

niente que podría alegarse era el del gran volumen de los cuerpos muertos de piedra, lo cual en realidad ninguna influencia tiene, pudiendo y debiendo enterrarse algun tanto los sillares en el terreno, cuando á ello obligue la poca sonda del fondo del mar.

La economía que se obtiene del uso de la piedra, y la facilidad con que en la mayor parte de los puertos se pueden proporcionar sillares del tamaño y peso que se desee, son ciertamente circunstancias muy atendibles para que cuando no se hayan de emplear los tornillos de Mitchell y si cuerpos muertos, se prefieran por regla general los de sillería á los hechos de hierro fundido.

Con arreglo á este principio he formado el estado n.º 7, del cual resulta que habrá 42 de los primeros y 14 de los segundos, siendo inútil advertir la necesidad de que la piedra que se escoja para este uso sea dura, fuerte y de mucha cohesión para que no falle el argollon de amarra que ha de incrustarse en la cara superior.

LUCIO DEL VALLE.

(Se continuará.)

DESCRIPCION DEL PUENTE

CONSTRUIDO EN EL FERRO-CARRIL DE MADRID Á ALICANTE, SOBRE EL RIO JARAMA.

Láminas 126, 127, 128.

Al construirse el ferro-carril de Madrid á Aranjuez, que hace hoy parte del de Madrid á Alicante, se proyectó y ejecutó para el paso del rio Jarama un puente de 62 metros de luz, de tres tramos, con cerchas curvas de madera que se apoyaban sobre pilas y estribos de fábrica. Las cerchas eran de un sistema semejante al de las construidas por Emmerly para el puente sobre el Sena; los estribos eran de sillería en sus semipilas, zócalo, aristones é imposta, de ladrillo sus entrepaños y el macizo interior de hormigón; las pilas eran de sillería en sus cuatro paramentos desde el zó-

calo á la imposta, de donde arrancaban las cerchas; la parte superior de fábrica de ladrillo con aristas de sillería y toda la parte interior de la pila de hormigón. La cimentación consistía en un recinto de pilotes clavados en contacto, de 0,27×0,20 de escuadría y 4,50 á 5,00 de longitud máxima. En los estribos se clavaron además otras dos líneas de pilotes de las mismas dimensiones, en sentido de las diagonales del rectángulo; las cabezas de los pilotes se aseguraron con unas dobles carreras ó cepos sujetas por tornillos, sobre las que se colocó el emparrillado formado de piezas de 0,27×0,20 de escuadría. Se rellenaron los huecos de hormigón hasta la profundidad de 4,50 próximamente y se colocó un entablado.

Abierto el camino al servicio público á principio del año 1851 continuó el puente según le hemos descrito ligeramente, hasta fin del año 1852 en que se reemplazaron los cerchones curvos por otros del sistema de Town.

En febrero de 1855 tuvo el rio una fuerte crecida que hizo subir el agua hasta la imposta de las pilas, á 4,50 del plano superior de la fundación; y produciendo una gran socavación en la cimentación del estribo del lado de Madrid y en la primera pila, fué necesario apear las formas del primero y segundo tramo por haberse destruido parte del estribo y toda la pila. Se empezaron las obras necesarias para su reconstrucción tan pronto como las avenidas lo permitieron; pero como estas se sucedían con mucha frecuencia y la epidemia no permitía encontrar el número de operarios necesarios, llegaron las nuevas avenidas del otoño sin que se hubiese adelantado lo suficiente para no sufrir sus perjuicios: así es que al ocurrir las de setiembre y octubre destruyeron parte de la obra ejecutada.

Estas últimas crecidas extraordinarias produjeron además otra socavación en el otro estribo que ocasionó la destrucción de uno de sus ángulos. Se apearon las formas de este tramo para continuar la explotación interin se procedía á la reparación de las partes destruidas; pero no permitiéndolo las continuas avenidas del

invierno llegó el día 8 de enero de 1856, en que fué tan considerable la que hubo, que llegando á las formas las arrastró el agua consigo y se destruyó por completo el puente.

De esta manera se destruyó una obra, cuya fábrica no podía menos de examinarse con el mayor placer por el buen gusto del proyecto y por el esmero con que se había construido.

Inmediatamente se construyó un puente provisional de madera, del sistema de largueros con jabalcones, interin se procedía á estudiar el proyecto definitivo: se le construyó de 70 metros de longitud, con la misma altura que el destruido, trabajandose con tal actividad por el Ingeniero entonces encargado de la línea D. Eusebio Page, que en el breve espacio de 24 días le entregó completamente terminado á la explotación.

En la primavera de 1858 se trató ya de hacer el proyecto que definitivamente había de construirse, y una vez estudiado y decidido que fuera de tramos de hierro de doble T, con pilas y estribos de fábrica de ladrillo con aristas de sillería, se empezó su construcción á fin de junio del mismo año.

Como puede verse por la lámina 126 en que se representan la proyección horizontal y vertical del puente, tiene cuatro tramos, de 27 metros de luz los de los extremos y de 53 los del centro, lo que da una longitud total entre los paramentos de los estribos de 126 metros teniendo en cuenta el espesor de las tres pilas.

No siendo posible construirle sobre el mismo emplazamiento que ocupaba el primitivo, porque estaba allí el provisional y porque hubiera sido mas difícil verificar la hinca de pilotes en los puntos donde estuvieron las pilas, era necesario construirle aguas arriba ó aguas abajo; eligiéndose esto último porque se favorecía el trazado horizontal de la vía aumentando el radio de la curva de entrada y suprimiendo la primera de las dos curvas que había á la salida. De esta manera ha habido que ejecutar 414,22 metros de esplanación nueva del lado de Madrid y 122,89 del lado de Alicante.

La cimentación de las pilas consiste en un

recinto de pilotes, colocados en contacto los unos de los otros, formando un rectángulo de 14,44 metros de longitud por 5,00 de ancho: estos pilotes tienen 0^m,52×0^m,22 de escuadria y entre cada cuatro de ellos en sentido de la longitud del rectángulo y entre cada dos en sentido del ancho, se ha colocado otro de 0^m,40×0^m,26, en su parte superior se han asegurado por dos carreras ó cepos, sujetas á las cabezas de todos los pilotes por medio de tornillos: al extremo se han colocado azuches de hierro de 5 kilogramos de peso; y para la hinca se han empleado mazas de hierro de 1.000 kilogramos próximamente que cayendo de una altura de 5 metros, introducían el pilote hasta que 50 golpes seguidos solo le hicieran entrar 0^m,005 como máximun. De esta manera se han clavado todos los pilotes del recinto; resultando que cada uno de ellos ha quedado de la longitud que marca la adjunta tabla, para cada una de las tres pilas, contándola desde el extremo que se introduce en el azuche hasta el plano superior de los cepos. El número 1.º corresponde al pilote del ángulo de la derecha aguas arriba, siguiendo despues la numeración el curso del agua hasta dar vuelta á la pila.

Tabla de las longitudes de los pilotes del recinto en las tres pilas.

NÚM. del pilote	Pila 1.ª metros.	Pila 2.ª metros.	Pila 3.ª metros.	NÚM. del pilote	Pila 1.ª metros.	Pila 2.ª metros.	Pila 3.ª metros.
1	5,50	5,80	4,00	21	6,40	5,20	5,60
2	5,90	6,70	4,10	22	6,20	5,60	5,60
3	6,00	6,70	6,10	23	6,40	5,50	6,10
4	6,00	5,60	6,00	24	6,30	4,60	7,20
5	6,70	7,30	4,50	25	6,60	5,90	6,80
6	5,60	5,40	5,50	26	5,80	5,80	7,00
7	6,40	6,00	4,90	27	6,10	6,00	5,80
8	5,60	6,10	5,00	28	5,50	5,00	6,00
9	6,10	6,50	5,00	29	6,30	6,10	4,00
10	6,60	6,10	5,90	30	6,10	6,80	6,80
11	5,60	5,80	5,50	31	6,80	6,10	5,30
12	6,40	4,00	6,00	32	6,70	6,20	5,40
13	6,30	3,60	6,00	33	6,10	6,10	6,00
14	5,20	3,50	5,00	34	6,90	5,70	5,00
15	6,60	3,50	5,80	35	6,70	6,40	6,10
16	6,50	4,00	5,60	36	7,00	5,90	6,30
17	6,50	4,00	7,00	37	6,50	7,10	5,30
18	6,80	5,60	5,90	38	6,70	7,50	5,30
19	6,20	5,80	4,60	39	6,30	5,40	4,80
20	6,50	6,60	4,70	40	6,90	6,30	4,90

