

Los hierros verticales, la pantalla y los tirantes, conservarán las dimensiones de la sección A.

(Continuare.)

Pantallas de hormigón armado para las grandes presas de fábrica.

El momento flector máximo en esta faja de 1 m. de altura es:

Apliquemos la fórmula de las vigas simétricas (véanse las publicaciones citadas)

en la cual representan

R el trabajo máximo del metal por metro cuadrado.

S la sección de una armadura en metros cuadrados.

h la distancia de eje á eje de las armaduras, en metros.

En esta faja de hormigón se pueden poner las armaduras á una distancia de 0,38 m. Tomaremos para R el valor 9×10^4 .

Resultará:

Se podría componer esta sección con cuatro barras redondas de 81 mm. de diámetro, separadas 250 mm. de eje a eje, ó con cinco de 28 mm. á distancia de 200 mm. Pero preferimos, para reducir más los intervalos, colocar seis barras de 25 mm., que pesan 4 kg. por metro lineal y separadas por distancias de 166 mm. (Figuras 10 y 11.)

Así, pues, el trozo *A* de la pantalla, que tiene 4 m. de altura y 0,5 m. de anchura, tendrá dos armaduras simétricas separadas 380 mm. de eje a eje, compuestas de hierros redondos de 25 mm. de diámetro, separados por distancias de 166 mm.

Las armaduras no estarán enlazadas entre sí, puesto que la experiencia ha demostrado que estos enlaces son inútiles para intervalos de estas dimensiones y además complican mucho la construcción.

Sin embargo, en el interior y en cada armadura se pondrán hierros redondos de 10 mm. de diámetro, a distancias de 200 mm., colocados verticalmente para formar una cuadrícula. Estos hierros se ligarán con los de la armadura.

Es fácil calcular las dimensiones del muro transversal ó tabique correspondiente á esta sección A.

Cada faja de 1 m. de altura le transmite una presión de

$$20,000 \text{ kg.} \times 2 \text{ m.} = 40,000 \text{ kg.}$$

Sea λ la anchura del muro, que será de hormigón, con 400 kg. de cemento por metro cúbico de arena.

Admitamos, además, que la resistencia á la compresión de este hormigón sea de 2×10^5 por metro cuadrado. Se tiene la relación

$$\lambda \times 1,00 \times 2 \times 10^5 = 40.000 \text{ kg.}$$

$$\lambda = 0,20 \text{ m.}$$

Para mayor seguridad tomaremos $\lambda = 0,30 \text{ m}$.

Además, para obtener buen enlace entre la pantalla y la presa ponemos en los planos horizontales del tabique, a 50 cm. de distancia, dos hierros redondos de 14 mm. de diámetro con sus extremidades empotradas en la pantalla y en la presa, y separados a una distancia de 20 cm. de eje a eje.

En la sección B, en la cual la presión por metro cuadrado es de 16.000 kg., la sección de una armadura será

$$S = \frac{16.000 \times 2^2 : 8}{0,30 \times 9 \times 10^6} = 2.063 \text{ mm}^2,$$

y estará constituida por ocho barras de 22 mm. de diámetro, á distancias de 125 mm. de eje á eje, y cuyo peso será de 3 kg. por metro.

Las armaduras estarán a 300 mm. una de otra.

