

acero, fuertemente anclados, que soportan la plataforma y los aparatos de maniobra. Las compuertas, 2,10 metros de altas por 1,68 metros de altas.

Si se exceptúa el canal del Norte, los otros tres son de una traza muy sencilla. Los tres canales principales arrancan del Arrax y se desarrollan aproximadamente paralelos. Debido a la casi completa ausencia de corrientes de agua en el Mugan, no hay ninguna obra de fábrica importante en el trazado. La longitud total de los canales principales del Sur de la estepa del Mugan es de 214 kilómetros, y la de los de distribución y secundarios de 2.365 kilómetros.

Los canales se han proyectado para seguir las variaciones del río en verano. En invierno, cuando el caudal del río es grande, el caudal total de los tres canales es de 146 metros cúbicos. Parece comprobado por la práctica, que un buen riego en primavera asegura la cosecha en el Mugan. Por consiguiente, durante el verano, cuando el río lleva un mínimo, el caudal de los canales se reduce también a un mínimo suficiente tan sólo para las necesidades de la población. El caudal medio de los canales es alrededor de 100 metros cúbicos.

Al mismo tiempo que los canales de riego se han construido otros de drenaje, necesarios por las sales que lleva el agua del río, la escasa pendiente de la comarca y las frecuentes inundaciones de la misma.

Los canales principales de drenaje están trazados entre cada dos de riego, y desaguan en los lagos y pantanos que bordean el mar Caspio.

Como ya se ha dicho, la estepa de Mugan está formada por la delta del Kura y del Arrax, en la que éste divaga con una pendiente de 15 por 1.000.

El Arrax tiene varios emisarios, a través de los que él envía el exceso de agua, independientemente de los canales principales, al mar Caspio, creando siempre una línea de lagos y pantanos. Una rotura de las márgenes ocurrió en 1896, cuando la mayor parte del caudal del río corrió a través del llamado Nuevo Arrax, dejando en 21 kilómetros el lecho antiguo del río casi seco. Una extensión enorme se inundó y los lagos que entonces se formaron existen aún.

Se cerró la rotura en 1908 con una estructura conocida con el nombre de regulador de Nicolás II. Esta estructura ha regulado admirablemente el caudal del Arrax y ha justificado plenamente su coste.

Con la dicha estructura no solamente se trataba de cerrar la rotura y volver el agua a su antiguo cauce, sino aliviar a los canales inferiores durante las crecidas y prevenir posibles daños en el río.

La estructura es análoga a la ya descrita para las compuertas de toma. El total de las compuertas puede dar paso a un caudal de 356 metros cúbicos.

Las márgenes del Arrax son aluviones de fango y en muchos puntos se inundan en las altas aguas.

La superficie sujeta a inundaciones está defendida por terraplenes. La destrucción producida por las inundaciones en esta clase de suelos es muy de temer y la protección de las márgenes muy importante.

En vista de esto, las compuertas de toma se han colocado 630 metros retiradas del río; además, por encima y por debajo del punto de toma se han construido espolones para separar la corriente de las márgenes.

En fecha próxima se empezará la construcción de las obras de riego en la estepa de Milska, con lo cual se podrán regar 162.000 hectáreas más. Entonces 350.325 hectáreas recibirán riego del río Arrax.

En lo futuro el problema será el de almacenar agua para po-

der regar en verano cuando el río está en estiaje, pues existe caudal total, siendo de 14.500 millones de metros cúbicos la cantidad total de agua vertida al mar en un año por el Arrax, aproximadamente la del Ebro.

El director de estos trabajos ha sido N. Petroff.

RAMÓN MARÍA SERRET.

Algunas explicaciones sobre la aplicación de tablas taquimétricas al replanteo de curvas.

Al leer la nota bibliográfica que sobre nuestras tablas taquimétricas completas se publicó en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 2 del actual, se nos ocurre dar algunas explicaciones sobre el empleo de dichas tablas en el replanteo de curvas.

Es evidente que dando las tablas taquimétricas los senos y cosenos pueden deducirse todas las líneas trigonométricas de ellos y por lo tanto todos los elementos para calcular cualquier curva, pero para no hacer demasiado largos los cálculos hemos añadido nosotros a nuestras tablas taquimétricas unas tablas de replanteo, que pudiéramos llamar concentradas, para que sin aumento del volumen se puedan replantear con relativa facilidad las curvas que convenga en un estudio taquimétrico, en lo que no se tenga a mano cosa mejor.

Vamos a explicar el uso de estas tablas, pues algunos compañeros que adquirieron las nuestras se quejan de la concisión que hemos empleado en la explicación de su uso.

Desde luego lo primero es calcular las tangentes del semiángulo en el centro, lo que puede hacerse, evidentemente, multiplicando el seno por la inversa del coseno, usando las tablas de inversas.