NUM. del pilote	Pila 1. ^a metros.	Pila 2. ^a metros.	Pila 3. ^a metros.	NUM. del pilote	Pila 1. ^a metros.	Pila 2. ^a metros.	Pila 3. ^a metros.
41	6.70	6.40	5.00	80	6.60	4.90	6.10
42	6.60	6.40	5.00	81	6.40	5.30	6.00
43	5.40	6.60	5.40	82	6.10	4.50	6.90
44	7.20	5.90	4.00	83	5.70	4.30	5.10
45	7.20	6.10	4.00	84	6.20	5.70	5.70
46	6.00	6.80	5.00	85	6.20	5.40	4.70
47	7.00	6.90	4.90	86	6.60	5.80	5.70
48	6.30	6.90	4.80	87	3.50	5.70	5.00
49	8.70	4.60	6.00	88	5.40	4.90	4.80
50	5.70	6.10	6.00	89	6.20	4.70	5.00
51	6.90	6.20	6.00	90	6.50	5.90	4.00
52	6.70	7.00	6.80	91	6.10	3.00	4.00
53	6.10	6.10	6.50	92	8.10	4.60	4.00
54	5.60	5.90	5.00	93	4.60	4.80	5.10
55	7.60	6.50	6.50	94	4.90	4.10	4.50
56	6.20	4.80	4.80	95	5.80	6.20	4.20
57	8.80	4.50	5.50	96	6.80	6.00	4.30
58	6.30	6.70	6.20	97	6.00	4.80	4.90
59	8.00	6.70	4.50	98	5.30	4.20	4.80
60	6.30	6.60	4.10	99	5.90	3.10	5.30
61	5.70	5.10	7.00	100	5.50	4.50	4.40
62	6.90	6.60	6.90	101	5.30	5.10	5.00
63	6.80	6.20	6.30	102	6.30	5.20	4.10
64	7.00	6.70	6.00	103	6.20	4.80	5.30
65	6.50	6.60	6.10	104	6.50	6.00	5.30
66	6.50	6.30	6.20	105	5.10	7.00	5.30
67	6.90	7.00	6.60	106	5.60	5.60	4.00
68	6.40	7.00	6.70	107	6.90	5.20	5.00
69	6.20	6.30	6.90	108	3.50	6.70	4.20
70	6.20	6.40	6.00	109	3.00	6.30	5.50
71	6.20	6.40	7.00	110	3.00	6.70	5.00
72	6.50	6.60	6.70	111	3.00	6.40	5.00
73	6.30	6.40	7.00	112	3.10	6.00	5.60
74	5.70	6.60	6.20	113	5.50	7.30	"
75	6.70	6.00	6.60	114	5.90	7.10	"
76	5.40	6.00	3.20	115	5.90	7.20	"
77	6.60	6.20	7.10	116	5.60	"	"
78	5.70	4.50	6.70	117	6.20	"	"
79	5.70	5.10	6.80	118	5.60	"	"

Examinando esta tabla se observa 1.º que no tiene igual número de pilotes el recinto de cada una de las pilas; lo que proviene de la imposibilidad de clavarlos con sus caras exactamente paralelas como se dibujan en los proyectos y de no ser tampoco matemáticamente iguales en su escuadria; y 2.º que la longitud media de los pilotes de recinto de la pila 1.ª es de 6^m.12; de 5^m.78 la de los de la 2.ª; y de 5^m.48 la de los de la 3.ª.

En el rectángulo formado por el recinto se han clavado otros pilotes rollizos de 0^m.55 de diámetro, con las mismas machinas y condiciones que los de aquel, colocándolos azucos de hierro de 18.55 kilogramos de peso. Las pilas 1.ª y 3.ª tienen 55 pilotes de esta clase cada una, colocados sus ejes entre sí a la distancia de 1^m.56 en el sentido longitudinal de la pila y de 0^m.96 en sentido transversal: la pila intermedia tiene 60 pilotes a las distancias respectivas de 1^m.23 y 0^m.96.

La siguiente tabla indica la longitud que tiene cada uno de estos pilotes, contada desde el extremo que entra en el azucos hasta la

parte superior en que descansa la fábrica. Los números 1.º de los pilotes corresponden a los de agua arriba de cada una de las cinco líneas que formen paralelas al curso del agua: la primera serie corresponde a la línea de la derecha, siguiendo después las otras por su orden correlativo.

Tabla de las longitudes de los pilotes rollizos de cada una de las 5 pilas.

NUM. del pilote	Pila 1. ^a metros.	Pila 2. ^a metros.	Pila 3. ^a metros.	NUM. del pilote	Pila 1. ^a metros.	Pila 2. ^a metros.	Pila 3. ^a metros.
1	8.40	8.00	5.90	7	8.80	9.10	5.70
2	8.80	8.30	7.60	8	8.40	8.70	8.90
3	8.50	4.80	7.10	9	8.30	8.40	8.20
4	8.50	4.40	7.30	10	8.20	8.30	7.00
5	8.60	6.30	6.90	11	9.60	8.40	5.40
6	8.60	4.20	6.80	12	"	8.60	"
7	8.80	3.80	7.00	1	7.10	5.00	7.50
8	8.70	4.20	6.80	2	8.40	7.00	7.50
9	7.50	8.40	7.60	3	7.70	6.00	7.60
10	8.30	8.50	6.00	4	8.00	5.00	8.30
11	8.10	8.60	6.30	5	7.40	6.00	8.30
12	"	8.50	"	6	8.60	8.10	7.80
1	8.70	7.00	6.60	7	8.50	8.80	8.00
2	7.70	8.00	6.80	8	8.90	8.70	8.00
3	6.70	6.60	8.00	9	8.00	9.10	8.30
4	8.20	7.40	4.60	10	8.90	8.50	8.70
5	8.60	8.60	6.70	11	9.50	7.30	6.50
6	8.10	6.80	7.50	12	"	8.70	"
7	8.10	7.70	7.50	1	8.50	3.60	3.60
8	8.70	8.50	6.10	2	6.80	6.80	8.60
9	8.60	7.80	5.70	3	7.70	7.00	6.70
10	8.00	8.30	7.00	4	8.90	6.00	5.80
11	8.00	8.90	5.00	5	7.60	7.80	5.30
12	"	8.40	"	6	9.70	7.20	7.60
1	8.60	6.70	5.50	7	9.10	8.10	7.60
2	8.70	7.50	6.50	8	9.00	8.40	6.00
3	8.30	7.60	6.20	9	7.00	9.10	8.10
4	7.20	6.30	7.10	10	7.90	8.80	7.30
5	8.70	6.00	7.30	11	9.40	9.00	8.40
6	8.60	7.00	7.60	12	"	9.00	"

Resulta de esta tabla que los pilotes rollizos de la pila 1.ª han entrado por término medio 8^m.55; los de la 2.ª 7^m.40 y los de la 3.ª 7^m.07.

Sobre las cabezas de estos pilotes se ha colocado un emparrillado formado de maderas de 0^m.23 x 0^m.17 de escuadria, ensambladas a media madera, así en los empalmes como en las ensambladuras de ángulo, sujetándose a los pilotes por medio de cabillas de madera de 0^m.50 de longitud. Los cajones que resultan de este modo, se han llenado de hormigon hidráulico hasta la profundidad de 1^m.70 a 2^m.00. La mezcla para el hormigon se ha hecho uniendo dos partes de cemento de Iraeta, con una de cal para la pila 1.ª, y una de cemento por dos de cal para las otras dos.

La cimentación de los estribos consiste también en un recinto de pilotes escuadrados como los de las pilas, formando tres líneas que

se cortan en ángulo recto: la longitud media de estos pilotes es de 5,^m57 para los del estribo 1.º y de 5,^m42 para los del 2.º segun se deduce de la tabla que ponemos á continuación. Interiormente á este recinto se han clavado cuatro filas de pilotes rollizos iguales á los de las pilas y 12 en cada uno de los muros en ala formando un total de 68 para cada uno de los estribos. Sobre estos pilotes se ha formado el emparrillado lo mismo que en las pilas y se ha rellenado de hormigón hidráulico en la proporción de dos de cemento para tres de cal, y hasta la profundidad de 1,^m70. La longitud media de los pilotes rollizos del 1.º estribo es de 7,^m24 y de 6,^m58 la de los del 2.º segun resulta de la tabla que ponemos des-

Tabla de las longitudes de los pilotes de recinto en los estribos.

Número del pilote.	Estribo 1.º metros.	Estribo 2.º metros.	Número del pilote.	Estribo 1.º metros.	Estribo 2.º metros.
1	4,30	5,20	43	6,40	4,90
2	4,60	4,60	44	6,30	6,00
3	4,60	3,90	45	5,90	6,30
4	5,00	5,20	46	6,30	4,00
5	4,80	5,30	47	6,90	6,20
6	7,00	4,90	48	6,30	4,80
7	5,60	4,70	49	6,00	3,40
8	5,90	3,30	50	6,40	5,70
9	5,70	5,70	51	5,30	6,00
10	5,00	5,90	52	5,30	5,90
11	4,20	3,80	53	5,70	4,40
12	3,50	5,40	54	5,70	5,80
13	4,50	5,40	55	5,50	4,40
14	6,30	4,60	56	5,90	4,50
15	3,60	4,70	57	5,60	5,60
16	5,00	2,40	58	5,60	4,30
17	6,10	3,20	59	5,70	5,20
18	4,00	4,70	60	6,30	5,00
19	4,70	3,80	61	6,50	6,40
20	5,40	5,80	62	6,60	6,00
21	5,40	5,60	63	6,40	6,60
22	6,70	6,90	64	4,60	4,80
23	6,60	6,20	65	4,10	6,00
24	7,30	6,00	66	3,60	5,20
25	4,30	3,50	67	4,20	5,10
26	4,20	5,90	68	4,20	5,00
27	4,20	5,50	69	5,00	6,50
28	4,20	4,30	70	4,70	5,70
29	5,00	3,80	71	6,40	5,20
30	4,60	3,70	72	5,10	5,40
31	4,00	4,30	73	4,00	5,60
32	4,50	4,30	74	5,60	5,60
33	4,20	5,00	75	6,00	5,40
34	5,10	6,00	76	6,00	5,60
35	5,10	5,80	77	7,00	5,60
36	5,00	5,40	78	6,00	5,10
37	5,20	5,20	79	6,20	7,40
38	5,30	2,70	80	5,50	7,40
39	5,30	5,30	81	5,90	4,70
40	5,60	4,60	82	6,80	•
41	6,10	6,00	83	5,80	•
42	5,20	4,60			

Tabla de las longitudes de los pilotes rollizos en los estribos.

