

# PROYECTO DE SANEAMIENTO GENERAL DE VALLADOLID

REDACTADO EN VIRTUD DE ORDEN DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO

POR D. RECAREDO DE UHAÓN

Ingeniero primero del Cuerpo Nacional de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuación.)

## CAUCE PARA NUEVO DESAGÜE DEL ESGUEVA DEL NORTE

La desviación de este cauce empieza en la fábrica de Garaizábal y sigue por terrenos pertenecientes al Municipio hasta empalmar con el del brazo Sur por medio de una curva de 25 metros de radio.

En vertical adoptaremos la pendiente de 0,0004, que no exige más que un reducidísimo movimiento de tierras

Este cauce debe desaguar los 6 metros cúbicos de agua que traen las crecidas del brazo Norte.

Adoptaremos una sección trapezoidal revestida como las anteriores, y para obtener la mayor altura posible de lámina de agua reduciremos el ancho de la solera á lo indispensable, es decir, á 0,50.

Aplicando la fórmula de Bazin al caso de paredes lisas, por tanteos deduciremos que la altura de la lámina de agua debe estar comprendida entre 1,10 y 1,20 metros.

En efecto, para 1,10

$$\Omega = 4,3 - \chi = 4,46 - R = 0,96 - A = 0,000204 - V = 1,37$$

y

$$Q = \Omega \times V = 5,891 \text{ metros cúbicos;}$$

para  $h = 1,20$

$$\Omega = 4,6 - \chi = 4,82 - R = 0,95 - A = 0,000204 - V = 1,36$$

y

$$Q = \Omega \times V = 6,250 \text{ metros cúbicos.}$$

Adoptaremos la profundidad de 1,20, y como para que en el cauce de desagüe de la fábrica no haya remanso, la ordenada de la lámina de agua en el empalme con el de la desviación no ha de ser menor que la que arroje la de éste, la solera del desagüe de la fábrica presentará un salto sobre la de la desviación de

$$2,00 - 1,20 = 0,80 \text{ metros.}$$

La superficie del agua en el nuevo cauce de la fábrica tendrá la pendiente de su solera, puesto que se supone el régimen uniforme, y como la longitud de este cauce es de 215,86 metros, el agua al pie de la fábrica

alcanzará la cota

$$691,04 + 1,20 + 0,0004 \times 215,86 = 692,32$$

y siendo la ordenada de la cresta de la fábrica de Garaizábal 694,96, quedará reducido el salto de 5 metros de que ahora dispone, á

$$694,96 - 692,32 = 2,64.$$

## DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### EXPLANACIONES

La sección del cauce para la desviación tiene, en su primera parte, es decir, hasta la unión del cauce de desagüe de la fábrica de Garaizábal, 3 metros de ancho en la base y las paredes con una inclinación de 1,5 de base por 1 de altura.

Después de la unión del desagüe de la fábrica de Garaizábal la sección aumenta, para procurar la debida superficie á la mayor aportación de caudal que debe conducir.

Por eso tiene 4,50 metros de anchura en la base con la misma inclinación en los taludes.

La altura de la lámina de agua sobre el fondo es en ambas secciones de 2 metros y de 2,30 metros la profundidad de la caja.

El cauce para desagüe de la fábrica de Garaizábal tiene la misma disposición general, con la diferencia de ser el ancho de la base 0<sup>m</sup>,50, 1<sup>m</sup>,20 la profundidad de agua y 1<sup>m</sup>,50 la de la caja.

Las banquetas quedarán siempre á 0,30 de altura sobre la lámina de agua; en los terraplenes estas banquetas tendrán 3 metros de ancho y el talud exterior será como el interior de 1,5 de base por 1 de altura; en los desmontes las banquetas tendrán sólo 1 metro de ancho é irán flanqueadas por una cuneta de 0,30 de profundidad, á la que seguirá el talud natural de las tierras que se supone de 1 por 1, colocándose los caballeros á 2,50 de la arista del desmonte y practicándose también una cuneta de 0,30 de profundidad al pie de ellos.

Iguales disposiciones se adoptan para el cauce de desagüe de la fábrica de Garaizábal, con la única diferencia de reducirse el ancho de las banquetas en los terraplenes á 2 metros y colocarse los caballeros á 2 metros de la arista de los desmontes.

### OBRAS DE FÁBRICA

Las obras de fábrica necesarias en el cauce de la desviación son tres puentes para las carreteras del Portillo de la Pólvara, de Tórtoles y del Cementerio, y de Santander; un acueducto bajo el ramal Norte del Esgueva;

una obra especial para empalme del cauce nuevo de desagüe de la fábrica de Garaizábal con el general de la desviación; la obra para desagüe en el río Pisuerga y varios pasos para servicio de fincas.

#### FUENTE PARA EL CAMINO DEL PORTILLO DE LA PÓLVORA

Atendida la pequeña altura que queda entre la rasante de dicho camino y la lámina de agua, que no consiente una bóveda de fábrica, hay que recurrir al hierro para salvar los 10 metros de luz, que entre sí dejan las aristas de las banquetas de la caja del cauce.

La poca altura de la rasante sobre la lámina de agua aconseja también suprimir las viguetas transversales, apoyando directamente el firme sobre las longitudinales, lo cual no presenta inconveniente alguno en un tramo de tan escasa luz, y permite alguna economía en el material más caro, que aquí es el hierro.

Se ha dado al tramo un ancho de 8 metros, de los cuales 6 para el firme y 1 á cada lado para los andenes.

Consiste el puente en dos muros estribos en vuelta de 3,60 de altura y 1,00 metro de espesor, que tienen 9 metros de longitud y 2,00 metros de vuelta.

