumeran los diferentes materiales adoptados i su distribución. Por orden de tolerancia para el labrado, se distinguen las siguientes categorías de albañilerías de piedra:

Bolones picados (epincés) emparejados a escuadra en los lechos i juntas sobre m. 0.10 como mínimo; paramento labrado groseramente con el piqueta.

Bolones punzoneados (têtués) emparejados a escuadra de m. 0.15 en los lechos i de m. 0.10 mínimo en las juntas; paramentos tallados con el punzon.

Bolones martillados (smillés) labrados con el martillo i emparejados a escuadra los lechos en m. 0.20 i las juntas en m. 0.15. Cuando estos bolones llevan sus cantos de paramento tallados en bisel, se dicen biselados (bossages).

Libages.—Las mismas prescripciones de talla que las anteriores, aparejo mas cuidado i paramento tallado a escuadra de m. 0.02 en torno de las aristas, el resto de la superficie irregular i convexa, imitando cojines.

Piedra de talla.

ALBAÑILERÍAS CON MORTERO DE CEMENTO

Canteras i resistencia al aplastamiento exigido para las piedras	Aparejo de los materiales	Su designación en los planos	DÓSIS DE LOS MORTEROS		EMPLEO EN LA OBRA	Cubo aproximado	
			Cemento	Arena granulada i blanca			
			kg.	m ³		m ³	
Gildorf 1,400 por kg. cm ²	Piedra de talla	P T	600	1	Arquivolta i bandas de la gran bóveda.....	215	
					Crucetas soportando los arranques de las pequeñas pilas sobre los riñones de la gran bóveda i primeras hiladas horizontales de estas pilas.....		70
					Cojines de apoyo del arranque de la gran bóveda.....		24
					Escudo del Gran-Ducado en la llave de la gran bóveda.		10
					Revestimiento de los estribos de la gran bóveda entre los arranques i el ángulo de 63° con la vertical; cuerpo de las 6 primeras hiladas bajo el arranque..		430
	Libajes	L	600	1	Duala, bandas interiores i cuerpo de la gran bóveda sobre sus apoyos.....	1900	
					Cuerpo de los estribos de la gran bóveda detras de los libages con mortero de cemento.....		100
	Ernzen 480 kg por cm ²	Bolones martillados aparejados como bóveda	M S V	600	1	Bordes de las veredas.....	500
		Bolones punzoneados	MT V	600	1	Soportes del coronamiento de las pilastras.....	50
		Piedra de talla	P T	400	1	Partes llenas de los parapetos entre las pilastras 2 i 3.	55
Coronamiento de los parapetos de toda la obra.....						80	
Cornisas (plintos) de toda la obra.....						600	
Bolones martillados	M S	600	1	Parapeto de las pilastras...	54		
				Fuste de los parapetos por encima de las bóvedas de m. 21.60	60		
Verlorenkost 600 kg por cm ²	Bolones martillados	M S	600	1	Fuste de los parapetos de los muros de sostenimiento	80	

Luxemburgo, octubre de 1902.

DELFIN GUEVARA.
Ingeniero en comision de estudio.

