

ción suficiente para que la velocidad del agua no exceda de 1,50 por segundo, y en estas condiciones el golpe de ariete supone un aumento de carga de 116 metros, que sumada á la presión estática que no excede en estos tubos de 54,49 suman 170,49, es decir, inferior á la de 180 metros que pueden resistir como carga permanente. Nunca, sin embargo, podrá llegar á esta cifra de 170,49, porque para eso, repetimos, sería preciso que las compuertas de la cañería principal se cerrasen de un modo brusco, cosa que no puede acontecer con el sistema de tornillo adoptado. Para los tubos de diámetros inferiores á 0,20 aún son menos de temer los efectos del golpe de ariete por la mayor resistencia que presentan; además, la altura piezométrica no excede de 46,47 metros en la calle de Velázquez Moreno con 0^m,12 de diámetro, de modo que aun suponiendo un gasto normal y una velocidad de 1^m,50, tendríamos una carga también extraordinaria de 162^m,47, cuando pueden resistir los tubos la permanente de 250 metros.

Justificados el diámetro y los espesores adoptados para los sifones de la cañería principal, indicaremos las condiciones del trazado, tanto en planta como en perfil.

La longitud total se aproxima mucho á seis kilómetros (5.914^m,50), y merced á repetidos tanteos, se ha podido adaptar al terreno una traza que es casi una recta con ligeras inflexiones; puesto que los rodeos son, en general, de 500 metros habiendo sólo una curva de 400 metros.

Con estos ligeros cambios en la dirección general, se han evitado expropiaciones, puesto que á pesar de ir por una zona bastante poblada, no se atraviesa ni una sola casa, lo cual no ha dejado de presentar algunas dificultades en el barrio de Molnedo y en la vertiente Sur del monte del Castro.

Como los radios de las curvas son grandes no hace falta, en planta, adoptar piezas especiales, puesto que aun á otros menores pueden ceñirse los tubos con el huelgo que permite el enchufe de manguito y cordón. La traza se ha subordinado también á las condiciones del terreno en alzado, puesto que convenía mucho que la regularidad obtenida en aquella proyección no fuese á costa de un perfil muy accidentado. En esto también había que tener en cuenta la condición de que la cota de desmonte no resultase, sino por excepción, superior á dos metros, y debía evitarse, á ser posible, los terraplenes, así como las obras de arte para salvar los accidentes del terreno. De no haber tenido que cumplir tantas condiciones, aún fuera más uniforme y regular el perfil; pero también habría aumentado mucho el presupuesto sin beneficio positivo, y por lo tanto, juzgamos preferibles algunos cambios de rasante que exigirán piezas especiales; pero esto apenas influye en el coste, mientras que lo contrario habría hecho preciso obras costosas y de ninguna utilidad. Así, por ejemplo, para llevar siempre en pendiente una de las ramas del sifón y la otra en rampa, hubiera sido necesario atravesar en galería los contrafuertes á que ahora se pliega el trazado, sin más ventaja que la supresión de algunas ventosas y llaves de desagüe y una mayor regularidad en el perfil, pero comparada, repetimos, muy cara.

El modelo de ventosas propuesto es uno de los mejores en uso; pero aun así como no hay mecanismo por sencillo que sea que no pueda dejar funcionar alguna vez, cuando ha de hacerlo de un modo automático; para mayor seguridad en los puntos altos del sifón de Sardoma, que hubieran requerido ventosas, se instalarán tres fuentes de ve-

cinidad de corriente constante, y que con un pequeño gasto de $\frac{1}{10}$ de litro cada una aseguran de un modo perfecto la salida del aire y al propio tiempo harán un gran servicio á los barrios próximos de Salgueira, Calvario y Moleto, que se encuentran así surtidos de agua. Las ventosas se emplearán únicamente en los puntos de la distribución donde sean precisas.