Estos estribos son de hormigón de mortero de puzzolana, y van coronados por una imposta de sillería de 0,40 de alto y de un ancho igual al espesor del muro. Esta coronación presenta un retallo de 0,50 de berma por 0,60 de alto para apoyo del tramo.

Se compone éste de siete viguetas centrales y dos exteriores; las centrales, de 11,00 metros de longitud y 0,40 de altura, están compuestas de una alma de 15<sup>m</sup>/m, cuatro hierros de ángulo de  $\frac{80 \times 80}{9}$  y dos cabezas de 0,20 de ancho, formadas cada una por dos palastros de 10<sup>m</sup>/m. Las viguetas exteriores tienen 0,60 de altura y se componen de una alma de 8<sup>m</sup>/m, cuatro hierros de ángulo de  $\frac{60 \times 60}{8}$  y dos cabezas de 0,15 de anchura y 5<sup>m</sup>/m de espesor. Estas viguetas exteriores van reforzadas exteriormente por hierros en T colocados verticalmente, distantes entre sí 2,75 metros, é interiormente por un hierro en C horizontal, que corre por toda la longitud de las viguetas, y se roblona á 210 milímetros por bajo de la cabeza superior.

Las viguetas van arriostradas transversalmente por 5 tirantos, que corresponden á los refuerzos verticales de las exteriores, y se roblonan al hierro en  $\square$  interior de ellas por un extremo y á las cabezas superiores de las viguetas centrales, sobre las que se apoyan en los encuentros con las

mismas. Unas cantoneras consolidan la unión del extremo de cada tirante con el hierro en  $\square$  de las viguetas exteriores.

Todas las viguetas se colocan distantes entre sí 1,00 metro, y entre las cabezas inferiores de las centrales se voltean bóvedas de ladrillo de media asta de espesor y 0,15 de flecha.

Entre las viguetas exteriores y las centrales más próximas se voltean también bóvedas de ladrillo de media asta en forma de arco por tranquil, que arrancan de la cabeza inferior de la vigueta central y mueren en el hierro en  $\square$  de las exteriores.

Los senos de todas estas bóvedas se rellenan con hormigón de mortero de puzzolana hasta la cabeza superior de las viguetas centrales, dando á las superficies de este hormigón las pendientes necesarias para escurrir las aguas, y abriendo en las bóvedas los mechinales correspondientes.

El firme se tiende sobre este relleno de hormigón y va principalmente apoyado sobre las siete viguetas centrales.

El piso de los andenes es también de hormigón, contenido al interior por un encintado de sillería que limita el firme y forma cuneta, y al exterior por otro encintado de adoquines de 0<sup>m</sup>,24 de altura por 0<sup>m</sup>,12 de espesor.

Un sencillo pasamanos de hierro cuyos apoyos se fijan á la cabeza superior de las viguetas exteriores y al hierro en  $\square$  que las refuerza, completa la obra.

Las bovedillas se han calculado gráficamente, suponiendo que por metro cuadrado de bovedilla entra el peso siguiente:

	Kilogramos.
Firme 1 × 0,25 × 1.800 kilogramos.. . . . .	450
Ladrillo de la bovedilla 1 × 2 π R $\frac{67}{360}$ × 0,14 × 1.600 id. . . . .	260
Chapa de hormigón 1 × 0,24 × 2.300 id. . . . .	552
Sobrecarga. . . . .	400
	1.662

y sobre cada media bovedilla =  $\frac{1.662}{2} = 891$  kilogramos.

Resultando la curva de presiones toda comprendida en el núcleo central y el empuje en los arranques de 1.120 kilogramos, dando una componente normal á la junta de 890 kilogramos, que ocasiona una presión máxima

$$p = \frac{2P}{b} \left( 2 - \frac{3d}{b} \right)$$

puesto que  $d = 0,06$  es mayor que  $\frac{1}{3} b = \frac{0,17}{3}$ , sustituyendo

$$\rho = 9.831 \text{ kilogramos } \acute{o} \text{ } 0,98 \text{ kilogramos por } c/m^2.$$

Las viguetas centrales están sometidas á una carga de 1.662 kilogramos por metro lineal y pesan 156 kilogramos por metro, estando compuestas conforme hemos descrito. Actúa, pues, sobre ellas una carga total de 1.818 kilogramos, y como la luz es 10 metros, ocasiona Un momento máximo de flexión en el centro

$$M_m = \frac{1.818 \times 10^2}{8} = 22.725 \text{ kilogramos.}$$

Un esfuerzo constante máximo en los apoyos

$$R = \frac{1.818 \times 10}{2} = 9.090 \text{ kilogramos.}$$

De la fórmula  $t = \frac{Xu}{I}$  dedúcese  $X = t \frac{I}{u}$ , y tomando  $t = 8$  kilogramos por  $m/m^2$  como para las viguetas compuestas de los hierros descritos, tenemos

$$\text{Alma. . . . . } \frac{I}{u} = 400.000$$

$$\text{Angulos. . . . . } \frac{I}{u} = 864.800$$

$$\text{Cabezas. . . . . } \frac{I}{u} = 1.604.600$$

---


$$\text{Total. . . . . } \frac{I}{u} = 2.869.400$$

$$X = t \times \frac{I}{u} = 8 \times 2.869.400 = 22.955.200 \text{ kilogramos } m/m$$

$$\acute{o} \text{ } 22.955 \text{ kg}^m. > M_m.$$

Las viguetas centrales ofrecen suficiente resistencia.