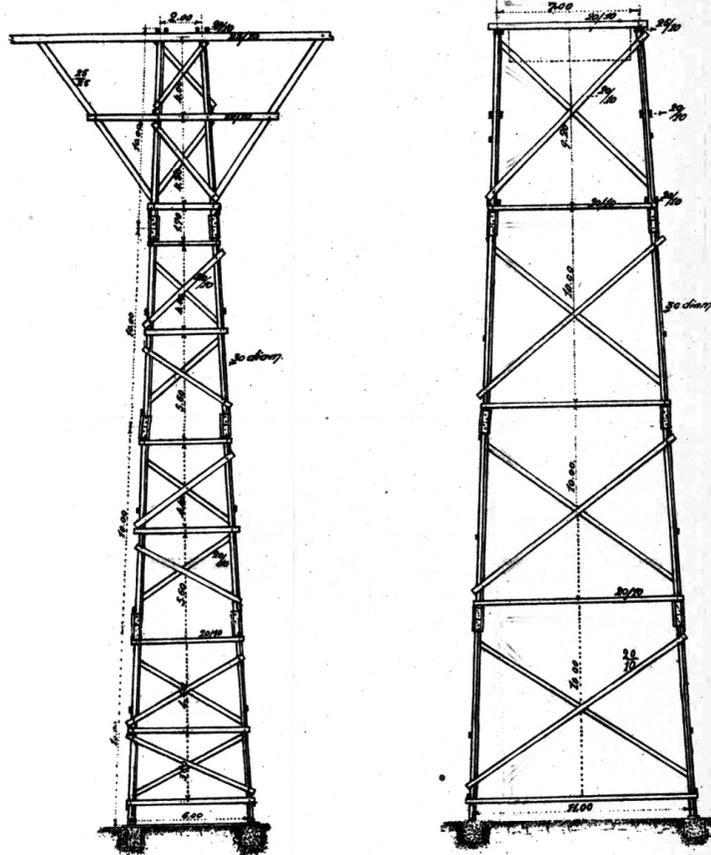
(Continuará)

CONSTRUCCION DE LA BÓVEDA I ELEVACION DE LA GRAN CERCHA

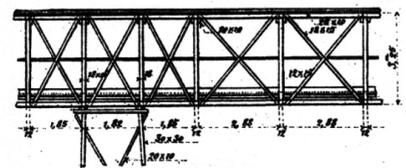
Plano I.

PUENTE de SERVICIO

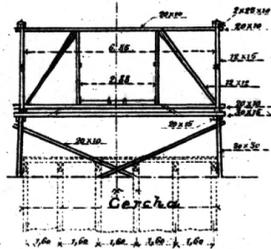
Detalles de una cepa en elevación
En sentido longitudinal y transversal Vista longitudinal.
1/200