También puede aplicarse el siguiente procedimiento:

Sabemos que $A = D \tan \phi$, luego si D es el radio A será la tangente pedida y puede obtenerse por diferencias sucesivas. Por ejemplo: sea el ángulo en el centro

$$\alpha = 105,28 \quad \phi = \frac{\alpha}{2} = 52,64 \quad \text{y} \quad R = 150$$

dispondremos las operaciones como sigue:

	R	D	A
	150	108,32	99,66
$R - D$	41,68	37,91	34,88
	3,77	3,79	3,49
		150,02	138,03 = T

La tangente será 138,03. Es evidente que con alguna práctica puede suprimirse el escribir la columna D .

Entrando ahora por la tangente, si ésta es A , D será el radio. Así para el mismo ángulo y $T = A = 100$ tendremos

T	A	D
100	99,66	108,32
0,34	0,35	0,38
	100,01	108,70 = R

Calculadas y estacadas las tangentes se puede replantear con el taquímetro por coordenadas polares cómoda y rápidamente. Basta colocar el aparato sobre una de las tangentes y con la mira en la cual se leerán las cuerdas, determinar los puntos. Para mayor comodidad en la tabla III que se inserta a continuación van los ángulos que las cuerdas de longitud $20 \times n$ forman con la tangente, pues colocados estos ángulos en el aparato basta correr la mira en la alineación marcada hasta obtener la coincidencia de la lectura.

Los puntos necesarios para el trazado pueden colocarse, bien sobre las tangentes, bien sobre las cuerdas, como se indica en dichas tablas.

Estas comprenden los radios de 100 a 900 metros que son los más usuales. Para radios de 10 a 90 metros bastará dividir por 10 ó correr la coma menos para los ángulos que permanecen invariables.

Igualmente para radios de 1.000 a 9.000 metros basta multiplicar por 10 las magnitudes lineales, permaneciendo los mismos los ángulos de las cuerdas $200 \times n$.

No insistimos en el uso de esta tabla que puede estudiarse con mayor provecho.

(Principio de la página de la Tabla.)

TABLA III.—Replanteo de curvas.

Ordenadas correspondientes a las abscisas sobre la tangente de 1 a 50 metros.—Radios.

Abscisas.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	ABSCISAS sobre la cuerda.
1	0,0050	0,0025	0,0017	0,0013	0,0100	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	99
2	0,0200	0,0100	0,0067	0,0050	0,0400	0,0033	0,0029	0,0025	0,0022	98
3	0,0450	0,0225	0,0150	0,0113	0,0900	0,0075	0,0064	0,0056	0,0050	97
4	0,0800	0,0400	0,0267	0,0200	0,1600	0,0133	0,0114	0,0100	0,0089	96
5	0,1251	0,0625	0,0417	0,0313	0,0250	0,0208	0,0179	0,0156	0,0139	95
α_1	6,38	3,19	2,13	1,59	1,27	1,06	0,91	0,80	0,71	
6	0,1802	0,0900	0,0600	0,0450	0,0360	0,0300	0,0257	0,0225	0,0200	94
7	0,2453	0,1225	0,0817	0,0613	0,0490	0,0408	0,0350	0,0306	0,0272	93
8	0,3205	0,1601	0,1067	0,0800	0,0640	0,0533	0,0457	0,0400	0,0356	92
9	0,4 58	0,2026	0,1351	1,1013	0,0810	0,0675	0,0579	0,0506	0,0450	91
10	0,5013	0,2502	0,1667	1,1250	0,1000	0,0833	0,0714	0,0625	0,0556	F, 90
11	0,6069	0,3027	0,2017	0,1513	0,1210	0,1008	0,0864	0,0756	0,0672	89
12	0,7226	0,3603	0,2401	0,1800	0,1440	0,1200	0,1029	0,0900	0,0800	88
(Fin de dicha página.)										
48	12,2732	5,8454	3,8649	2,8904	2,3093	1,9231	1,6477	1,4413	1,2809	52
49	12,8278	6,0954	4,0287	3,0126	2,4068	2,2042	1,7171	1,5020	1,3349	51
50	13,3975	6,3508	4,1960	3,1373	2,5063	2,2870	1,7880	1,5640	1,3900	F, 50
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	

α_n son los ángulos que las cuerdas que tienen por longitud $20 \times n$ forman con la tangente, y F_n , las flechas. Restando de F_n las ordenadas sobre la tangente se obtienen las ordenadas sobre la cuerda.

Otro procedimiento empleado en ferrocarriles, sobre todo para el replanteo de la vía sobre la explanación ya refinada, es el de colocar por coordenadas polares puntos equidistantes sobre las curvas circulares.