Para las viguetas exteriores tenemos:

	Kilogramos.
Carga por metro lineal. . . . .	831
Peso propio por id. id. . . . .	57
Total. . . . .	888

$$M_m = \frac{888 \times 10^2}{8} = 11.100 \text{ kg}^m.$$

$$R = \frac{888 \times 10}{2} = 4.440 \text{ kg}^m.$$

Alma. . . . .	$\frac{I}{u} =$	480.000
Angulos. . . . .	$\frac{I}{u} =$	954.300
Cabezas. . . . .	$\frac{I}{u} =$	450.000
		<hr/>
Total. . . . .	$\frac{I}{u} =$	1.884.300

$$X = t \frac{I}{u} = 8 \times 1.884.300 = 15.074.400 \text{ kilogramos } m/m$$

$$\text{ó } 15.074 \text{ kg}^m. > M_m.$$

Están sometidas estas viguetas al empuje de las bovedillas por tranquil, que sin gran error podemos asimilar al de las escarzanazas. Convendrá arriostrearlas por tirantes, y siendo éstos en número de cinco cada uno, sufre una tensión de  $\frac{11 \times 890 \times 2}{5} = 4.895$  kilogramos, que á ocho kilogramos por  $m/m^2$  exige una sección de  $612 \text{ } m/m^2$ , inferior á la que presentan los hierros en T que se adoptan.

No entraremos en más detalles acerca del cálculo de las uniones con roblones por ser sencillísimas. Diremos sólo que hemos supuesto su resistencia de seis kilogramos por  $m/m^2$  y su distancia igual á seis veces su diámetro.

Según se habrá notado, hemos hecho estos cálculos sólo para una carga estática y hemos supuesto constante la sección de las viguetas de un extremo á otro de su longitud.

Si conforme á formulario consideramos además una carga móvil representada por un eje sobre el cual insistan 9.000 kilogramos, producirá en las viguetas centrales, las más cargadas, un momento máximo de flexión

$$M_m = \frac{Pl}{4} + \frac{pl^2}{8}$$

y siendo

$$P = 4.500; \quad p = 1.500; \quad l = 10;$$

resultará

$$M_m = 30.000 \text{ kilogramos};$$

pero

$$M_m = t \frac{I}{u} = t \times 2.295$$

de donde

$$t = 12,9 \text{ kilogramos por m}^2$$

trabajo que resulta excesivo para el material.

Pero tratándose en nuestro caso únicamente de un avance de presupuesto, pues al ejecutar las obras habrá que exigir al constructor de estos pasos de hierro las garantías debidas de resistencia, admitimos como suficiente el material que para el tramo resulta de los cálculos referentes á la carga estática, porque la sección constante que hemos supuesto en las viguetas y su exceso de resistencia á los esfuerzos cortantes, dan material sobrado para que, distribuido convenientemente, resulte el trabajo del hierro dentro de coeficientes prácticamente aceptables.

En cuanto al espesor de media asta, dado á las bovedillas de ladrillo que entre las viguetas sostienen el firme, tampoco resulta conforme con el calculado por cualquiera de las fórmulas prácticas en uso. Debemos, sin embargo, observar que para luces tan reducidas como la separación que media entre las viguetas del tramo, estas fórmulas no tienen aplicación, y que además el espesor de hormigón que las bovedillas llevan encima proporciona más que suficiente resistencia á los esfuerzos que esta construcción ha de soportar.

#### PUENTE PARA EL CAMINO DEL CEMENTERIO.

Atendida la proximidad de las carreteras de Valladolid á Tórtoles y de la que se dirige al Cementerio, se emplea una sola obra de fábrica para las dos, que se construye sobre esta última, desviando aquélla después del paso. De esta suerte se consigue con más economía el servicio y sin inconveniente alguno para el tránsito.

Esta obra es oblicua, cortando su eje al de la carretera, bajo un ángulo de  $103^{\circ}30'$ .

Consiste en una bóveda de ladrillo de aparejo helizoidal que tiene 11,40 metros de luz recta y 1,40 de flecha.

Las boquillas y salmeres de esta bóveda son de silloría.

La bóveda se apoya sobre dos estribos de hormigón de mortero de puzzolana, de 1,50 metros de altura bajo los arranques, y que se incorporan al terreno por un escalonado dispuesto convenientemente.

Sobre la bóveda, sus senos y el macizo de los estribos, se extiende una capa de hormigón de 0,10 de espesor.

Los muros de acompañamiento son también de hormigón de mortero de puzzolana y van escalonados por el interior con retallos de 0,20 por 1,10. Una imposta de silloría de 0,40 de espesor y 0,90 de tizón los corona, y sirve de apoyo á los pretilos, que tienen 1,25 de altura y 19,40 metros de longitud.

Estos pretiles son de ladrillo, formando dos cuerpos de 0,60 y 0,56 de anchura, y 0,40 y 0,60 de alto, coronados por una albardilla de sillería.

El firme tiene 6,50 metros de ancho y lleva adosados dos andenes de hormigón de 2,00 metros de ancho cada uno, encintados por una faja de sillería que forma la cuneta.

Se ha dado á los andenes el ancho indicado, que á primera vista pudiera parecer excesivo, para no interrumpir bruscamente los dos paseos que para peatones tiene el camino del Cementerio.

#### PUENTE PARA LA CARRETERA DE VALLADOLID Á SANTANDER.

El puente para la carretera de Valladolid á Santander, situado en el perfil número 56, es exactamente igual en su disposición y forma al que acabamos de describir, diferenciándose únicamente de aquél en que aquí la oblicuidad es de  $109^{\circ}$  y el ancho del firme de 8,50 metros.

La estabilidad de estos puentes está comprobada por los diágramas que hemos construido, suponiendo el peso del metro cúbico del firme y relleno igual á 1.650 kilogramos y dando al de las fábricas 1,6 de densidad.