Número del pilote.	Estribo 1.º metros.	Estribo 2.º metros.	Número del pilote.	Estribo 1.º metros.	Estribo 2.º metros.
1	7,40	6,00	35	6,40	4,50
2	8,00	4,10	36	7,20	6,10
3	8,80	4,30	37	8,50	7,10
4	7,90	7,00	38	7,80	6,30
5	7,40	7,40	39	9,00	8,20
6	7,50	7,00	40	8,00	7,10
7	7,60	6,30	41	6,20	7,30
8	8,90	6,90	42	8,50	8,30
9	8,10	5,60	43	7,50	7,80
10	8,40	8,40	44	7,40	7,90
11	8,00	8,00	45	5,50	4,80
12	7,60	2,30	46	5,60	4,90
13	8,50	6,80	47	5,10	5,60
14	6,60	7,30	48	5,20	4,80
15	8,30	6,70	49	5,90	5,40
16	7,30	7,60	50	6,20	5,40
17	8,50	6,70	51	5,80	4,90
18	6,50	8,40	52	5,80	4,90
19	9,20	8,00	53	5,80	6,30
20	8,40	8,00	54	7,10	5,30
21	7,40	8,00	55	5,80	5,80
22	9,00	7,10	56	7,00	6,30
23	5,20	4,80	57	5,90	7,00
24	8,70	8,00	58	4,40	6,80
25	8,70	6,70	59	5,00	6,90
26	8,80	7,70	60	7,50	6,40
27	8,10	6,60	61	5,50	7,10
28	7,50	7,50	62	6,00	6,90
29	7,30	7,50	63	7,20	6,70
30	8,90	8,70	64	7,50	6,40
31	8,00	7,80	65	6,80	6,50
32	7,00	8,20	66	7,20	6,20
33	9,00	8,70	67	6,40	5,80
34	6,30	2,50	68	7,00	6,40

En el primer estribo, ó sea el del lado de Madrid, se ha clavado además otra línea de pilotes escuadrados iguales á los del recinto, paralela á la corriente del agua para encajonar completamente la cimentación del macizo del estribo.

Sobre el emparrillado que forma el plano de la obra se ha construido la fábrica de las pilas y de los estribos. Este plano se encuentra 70 centímetros mas bajo que el del puente destruido en 1856.

Para la construcción del emparrillado hubo necesidad de hacer agotamientos; lo que se consiguió construyendo una ataguia al rededor de cada una de las pilas, formada de tablestacas de 0^m,27×0^m,10 de escuadria y 4 metros de longitud, con azúches á sus extremos de 2,50

kilogramos de peso. Estraido el guijo se rellenó de arcilla el espacio comprendido entre los pilotes de recinto y las tablestacas y despues se hicieron los agotamientos con bomba de Letestu.

Las pilas y estribos están contruidos de silleria de piedra caliza hasta la altura de 2^m,24 con el relleno de mamposteria; lo restante hasta la imposta es de fábrica de ladrillo con una cadena de silleria en el centro de los paramentos y en los ángulos. La imposta y los tajamares son tambien de silleria de piedra caliza y la hilada superior sobre que descansan las formas de hierro, es de granito para que resista á las vibraciones que se producen al paso de los trenes.

En el estribo del lado de Madrid se han contruido dos muros para sostener el cono de tierras del terraplen. Estos muros de planta eliptica se han cimentado con hormigon hidráulico hasta la profundidad de 1^m,70 bajo el plano del emparrillado del puente y con un recinto de pilotes de la misma escuadria que los de las pilas y estribos. Las tres primeras hildas, que tienen 1^m,50 de altura, son de silleria de piedra caliza y el resto de fábrica de ladrillo, escepto los ángulos y albardilla. El muro de la izquierda no se ha contruido por completo, por que existiendo todavia parte del estribo antiguo se utiliza para sostener el cono de tierras y solamente se ha contruido la parte comprendida entre los estribos nuevo y antiguo.

La mezcla empleada desde el primer sillar que fué colocado el 9 de marzo de 1859, hasta la altura de 4^m,10 sobre el emparrillado, está compuesta de una parte de cemento por tres de cal, con la arena correspondiente: el resto hasta la altura total de la obra tiene la mezcla ordinaria. Las juntas todas estan cogidas con cemento puro de Zumaya.

Los tramos del puente consisten en dos grandes formas de palastro de doble T de 150 metros de longitud y 2^m,35 de altura, apoyadas en los estribos y pilas y separadas entre si 4^m,54. Cada una de estas formas se compone de dos hojas de palastro colocadas paralela-

mente entre si, unidas por otra normal á ellas. Las primeras que son las que forman las cabezas de la T se componen cada una de dos hojas de 0^m,60 de ancho y 0^m,01 de grueso, interpuestas la una á la otra y fijas perfectamente por medio de redoblones. La otra, de 2^m,51 de altura y 0^m,01 de grueso se une invariablemente á las cabezas por medio de hierros de ángulo fijos á una y otras por redoblones. Para dar mayor resistencia se colocan nervios de una á otra cabeza, encorvados en sus extremos, para poderlos fijar en todos sus puntos por medio de redoblones á las cabezas y parte vertical de las formas; y colocados á la distancia de 1^m,0935 uno de otro, escepto en la parte que se apoya en las pilas que estan á 0^m,729.

Normalmente á estas formas hay dispuestas otras, unidas á ellas por medio de redoblones, de 0^m,55 de altura y de doble T. Estan compuestas de una hoja de palastro con hierros de ángulo á sus extremos, para formar las cabezas de la T y estan colocadas á 2^m,187 una de otra.

Para dar mayor resistencia al sistema se han colocado otras formas longitudinales y por consiguiente normales á las últimas de que hemos hablado, de la misma forma que ellas, de 0^m,40 de altura y unidas entre si por medio de redoblones. Estas tienen la ventaja de disminuir el esfuerzo que tienen que resistir los redoblones que unen las formas principales con las transversales, y dan por consiguiente una resistencia mayor al puente.

Finalmente para dar una mayor rigidez é invariabilidad á los tramos se colocan las cruces de S. Andrés horizontales que se ven en la proyeccion horizontal del dibujo.

Sobre las pequeñas formas longitudinales se fijan los largueros de madera por medio de tornillos; y encima se sujeta el carril tambien con tornillos que atraviesan el larguero y los hierros de ángulo de las formas.

Con objeto de precaver los efectos de la dilatacion se han colocado en los estribos y pilas adyacentes unas cajas de fundicion, empostradas en la silleria, conteniendo un sistema de cilindros: sobre estos se apoya una placa, fija invariablemente por redoblones á la cabeza de las

formas principales la cual los hace girar sobre sus ejes, al contraerse ó dilatarse los tramos. En la pila del centro no se han colocado rodillos entre las dos placas de fundicion, y la superior abraza con unos rebordes á la inferior para que, permaneciendo siempre fijo el centro, se hagan sentir por uno y otro lado los efectos provenientes de las variaciones de temperatura. Para disminuir el efecto de las vibraciones sobre la silleria al paso de los trenes, se colocan en las pilas y estribos, debajo de la placa ó ceja de fundicion empotrada, unas hojas de plomo.

Armado el puente sobre el terraplen del lado de Madrid, fué colocado sobre las pilas y estribos haciéndole marchar longitudinalmente, por medio de cadenas fijas á su estremo y un cabrestante con dos polipastos colocado en la esplanacion del lado opuesto. Para evitar el rozamiento con el terreno, se colocaron debajo de cada una de las formas principales cinco cajas de fundicion conteniendo 3 rodillos cada una, que giraban sobre sus ejes al verificarse el movimiento de traslacion del puente: los rodillos, de 25 centímetros de diámetro, tenían su llanta de 10 centímetros para que pudiesen descansar sobre ellos las formas del puente, sin tropezar los redoblones de los hierros de ángulo. Para evitar los movimientos laterales y hacer que los tramos marchasen en direccion del eje de las pilas y estribos, tenía cada sistema de rodillos, otros dos de 10 centímetros de diámetro, que colocados á la altura en que quedaba la cabeza inferior de las formas, giraban al rededor de su eje vertical por la presion que estas les comunicaban. Estas guías estaban situadas á los extremos de cada uno de los sistemas de rodillos, á un mismo lado de ellos y fijas por medio de tornillos.

Al colocar los sistemas de rodillos debajo de las formas se tuvo cuidado de colocarlos de modo que las guías de cada uno de ellos, estuviesen fuera de los tramos, para que evitando las de la izquierda el movimiento hacia este lado, las de la derecha le evitasen hacia el suyo. Así que los tramos se corrieron lo suficiente para dejar libre un sistema de rodillos de cada

una de sus formas principales, el cual se situó en el estribo del lado de Madrid: se prosiguió la operacion, con la velocidad de 1^m.00 por hora hasta dejar libres otros dos sistemas de rodillos, que se colocaron sobre la pila 1.^a; y así sucesivamente se fueron poniendo sobre las otras pilas y estribo los sistemas de rodillos que iban quedando libres, hasta que los tramos quedaron tambien sobre el segundo estribo. Colocadas ya las cajas de los rodillos de friccion, de que antes hemos hablado, se colocaron los tramos en su sitio definitivo sobre ellos, levantándolos antes con gatos para quitar los sistemas de cilindros puestos para su movimiento.

Concluida la descripcion del puente, vamos ahora á hacer ver que las dimensiones de las formas son las necesarias y suficientes para la resistencia que deben tener.

Las formas ó bastidores principales del puente, pueden considerarse como sólidos apoyados por sus extremos, cargados de un peso distribuido uniformemente en toda su longitud, y de otro colocado en el punto medio entre sus apoyos.