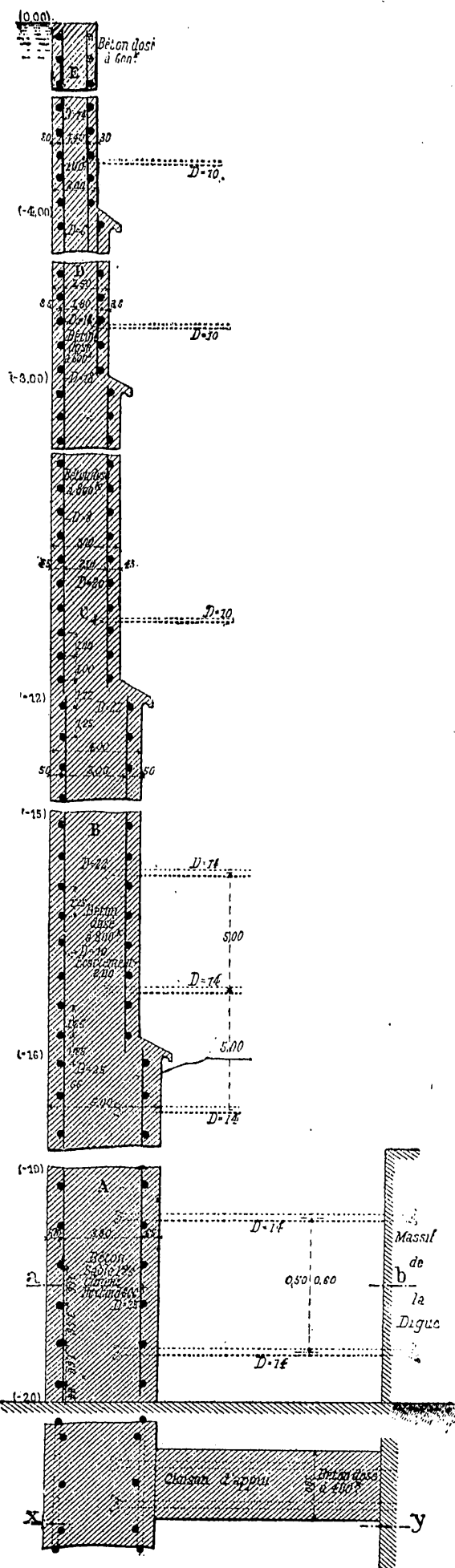


Fig. 11.

En la sección C, para la cual la presión por metro cuadrado es de 12.000 kg., la sección de la armadura será

$$S = \frac{12.000 \times 2^2 : 8}{0,21 \times 9 \times 10^6} = 3.174 \text{ mm}^2,$$

y se constituirá con diez barras de 20 mm. de diámetro, á distancias de 100 mm. de eje á eje, y cuyo peso será de 2,5 kg. por metro lineal. Las armaduras estarán á una distancia de 210 mm.

Los hierros verticales no tendrán más que 8 mm.; los tirantes serán de 10 mm.

En la sección *D*, para la cual la presión por metro cuadrado será de 8.000 kg., la sección de una armadura será

$$S = \frac{8.000 \times 2^2 : 8}{0,18 \times 9 \times 10^6} = 2.468 \text{ mm}^2,$$

y se formará con 10 barras de 18 mm. de diámetro á 100 mm. de eje á eje y con peso de 2 kg. por metro lineal. Las armaduras estarán separadas por una distancia de 180 mm.

Los hierros verticales y los tirantes, como en la sección *C*.

Finalmente, en la sección *E*, donde la presión por metro cuadrado es de 4.000 kg., la sección de una armadura será:

$$S = \frac{4.000 \times 2^2 : 8}{0,14 \times 9 \times 10^6} = 1.586 \text{ mm}^2,$$

y se formará con 10 barras de 14 mm. de diámetro colocadas á distancias de 100 mm. de eje á eje, y cuyo peso será de 1,5 kg. por metro lineal. La distancia entre las armaduras será de 140 mm.

Los hierros verticales no tendrán más que 6 mm. de diámetro; los tirantes como en la sección anterior.

En las secciones *D* y *E* la proporción de cemento podrá reducirse á 600 kg., en las otras secciones será de 800 kg. y de 400 kg. en el tabique ó muro transversal.

El adjunto cuadro resume las dimensiones de las diversas partes de la obra.

SECCIONES	Carga por metro cuadrado.	PANTALLA						Muro transversal.	
		Espesor.....	Diámetro de los hierros de las armaduras..	Distancia de eje á eje de las armaduras...	Distancia de los hierros en las armaduras.....	Diámetro de los hierros verticales colocados á 0,20.....	Diámetro de los tirantes.....	Espesor.....	
<i>A</i>	20.600	500	25	300	166	10	14	300	
<i>B</i>	16.000	400	22	300	125	10	14	300	
<i>C</i>	12.000	300	20	210	100	8	10	300	
<i>D</i>	8.000	250	18	180	100	8	10	300	
<i>E</i>	4.000	200	14	140	100	6	19	300	

Las figuras 10 y 10 muestran el aspecto de la obra.