Estos diágramas demuestran ser posible la existencia de una curva de presiones comprendida dentro del núcleo central, que arroja una presión máxima de cuatro kilogramos por  $\text{cm}^2$  en la clave, 3,08 kilogramos en los arranques y 2,25 kilogramos en las fundaciones de los macizos de estribos.

#### ACUEDUCTO BAJO EL ESGUEVA DEL NORTE.

El acueducto bajo el Esgueva del Norte tiene una solera general de hormigón de mortero de puzzolana de 0,80 metros de espesor. Esta solera presenta, agua arriba de la entrada del acueducto, un salto de 1,00 metro, que deja para ingreso de las aguas un pozo de 2,00 metros de longitud; la arista de la solera va reforzada por una hilada de sillería de  $0,40 \times 0,70$  que se chaflana en curva para impedir los torbellinos del agua.

El acueducto propiamente dicho tiene 30 metros de longitud, y ocupa toda la extensión comprendida entre las aristas inferiores de los taludes del terraplén que en este punto sostiene el cauce del Esgueva Norte. Está formado por dos estribos de hormigón de mortero de puzzolana, de 1,00 metro de espesor y 1,20 de altura, que dejan una luz de 4,00 metros. Sobre estos estribos se voltea una bóveda escazana de dos roscas de ladrillo á asta entera, cuya bóveda tiene 0,80 de flecha y va trasdosada paralelamente por una capa de hormigón de mortero de puzzolana de 0,44 metros de espesor. En los frentes las aristas de los estribos y las boquillas de la bóveda son de sillería de 0,70 de tizón, chaflanadas en curva para evitar movimientos tumultuosos en el régimen hidráulico.

Los muros de frente tienen 8,00 metros de longitud, 1,00 de espesor y

4,20 metros de altura el de agua arriba, siendo de 3,20 metros esta dimensión en el de agua abajo. Llevan una imposta de sillería de  $0,40 \times 1,00$  metro.

Van flanqueados por muros de acompañamiento, también de hormigón de mortero de puzzolana, de 1,00 metro de espesor y 2,00 metros de longitud, coronados por una imposta de sillería de 0,30 metros y distantes entre sí 6,00 metros, que dejan agua arriba y agua abajo de los frentes del acueducto capacidad suficiente para que el agua pase con facilidad y se eviten bruscos movimientos en el líquido.

El paso de la sección trapezoidal del cauce á la rectangular de los frentes del acueducto se logra con suavidad por medio de superficies alaveadas de cinco metros de longitud, que forman las paredes de la caja, y cuyas directrices son: la línea de máxima pendiente del talud del trapecio y la arista vertical de los muros laterales, siendo la generatriz una horizontal.

Los macizos que forman estas superficies son de hormigón de mortero de puzzolana, y van coronados por una imposta de sillería.

#### OBRA PARA EMPALME DEL CAUCE DE LA FÁBRICA DE GARAIZÁBAL.

Consiste esta obra en un macizo de hormigón de mortero de puzzolana, cuya forma se adapta á la disposición de las alineaciones en que se verifica el empalme, y que lleva las cajas trapezoidales de 3,00 y 4,50 metros de anchura en la solera, que constituyen el cauce principal, ganándose la diferencia de estos anchos de una manera continua y suave en 18 metros de longitud.

La caja trapezoidal del cauce de Garaizábal se une á la del general en curva de 25 metros de radio, ensanchándose su solera suavemente, siendo los taludes superficies cónicas tangentes entre sí á los planos de los del cauce principal, al objeto de dirigir las aguas convenientemente, evitando los movimientos bruscos.

#### OBRA PARA DESAGÜE DE LA DESVIACIÓN EN EL RÍO PISUERGA.

La obra para desagüe en el río Pisuerga consiste principalmente en un escalonado que gana la diferencia de altura existente entre la rasante de la caja de la desviación y las aguas ordinarias de aquel río.

De las calicatas que hemos practicado en el emplazamiento de esta obra dedúcese que la capa de arcilla, sobre la que debe fundarse, tiene una inclinación próximamente igual á la del terreno y queda á unos tres metros de profundidad.

Por esta causa, y para evitar excavaciones inútiles, se funda la obra sobre dos estribos de 2,00 metros de espesor, escalonados, entre los cuales, y sirviendo el terreno de cimbra, se voltean bóvedas de ladrillo de  $0^m,70$  de espesor y 1,80 metros de flecha.

Estos muros estribos van arriostrados por cuatro rastrillos de 2,00 metros de espesor también.

En la confrontación del perfil en donde se emplaza la obra, el cauce que la forma es rectangular y de 9,00 metros de ancho, presentando cuatro aberturas para otras tantas compuertas de 1<sup>m</sup>,50 de ancho, separadas por tres tajamares de 1,00 metro de espesor por 4,50 metros de longitud y 2<sup>m</sup>,30 de altura, que llevan agua arriba las ranuras indispensables para las ataguías que exijan las reparaciones de las compuertas.

Las aberturas de éstas se cubren por bóvedas escarzanas de 0,30 de flecha, que arrancan á 1,50 metros de la solera general.

Sobre estas bóvedas y sobre los tajamares se elevan los macizos para encaje de las maniobras de las compuertas, á cuya coronación se asciende por un escalonado de 0,30  $\times$  0,30.

El paso del cauce trapezoidal de la desviación al rectangular que precede á las compuertas se logra por medio de superficies alaveadas de 8,50 metros de longitud, análogas á las que se describieron al tratar del acueducto bajo el Esgueva del Norte.

Agua abajo de las compuertas se establece el vertedero al Pisuerga, que consiste en seis escalones de 1,20 metro de altura y de 2,00 metros de huella el primero y 4,00 metros los cinco restantes, al que sigue una berma de 18 metros de longitud.