La fórmula aplicable al caso actual sabemos que es

$$\left(P + \frac{1}{2} p l\right) \frac{l}{4} = \frac{R I}{n}$$

Haciendo $n = \frac{b}{2}$ y $I = \frac{ab^3 - a'b'^3 - a''b''^3 - a'''b'''^3}{12}$ para aplicarla á la figura que presentan las formas, nos resultará

$$P = 2 R \frac{ab^3 - a'b'^3 - a''b''^3 - a'''b'''^3}{3 b l} - \frac{1}{2} p l$$

en donde.

P=peso máximo que puede colocarse en el centro.

p=peso del bastidor por metro lineal: teniendo en cuenta el peso de las pequeñas formas longitudinales, el de las transversales y las cruces de S. Andrés.

l=luz de cada tramo.

R=máxima resistencia de las fibras sujetas á

la traccion y compresion sin que llegue á producir la rotura.

a =ancho de la cabeza en la seccion trasversal.

a' =ancho de la cabeza en la seccion trasversal, disminuido del grueso de la lámina vertical y de los hierros de ángulo.

a'' =ancho de los dos hierros de ángulo, disminuido de su grueso.

a''' =grueso del hierro de ángulo, multiplicado por dos.

b =altura total del bastidor.

b' =distancia entre las cabezas del bastidor.

b'' =distancia entre las partes horizontales de los hierros de ángulo.

b''' =distancia entre las partes verticales de los hierros de ángulo ó lo que es lo mismo para el caso actual, suponiendo uno de los tramos del centro.

P =incógnita. $a''=0,450$ metros.

$p=807,70$ kilogramos. $a'''=0,050$ id.

$l=55$ metros. $b=2,550$ id.

$R=6.000,000$ kilóg^{mos}. $b'=2,510$ id.

$a=0,600$ metros. $b''=2,280$ id.

$a'=0,450$ id. $b'''=2,150$ id.

Sustituyendo estos valores en la fórmula (A) nos resultará

$$P=20,067 \text{ toneladas.}$$

Los largueros sobre que descansan los carriles pueden tambien considerarse como sólidos apoyados por sus extremos en las viguetas ó pequeñas formas transversales, cargados de un peso distribuido uniformemente en toda su longitud y de otro en el punto medio. La fórmula que nos dará el mayor peso que pueden sostener en su centro será la misma (A) que antes hemos citado, en la que las cantidades de que consta tendrán ahora los valores siguientes:

P =incógnita. $a''=0,020$ metros.

$p=49,04$ kilogramos. $a'''=0,000$ id.

$l=2,187$ metros. $b=0,400$ id.

$R=6.000,000$ kilóg^{mos}. $b'=0,580$ id.

$a=0,140$ metros. $b''=0,270$ id.

$a'=0,140$ id. $b'''=0,000$ id.

Sustituyéndolos en la ecuacion nos resultará

$$P=11,517 \text{ toneladas.}$$

Las vigas transversales las consideraremos

como sólidos apoyados por sus extremos, cargados de un peso distribuido uniformemente en toda su longitud y ademas de otros dos pesos que actuen en los puntos donde se ensamblian los largueros.

La fórmula correspondiente al caso que nos ocupa sabemos que es

$$\frac{pl^2}{8} + \frac{2Pl'l''}{l} = \frac{RI}{n} \quad \text{la que nos dá}$$

$$P = RI \frac{ab^3 - a'b'^3 - a''b''^3}{12 bl'l''} - \frac{4}{16} \frac{pl^3}{l'l''}$$

en donde l' y l'' representan las distancias del punto donde actua el peso P á cada uno de los dos apoyos y las demas letras representan lo mismo que en la fórmula (A).

Tendremos por consiguiente los valores

P =incógnita. $a=0,170$ metros.

$p=155,22$ kilogramos. $a'=0,150$ id.

$l=4,54$ metros. $a''=0,050$ id.

$l'=1,50$ id. $b=0,550$ id.

$l''=3,04$ id. $b'=0,520$ id.

$R=6.000,000$ $b''=0,590$ id.

que sustituyéndolos en el valor de P nos resultará

$$P=8,015 \text{ toneladas.}$$

De los resultados que acabamos de obtener se deduce: 1.º que las formas ó bastidores principales pueden sostener cada uno un peso de 40,154 toneladas, repartido uniformemente en toda su longitud; ó lo que es lo mismo que pueden resistir entre los dos un peso de 80,268 toneladas distribuido de la misma manera: 2.º que los largueros, ó pequeñas formas sobre que se apoyan los carriles pueden resistir cada uno un peso igual á 25,054 toneladas, distribuidas uniformemente en toda su longitud ó 46,068 toneladas entre los dos comprendidos entre cada una de las formas transversales, distribuidas tambien del mismo modo: y 3.º que cada forma transversal puede resistir el peso de 8,015 toneladas en cada uno de los puntos en que se apoya el carril.

Teniendo en consideracion que para deducir estos datos hemos considerado aislados cada uno de los tramos, sin tener en cuenta que están unidos invariablemente á los demas; que hemos prescindido tambien de la fuerte union de las formas transversales con las principales

del puente y de la de los largueros sobre que descansan los carriles con aquellas, que podrían muy bien habernos hecho considerarlas como piezas empotradas por sus extremos, en vez de simplemente apoyadas; y finalmente que tampoco se han tenido en cuenta las cruces de S. Andrés; debemos creer, que los resultados encontrados por las fórmulas son bastante menores de los que hubieran sido si se hubieran considerado las circunstancias que acabamos de esponer. Esto mismo se encuentra comprobado por la esperiencia al hacer las pruebas que pasamos á indicar.

Prueba 1.ª; con cuatro máquinas sin tender, pesando 105 toneladas y actuando quince minutos sobre cada tramo. 1.º Al cargar el primer tramo, del lado de Madrid, el bastidor de aguas arriba y el de aguas abajo tuvieron 0^m,0155 de flecha, y los del segundo tramo 0^m,005 en sentido contrario: 2.º al cargar el 2.º tramo tuvieron sus bastidores 0^m,019 de flecha y los del primero y tercero 0^m,005 y 0^m,004 respectivamente en sentido contrario: 3.º al cargar el tercer tramo, la flexion del bastidor de aguas arriba fué 0^m,020 y la del de aguas abajo 0^m,019, siendo la de los tramos segundo y cuarto 0^m,005 para aquel y 0^m,004 para este en sentido contrario: 4.º cargado el 4.º tramo, tuvo de flecha 0^m,015 y 0^m,008 el tercero en sentido contrario.

Prueba 2.ª; hecha con dos máquinas con tender y cinco sin él, actuando en dos tramos contiguos por espacio de quince minutos. 1.º Cargados los tramos primero y segundo al mismo tiempo, con 90 toneladas aquel y 151 este, tuvieron por flexion 0^m,009 el bastidor de aguas abajo del primer tramo, 0^m,0085 el de aguas arriba del mismo tramo y 0^m,015 cada uno de los dos bastidores del segundo tramo: 2.º cargados los tramos tercero y cuarto simultáneamente con un peso de 122 toneladas aquel y 99 este, produjeron, 0^m,010 de flexion en los bastidores del tercer tramo y en el de aguas abajo del cuarto y 0^m,008 en el de aguas arriba de dicho cuarto tramo.

Prueba 3.ª; un tren compuesto de cuatro máquinas con tender, pesando 180 toneladas

y pasando por el puente á la velocidad de 50 kilómetros por hora produjo las flexiones siguientes: en el primer tramo, 0^m,015 en el bastidor de aguas abajo y 0^m,0155 en el de aguas arriba; en el 2.º tramo 0^m,020 en el bastidor de aguas abajo y 0^m,024 en el de aguas arriba; en el tercer tramo 0^m,018 en cada uno de sus batidores; y en el cuarto 0^m,016 en uno y otro bastidor.

Prueba 4.ª; un tren compuesto de tres máquinas con tender, pesando 155 toneladas y pasando por el puente á la velocidad de 60 kilómetros por hora, produjo las flexiones siguientes: 0^m,015 en los bastidores del primer tramo; 0^m,022 en el bastidor de aguas abajo del segundo tramo y 0^m,024 en el de aguas arriba; 0^m,024 en los del tercer tramo; 0^m,017 en el de aguas abajo del cuarto tramo y 0^m,016 en el de aguas arriba.

Después de las esperiencias 1.ª y 2.ª quedó un milímetro de flecha en los tramos segundo y tercero: las esperiencias 3.ª y 4.ª no dejaron flecha alguna.

Hechas estas pruebas, el 18 de agosto de 1859 quedó abierto al tráfico el nuevo puente desde este día.

Para terminar, creemos justo hacer aquí mencion especial del Ayudante que constantemente ha estado al frente de esta obra desde su principio hasta su completa terminacion, D. Bernardo de Varanda, por el mucho celo é inteligencia que ha desplegado; siendo sensible que individuos como el á que nos referimos hayan dejado de pertenecer al cuerpo facultativo auxiliar de Obras públicas, por motivos que no son de este lugar.

JOAQUIN SANCHEZ BLANCO.

SUMARIO.

Ideas generales sobre las amarras para las boyas, por el Excmo. señor D. Lucio del Valle. (Continuacion.) Descripcion del puente construido en el ferro-carril de Madrid á Zaragoza y Alicante, sobre el rio Jarama, por D. Joaquin Sanchez Blanco.

EDITOR RESPONSABLE D. AGUSTIN MONTERDE.

REDACCION. Carrera de S. Gerónimo, n.º 22, segundo.