Como según queda indicado no hay otras obras de arte que las casas de entrada del agua en la cañería, se hace el paso del río San Pedro de Sardoma por medio de una presa sumergida que resguarda los tubos de socavaciones, teniendo aún además dos ventajas sobre un pontón que en otro caso sería necesario; la primera, mayor economía en la obra, y la segunda, conservar el tubo enterrado, y por lo tanto, á cubierto de los cambios de temperatura, que si bien en invierno no son aquí temibles, porque nunca podría llegar á congelarse el agua en la cañería, en verano el aumento de temperatura perjudica la calidad del agua, y lo que es más grave, las diferencias extremas del máximo al mínimo producen dilataciones y contracciones que obran sobre los enchufes, y esto, combinado con la gran presión á que está sometida la tubería en esa parte, daría lugar á fugas muy difíciles de remediar. Por el contrario, estando el sifón enterrado bajo el lecho del río se encuentra en excelentes condiciones, con una temperatura media casi constante en verano y en invierno. No tiene esta solución más inconveniente que la dificultad de desaguar, en caso necesario, la parte de sifón sumergida bajo el lecho del río; pero ésta puede obviarse prolongando el tubo de desagüe hasta que el nivel del río sea inferior á la parte más baja del sifón. Ha de ser además muy raro tener que hacer una reparación en el trozo de sifón enterrado bajo el lecho del río, porque siendo el cauce muy estrecho no es probable que los dos ó tres tubos que le atraviesan tengan avería que requiera vaciarlos. De modo que la solución adoptada presenta todo género de garantías, tanto en el uso corriente como en el caso poco probable de tener que variar la parte inferior de la cañería. Desde el río de San Pedro hasta el depósito llevará la conducción dos de las fuentes citadas y en los puntos intermedios dos desagües; unos y otros se detallan en las hojas correspondientes de los planos y, por lo tanto, no es preciso entrar aquí en su descripción.

(Se continuará.)

F. GARCÍA ARENAL.

NUEVO CUADRO GRAFICO

PARA HALLAR LA SUPERFICIE DE LOS PERFILES TRANSVERSALES

La mayoría de los cuadros gráficos conocidos para calcular el área de los perfiles transversales, así como las tablas numéricas para el mismo objeto, están contruidos con la idea de evitar el dibujo de los perfiles, entrándose en ellos con los datos directamente observados en el terreno ó deducidos del perfil longitudinal. Siendo hoy obligatorio en España presentar dibujados los perfiles transversales, estos cuadros y tablas pierden su principal ventaja y tienen en cambio el inconveniente de exigir procedimientos especiales en la toma de datos y ser de aplicación in-

cómoda cuando éstos no se han tomado del modo prescrito.

En el cuadro gráfico que proponemos, una de las entradas está tomada sobre el perfil dibujado, sin que á esto pueda achacarse falta de precisión, porque aparte de que en otros cuadros y tablas se echa mano de este recurso, es esto indispensable en el procedimiento directo por descomposición, que es el que inspira más confianza: en nuestro caso esto permite construir un cuadro muy sencillo y fácil de dibujar y en cierto modo de triple entrada, como veremos.

Los fundamentos del cuadro no pueden ser más sencillos: sabemos que el área del trapecio $ABCD$ á que se reduce el semi perfil en el caso de ser recta la línea del terreno, es igual á la diferencia de los triángulos $EB C$ y $A E D$; si llamamos h á la cota roja AB , y al terreno ocupado FC , l al semi-ancho AD , a á la distancia AE que depende del talud y S á la superficie del semi perfil, tendremos

$$S = \frac{(a + h) y}{2} - \frac{a l}{2}$$

ó bien

$$2S = a(y - l) + h y = z + x$$

siendo

$$z = a(y - l); x = h y.$$

Veamos ahora cómo pueden hallarse separadamente los valores de los dos sumandos x , z .

Ocupémonos de la fórmula $x = h y$: si tomamos un sistema de coordenadas $Y O X$, las líneas que corresponden á cada valor de h serán rectas que pasan por el origen, tales como la OM , en las que el valor de h representa la tangente del ángulo de OM con $O Y$: las rectas que corresponden á valores de h en progresión aritmética, interceptan sobre una paralela al eje de la X segmentos iguales, resultando su construcción sumamente fácil. Para hallar el valor de x que corresponde á valores determinados de h ó y , se busca la intersección de la línea OM , que corresponde al valor de h con la NP que corresponde al de y ; la longitud NP representa el valor de x .

En la fórmula $z = a(y - l)$, tomando un sistema de coordenadas $Y O Z$, las líneas que corresponden á cada valor de a son rectas que pasan por un punto A situado á la distancia $OA = l$ y en las que la tangente del ángulo $BA Y$ es igual á $a y$, por consiguiente, á $l \tan \omega$, siendo ω el ángulo que forma la línea de talud con la horizontal. Como los taludes son en general determinados, bastará trazar las rectas correspondientes á ellos y acotarlas con la inclinación del talud; las líneas correspondientes á los taludes de terraplén concurren en el punto A , siendo la distancia OA el semi-ancho de la explanación en terraplén; las que corresponden á taludes de desmonte cortarán al eje de las Y en puntos E , siendo EO el semi-ancho de la explanación en desmonte y, por consiguiente, AE el ancho de la cuneta. El valor de z , que corresponde á un valor dado de y , se halla como en el otro caso trazando la paralela al eje de la z por el punto C , siendo $CO = y$; la parte CD comprendida entre el eje de la Y y la línea AB que corresponde al talud, será el valor buscado de z .