El escalonado tiene nueve metros de ancho, así como la berma en sus ocho primeros metros para terminar en 16. El escalonado y la berma van limitados lateralmente por dos muros de 1,50 metros de espesor.

Esta obra se ejecutará toda ella de hormigón de mortero de puzzolana, á excepción de las bóvedas de los cimientos, que serán de ladrillo ordinario, y de las impostas y coronaciones, tajamares, solera y costados de la cámara de compuertas, bóvedas de las aberturas de éstas, frente y escalonado del muro para apoyo de la maniobra y aristas del vertedero, que serán de sillería.

Las compuertas serán del mismo modelo adoptado para el canal del Duero. El bastidor fijo y el de la compuerta serán de hierro forjado. Esta y su deslizadera serán de palastro reforzado por hierros de ángulo y llevarán los cercos de bronce indispensables para el ajuste completo de unas partes con otras. El movimiento se comunicará desde la parte superior por medio de un engranaje de tornillo sin fin á un husillo que se aloja en un tubo fijo á la compuerta y provisto en su parte superior de una tuerca de bronce.

Dejarán las compuertas completamente levantadas para desaguar la desviación cuatro aberturas de 1,50 metros de ancho por 1,50 metros de

alto, suficientes para el volumen de 24 metros cúbicos que traen las crecidas, puesto que cada una de ellas evacuará

$$q = 0,60 \times 1,50 \times 1,50 \sqrt{2g(2,00 - 0,75)} = 6,682 \text{ m.}^3$$

#### PASOS DE SERVICIO.

Los pasos que han de construirse para el servicio de fincas son cinco.

Dos son de hierro, por no consentir otra solución la poca altura disponible de la rasante sobre la lámina de agua. Estos pasos presentan exactamente igual disposición que el puente para el camino del Portillo de la Pólvora; pero como sólo tienen un ancho máximo de 4,00 metros, el número de viguetas centrales se reduce á tres y se suprimen los andenes, conteniendo el firme, que tiene 3,80 metros por encintados de adoquines de  $0,20 \times 0,14$ .

Lo dicho al describir el puente del camino citado nos evita entrar aquí en detalles enojosos é inútiles.

Los otros tres son de fábrica y dispuestos enteramente lo mismo que los puentes para el camino del Cementerio y la carretera de Santander.

La diferencia se reduce á ser estos pasos rectos y no tener más ancho el firme que 4,00 metros. Por estas razones se suprimen en éstos los andenes y el emboquillado y salmeres de sillería, ejecutando toda la bóveda de ladrillo.

Lo dicho ya nos evita entrar en mayores explicaciones.

#### REVESTIMIENTO.

Finalmente, el revestimiento de la caja se reduce á una capa de hormigón de mortero de puzzolana de 0<sup>m</sup>,20 de espesor, que se tenderá sobre los taludes y solera de aquélla, después de haber practicado en ellos la excavación necesaria.

#### JUSTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES ADOPTADOS.

Según se habrá podido notar, el material principalmente empleado en las obras de fábrica es el hormigón fabricado con mortero de puzzolana.

Hemos elegido este material por ser el más económico, sin perjuicio de la solidez. En efecto, la piedra para el hormigón y la arena para el mortero se obtendrán á poco coste por medio del cribado de los productos de las excavaciones de la explanación, puesto que todo el terreno que ha de cruzarse consiste en una masa de acarreo compuesta de cantos, arenas y cascajo.

La puzzolana se obtendrá reduciendo á polvo los desechos de las tejaras y fábricas de ladrillo de la localidad.

El precio de estos desechos y el costo á que resulta el molido permiten fabricar un mortero hidráulico mucho más económico que el que procede de mezclar con la cal grasa lo mismo el cemento de Portland que el de Zumaya.

Esto resulta de los ensayos que venimos practicando en las obras del Canal del Duero, que nos han decidido á sustituir las mezclas de cal grasa y cemento, de las que no somos muy partidarios, porque creemos que con ellas sólo se consigue disminuir la hidráulidad del cemento perjudicando sus cualidades, con las de cal y polvo de ladrillo bien tamizado, por una criba de 2.500 hilos por centímetro cuadrado, que presentan toda la hidráulidad que puede apetecerse tratándose de aguas dulces.

Por estas razones proponemos para la obra de la desviación del Es-gueva el empleo general del mortero hidráulico de puzzolana en todas las fábricas.

Reservamos, según se habrá notado también, el empleo de materiales más caros, como son el ladrillo y la sillería, para aquellas partes de las obras en que su uso es indispensable.

En cuanto al hierro, se ha limitado su empleo cuanto ha sido posible, y sólo en aquellos casos en que, atendido el carácter permanente de las obras, no era posible echar mano de otro material.

## PRESUPUESTOS.

### CUBICACIONES.

No tenemos necesidad de hacer observación alguna acerca de las cubi-caciones de la obra de la desviación, que se presentan en la forma acos-tumbrada.

## JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

### EXPROPIACIONES.

#### *Terrenos.*

Asignamos á la hectárea de huerta que habrá que expropiar el precio de 6.000 pesetas. Este precio es algo elevado; pero atendida la proximidad de estas huertas á la capital, conceptuamos prescribible pecar por exceso, sobre todo fijándose en que la partida que figura en el presupuesto por este concepto carece de importancia.

Iguales consideraciones nos inducen á fijar el precio de la hectárea de terrenos de pan llevar en 1.000 pesetas.

Los terrenos eriales que el trazado cruza no los valuamos porque son propiedad del Excmo. Ayuntamiento.

## ARTEFACTO DE D. JUAN ANTONIO FERNÁNDEZ P. ALEGRE.

Las obras de la desviación exigen expropiar la fuerza de que esto artefacto dispone. Veamos de deducir cuál es ésta para apreciar su valor.