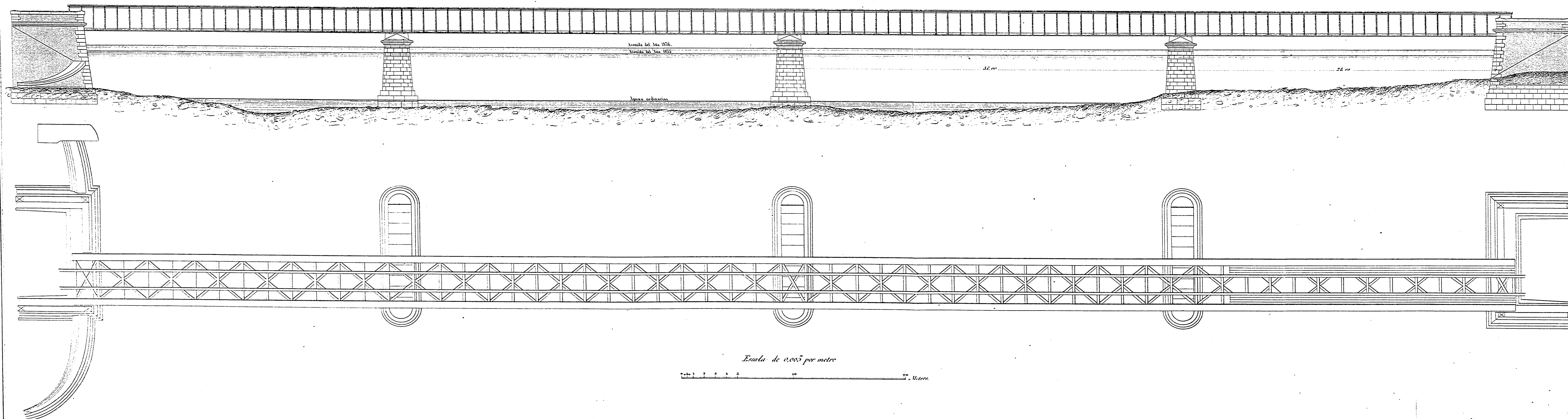
Este periódico sale los dias 1.º y 15 de cada mes, acompañado de diez y seis paginas de una interesante coleccion de memorias y de la parte legislativa correspondiente. El precio de suscripcion es 8 rs. al mes en Madrid y 26 por trimestre en provincias. Se suscribe en la redaccion, y en casa de los corresponsales.

MADRID.—1860.

Imprenta de D. José C. de la Peña, Atocha. 149.

FERRO-CARRIL DE MADRID A ALICANTE

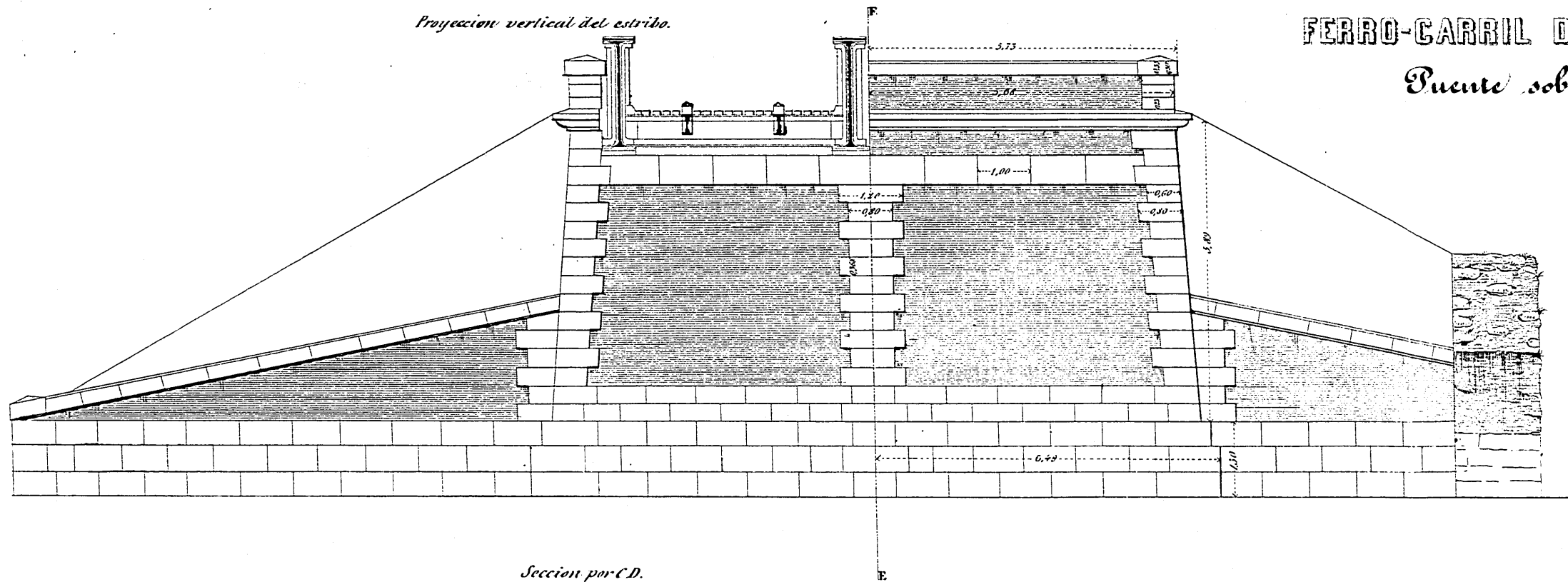
Puente sobre el Rio Jarama.



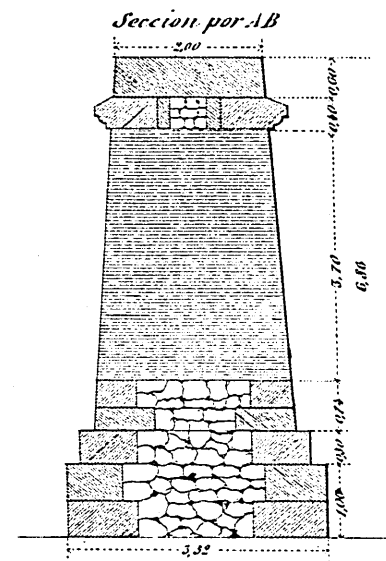
FERRO-CARRIL DE MADRID A ALICANTE.

Puente sobre el Rio Jarama.

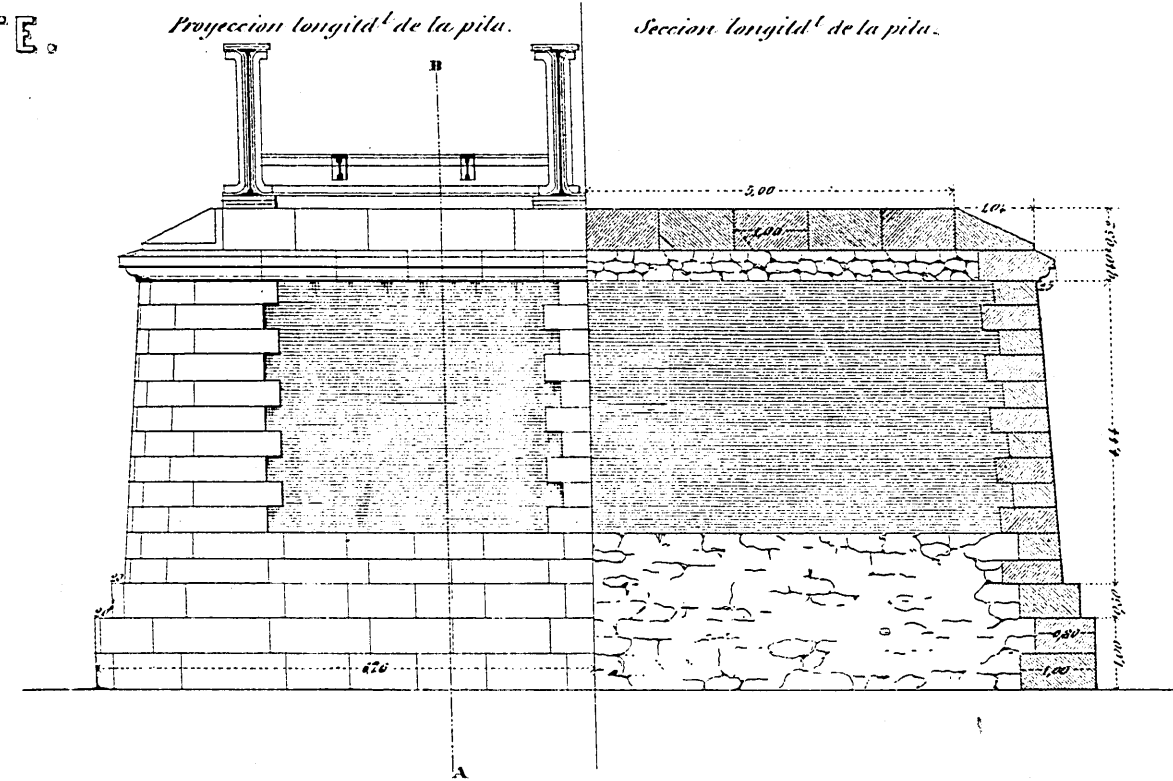
Proyeccion vertical del estribo.



Seccion por AB

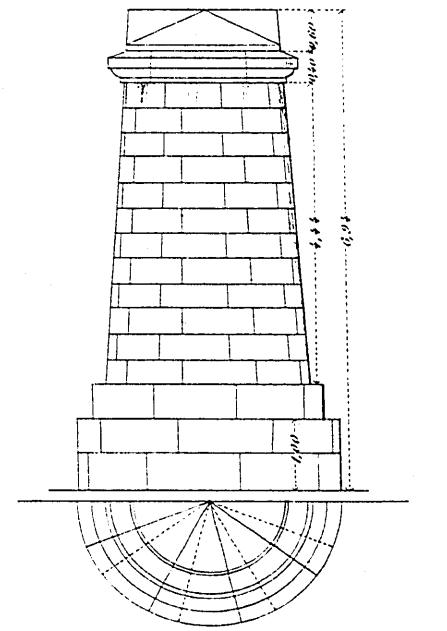


Proyeccion longitudl de la pila.