La cubicación siguiente completa las indicaciones que anteceden, admitiendo para los muros transversales una longitud media de 3 m. y considerando un tramo de 2 m. Véase el cuadro:

SECCIONES	HIERROS-DIÁMETROS								HORMIGÓN		
	25	22	20	18	14	10	8	6	800 kilogramos.	600 kilogramos.	400 kilogramos.
	m	m	m	m	m	m	m	m	m. ³	m. ³	m. ³
<i>A</i>	96	"	"	"	12	80	"	"	4	"	0,9
<i>B</i>	"	128	"	"	12	80	"	"	3,2	"	0,9
<i>C</i>	"	"	160	"	"	12	80	"	2,4	"	0,9
<i>D</i>	"	"	"	160	"	12	80	"	"	2	0,9
<i>E</i>	"	"	"	"	160	12	"	80	"	1,6	0,9
Totales.....	96	128	160	160	184	196	160	80	9,6	3,6	3,6
Pesos por metro.....	4 kg.	3 kg.	2,5 kg.	2 kg.	1,25 kg.	0,6 kg.	0,4 kg.	0,2 kg.			
Pesos por clases.....	384	384	400	320	230	118	64	16			
	1.916 kg.										

Podemos dar una idea del costo.

	Franco.	Sobrecarga por metro cuadrado. (Luz de 5 m.)	Precio por metro cuadrado y por tonelada de sobrecarga.
Hierros á 0,50 fr. el kg. puestos en obra $1.916 \times 0,50$	958	250	43,40 fr.
Hormigón de 800 kg., $9,60 \text{ m}^3$ á 42 fr.	403	500	24,90
Idem de 600 kg., $3,60 \text{ m}^3$ á 34 fr.	122	1.000	14,95
Idem de 400 kg., $3,60 \text{ m}^3$ á 26 fr.	94	1.500	12,32
Cajones ó moldes (200 m^2 por tramo) que se empleará en varias veces, y por lo tanto se presupone 1,50 el m^2 , será $200 \times 1,50$	300		
Total por tramo.	1.877		

O sean 2.000 fr. en números redondos.

Saldría, pues, la pantalla:

Por metro lineal de presa, á 1.000 fr.

Por metros superficial, á 50 fr.

Por metro superficial y tonelada de carga media, á 5 fr.

Estas cifras son muy bajas, y demuestran que el hormigón de cemento armado es conveniente cuando hay que oponerse á sobrecargas fuertes.

Anteriormente hemos demostrado que los suelos, que tienen mucha analogía con el estudio de las pantallas de las presas, cuestan, por metro cuadrado y tonelada de sobrecarga, tanto menos cuanto mayor es la sobrecarga.

La cifra de 5 fr. que nos ha resultado para la pantalla confirma la regla.

Es indudable que esta cifra hubiera aumentado notablemente si hubiéramos adoptado tramos ó luces de 4 m. ó de 6 m.

Restáanos decir algo acerca de la parte de la pantalla que queda por debajo del plano inferior del cimientó de la presa. En general, bastará la cimentación sobre la peña viva con buen empotramiento. Pero en el caso de que no se encuentre terreno á propósito para resistir esta compresión, esta porción de la pantalla, que no está sostenida por los muros transversales, debe estar en condiciones de resistir por sí sola al empuje del agua.

Si examinamos la figura 5, se verá que el prisma *c b e d* constituye una parte volada sometida á la compresión por su cara *c d*.

El momento flector en la sección *c b* tiene por valor, atribuyendo á *c d* la dimensión de 0,50 m., y considerando una longitud de 1 m.

$$20.000 \text{ kg.} \times 0,50 \times \frac{0,50}{2} = 2.500.$$

Para oponerse á este momento, bastará prolongar los hierros verticales de 10 mm. de diámetro á través del prisma, añadir un número igual en una altura de 1 m. y apuntalar contra el pie de la presa.