Las tablas II dan los ángulos correspondientes a arcos de 1 a 50 metros para radios de 100 a 900. Para obtener valores correspondientes a arcos dos, tres, ene veces mayores, basta multiplicar los ángulos por 2, 3 n . Las distancias aquí se miden según la curva, de modo que basta tener las cuerdas de los arcos 10, 20, 30, 40 y 50, que es la cuerda máxima que pue-

de emplearse, y las tablas dan la cantidad D que hay que restar de la longitud del arco, para obtener la cuerda dentro de cada división, en las que sin gran error puede considerarse que D varía proporcionalmente al arco, ó, mejor dicho, el incremento de D es proporcional al incremento del arco.

Para obtener los ángulos en radios que sean submúltiplos de los que dan las tablas, basta multiplicar los ángulos por el número correspondiente. La división centesimal se presta en estas tablas a toda clase de combinaciones que pueden estudiarse sobre ellas, pues insertánse a continuación:

(Principio de la página de la Tabla.)

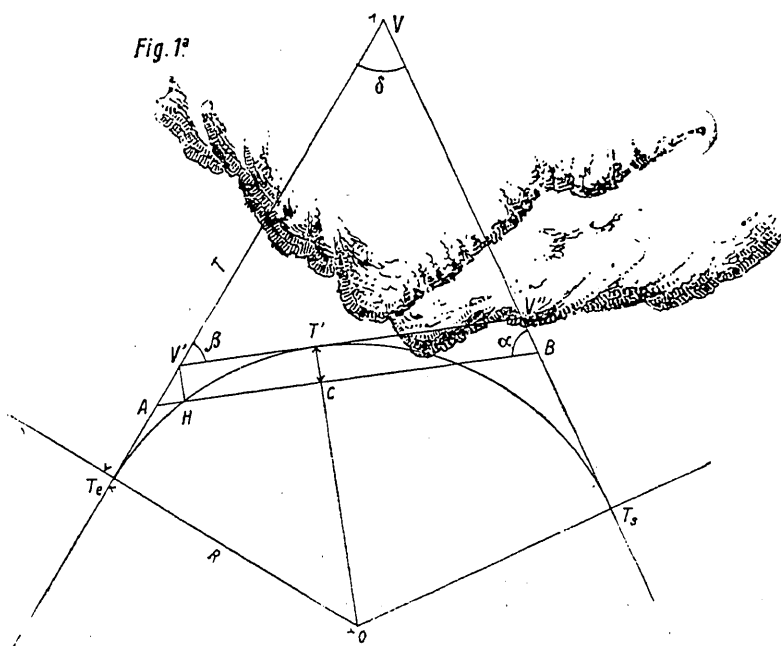
TABLA II.—Replanteo por coordenadas polares.

Valor θ de los ángulos que forman las cuerdas de arcos de 1 a 50 metros con la tangente en grados centesimales y para los radios de 100 a 900 metros.

VALOR del arco.	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1	0,3183	0,1675	0,1061	0,0796	0,0637	0,0531	0,0455	0,0398	0,0354
2	0,6366	0,3183	0,2122	0,1592	0,1273	0,1061	0,0909	0,0796	0,0707
3	0,9555	0,4775	0,3183	0,2387	0,1910	0,1592	0,1364	0,1194	0,1061
4	1,2732	0,6366	0,4244	0,3183	0,2546	0,2122	0,1819	0,1592	0,1415
5	1,5916	0,7958	0,5305	0,3979	0,3183	0,2653	0,2274	0,1989	0,1768
D	1 a 4	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1,9099	0,9549	0,6366	0,4775	0,3820	0,3183	0,2728	0,2387	0,2122
7	2,2282	1,1141	0,7427	0,5570	0,4456	0,3714	0,3183	0,2785	0,2476
8	2,5465	1,2732	0,8488	0,6366	0,5093	0,4244	0,3638	0,3183	0,2829
9	2,8648	1,4324	0,9549	0,7162	0,5730	0,4775	0,4093	0,3581	0,3183
10	3,1831	1,5916	1,0610	0,7958	0,6366	0,5305	0,4547	0,3979	0,3537
11	3,5014	1,7507	1,1671	0,8754	0,7003	0,5836	0,5002	0,4377	0,3890
12	3,8197	1,9099	1,2732	0,9549	0,7639	0,6366	0,5457	0,4775	0,4244
(Fin de dicha página.)									
49	15,5972	7,7986	5,1991	3,8993	3,1195	2,5996	2,2382	1,9497	1,7332
50	15,9155	7,9578	5,3052	3,9789	3,1831	2,6526	2,2736	1,9894	1,7684
Arco.	100	200	300	400	500	600	700	800	900

D son las distancias en milímetros que hay que restar de la longitud del arco para obtener la cuerda.