Conocemos ya separadamente los sumandos x z ; nada

más fácil que obtenerlos en una sola operación haciendo coincidir los orígenes y los ejes de las y en los dos sistemas de coordenada adoptados antes y disponiendo los sentidos positivos de la x y de la z en sentido contrario sobre la misma recta; para obtener los valores de $x z$ correspondientes al valor ON de y , trazaremos por N una paralela al eje de la $x z$; la parte NQ comprendida entre el eje $O Y$ y la recta OM correspondiente al valor de h será el valor de x ; la parte PN comprendida entre $O Y$ y la línea AB correspondiente al talud será z , y PQ representará, por consiguiente, $x + z$ ó sea $2S$.

Para construir el cuadro tomaremos, pues, sobre $O Y$ la escala de anchos y trazaremos por las divisiones rectas paralelas á $Z X$; dibujaremos la escala de las cotas en RS y uniremos los puntos de división con O , y por último trazaremos las líneas correspondientes á los distintos taludes, distinguiendo los desmontes de los terraplenes por el color ó el trazo y acotándolas de una manera clara; el mismo cuadro puede servir para distintos anchos de vía, si bien esto pudiera ocasionar confusión. Como el ancho será siempre mayor que l , el cuadro debe terminar en la recta $T V$ paralela á $Z X$ que pasa por A .

Para manejarlo colocaremos una regla dividida en la escala conveniente que determinaremos más abajo, de manera que su borde sea paralelo á $X Z$ y corte al eje $O Y$ en el punto N que corresponde al ancho y , teniendo el cero sobre la línea de talud correspondiente; el punto de intersección de la línea que corresponda á la cota roja con el borde de la regla, señalará en las divisiones de ésta el área buscada (1).

Escalas.—Llamemos u á la longitud representativa de un metro en la escala de anchos y k á la tangente del ángulo que forma con el eje de las y la recta correspondiente á la cota de un metro; la longitud dada por el cuadro para el área será

$$k a (u y - u l) - k h u y$$

y por consiguiente,

$$k u [a (y - l) - h y] = 2 k u S$$

la longitud representativa de un metro cuadrado es $2 k u$; si la llamamos E tendremos la relación

$$E = 2 k u,$$

que determina la escala en que resultarán medidas las áreas ó las escalas con que habrá que construir el cuadro para que las áreas resulten medidas en una escala dada.

Aplicaciones.—Supongamos un perfil en desmonte ó en terraplén con sus taludes diferentes; el cuadro se aplicará para cada semiperfil separadamente, después de haber transformado la línea del terreno por reducción sucesiva del número de lados hasta ser recta. Pero si el perfil tiene sus taludes iguales, tal como el $M N P Q$, después de haber transformado en cada mitad la línea del terreno hasta obtener las rectas $S M$, $S Q$, rebatiremos la parte $S M N R$ sobre la otra mitad alrededor del eje de manera que el talud $N M$ venga sobre $P T$; si hallamos el punto V medio de $T Q$ y unimos con S los puntos $V T$, los triángulos $T S V$ y $V S Q$ serán iguales, y el área del cuadrilátero

(1) El empleo de la regla para hallar de una vez el área en un cuadro único para todos los casos, constituye la novedad de nuestro cuadro; todo lo demás ha de coincidir forzosamente con algunos de los muchísimos ensayos que se han hecho sobre este asunto.

S R P V será igual á la mitad del área buscada; si el perfil está dibujado en papel cuadrulado, nada más fácil que referir el punto M al T, y hallando el punto V aplicar el cuadro al semiperfil S V P R, usando una escala mitad para las áreas, con lo cual mediremos directamente el área total del perfil.

Supongamos, por último, un perfil en ladera, y prescindiendo de la mitad de la derecha que se halla directamente sin dificultad, ocupémonos de la de la izquierda; la fórmula general aplicada á este caso daría

$$S = \text{área A B E} - \text{área E C D},$$

quedando bajo la forma

$$S = \frac{(a-h)y}{2} - \frac{al}{2}$$

ó bien;

$$S = \frac{a(y-l)}{2} - \frac{hy}{2}$$

que sólo difiere del caso estudiado en el signo del segundo término: si se traza, pues, el cuadro de manera que haya valores negativos de la cota h , podremos aplicarlo á este caso suponiendo la cota negativa y obteniendo por resultado la diferencia entre A B E y E C D; como el triángulo E C D es rectángulo, se puede hallar su área directamente con facilidad, y sumándola algebraicamente con el resultado positivo ó negativo dado por el cuadro tendremos el área de A B E.

Ejemplo.—En el cuadro que hemos usado con buen éxito, y que representa la lámina adjunta, hemos adoptado para escala de anchos la de $\frac{1}{20}$ lo que da para u el valor 0,05 m.; el valor de k se ha adoptado igual á 0,20 y, por consiguiente, un metro cuadrado está representado por 0,02 m. cuando se miden medios perfiles, y 0,01 m. cuando se miden perfiles completos; la escara de ancho abarca de 3 m. á 9; la de cotas de -2 á $+6$ y las superficies límites que pueden medirse son, para perfiles enteros,

$$-12 \text{ á } +44 \text{ m}^2;$$

el cuadro está comprendido en un rectángulo de

$$0,44 \text{ m. } \times 0,30 \text{ m.}$$

La cuneta se ha supuesto de un ancho constante de 0,80 m., por lo cual las líneas correspondientes á los taludes de desmonte concurren en un punto, lo que no ocurriría si se hubieran adoptado anchos distintos de cuneta para cada talud.

Este cuadro no sirve para perfiles excepcionalmente grandes ni es práctico aumentar sus dimensiones; por esta razón tenemos usado al mismo tiempo otro en el que $u = 0,02$; $k = 0,1$ y; por consiguiente, $E = 0,004$ para semiperfiles y 0,002 para perfiles enteros; este cuadro alcanza anchos hasta 13 m. y cotas de -6 á $+12$ m., pudiendo medir superficies hasta de 180 m².

Observaciones.—La parte del cuadro correspondiente á la fórmula $p = hy$ es una verdadera tabla de multiplicar: puede, pues, servir para hallar el área del triángulo E C D,

bien construyendo el cuadro completo desde el cero de la escala de anchos, para que quepa el valor E C que es menos que l , bien multiplicando E C por un factor sencillo para que sea mayor que l y dividiendo luego el área encontrada; el cuadro da el área sin necesidad de dividir por 2, dada la relación entre las escalas.

El cuadro puede dibujarse en papel cuadrulado siempre que las dimensiones de una horizontal coincidan con las de la regla graduada.

Para convertir el cuadro en un cuadro de lectura, es decir, para suprimir la regla graduada, sería necesario hacer un cuadro distinto para cada talud y cada ancho de explanación, é inclinar el eje de las y hasta que la línea de talud correspondiente fuese vertical.

ANTONIO PRIETO Y VIVES.

TRANVÍA ELÉCTRICO DE BILBAO (1)

Central de fuerza.

Se halla situada en la orilla izquierda del Nervión (kilómetro 7,2); ocupa una extensión de 970 m.² y consta de dos edificios principales. Uno de estos edificios era la central de la antigua instalación eléctrica llevada á cabo por la extinguida Compañía del tranvía de Santurce, y en él se encuentra la nueva central. El otro edificio es una casa habitación donde se hallan el almacén, depósito de mercancías, habitaciones de maquinistas, conserjes, etc.

En el patio se hallan el depósito de carbón, el purificador, un pozo y los depósitos de agua de alimentación.

En la parte posterior se halla la sala de calderas, donde existen 4 multitubulares sistema Babcock, Wilcox, teniendo cada una de ellas 6 secciones de á 9 tubos, un cilindro de vapor único de 36 centímetros de diámetro y 6,188 metros de longitud.

La superficie del hogar es de 2,14 m.² y la de caldeo de 113,27 m.² Están timbradas para trabajar á 10 atmósferas.

La vaporización mínima es de 1.444 kgs. por hora, siendo su fuerza efectiva, si así puede decirse, de 106 caballos.

Frente las calderas se encuentra el depósito de carbón y la báscula para pesar el mismo.

Á mano izquierda se ven las dos bombas de alimentación sistema Worthington; á mano derecha la chimenea, que tiene 40 metros de altura y un diámetro inferior interior de 2 metros, siendo el superior interior de 1,50 metros. Junto á dicha chimenea se encuentra el taller de reparaciones.

La iluminación del salón es eléctrica y la ventilación se halla asegurada por varias ventanas y un lucernario central.

Contigua á la sala de calderas se encuentra la de máquinas, donde existen 4 máquinas de vapor verticales de gran velocidad, construídas por Franco Zosi; dichas máquinas son «compound», hallándose los cilindros superpuestos y llevando un solo vástago los dos émbolos.

Las principales dimensiones son las siguientes:

(1) Véase el número 6.º