Este artefacto tiene un salto de 4,00 metros y puede aprovechar un volumen de agua variable desde 18 metros cúbicos por segundo en las crecidas máximas hasta 350 litros en igual tiempo en los estiajes mínimos observados.

Con tales antecedentes es imposible formarse idea del valor de la fuerza del artefacto, puesto que ésta sobra en los meses de invierno, y por el contrario es completamente deficiente en los estiajes, durante los cuales hay que hacer represadas y funcionar de un modo intermitente.

Para aprovechar fuerza tan variable hay establecida una turbina tipo Girard, cuyo canalizo de entrada ó toma de agua tiene 0,80 metros de altura y 0,90 metros de ancho, encontrándose el borde superior de este orificio rectangular á 2,90 metros por bajo del nivel de la cresta de la presa. Este orificio puede dar salida, cuando la presa esté completamente llena, á un volumen de agua

$$q = 0,60 \times 0,90 \times 0,80 \sqrt{2g \times 3,30} = 3,497 \text{ m.}^3 \text{ por 1"}$$

La turbina tiene un diámetro de 1,50 metros y un juego entre la corona móvil y el nivel del tramo inferior de 0,07. El intervalo que dejan las paletas de esta corona entre sí, contado sobre la circunferencia de 1,50 metros de diámetro, es de 0,08 y el número de paletas 51, siendo 0,33 el ancho de ellas según el diámetro de la turbina.

La altura de esta corona es de 0,36 metros.

En estas condiciones la velocidad del agua á la salida del distribuidor, contando siempre con que la presa esté llena, y el nivel del agua en el tramo superior sea constante, será

$$V = \sqrt{2g(4 - 0,07 - 0,36)} = 8,4 \text{ metros,}$$

y el volumen de agua á que podrá dar pasc la turbina, suponiendo un coeficiente de contracción á la salida del distribuidor de 0,85, es

$$q = 51 \times 0,08 \times 0,33 \times 0,85 \times 8,4 = 8,500 \text{ metros cúbicos.}$$

Esta cantidad de agua es mayor que la que consiente el canalizo de entrada, lo cual prueba que la turbina no está construida para servirse de estos volúmenes de agua máximos. Además, cuando la cantidad de agua que traiga este brazo del Esgueva permita el gasto constante que representa la salida por el canalizo de toma de la turbina, no podrá tampoco funcionar ésta porque se encontrará ahogada, con el aumento de altura que forzosamente ha de adquirir el nivel del agua en el tramo inferior, por el mayor volumen á que ha de dar paso.

La turbina está, pues, ejecutada para servirse de un volumen de agua muy inferior al que consiente el canalizo de entrada, y no puede deducirse la fuerza exacta del artefacto por los datos de instalación de la turbina, porque la cantidad de agua que ésta puede aprovechar es muy variable.

De las noticias que sobre el terreno hemos adquirido, dedúcese que la turbina se instaló para dar movimiento á cuatro piedras destinadas á la molienda de trigo, que es sabido consumen 24 caballos.

Pero para tener en cuenta con amplio criterio el máximo aprovechamiento á que se presta el artefacto que nos ocupa, le supondremos capaz de una fuerza constante de 30 caballos (1).

Valoraremos el importe de esta fuerza, deduciendo cuál será el costo de cambiar el motor existente por una máquina de vapor, y capitalizando los gastos anuales que exige la marcha y conservación de ella.

El coste de instalación de la máquina de 30 caballos y el de transformación de las transmisiones ocasionada por el cambio de motor será:

	Pesetas.
Importe de una máquina de vapor de 30 caballos de alta presión y condensación, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	9.325
Importe de una caldera tipo Lancashire, para 30 caballos, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	6.325
Importe de las transmisiones, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	2.000
Transportes por mar y tierra, derechos de aduana, seguros, comisiones, etc., 20 por 100 de la suma de las tres anteriores partidas. . . . .	3.532
<i>Instalación de la caldera y máquina:</i>	
51 metros cúbicos de ladrillo para fundaciones de la caldera, á 52 pesetas . . . . .	2.652
15 metros cúbicos de sillería para fundaciones de la máquina, á 100 pesetas. . . . .	1.500
45 metros cúbicos de ladrillo para la chimenea, á 52 pesetas. . . . .	2.340
Excavaciones y montaje. . . . .	2.000
	29.674
<i>Valor de la nueva instalación.</i> . . . .	29.674
Deduciendo el valor de la turbina y transmisiones antiguas vendidas como hierro viejo, sean 5.000 kilogramos á 0,10 pesetas. . . . .	500
	29.174
<i>Queda para importe líquido del cambio de motor.</i> . . . .	29.174

El importe de los gastos de marcha y conservación será al año el si-

(1) La apreciación de la fuerza de este artefacto es tanto más exacta cuanto que entre él y el del Sr. Silió, que disponen de la misma cantidad de agua, debe estar aquélla en la misma relación de los saltos  $\frac{40}{95}$ . Como el Sr. Silió, según propia confesión, sólo dispone de 25 caballos, resultan 28 para la turbina del Sr. Alegre.

guiente, para deducir el cual hemos partido de los precios que rigen en la localidad.

	Pesetas.
Carbón.—Trescientos diez días á razón de diez horas de trabajo y 1,5 kilogramos por caballo y hora, sean 139,5 toneladas, á 30 pesetas. . . . .	4.185
Un maquinista, á 5 pesetas diarias. . . . .	1.550
Agua para la condensación, 0,300 metros cúbicos por caballo y hora, sean 27.900 metros cúbicos, á 0,05 pesetas. . . . .	1.395
Grasas, estopas, etc., 1,80 peseta al día. . . . .	558
Reparaciones, 5 por 100 sobre el valor de las máquinas de 29.674 pesetas. . . . .	1.483,70
<i>Total gasto anual.</i> . . . . .	9.171,70

El capital necesario para sostener esta marcha lo deduciremos capitalizando estos gastos anuales al 6 por 100, interés corriente en la localidad en esta clase de transacciones.