Vista longitudinal.
1/200

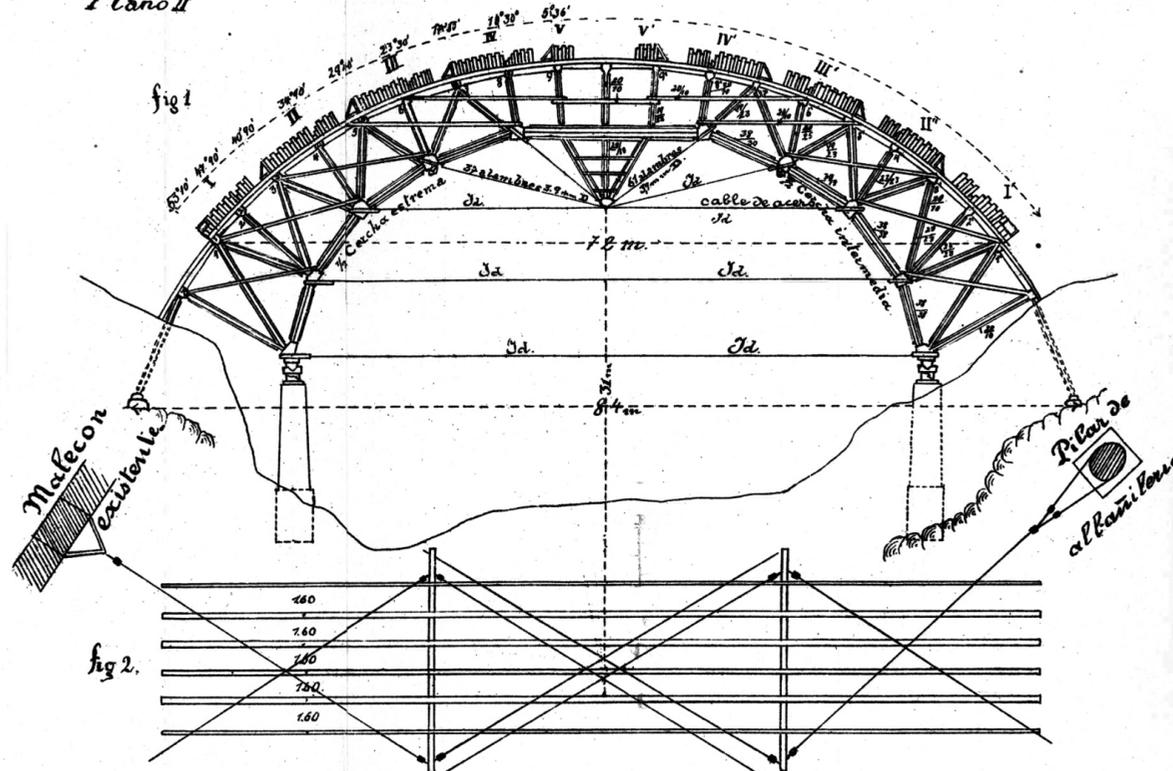


Corte Transversal
1/200



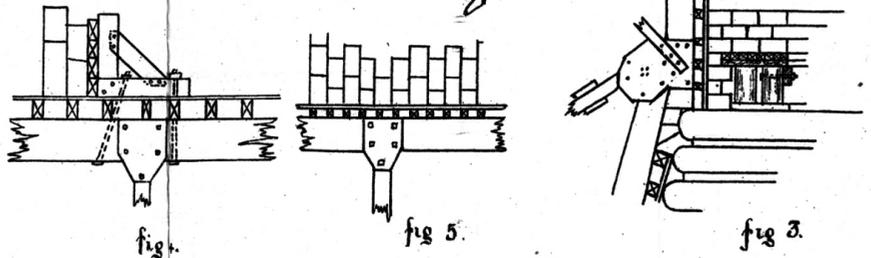
ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Plano II



Contravientos de las cerchas en plano.

Taco de detencion. Cofre en Bilada en seco.
Los aranguos.