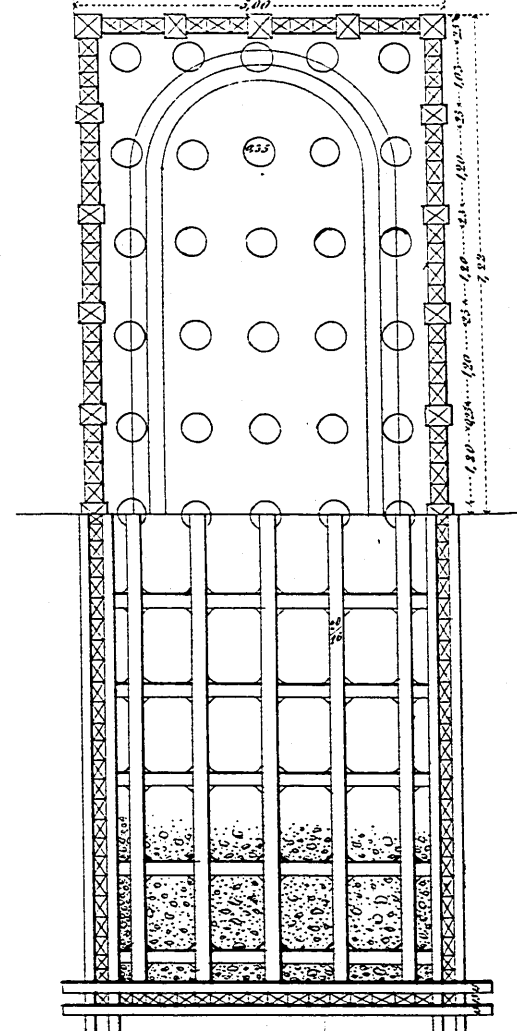


Seccion longitudl de la pila.

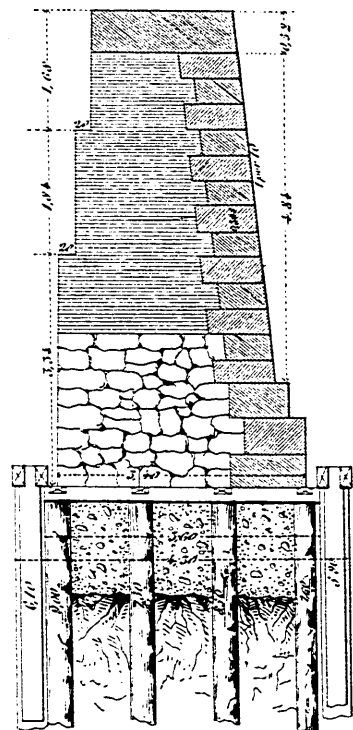
Proyeccion vertical de una pila.



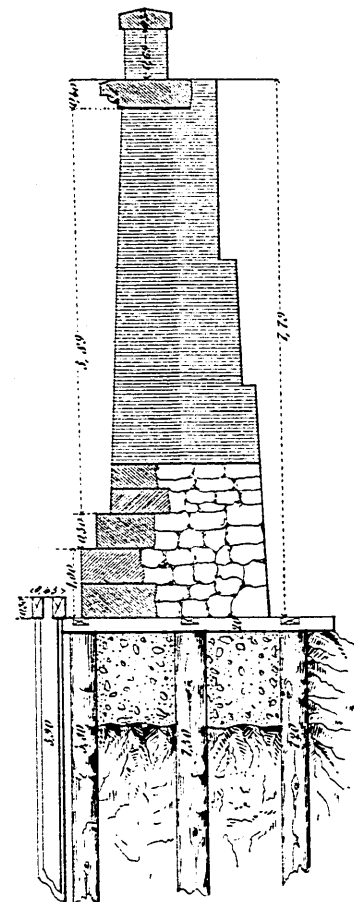
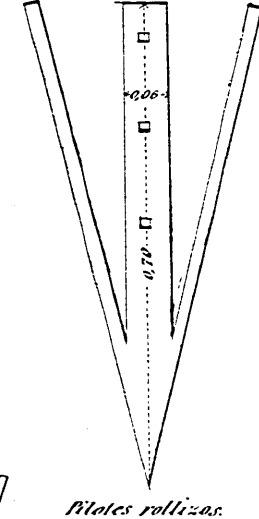
Planta de las pilas.



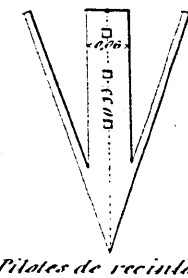
Seccion por EF.



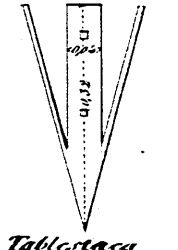
Seccion por CD.

Peso 18,55 kilog.^s

Plates rollizas.

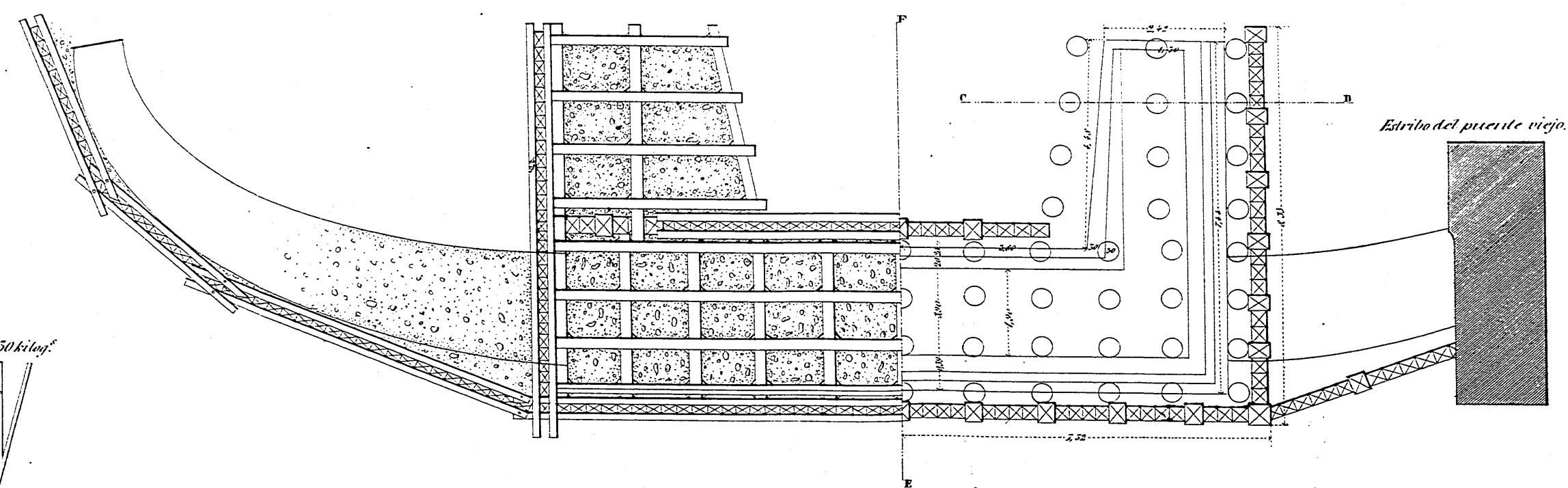
Peso 3 kilog.^s

Pilotes de recinto.

Peso 2,50 kilog.^s

Tablestaca

Planta del estribo.



Estribo del puente viejo.

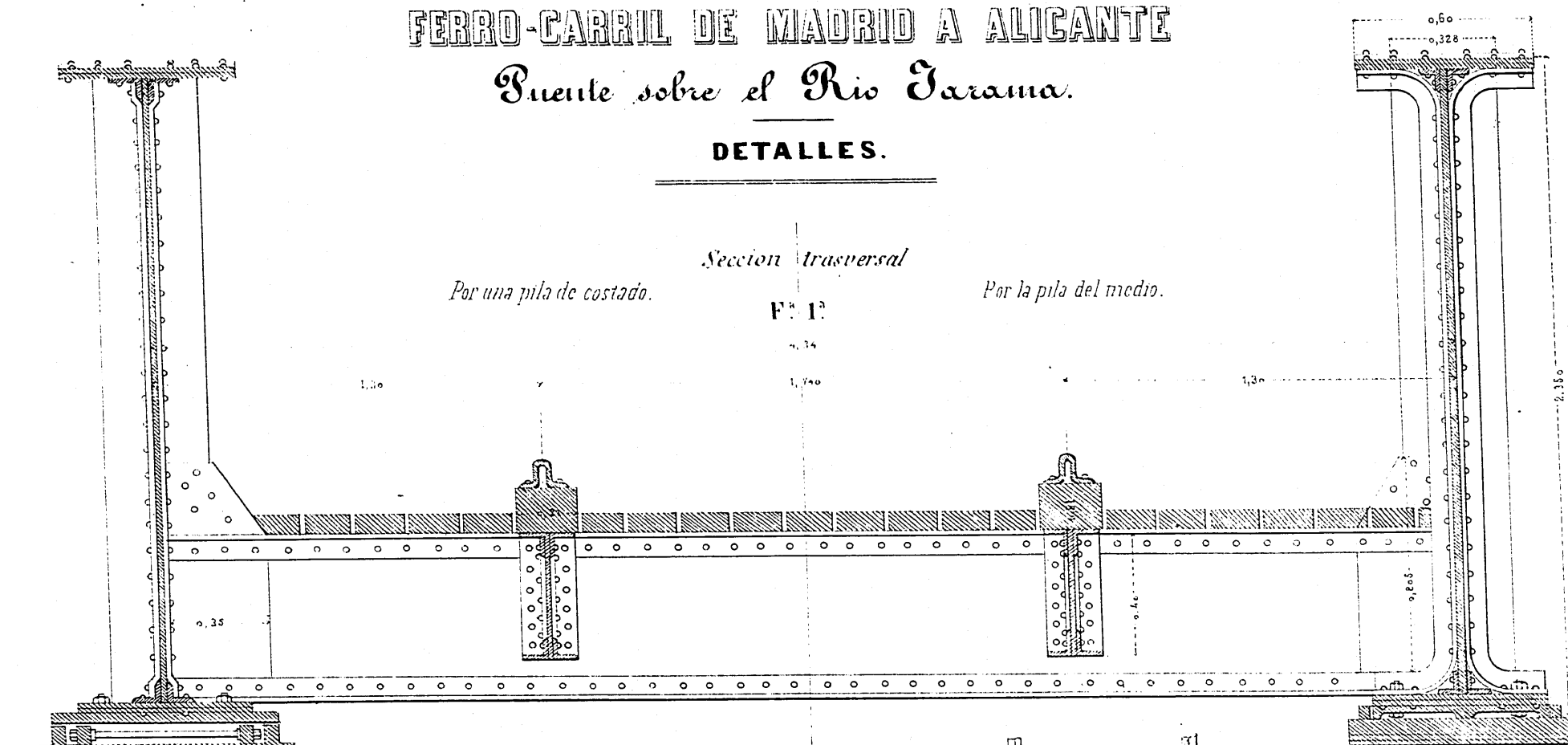
Escalas: 0,01 por metro; y 0,1 por metro para las axches.