Por último, puede emplearse en las curvas difíciles, por ser inaccesible el vértice ó alguna de las tangentes el procedimiento siguiente (fig. 1.^a).



Se mide una transversal AB por donde mejor lo consiente el terreno y los ángulos α y β , de los que se deduce

$$\gamma = 180 - (\alpha + \beta).$$

Se resuelve el triángulo ABV;

$$AV = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \alpha \quad BV = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \beta.$$

En vez de dividir por $\sin \gamma$ se multiplica por la inversa, ó bien por la cosecante de γ . Se calcula la tangente VT_e y se obtiene por diferencia AT_e .

Hállese

$$V'T' = R \tan \frac{\beta}{2},$$

y tendremos

$$AV' = V'T' - AT_e \quad AC = V'T' + AH = V'T' + AV' \cos \beta \\ V'H = AV' \sin \beta.$$

Como las tablas III dan las ordenadas sobre la tangente para obtener las ordenadas medidas, las abscisas sobre la transversal a partir de C basta restar aquéllas de $V'H$.

El procedimiento aquí explicado parece laborioso; pero resulta muy práctico y rapidísimo y nosotros lo hemos empleado obteniendo resultados muy exactos, pues como la transversal se mide por el terreno que mejor permite su medición horizontal y las ordenadas suelen ser cortas, se precisan bien y fácilmente los puntos de las curvas.

Cuando la curva es de gran desarrollo y terreno malo, se hace un seguimiento poligonal y se resuelven los triángulos sucesivos que van resultando, refiriendo luego las ordenadas á los lados del polígono.

El seguimiento se hace por donde mejor lo permite el terreno. Nosotros hemos hechos polígonos de siete lados con resultados exactísimos y ganando mucho tiempo.

F. DURÁN Y WALKINSHAW.



EL PUERTO DE BARCELONA ⁽¹⁾

Reseña histórica y datos relativos á dos de sus obras más importantes.

Conferencias dadas en el Instituto de Ingenieros Civiles

POR

DON JOSÉ AYXELÁ

Ingeniero Subdirector de las obras.

INSTALACIÓN PARA CONSTRUIR LOS GRANDES CAJONES DEHORMIGÓN.—Ya os he indicado en líneas anteriores que el emplazamiento de este taller se fijó desde un principio en los ensayos para construir los primeros cajones, y continuó luego, aunque con bastante mayor amplitud, sobre los propios careneros del dique flotante y deponente, no sólo por su proximidad á las otras instalaciones de la contrata, por la carencia de espacio en las demás zonas del fondeadero y por la facilidad de aporte de los materiales componentes del hormigón, sino también, y en principal termino, por tener que utilizarse el mencionado dique para la rápida y económica botadura de los cajones-bloques; sin que esto quiera suponer que en otros puertos donde no se disponga de un aparato de esta especie no pueda emplearse este modelo de bloques monolíticos, pues ya os he dicho que es factible adoptar otros sistemas con poco coste.

Los andamiajes, moldes, y demás medios auxiliares que integraban la primitiva instalación, eran aceptables y estaban muy bien concebidos para un período de ensayos, pero no podían prestarse á la construcción activa y continua que exigen unos elementos tan importantes, de los cuales dependía la buena marcha de la ejecución del rompeolas, por el considerable tiempo que requería el montaje, la fabricación y los desmoldes y, sobre todo, porque no permitía construir más que un solo cajón, debiendo esperar á su levante y botadura para proceder á la fabricación de otro nuevo.

Por estas razones, y según también os he referido antes, el contratista modificó y amplió los diversos mecanismos, montando una completa instalación para poder fabricar dos cajones, uno casi después del otro. A tal efecto, se dispusieron sobre los dientes de los careneros las dos grandes plataformas de basamento; los moldes exteriores se formaban, lateralmente, con bastidores de madera corredizos en sentido longitudinal para poder servir á los dos bloques, y los del frente, merced á otro bastidor especial en cada uno de los testerós y á un castillete central, entre ambas plataformas, que podía avanzar hacia una ú otra, constituyendo, con su pared correspondiente, el cuarto bastidor. Sobre este castillete, en su parte más elevada, se colocó un puente-grúa eléctrico, cuyas vías se prolongaban en uno y otro sentido sobre los bastidores laterales de los moldes, y estaba destinado á la colocación y separación de las piezas de madera para los núcleos ó moldes internos y á la suspensión y basculado de las vagonetas de hormigón.

Emplazada la hormigonera á inmediación de estos andamiajes en la misma zona del muelle de cerramiento de la dársena, para que fuera fácil el aporte de los materiales y hubiera sitio para depósito de los mismos, se colocó á bastante altura para que la mayor parte del volumen de fábrica de los cajones se

(1) Véase el número anterior.