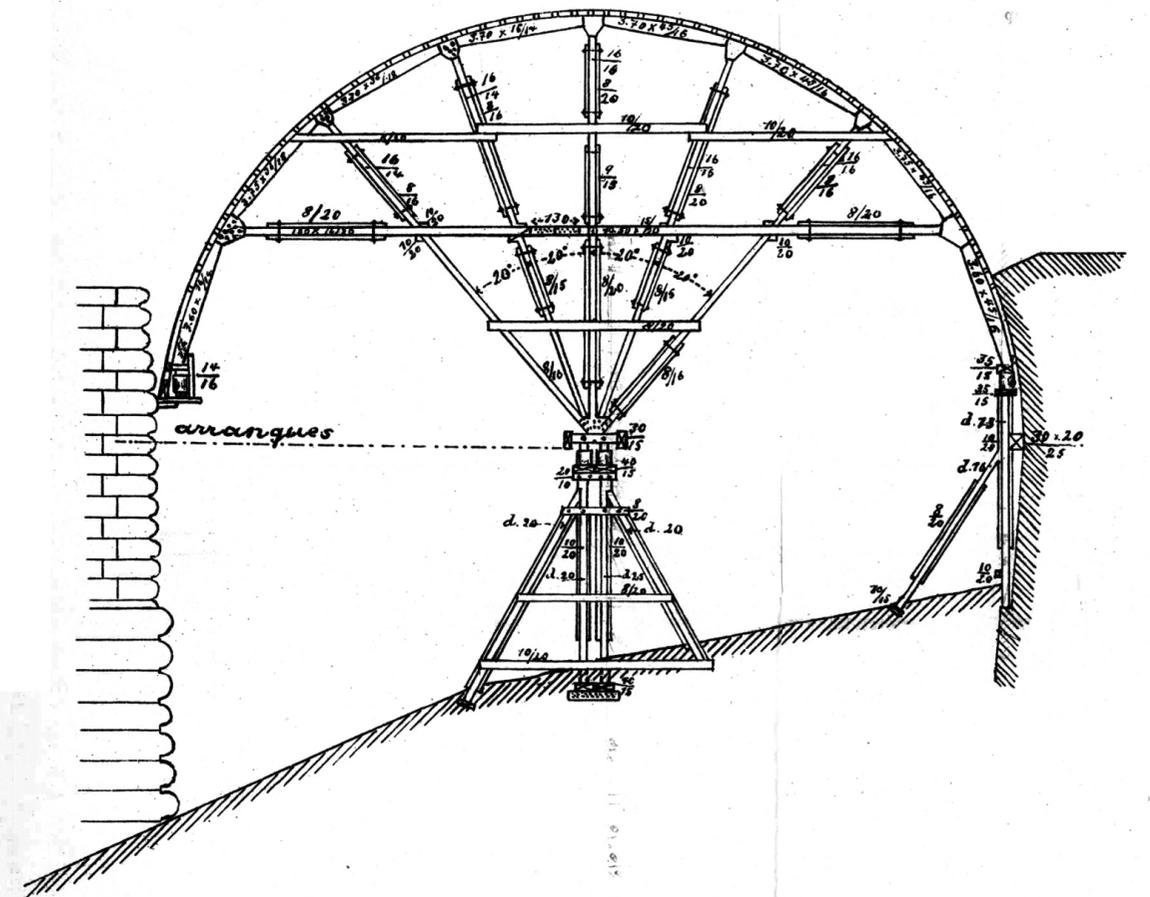


Plano III.

CERCHA DE LAS BÓVEDAS de 21,60 m.

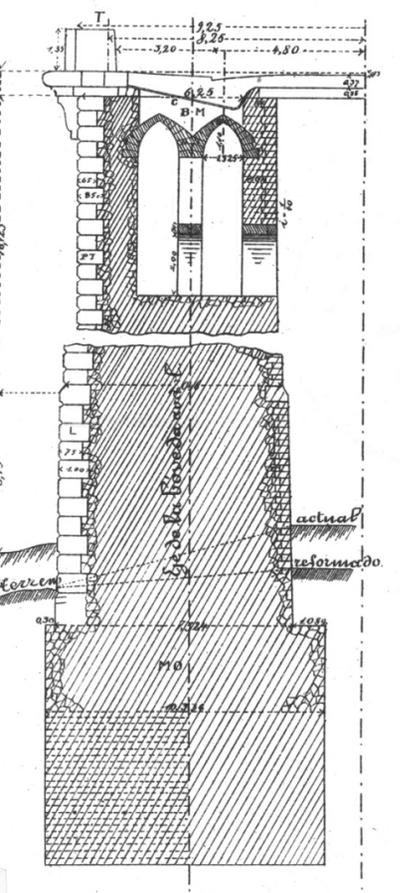
1/2 cuchilla extrema

1/2 cuchilla intermedia

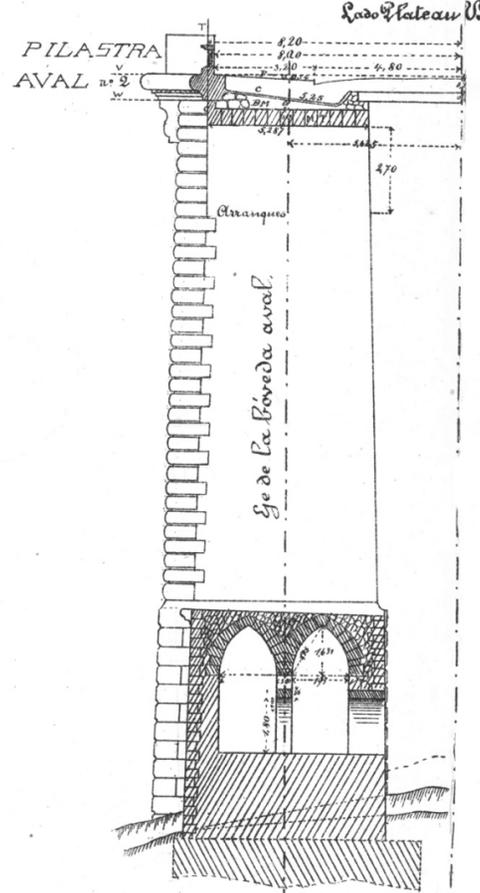


Imp. Enc. y Lit. Esmeralda, Bandera 80

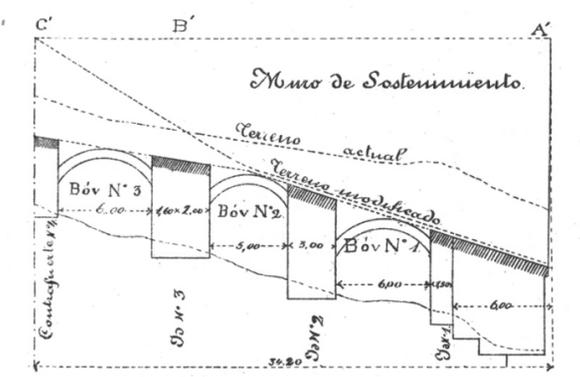
1/2 CORTE 1/100
 SOBRE EL EJE DE UNA
 PILASTRA



CORTE EN EL EJE DE LAS
 BÓVEDAS DE 5,40m
 CORTE SOBRE LA BÓV. (1)



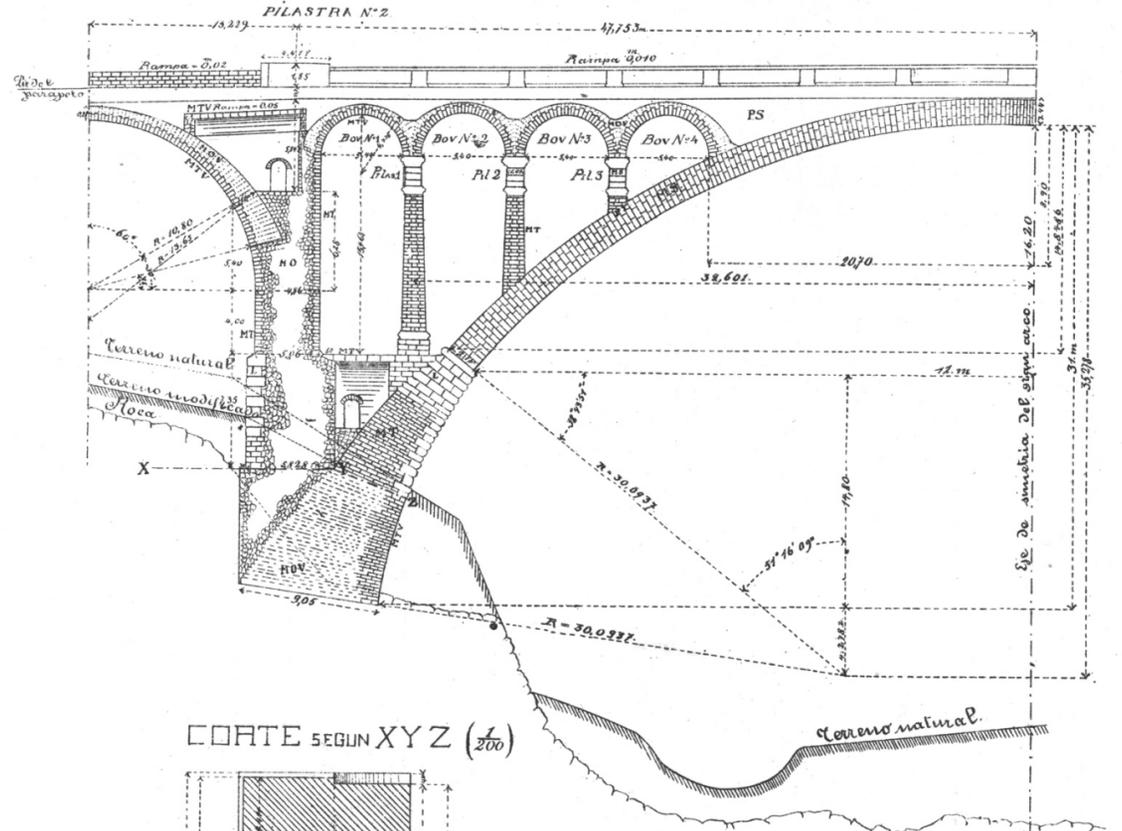
ELEVACION DE UN MURO
 DE VUELTA
 DESARROLLADO SEGUN C'BA' del PLANO



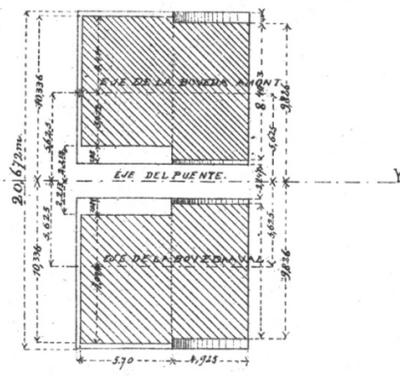
LEYENDA

- Significacion de las letras que designan los materiales.
- P T, piedra tallada
 - L, piedra de superficie desvastada, pero de aristas regulares (libages)
 - M S bolones (smillés) martillados } Los paramentos vistos son los mismos para las 2 categorías
 - M T > (tetués) punzoneados }
 - M P Bolones con los cantos biselados
 - M E > (epincés) picados
 - M O > ordinarios
 - M O V > aparejados en bóveda
 - M O A > groseramente asentados
 - D Loza de cemento armado
 - B M Concreto flaco
 - P S Piedras secas arregladas a mano

CORTE LONGITUDINAL 1/100, SOBRE EL EJE DEL PUENTE, AGUAS ABAJO.



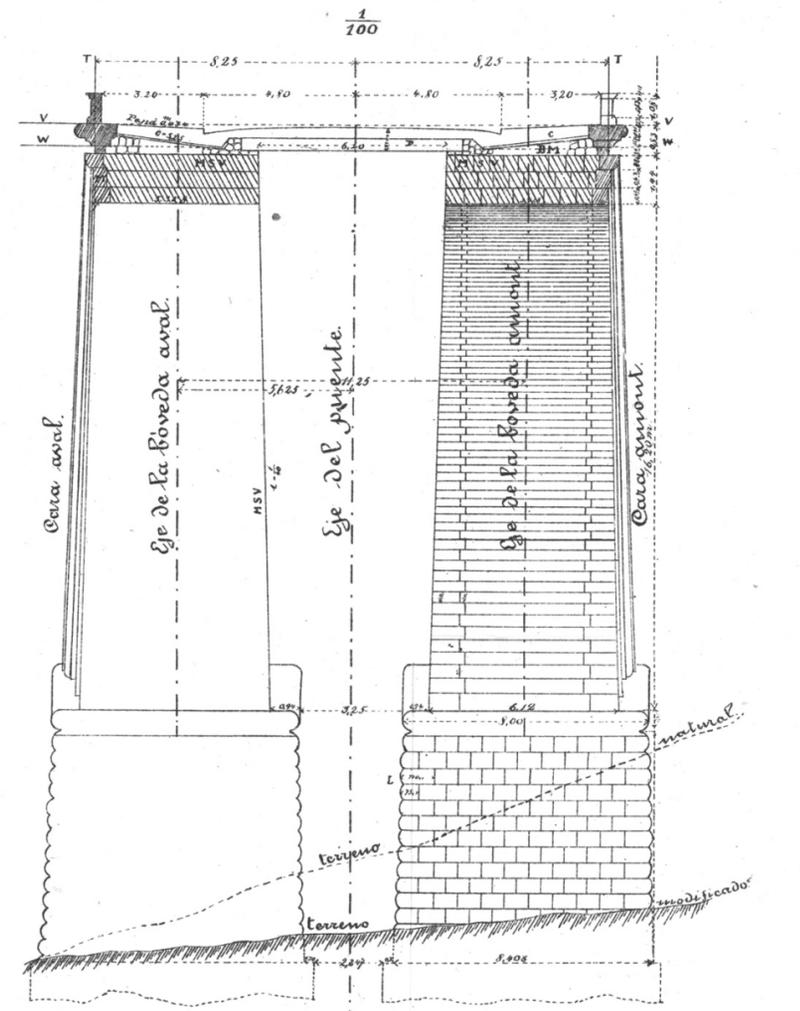
CORTE SEGUN XYZ (1/100)



LEYENDA

- DESIGNACION DE LOS EJES
- Ejes verticales
 - ZZ Medio de la calzada
 - TT Vertical a 1,25 m. del eje ZZ
 - Ejes horizontales
 - VV Encima del plinto, pié del parapeto.
 - WW A 0,72 m. por debajo de VV.
 - Cortes longitudinales
 - YY Medio de la calzada. (línea roja del perfil longitudinal).

CORTE SOBRE EL EJE DE LA GRAN BOVEDA



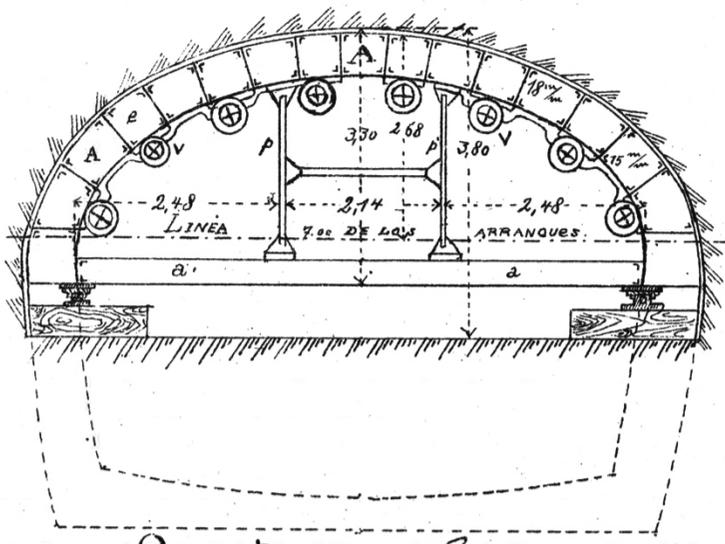


fig 1 Corte transversal esquemático de un escudo.

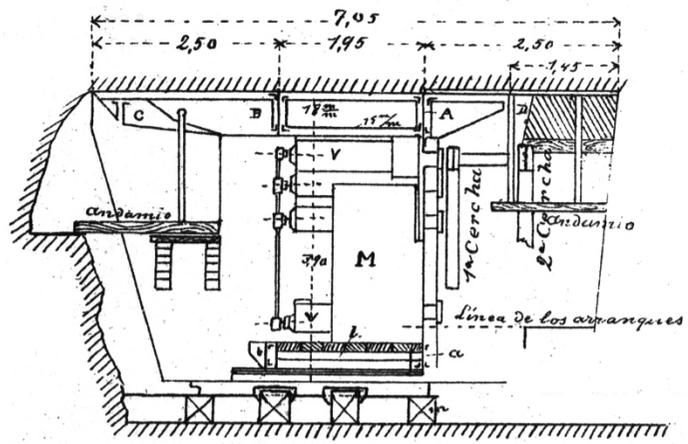


fig 2. Corte longitudinal esquemático de un escudo.

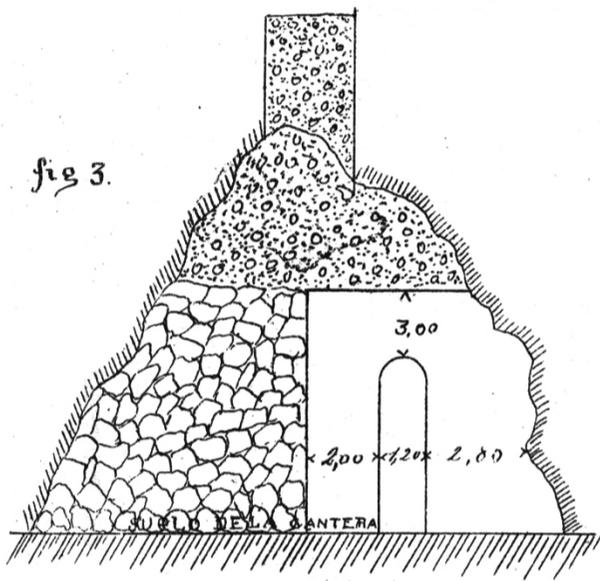


fig 3.

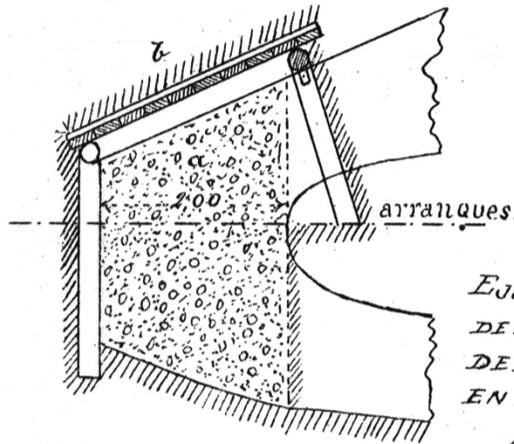


fig 4. EJECUCION DE LOS PIES DERECHOS EN LAS ESTACIONES ABOVEDADAS.

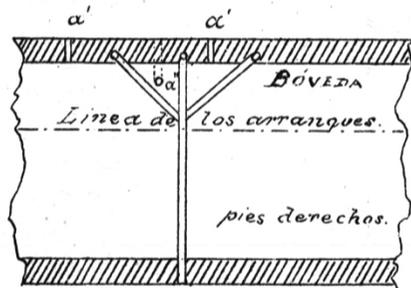


fig 5.- Drenaje Contra las aguas de infiltracion.

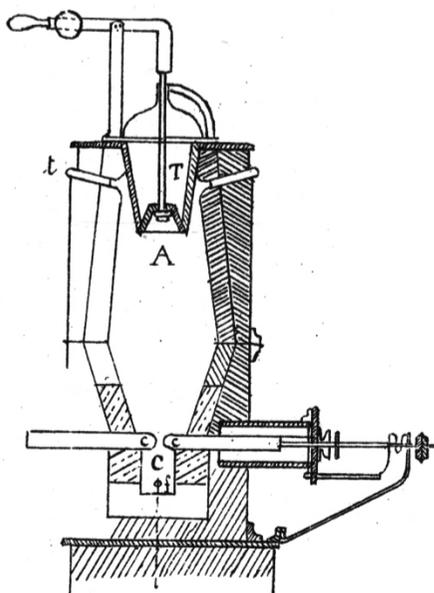


fig 14.- Corte vertical en el eje. -

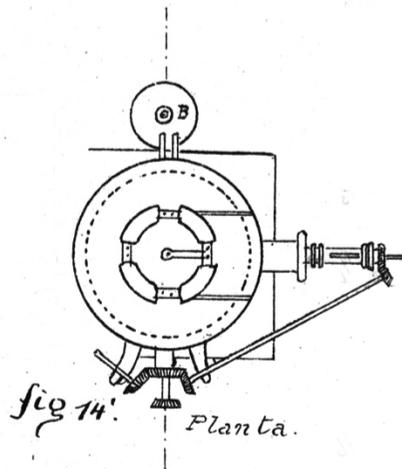


fig 14. Planta.