FERRO-CARRIL DE MADRID A ALICANTE

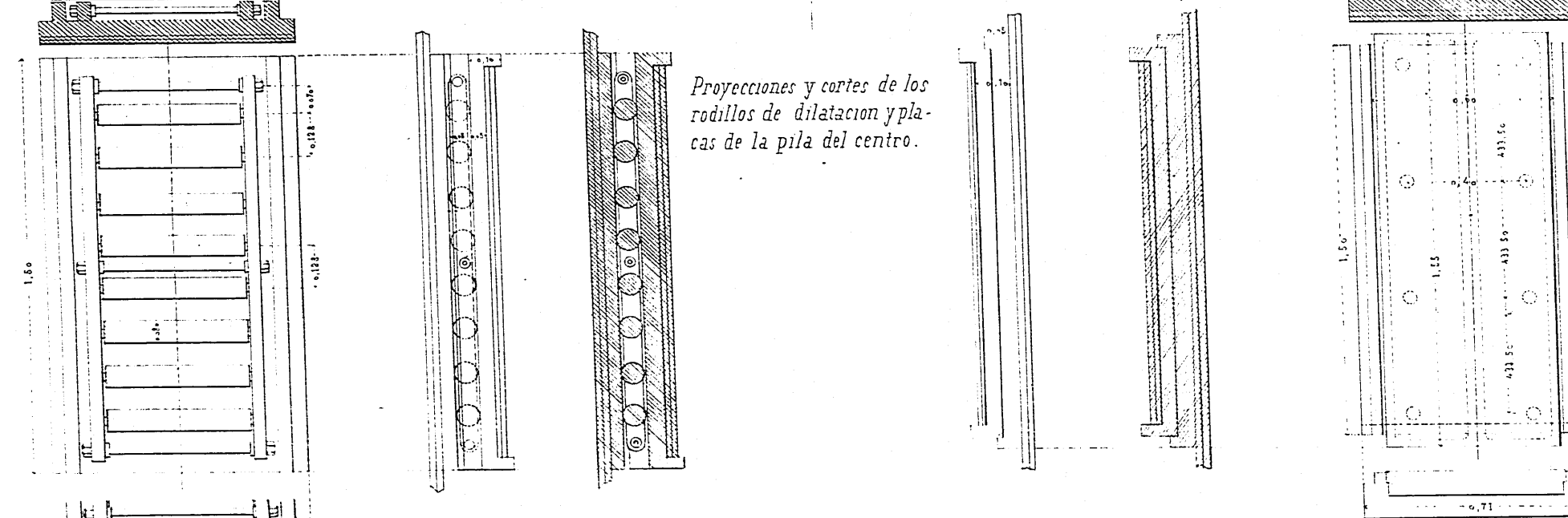
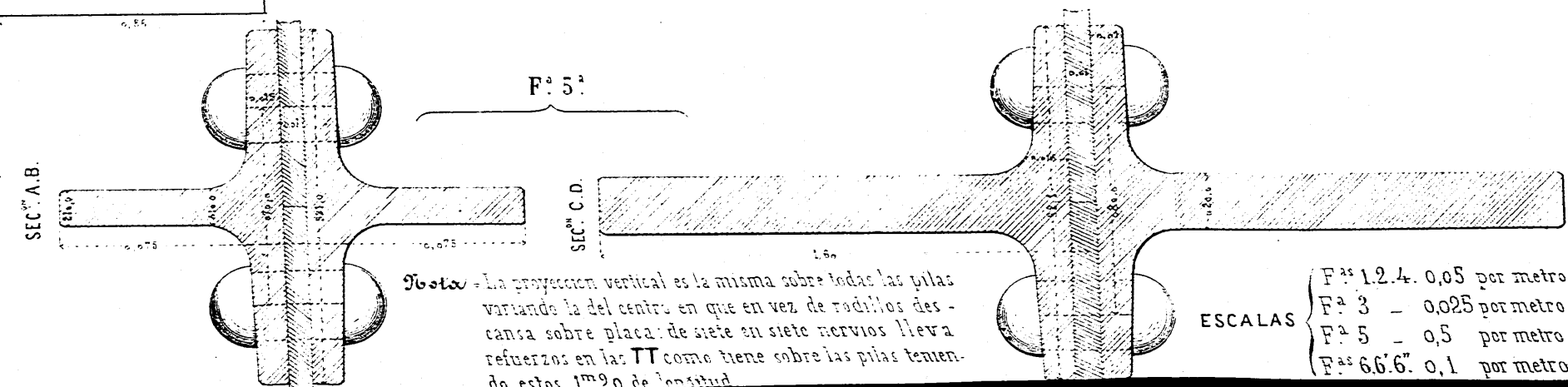
Puente sobre el Rio Tarama.

DETALLES.

Sección transversal
Por una pila de costado. F.^o 1.^o Por la pila del medio.



Proyecciones y cortes de los rodillos de dilatación y placas de la pila del centro.

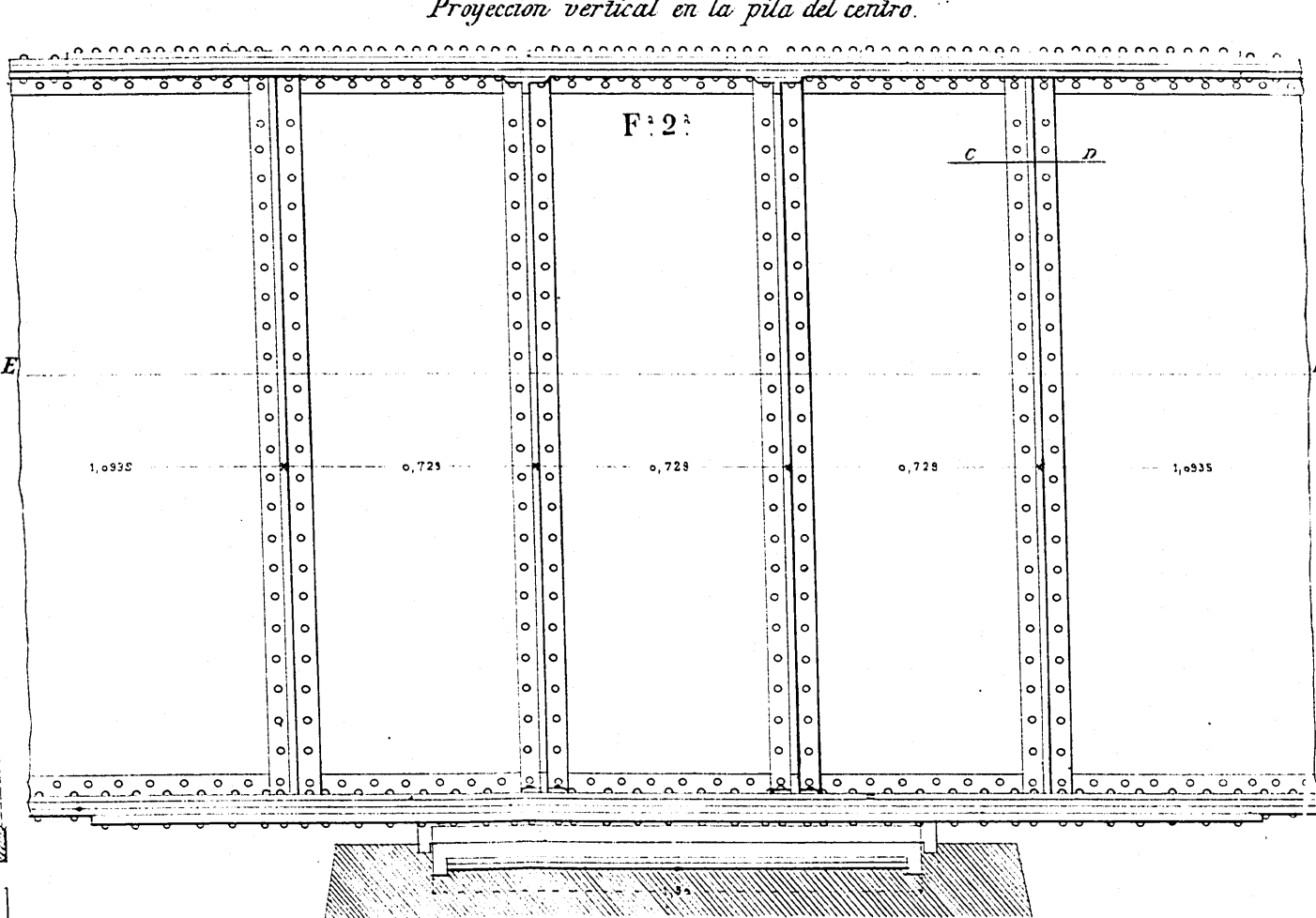
F.^o 5.^o

Nota: La proyección vertical es la misma sobre todas las pilas variando la del centro en que en vez de rodillos descansan sobre placa de siete en siete nervios lleva refuerzos en las TT como tiene sobre las pilas teniendo estos 1.º y 2.º de longitud.