Resultará el capital necesario de 152.250,22 pesetas.

Habrá además que tener en cuenta el importe de la paralización del artefacto mientras se efectúe el cambio de motor.

Esta paralización puede reducirse á muy poco tiempo, porque sólo deberá ocasionarse durante el que se emplee para el cambio de las trasmisiones, puesto que las máquinas y calderas se irán montando independientemente de la turbina y sin que para nada sea necesario entorpecer su movimiento. Supondremos por tanto que sólo sea de quince días, y fijaremos el producto anual de esta industria en 17.000 pesetas, con lo que quedamos muy por encima de la realidad.

El valor total de la expropiación de la fuerza del artefacto del Sr. Alegre, puede, pues, apreciarse como sigue:

	Pesetas.
Importe del cambio de motor. . . . .	29.174
Importe del capital necesario para su marcha. . . . .	152.250,22
Importe de la indemnización por paralización del artefacto, quince días sobre un producto anual de 17.000 pesetas. . . . .	680
<i>Total pesetas.</i> . . . . .	182.104,22

Si acudiéramos al valor en venta, deduciríamos para la expropiación menor cantidad que la indicada, puesto que según datos que tenemos por fidedignos, este artefacto, incluido el valor del edificio y demás accesorios, produce una renta de 5 á 6.000 pesetas anuales.

Sin embargo, como ahora sólo tratamos de deducir una cifra como avance de presupuesto, puesto que la tasación verdadera será motivo de un peritaje detallado, y como conviene pecar en esta clase de apreciaciones

mejór de exagerados que de pocos, adoptaremos para los efectos del presupuesto, el importe que hemos deducido de pesetas 182.104,22 para valor de la expropiación de la fuerza del artefacto del Sr. Alegre.

#### ARTEFACTO DEL SR. D. ELOY SILIÓ.

Situado éste agua arriba del anterior, dispone de la misma cantidad de agua, pero el salto es sólo de 3,50 metros. Lo aprovecha por medio de una turbina Fontaine de 1,40 metros de diámetro.

Consideraciones análogas á las antes expuestas prueban que no es posible deducir el valor real de este salto por la cantidad de agua que puede recibir la turbina, cuyo canalizo de toma tiene 1<sup>m</sup>,03 de ancho y 2<sup>m</sup>,64 de altura de agua cuando ésta vierte por la presa.

Este canalizo de paso, con la velocidad media que el agua adquiere en él, y que hemos medido diversas veces y resulta de 0,50 metros por segundo á 1,550 metros cúbicos; cuya cantidad de agua con el salto de la presa representa mucho mayor fuerza que la que consiente la turbina.

Tenemos, pues, que recurrir al mismo procedimiento anterior, deduciendo la fuerza aprovechada de la necesaria para los aparatos que la turbina pone en movimiento. Según indicación del propietario de esta industria, la turbina en su marcha normal desarrolla una fuerza de 25 caballos, y aunque esta evaluación nos pareció exagerada, atendidas las condiciones de los aparatos receptores del movimiento, basaremos nuestros cálculos sobre ella.

El importe de los gastos que exigirá el cambio de motor será el siguiente:

	Pesetas.
Una máquina de vapor de 25 caballos, de alta presión y condensación, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	8.125
Una caldera tipo Lancashire de 25 caballos, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	5.000
Importe de las transmisiones, franco á bordo en Inglaterra. . . . .	800
Transportes por mar y tierra, derechos de aduanas, seguros, comisiones, etc., 20 por 100 de la suma de las tres anteriores partidas.. . . .	2.785
<b>Instalación de la caldera y máquina:</b>	
54 metros cúbicos de ladrillo para fundaciones de la caldera, á 52 pesetas.. . . .	2.808
12 metros cúbicos de sillería para fundaciones de la máquina, á 100 pesetas. . . . .	1.200
20 metros lineales de conducto para humos, á 30 pesetas metro lineal (1). . . . .	600
Excavaciones y montaje. . . . .	850
	5.458
<b>Valor de la nueva instalación.</b>	<b>22.168</b>

(1) Se supone que se utiliza la misma chimenea actual de la fábrica.

Deducido el valor de la turbina y transmisiones antiguas vendidas como hierro viejo, sean 3.500 kilogramos á 0,10 pesetas. 350

*Queda para importe líquido del cambio de motor.* . . . 21.818

El importe de los gastos anuales que exigirá este motor para funcionar y conservarse, será el siguiente:

	Pesetas.
Carbón.—Trescientos diez días á razón de diez horas de trabajo y 1,5 kilogramos por caballo y hora, 116,25 toneladas, á 30 pesetas. . . . .	3.487,50
Un maquinista á cinco pesetas diarias. . . . .	1.550,00
Agua para la condensación.—0.300 metros cúbicos por caballo y hora, ó 23.250 metros cúbicos, á 0.05 pesetas. . . . .	1.162,50
Grasas, estopas, etc., 1,60 pesetas al día. . . . .	496,00
Reparaciones, 5 por 100 sobre el valor de las máquinas de 22.168 pesetas. . . . .	1.108,40
<i>Total gasto anual.</i> . . . . .	7.804,40

que capitalizado al 6 por 100 representa una suma de 129.553,04 pesetas.

Como antes, supondremos una paralización de quince días, necesarios para el cambio de transmisiones, sobre un producto anual de 20.000 pesetas.