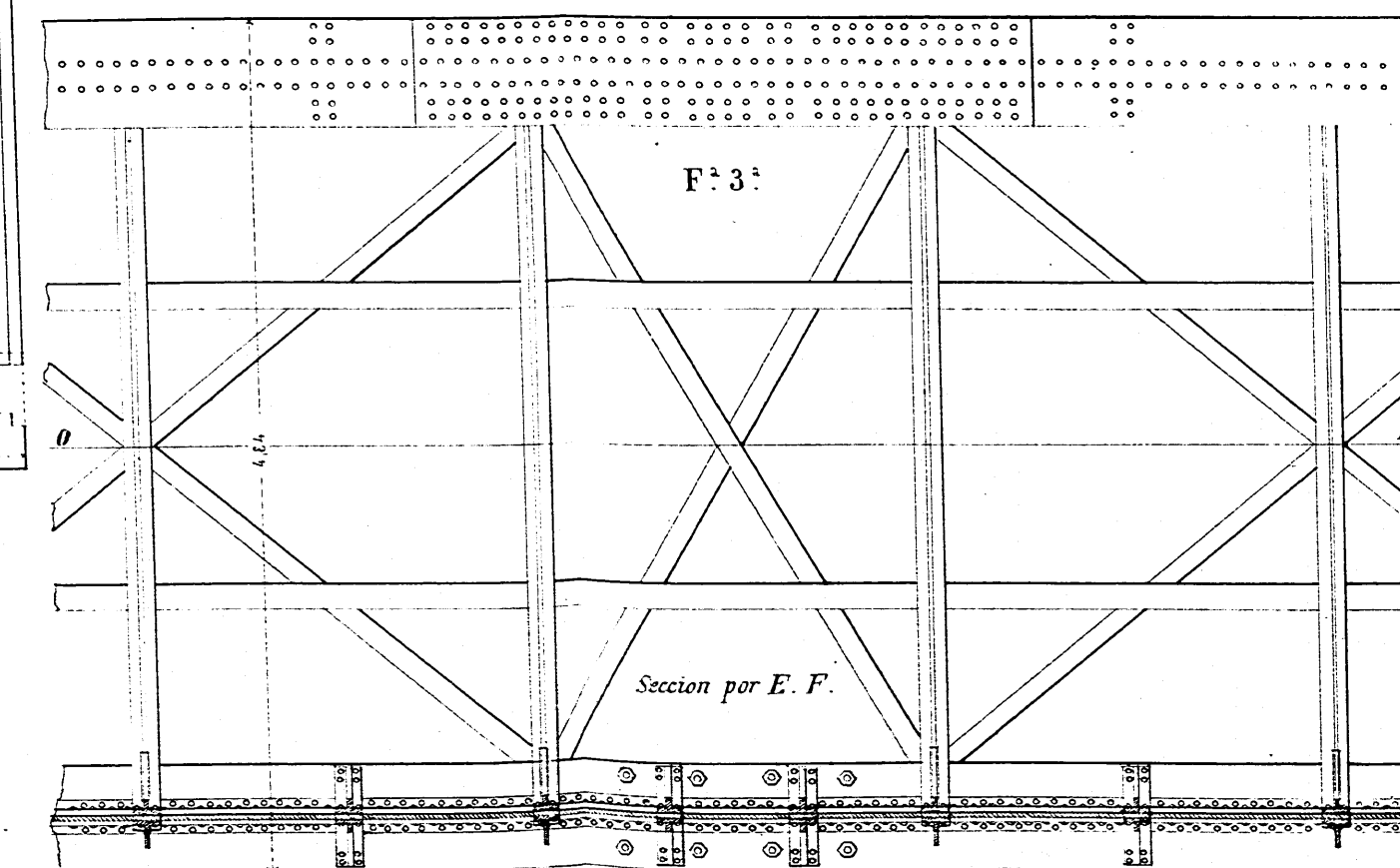
ESCALAS

F.^o 1.2.4. 0.05 por metro.
F.^o 3 - 0.025 por metro
F.^o 5 0.5 por metro
F.^o 6.6.6. 0.1 por metro

Proyección vertical en la pila del centro.

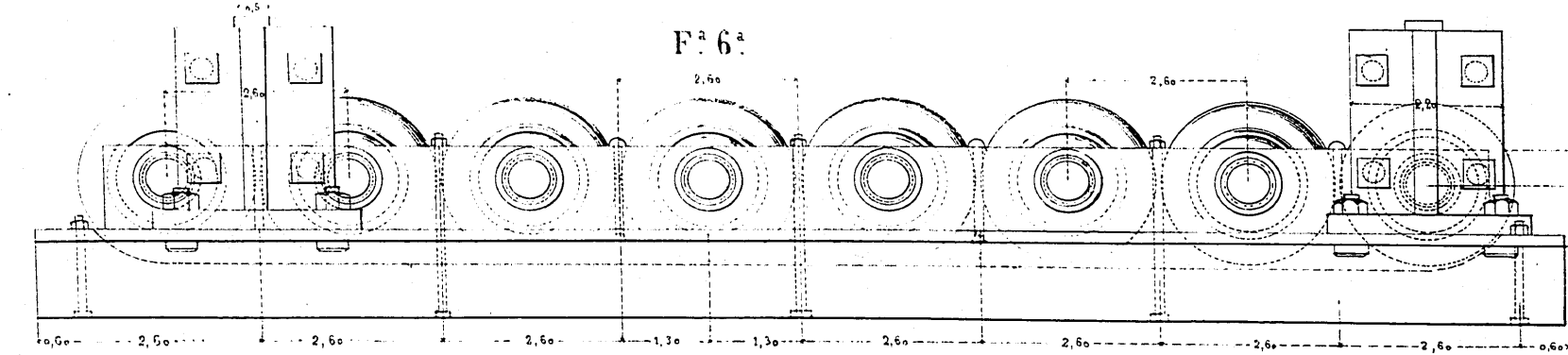


Proyección horizontal.

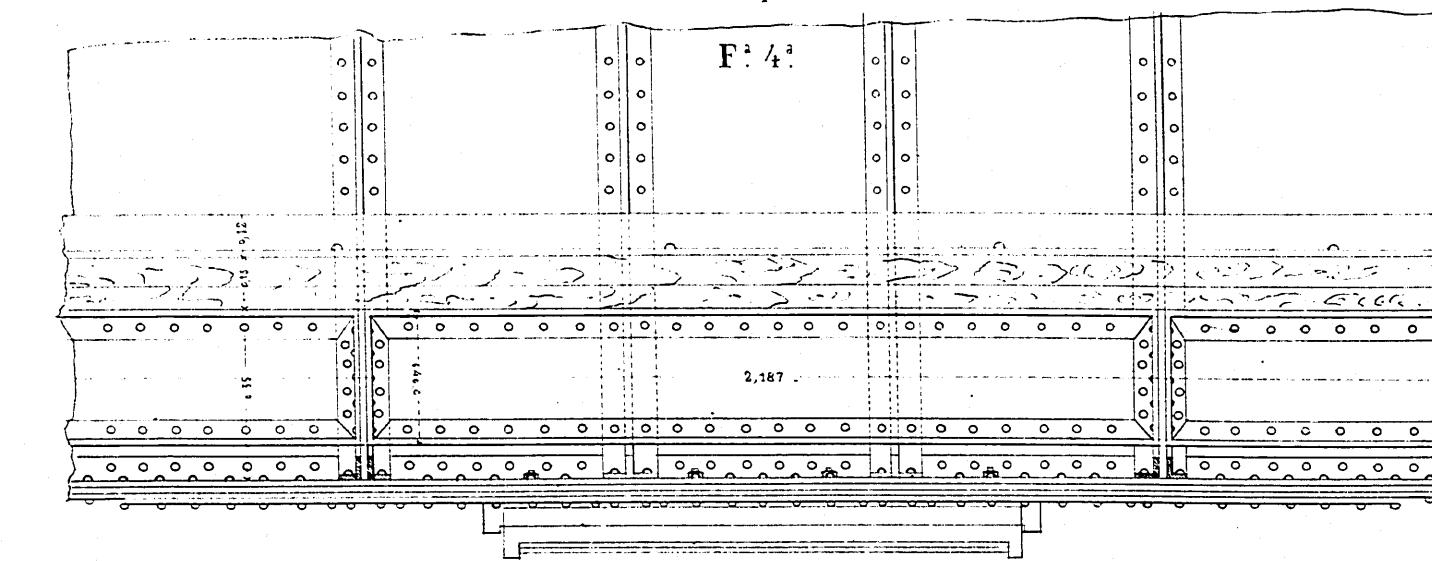


Sección por E. F.

Rodillos para correr el Puente.



Sección por O. P.



Proyección horizontal.