El valor que así se deduce para la expropiación de la fuerza que representa el salto de este artefacto es:

	Pesetas.
Importe del cambio de motor. . . . .	21.818,00
Importe del capital necesario para su marcha. . . . .	129.553,04
Importe de la indemnización por paralización del artefacto, quince días sobre un producto anual de 20.000 pesetas. . . . .	800,00
<i>Total.</i> . . . . .	152.171,04

que hacemos figurar como un avance en el presupuesto correspondiente, pecando si acaso, y por las razones antes expuestas, de exagerados, y porque además ni en uno ni en otro caso hemos descontado las reparaciones que exigirán la turbina y la presa.

#### ARTEFACTO DE D. JOSÉ GARAIZÁBAL.

Aprovecha éste todas las aguas del ramal Norte por un salto de 5,00 metros de altura.

La cantidad de agua de que puede disponer oscila entre seis metros cúbicos por 1'' en las mayores crecidas, y 0,350 metros cúbicos en los estiages.

Para utilizar la fuerza de este salto tiene el artefacto dos ruedas de cajones por arriba, las cuales disponiendo de agua bastante, pueden desarrollar el trabajo que á continuación se calcula.

*Rueda exterior.*—Tiene cinco metros de diámetro y da cinco vueltas por minuto.

La velocidad  $V$  por 1'' en la periferia de esta rueda es, por lo tanto,

$$v = \frac{5 \pi D}{60} = 1,31 \text{ metros.}$$

La altura radial de las coronas es  $a = 0,35$  metros y el ancho de la rueda  $b = 2,90$  metros.

En esta clase de receptores los cajones no marchan nunca completamente llenos de agua, y la relación de la parte que el agua ocupa en el cajón y la capacidad de éste viene á ser  $E = 0,29$ , coeficiente deducido de multitud de experimentos y que puede aceptarse sin error.

El gasto de agua de esta rueda, prescindiendo del espesor de las paredes que dividen los cajones, será en virtud de estos datos:

$$q = E \times a \times b \times v = 0,386 \text{ metros cúbicos por 1''.}$$

*Rueda interior.*—Tiene cinco metros de diámetro, da también cinco vueltas por minuto, y la velocidad en su periferia es, como antes, 1,31 metros por 1''.

La altura radial de las coronas, siendo  $a = 0,30$  metros y el ancho de la rueda  $b = 2,30$  metros el gasto de agua, resulta

$$q' = 0,29 \times 0,30 \times 2,30 \times 1,31 = 0,331 \text{ metros}^3 \text{ por 1''.}$$

Las dos ruedas, funcionando holgadamente, utilizan un volumen de agua  $q + q' = 0,717$  metros<sup>3</sup>, que representan una fuerza efectiva de

$$717 \times 5 = 3.585 \text{ kilográmetros, ó 49 caballos en números redondos.}$$

A consecuencia de las obras que se proyectan para desviar los Esguevas puede subsistir este artefacto, puesto que el curso del ramal Norte no se varía sino después del desagüe de esta fábrica, pero queda su salto cortado por el remanso que la desviación produce y reducido en 2,36 metros, resultando uno disponible de sólo 2,64 metros.

En cambio como se suprimen los artefactos del brazo Sur, puede aprovechar el del Norte toda la cantidad de agua que en los estiajes se repararía entre ambos, es decir, los 700 litros por 1'' que arrojan los aforos.

Las condiciones del nuevo aprovechamiento serán, por lo tanto, en los estiajes: salto 2,64 metros, volumen de agua mínimo 0,700 metros cúbicos por 1'', que equivalen á 1848 kilográmetros, trabajo mayor que el que antes se obtenía en iguales circunstancias.

Puede, pues, subsistir y continuar este artefacto modificando el motor y adaptándole á las nuevas condiciones que presenta el salto.

Veamos á cuánto ascenderá la suma que deberá abonarse al propietario de esta fábrica en virtud de estas modificaciones.

Según los datos que hemos adquirido puede hacerse la siguiente evaluación:

	Pesetas.
Una turbina de 50 caballos para el salto de 2,64 metros y el caudal de agua disponible, completa y con transmisiones, se obtiene franco á bordo en Inglaterra por. . . . .	7.500
Transportes por mar y tierra, derechos de aduana, seguro, comisiones, etc., 30 por 100 de la cantidad anterior (1). . . . .	2.250
Obra de fábrica necesaria para la modificación del desagüe é instalación del nuevo motor y montaje del mismo. . . . .	7.000
Indemnización por paralización del artefacto por ejecución de estas obras, tres meses sobre un producto anual de 20.000 pesetas. . . . .	5.000
<i>Importe total.</i> . . . . .	21.705

Considerando que esta valoración no peca de escasa la admitimos como avance para los fines del presupuesto.

#### EXPLANACIÓN

Las unidades de obra que figuran en el presupuesto de los trabajos de explanación son: La excavación de la caja del cauce, la excavación para cimientos de las obras de fábrica, la conducción de tierras á caballeros ó á terraplenes, el revestimiento con arcilla y la apertura de cunetas.

*Excavación en la caja del canal.*—La uniformidad del terreno hace innecesario clasificar las excavaciones, habiéndose tomado como tipo para deducir el precio correspondiente la tierra compacta.

La cava, incluso la herramienta, se valora en 0,50 pesetas, precio adoptado en la carretera de Valladolid á Ampudia, cuyas obras se han subastado recientemente y se añaden cinco céntimos por el refino de taludes, operación que ha de hacerse con esmero para que la caja reciba el revestimiento de hormigón.

(Se continuará)

---

(1) Por ser menor la partida á que afectan, fijamos estos gastos en 80 por 100 en vez del 20 por 100 que anteriormente se adoptó.

MADRID: 1891.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo