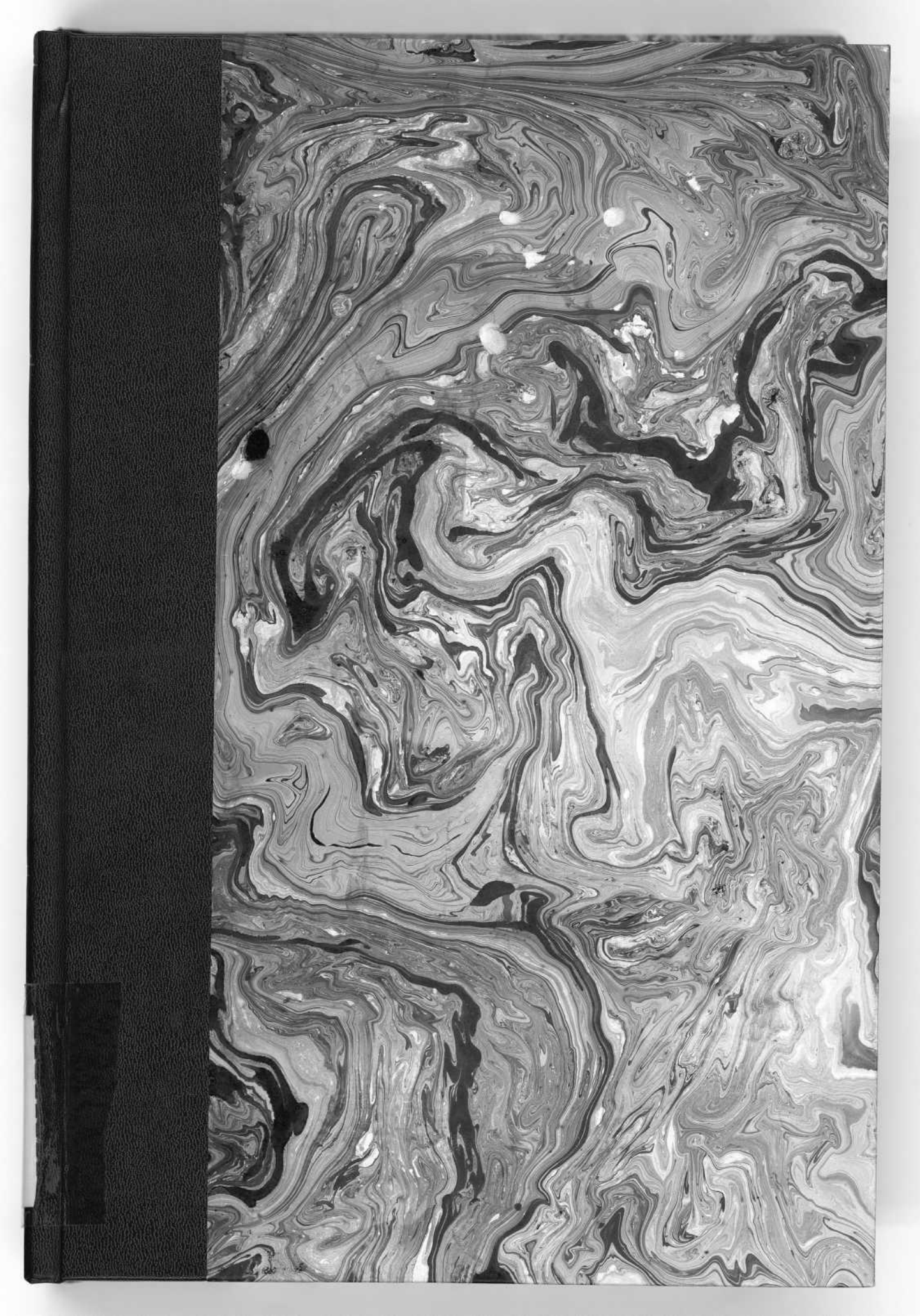


ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.

MEMORIAS Y DOCUMENTOS

REFERENTES

A LA CIENCIA DEL INGENIERO

Y AL ARTE DE LAS CONSTRUCCIONES.

(faltan los tomos 9º 10º y 11º)

TOMO DUODECIMO.

N-21-página 5

MADRID.
Establecimiento Tipográfico de los Sucesores de Rivadeneyra,
IMPRESORES DE LA REAL CASA.
Paseo de San Vicente, 20.
1884.

ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.

ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.

MEMORIAS Y DOCUMENTOS

REFERENTES

A LA CIENCIA DEL INGENIERO

Y AL ARTE DE LAS CONSTRUCCIONES.

TOMO DUODECIMO.

MADRID.
Establecimiento Tipográfico de los Sucesores de Rivadeneyra,
IMPRESORES DE LA REAL CASA.
Paseo de San Vicente, 20.
1884.

ANALES
DE
OBRAS PÚBLICAS.

Núm. 21.

PROYECTO DE CANAL DEL ORBIGO

(Benavente, provincia de Zamora)

REDACTADO POR EL INGENIERO JEFE DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS,

D. Miguel Martinez de Campos.

INTRODUCCION [1].

El valle del rio Órbigo, desde su confluencia con el Eria en el sierro de Mosteruelo ó estrecho de Manganeses hasta su desembocadura en la márgen derecha del Esla, tanto por la naturaleza de su suelo y por su clima, como por su situacion y las vías de comunicacion que lo enlazan directamente con Galicia, Astúrias y los principales mer-

(1) El estudio de este proyecto se hizo en el año 1874, pero quedó en suspenso la terminacion de una pequeña parte de los documentos que lo componen. Al ultimarlo ahora se ha revisado lo referente á la forma de la concesion, teniendo en cuenta las alteraciones que en la ley de Canales y Pantanos de riego de 20 de Febrero de 1870 ha introducido la moderna ley de Aguas de 13 de Junio de 1879.

cados de Castilla la Vieja, está en excelentes condiciones para la produccion agrícola.

Ademas del cultivo de cereales, hay en una pequeña extension el de huerta, ya utilizando una derivacion del rio Eria, ya elevando el agua con cigüeñales movidos á brazo: prados naturales y muchos frondosos plantíos de álamos, chopos, olmos y fresnos, dan al valle un aspecto muy diferente del de las abrasadas llanuras de Castilla.

No es aventurado, sin embargo, afirmar que pueden utilizarse mejor las favorables circunstancias de esta comarca, si se consigue trasformarla en vega sin excesivo dispendio, para desarrollar el cultivo del lino, introducido con muy buen éxito hace algunos años; para destinar mayor extension á prados permanentes y áun arbolado; para asegurar más las cosechas de cereales y para hacer posible en algunas zonas la aplicacion del sistema de cultivo intenso. Si á la vez se consigue establecer motores hidráulicos, y con su auxilio elaborar económicamente en la localidad sus principales productos, creando así la verdadera industria agrícola, el resultado sería en extremo beneficioso para la comarca y para quien acometiese la empresa.

Mas para lograrlo es preciso, ante todo, llevar á cabo un gran abastecimiento de agua, y es evidente que la única solucion razonable consiste en utilizar el caudal del Órbigo. Importa, pues, estudiar su aprovechamiento, que hasta ahora se ha reducido á regar unas 30 hectáreas y á mover dos molinos antiguos, que pertenecieron, como los montes inmediatos y la mayor parte de los terrenos del valle, al condado de Benavente, y que han pasado á ser propiedad del Sr. Conde de la Patilla, que pretende llevar á cabo la mejora. Esta última circunstancia facilita la solucion, evitando complicaciones de derecho, pues sólo se

intenta mejorar el actual aprovechamiento de aguas que desde tiempo inmemorial se disfrutan, y porque para realizar el pensamiento, si no en totalidad, en gran escala, no hay que tratar con terratenientes ni concederles que el coste del agua sea inferior á su valor.

Encargado por el Sr. Conde de la Patilla del estudio y redaccion del proyecto que ha de servir de base para obtener el correspondiente permiso de la Superioridad y de guía para la ejecucion de las obras, me ha parecido necesario formar préviamente un anteproyecto, cuyas conclusiones han sido el punto de partida del proyecto detallado. De uno y otro trato respectivamente en las dos primeras partes de la Memoria y siguientes, en las que describo y procuro justificar la solucion que propongo, y los procedimientos y condiciones de ejecucion, con cuantos detalles caben en trabajos de esta naturaleza, en los que siempre tiene que haber algo de hipotético y hay que prever muchas eventualidades ; en la tercera y última parte trato de la ejecucion y explotacion de las obras, y de las cláusulas de la concesion que se necesita.

Los planos, el pliego de condiciones y el presupuesto, en la forma acostumbrada, seguidos, como la Memoria, de un índice que facilita su exámen, completan el proyecto, y, segun está prevenido, acompaña á la solicitud de concesion la conformidad de la mayoría de regantes con el cánon propuesto para el usufructo de las aguas.

PARTE PRIMERA.

Anteproyecto.

CAPÍTULO PRIMERO.

DATOS.

Nace el rio Órbigo en las montañas de Leon, y desemboca en la márgen derecha del Esla despues de recorrer en direccion de N. N. O. á S. S. E. un trayecto de 120 kilómetros; su principal afluente es el Eria, cuyas aguas recibe en el sierro de Mosteruelo, á 14 kilómetros de distancia de la confluencia con el primero. Tributario tambien del Esla, y en la misma márgen que el Órbigo, desemboca inferiormente, á unos $6^k,5$, el rio Tera. (*Lámina* 1.ª)

Descripcion del terreno.

Configuracion y relieve.

La parte baja de la cuenca del Órbigo, desde su confluencia con el Eria, es una llanura, limitada al O. por cerros contínuos que se elevan de 30 á 40 metros y forman la divisoria del Tera, y circundada al E., excepto al final en una extension de $5^k,5$, por otro macizo de la misma elevacion próximamente, que la separa del Esla. Al extremo de esta segunda línea de alturas y sobre la prolongacion de la divisoria que desciende rápidamente hasta perderse en el llano, está situada la villa de Benavente, dando vista á ambos rios; á la derecha del Órbigo, agua abajo del Eria, se encuentran Manganeses, Santa Cristina, Santa Colomba y Arcos, y entre el Esla y el Tera, Milles.

El valle en esta zona, ó más bien entre Manganeses y Benavente, que es donde empieza á confundirse con el del Esla por la rápida depresion de su divisoria, tiene una longitud de siete kilómetros y una anchura media de 4 kilómetros, con la pendiente general de 0,0013: en el orígen del trozo á que me refiero, esto es, en la desembocadura del Eria, se reduce la anchura á 490 metros, formando el estrecho de Manganeses ó sierro de Mosteruelo, ya citado. El cauce del rio está más próximo á las laderas de la izquierda que á las de la derecha; es sumamente sinuoso, pero sus sinuosidades son de escasa amplitud y no alteran notablemente su distancia al eje del valle, que difiere poco de 700 metros; sus bordes ó partes laterales son irregulares, y en casi todo el trayecto están cortados verticalmente de resultas de desprendimientos. El fondo del lecho está, por término medio, á unos dos metros por debajo del llano; su anchura, que sólo en pequeña parte ocupa el estiaje, mide en muchos sitios hasta 350 metros, y en ningun paraje baja de 100 metros. Del álveo se derivan importantes ramificaciones ó cauces secundarios, como el Cárcabo y el rio Viejo en la márgen derecha, y en la izquierda otras áun más notables, que son el cauce de los molinos y el brazo viejo; hay, ademas, tambien en la márgen izquierda, una marcada depresion de bordes muy tendidos llamada Manga de la Tinaja, y otras várias de menor importancia. Aguas arriba del sierro vuelve á ensancharse el valle y aumenta la elevacion de las divisorias de la cuenca. El Órbigo y el Eria corren largo espacio separados no más que por una estrecha zona, que no pone obstáculo á la reunion de sus aguas en tiempo de crecidas, ni enfrente de Villabrázaro ni áun más arriba.

La extension superficial del valle, medida sobre el dibujo con auxilio del planímetro, es de 7.441 hectáreas, y se puede subdividir como indica el siguiente estado:

Márgen derecha.....	Términos de Milles.....	4.000	hectáreas (1)	3.695
	Arcos y Santa Colomba...			
	Cejinas, Velilla.....	1.053	»	
	Plantío y el Bosque.....			
	Término de Santa Cristina.	724	»	
	Requejo.....	446	»	
	Término de Manganeses..	172	»	
Márgen izquierda (2).	Montaña, Tamarales.....	149	»	1.046
	Términos de Benavente y Santa Cristina.....	420	»	
	La Vega de Requejo.....	216	»	
	Mostezuelo.....	84	»	
	Término de Manganeses..	117	»	

Bajo el punto de vista de su formacion y naturaleza debe clasificarse el terreno del valle del Órbigo como de aluvion moderno: está cortado por una estrecha derivacion del siluriano, que arranca de la division del Tera, á gran distancia aguas arriba; esta faja cruza el valle en el sierro algo oblícuamente; aparecen allí, al descubierto, en las laderas y cúspides de los cerros, crestones y masas de cuarcita compacta, en bancos concordantes casi verticales, y tambien cerca de la divisoria del Esla en sitios en que se explotan canteras para mampostería. El fondo del valle es de formacion fluvial, áun más reciente que las laderas, procedente en su mayor parte de la era torrencial de la corriente. La capa superficial, de unos $2^m,5$ de espesor, es de arcilla algo arenosa, y descansa sobre otra de gran potencia de arena, grava y cantos rodados; en algunos puntos, sin embargo, como en el puente de Santa Cristina, alternan, al parecer, capas de una y otra clase, lo que nada tiene de extraño atendidas las causas de su formacion. Falta la capa de arcilla en el lecho del rio, y en el sierro, en muy corta extension en el sentido de la corriente, no excede de unos $4^m,50$ el espesor del acarreo.

Obras construidas.

En el plano general puede verse la situacion de las obras establecidas en los lechos del Órbigo, de su afluente y de sus bra-

(1) Medicion hecha sobre el mapa de Coello.
(2) Comprende hasta la desembocadura del canal del Esla

zos secundarios. Hay en el Eria la presa de derivacion del caño del bosque, á poco más de un kilómetro de distancia del sierro, aguas arriba, y á 650 metros del mismo punto la del molino del Marqués de los Salados; despues de la confluencia se encuentran el puente de Manganeses, de estribos de fábrica y empalizadas y tramos de madera; la presa destruida en el orígen del cauce de los molinos, y el puente de fábrica de Santa Cristina para el paso de la carretera de Benavente á Mombuey; una presa, en buen estado, en la bifurcacion del cauce de los molinos y el brazo viejo, y sobre el primero, aguas abajo, el molino de Sorribas; un puente de madera, otro de fábrica y el molino de Ventosa. Surca la márgen derecha el caño del bosque y varios brazales; recorre parte de la izquierda el caño del jardin, derivado del cauce de los molinos; desemboca el canal del Esla en el saetin del último artefacto, y cruza el valle aquella carretera en terraplen bastante elevado, con várias obras de fábrica para el paso de las mangas y de los cauces de riego.

Datos que se han tomado.

Inútil me parece insistir más en la descripcion del relieve y configuracion del terreno; son su mejor complemento los planos, para cuyo levantamiento se ha empleado la brújula y la cadena, siguiendo líneas de operaciones que en junto miden $60^k,171$, no representadas todas en los dibujos para evitar confusion. Se ha verificado la nivelacion á lo largo de las mismas líneas con nivel de precision, miras parlantes y á tiradas cortas en $38^k,387$, y en el resto con mira de tablilla, á tiradas largas, instalando el instrumento en el centro de cada tirada; se han tomado tambien gran número de perfiles trasversales de la línea principal de operaciones, de la manga de Mosteruela y del cauce de los molinos, que me ha parecido inútil reproducir en los dibujos, aunque los he tenido presentes al redactar el proyecto. Finalmente, he utilizado tambien para dibujar el plano general, los planos detallados de las fincas del Sr. Conde de la Patilla, levantados por el agrimensor D. José Aranda.

Calicatas abiertas en diferentes puntos del valle, tentativas de sondeo en el álveo del rio, la hinca de tres estacas en el mis-

mo, la apertura de un pozo de exploracion y las noticias sobre la cimentacion del puente de Santa Cristina y del proyectado en Benavente, y sobre la construccion de pozos de noria, son, ademas del reconocimiento superficial, los datos en que se funda la reseña geológica.

Régimen del Órbigo.

Ordinariamente se mantiene el rio en aguas bajas desde Junio hasta mediados ó fin de Octubre, con pequeñas variaciones en su caudal, que suele llegar al mínimo valor, ó sea al estiaje, á mediados ó fin de Setiembre. Desde fin de Octubre hasta Junio permanece frecuentemente el nivel poco más elevado que el de aguas bajas de verano, y se explica este hecho atendiendo á que por la forma y dimensiones del álveo un pequeño incremento de altura basta para la evacuacion de un notable aumento de caudal. Hay, sin embargo, crecidas considerables al final del otoño y áun en el invierno, y mayores todavía al principio de la primavera. Al derretirse las nieves de la parte elevada de la cuenca por las copiosas lluvias de la estacion, cuando desborda de su cauce en los sitios en que las márgenes están más deprimidas, inunda gran parte del valle, corre por los brazos secundarios, abandonados en el verano, y por las mangas, y alcanza así hasta puntos á los que directamente no llegaria, estableciéndose corrientes trasversales que, áun en el período ascendente de la crecida, están dirigidas hácia el eje hidráulico. La subida de las aguas es casi repentina, y no muy duradera la submersion de los terrenos, hecha excepcion de algunos pasajes más deprimidos que las orillas del rio.

Caudal en las diversas épocas.

No hay observaciones que den á conocer el módulo del Órbigo ni tampoco su caudal en las crecidas, que me parece ha de exceder de 700 metros, áun ántes de desbordar, á juzgar por la pendiente longitudinal y por el área de la seccion mojada en el perfil trasversal del lecho.

Se han hecho cuidadosamente dos aforos con flotadores para determinar el caudal en aguas bajas de verano: el primero, practicado en el sierro el dia 24 de Julio de 1874, dió por resultado la cifra de $6^{m^3},910$ para el Órbigo, ántes de su confluencia

con el Eria, y para esta última corriente la de $1^{m3},716$; pero es de advertir que estaba algo crecida la segunda por efecto de pequeñas lluvias que habian descargado en la parte alta de su cuenca, que el caño del bosque le devolvia casi todas sus aguas ántes del sitio donde se verificaba la operacion, y que funcionaba el molino del Marqués de los Salados despues de haber mantenido cerrado su embalse durante algun tiempo, así es que en realidad no se puede deducir de estos datos el verdadero valor del caudal de aguas bajas en la confluencia; fijando por apreciacion en $0^{m3},390$ (en vez de $1^{m3},716$) la parte correspondiente al Eria, se tendrá para el total la cifra de $7^{m3},300$ en aquel dia. El segundo aforo se practicó, dos dias despues, en las inmediaciones del vado de Santiago, aguas abajo del puente de Santa Cristina, estando represado el Eria, y dió $6^{m3},699$, es decir, probablemente $0^{m3},601$ ménos que en el sierro, despues de la confluencia, y con toda certeza $0^{m3},211$ ménos que ántes de la confluencia.

Esta diferencia, bastante notable, confirma las deducciones que respecto á la configuracion del subsuelo se desprenden de la descripcion de la naturaleza del terreno: en extremo permeable y de gran anchura y espesor la capa inferior del aluvion en todo el valle, su seccion, y por tanto su potencia de conduccion y evacuacion, están reducidas (así en sentido horizontal como en el vertical) en su encuentro con la faja de cuarcita; y aunque el obstáculo ocupe poco espacio en el sentido de la corriente subterránea, originaria, á ser posible, un remanso subterráneo y un aumento de pérdida de carga; pero como la superficie de aquella corriente coincide con la del macizo en parte de la anchura, y la pendiente ó carga disponible es invariable en dicha parte, el aumento de resistencia ha de ser compensado parcialmente, en este corto trayecto, por una disminucion del caudal que circula entre los huecos del macizo permeable, ó, dicho más brevemente, la reduccion de seccion hace rebosar y correr por la superficie parte del agua que de otro modo correria oculta entre el aluvion, y que á corta distancia, hácia abajo, vuelve á filtrarse.

La extension de la cuenca del Órbigo y su sistema natural de alimentacion, á juzgar por la situacion de su orígen, inducen á presumir que su caudal es próximamente el mismo todos los años en Junio, Julio, Agosto y Octubre, que se reduce algo en Setiembre y que es mayor en el resto del año. Los aforos practicados dan, pues, á conocer con suficiente aproximacion este caudal de aguas bajas ordinarias; mas la prudencia aconseja rebajar algun tanto los resultados obtenidos. En mi concepto, si no se cuenta más que con 5^{m3},000 en el sierro despues de la confluencia con el Eria, se habrán apreciado con suficiente y áun excesiva holgura todas las eventualidades desfavorables, incluso el aumento del caudal subterráneo que, á expensas del superficial y por el aumento de carga, produciria el establecimiento de una presa de regular altura, cuyo cimiento fuese permeable; y sólo dejaria de cubrirse la dotacion en algun verano completamente excepcional. En algunos años, no en todos, hay un verdadero estiaje en Setiembre y el caudal llega entónces á ser menor que el de aguas bajas ordinarias de verano. No ha sido posible aforarlo directamente, por no haberse realizado este caso al tomar los datos para el proyecto; mas las indicaciones suministradas en la localidad respecto á la anchura mínima á que se ha visto quedar reducida la corriente en el sierro, y el cálculo del correspondiente gasto (teniendo en cuenta el perfil trasversal y la pendiente del cauce), permiten asignar al caudal mínimo de estiaje en Setiembre un valor que no baja de 3^{m3},500 en el sierro: hay años en que se mantiene el caudal de Agosto, y otros en los que se disminuye poco durante el mes de Setiembre, pero rara vez desciende hasta el expresado límite de 3^{m3},500, pudiendo considerarse como verdaderamente extraordinario el año en que fuese menor todavía. Los aforos oficiales practicados en 1869 á 150 metros ántes de la confluencia del Órbigo con el Esla, dieron 0^{m3},410 el 19 de Agosto, 6,396 en Octubre, 5,237 en Noviembre y 5,661 en Diciembre. Estos guarismos no concuerdan con los del precedente estudio del régimen del rio; pero sin poner en duda la exactitud de los datos oficiales, puede explicarse

satisfactoriamente la discrepancia. En aquella época funcionaba la presa, hoy arruinada, del cauce de los molinos, por el cual se derivaba todo el caudal en el verano, y á pesar de esto, los artefactos trabajaban por esclusadas ó á restaño, almacenándose el agua durante las paradas en aquel ancho y dilatado cauce: es muy verosímil que el aforo del 19 de Agosto de 1869 se hiciese estando cerradas las compuertas de los molinos, y su resultado debió ser un número insignificante. Otra circunstancia explica que á 13 kilómetros aguas abajo de Manganeses se haya observado un caudal mucho mejor que en el sierro: cerca de la confluencia con el Esla aumenta extraordinariamente la anchura, y por consiguiente la potencia de conduccion del macizo permeable; de suerte que, excepto en tiempo de crecida, una gran parte ó casi la totalidad del caudal superficial del Órbigo pasa en este sitio á mezclarse con la corriente subterránea. Y es de advertir que no solamente aumenta la anchura del macizo sino que su permeabilidad llega á ser muy grande, como lo confirma el hecho de que en dos aforos oficiales del Esla, practicados en igual fecha, uno á 200 metros por encima de la confluencia, y otro á 1.500 metros por debajo, dió el segundo $0^{m3},442$ ménos que el primero. Finalmente, los aforos oficiales de rios de cuenca ménos importante que la del Órbigo y que afluyendo á la márgen derecha del Duero se encuentran en parecidas condiciones de alimentacion, confirman, en cierto modo, los resultados de los aforos de Julio de 1874.

Corriente subterránea.

Sería por demas aventurado, por falta de datos, evaluar el caudal subterráneo; su reduccion en el estrechamiento es un indicio que bastaria para un cálculo medianamente aproximado, si fuesen conocidos el perfil longitudinal del subsuelo impermeable y trasversales del manto de agua, referidos al mismo plano de comparacion que el del lecho. Me limito, por esto, á consignar que la reduccion ó alumbramiento de $0^{m3},601$ por consecuencia de un estrechamiento que probablemente es de poca longitud en el sentido de la corriente, y la gran permeabilidad (mucho mayor que en el resto del valle), que puso en evidencia la apertura del pozo

de exploracion, inclinan á suponer la existencia de un caudal subterráneo que áun en el sierro es comparable con el del estiaje: en efecto, aunque el banco de cuarcita reduce notablemente la seccion del macizo de grava y arena, no disminuye en igual proporcion su potencia de conduccion en este sitio, pues no sólo es mayor la permeabilidad, sino que tambien es notablemente mayor la pendiente media de las líneas de carga que corresponden á los diferentes trozos del perfil trasversal, porque si bien evidentemente no se altera aquella pendiente en los trozos recubiertos por la corriente superficial, en los demas se forma remanso subterráneo, tanto más pronunciado cuanto más distantes están de los primeros; hay, pues, en ellos un aumento de carga disponible y un notable aumento de pendiente de la línea de carga, toda vez que es pequeña la longitud del estrechamiento (medida en el sentido del movimiento). Así, pues, si, por ejemplo, la seccion trasversal en el estrechamiento (2.200 metros cuadrados) es $^1/_{20}$ de la ordinaria del macizo permeable, si su permeabilidad es vez y media la general, y si la pendiente de 0,0013 se hace por término medio diez veces mayor, la velocidad quedaria multiplicada por 15, la potencia de conduccion de $^{25}/_{100}$, y el caudal subterráneo en el sierro sería triple del de $0^{m3},601$; y es de advertir que para aquel aumento de pendiente bastaria un remanso medio de $0^m,23$, si la longitud del estrechamiento no excediera de 20 metros. Sólo á título de indicacion presento este ejemplo numérico, que, en mi opinion, basta para confirmar las probabilidades de que en el sierro, á pesar del alumbramiento natural de $0^{m3},601$, queda todavía circulando entre el aluvion un caudal importante, que es constante todo el año, miéntras subsista la corriente superficial aunque ésta sufra grandes reducciones.

Régimen del cauce.

La superficie del lecho del Órbigo es, segun ya he indicado, de arena, grava y cantos rodados, con márgenes de arcilla arenosa, procediendo estos materiales de la parte superior de la cuenca; la pendiente y caudal máximo de la corriente son grandes, de suerte que constantemente se producen corrosiones y desprendimientos en las orillas, y trasporte irregular de mate-

rias en el fondo. El álveo no ha llegado al estado de régimen; es comparable el rio á un torrente al final del primer período ó al principio del segundo de los descritos por Surell, y hasta se puede señalar, con bastantes visos de certidumbre, la serie de posiciones que ha ocupado el lecho en tiempos relativamente modernos. No ofrece duda que, si no todo el rio, al ménos uno de sus principales brazos ha ocupado la línea cauce de los molinos, brazo viéjo, y que en la misma época se desprendia de él otro brazo, sobre el cual se establecieron los dos artefactos y el puente de piedra que hay á la entrada de Benavente. Obstruido el fondo del último brazo, ya paulatinamente, ya en una ó más crecidas, para continuar el aprovechamiento fué preciso construir la gran presa que hay en su orígen y rebajar el fondo, como lo atestiguan los caballeros de depósito que hay en el trozo inmediato á aquella obra. Con el trascurso del tiempo, no correspondiendo á la afluencia de acarreos la potencia de evacuacion, se elevó gradualmente el fondo en la línea citada y dejó de ser cauce de estiaje, por lo cual fué menester construir otra presa en la boca de la ramificacion. Poco conveniente su situacion y mal trazada la obra, se elevó el fondo aguas arriba, y la corriente contorneó el estribo de la márgen izquierda, inutilizó repetidas veces la construccion y elevó tambien el lecho del brazo secundario en la inmediacion de la toma, no pudiendo hoy recibir agua más que cuando el rio está crecido.

En resúmen, formado el valle por aluviones de la era torrencial, al cesar ésta se ha abierto su cauce la corriente, y lo ha profundizado, en sus mismas deyecciones, conservando todavía, aunque amenguadas, algunas de sus primitivas condiciones; no ha llegado al estado de régimen, pues no hay equilibrio entre la pendiente y la resistencia del fondo (segun la expresion de Guglielmini), ó entre la afluencia de acarreos y la potencia para evacuarlos; á consecuencia de esto se producen, se desarrollan y desaparecen notables desviaciones y bifurcaciones; á esta variabilidad contribuyen tambien la erosion de las orillas por la accion del tiempo y de las crecidas; las mangas, las derivaciones

espontáneas á que pueden dar lugar los desbordamientos y la poca cohesion de la superficie del valle.

CAPÍTULO II.

ESTUDIO GENERAL DEL APROVECHAMIENTO Y DE LAS OBRAS.

Aprovechamiento exitente.

Segun queda dicho al describir el régimen del rio, de resultas de haberse destruido la presa situada en el orígen del cauce de los molinos y de la consecutiva elevacion del fondo en este punto, no funciona la toma durante el estiaje ni áun en aguas bajas ordinarias, y queda suspendido el aprovechamiento; cuando la altura es suficiente para que corra el agua por la derivacion (así como en las diferentes épocas en que se han cerrado las brechas ó boquetes abiertos en la presa á consecuencia de socavaciones), se puede regar la Montaña y la Huerta adyacente, y áun algo de Tamarales, en la extension total de unas 30 hectáreas, alimentadas por el caño del jardin. En los molinos de Sorribas y Ventosa trabajan simultáneamente los ocho pares de piedras que respectivamente tienen, cuando empieza á derramarse el agua por los aliviadores del arroyo de la fuente, del caño de los pisones, etc.; las ruedas hidráulicas de estos artefactos son muy toscas y mal instaladas, y seguramente no trasmiten el 0,25 del trabajo motor del agua. En la márgen derecha se utilizan las aguas del Eria, conducidas por el caño del bosque, en el riego, por tandas, de algunas huertas de Manganeses y Santa Cristina, y de terrenos del *bosque*, plantío y cejinas, y poco ántes del sierro este rio pone en movimiento (con frecuentes interrupciones, pues hay que trabajar por represadas) un molino del señor Marqués de los Salados. Finalmente, cigüeñales y norias elevan el agua de la corriente subterránea, y áun la de los cauces descubiertos, con destino al riego de huertas. Á esto se reduce en la actualided el aprovechamiento, y basta la lectura del capítulo

anterior y de la introduccion para comprender que pueda mejorarse notablemente.

Programa del nuevo aprovechamiento.

Es, en efecto, evidente que puede aumentarse muchísimo la extension regada y la fuerza motriz disponible, y que no hay ninguna dificultad en abastecer de aguas á Benavente y en establecer en los montes abrevaderos para el ganado.

Enumeracion y órden de preferencia de los aprovechamientos posibles.

Al tratar de asignar el caudal disponible para riegos hay que resolver una cuestion prévia, que es quizá la capital en esta parte del estudio Si hay otros aprovechamientos posibles que impidan dedicar al riego una fraccion del caudal, ¿cuál ha de ser el órden de preferencia? Debe fijarse en vista de las respectivas utilidades y teniendo en cuenta que el consumo de agua en riegos no es abundante más que durante cuatro ó cinco meses. Como la comparacion es innecesaria miéntras se trate de pequeños volúmenes, no ofrece duda la conveniencia del abastecimiento de Benavente y de la instalacion de abrevaderos para el ganado en los montes de Mosteruelos, Requejo, Cervilla, etc., siempre que la elevacion mecánica del agua no sea muy costosa: para el primero será suficiente dotacion la de $0^{m3},002$, que equivale á 172.800 litros diarios, ó sean 34 litros por habitante, y para la segunda, á pesar de las pérdidas por evaporacion, bastarán $0^{m3},003$, convenientemente distribuidos, para 10.000 reses lanares ó su equivalente en otra clase de ganado.

No se encuentra en el mismo caso la alimentacion de los molinos de Sorribas y Ventosa, de cuyos saetines no se puede derivar ningun reguero; ciertamente es favorable su situacion, inmediata á la villa, é instalando mejores receptores es posible triplicar su fuerza motriz, áun sin variar ninguna de sus demas circunstancias; pero como la fabricacion á que están destinados no es de un género tal que cualquier interrupcion origine graves daños, casi no sufre por las huelgas más perjuicio que el de ser menor la cantidad elaborada durante el año: una vez hechas las obras de toma y conduccion, el valor que deberia asignarse al agua en la cuenta de fabricacion no sería invariable y proporcionado al coste, sino que dependeria esencialmente de la impor-

tancia de los demas usos en que pudiera emplearse, de suerte que en realidad, miéntras en el área regable haya terrenos de secano, cuyos propietarios pretendan regar, ó cereales de regadío que se desee convertir en prados permanentes ó huertas, la molienda en verano representará un gasto mayor que en invierno, y si se intentase sustituir á la elaboracion de harinas otra industria que exigiese disponer constantemente de la fuerza motriz, deberia establecerse la fábrica, ó por lo ménos un receptor suplementario, en los saltos del trayecto de los canales por donde haya de circular el agua destinada al riego. De estos razonamientos se deduce, en resúmen: 1.°, que el caudal disponible para riegos es todo el que en la correspondiente estacion tenga el Órbigo en el punto de toma, aumentado en el que se pueda alumbrar, segregando únicamente el insignificante volúmen de cinco litros por segundo para fuentes en Benavente y abrevaderos en los montes; 2.°, que puede contarse con la parte que no se utilice de aquel caudal, así como con el total del rio en la época en que no se den riegos, para la alimentacion exclusiva de los molinos de Sorribas y Ventosa; 3.°, que se podrán instalar nuevos artefactos en los saltos de agua que resulten en los canales de conduccion.

Hay, pues, disponible para riegos un caudal que no baja de 5^{m3},000 más que en Setiembre, en cuya época puede llegar á reducirse á 3^{m3},500, y ademas todo el caudal subterráneo que pasa por el sierro, si es racionalmente posible alumbrarlo é introducirlo en los canales de conduccion. Con esta dotacion variable hay lo necesario para regar una superficie cuya área dependa de la extension relativa de las circunstancias locales, y ademas en muchos dias quedará forzosamente un sobrante, porque es variable la dotacion y es tambien variable el consumo; en otros términos, suponiendo disponible para el riego todo el caudal, la mayor extension que pueda regarse convenientemente es la que, segun las circunstancias locales y la proporcion de los diversos cultivos, haga iguales en algun dia la dotacion y el consumo, y no dé nunca lugar á que el segundo sea mayor que la primera.

Consumo medio por hectárea regada.

Ordinariamente no se hace así el cálculo: suele prescindirse de que el consumo no es el mismo todos los dias de la temporada de riegos cuando hay variedad de cultivos, y si, por ejemplo, han de regarse huertas y cereales, se supone un consumo constante igual á la suma de los que necesitan las dos clases de cultivo, teniendo en cuenta su respectiva extension y como si fuese la misma la temporada de riegos de ambas, y dividiendo aquel valor constante por la extension superficial se obtiene lo que se llama consumo medio por hectárea, expresado en litros por segundo. Es evidente, sin embargo, que en este ejemplo se necesitará más agua á principios de Junio que en Agosto, y que si se divide el caudal consumido en cada época por la extension total de la zona regable, resultará en el primer período un valor mayor que en el segundo. El consumo medio por hectárea, lo mismo que el consumo total es, pues, variable dentro de la temporada de riegos cuando hay variedad de cultivos, é importa determinar la ley de su variacion en vez de hallar sólo su valor máximo.

No sé fijar con seguridad *à priori* este valor máximo del consumo medio por hectárea, ni mucho ménos la ley de variacion á que me he referido; influyen en aquel tantas y tan diversas circunstancias, que cuantas consideraciones suelen hacerse en esta materia son inútiles ó desprovistas de fundamento, y aunque así no fuese tratándose de un cultivo determinado, cuando ha de haber várias clases de cultivos y se ignora la extension proporcional ó relativa que cada uno de ellos alcanzará, cualquier guarismo que se adopte como término medio es completamente arbitrario. El de $0^{l},50$ que ordinariamente se ha tomado como tipo en España, en los proyectos de estos últimos veinticinco años, inferior al que se deduce de la observacion de los riegos en las provincias de Levante, me parece insuficiente en general y en el caso particular en que me ocupo. Por todos conceptos es perjudicial emplear mucha más agua de la necesaria; pero una dotacion escasa es casi siempre completamente ineficaz y perdida: únicamente la observacion *à posteriori* da la medida

de lo conveniente, é ínterin no es conocida, al redactar un proyecto se ha de procurar no quedarse corto en las evaluaciones alzadas y en la apreciacion de lo que sea desfavorable. Guiado por este criterio, he tomado como datos elementales los que consigno en las columnas segunda, tercera y cuarta del siguiente cuadro, deduciendo de ellas los guarismos de la quinta columna:

CLASE DE CULTIVO.	EPOCA DE RIEGO.	Número de riegos.	Volúmen de cada riego. *Mét. cúb.*	Volúmen continuo por 1″. *Litros.*
Huerta, alfalfa y linares.	15 Abril á 15 Octubre.....	36	800	1,85
	15 Octubre á 15 Abril.....	12	800	0,62
Prados y árbolados.....	1.° Mayo á 1.° Octubre....	15	800	0,93
Zanahorias.....	Agosto y Setiembre.....	6	800	0,93
	Octubre y Noviembre.....	2	800	0,31
Maíz.....	1.° Junio á 1.° Octubre....	8	1.200	0,93
Cáñamo.....	1.° Abril á 1.° Agosto.....	4	1.200	0,46
Cereales.....	15 Marzo á 15 Junio.....	3	1.200	0,46
	Octubre.....	1	1.200	0,46
Viñas.....	Julio á 1.° Octubre.....	3	1.200	0,46

En estos valores, que se refieren á la hectárea, se incluyen las pérdidas por absorcion, evaporacion y filtracion en los últimos brazales de distribucion, que próximamente son proporcionales á los volúmenes utilizados y que he supuesto del $^{20}/_{100}$ de los consumidos. Las diferencias que, segun la clase de cultivo, hay entre los volúmenes necesarios para su riego son debidas á que tambien hay diferencias entre los correspondientes intervalos de riego á riego, y á que no es el mismo en todos los cultivos el esmero en la preparacion del terreno. Conviene advertir que los guarismos consignados se han exagerado por exceso, para tener en cuenta que en un largo período será muy imperfecta la práctica de los riegos, cuando por el desarrollo sucesivo del cultivo de regadío el consumo por unidad sea el estrictamente necesario,

podrá rebajarse el $^{25}/_{100}$ de las dotaciones asignadas en el cuadro: en otros términos se podrá aumentar en $^{1}/_{3}$ la extension regada de cada clase, si hay terreno disponible, ó convertir en huerta, por ejemplo, parte del terreno destinado á cereales.

Del cuadro anterior se podria deducir la ley de variacion del consumo medio por hectárea si se conociese la *proporcion* de las diferentes clases de cultivo; para facilitar esta aplicacion, en el cuadro siguiente se coordinan los datos y resultados en otra forma; los números entre paréntesis son los volúmenes contínuos en litros por 1″ y hectárea.

EPOCAS.	CULTIVOS.
15 de Noviembre á 15 Marzo.	Huertas (0,62).
15 de Marzo á 1.° Abril.....	Huertas (0,62).—Cereales (0,46).
1.° Abril á 15 de Abril.....	Huertas (0,62).—Cáñamo (0, 46).
15 Abril á 1.° de Mayo.....	Huertas (1,85).—Cereales (0,46).
Mayo.....	Huertas (1,85).—Prados (0,93). Cáñamo y cereales.—(0,46).
Junio.....	Huertas (1,85).—Prados y maíz (0,93). —Cáñamo (0,93).
Julio.....	Huerta 1,85).—Prados y maíz (0,93).— Cáñamo y viñas (0,46).
Agosto y Settiembre.....	Huertas (1,85).—Zanahorias y maíz (0,93) —Viñas (0,46).
1.° Obtubre á 15 Noviembre..	Huertas (1,85). — Zanahorias (0,31).— Cereales (0,46)
15 Octubre á 15 Noviembre..	Huertas (0,62).—Zanahorias (0,31)

Multiplicados los números entre paréntesis por las correspondientes extensiones superficiales, sumando los productos y dividiéndolos por la suma de las extensiones, se obtendria la ley de variacion del consumo medio por hectárea: en rigor habria que añadir las pérdidas por evaporacion y filtracion en los canales ó acequias de conduccion y en los brazales de distribucion de 1.° y 2.° órden; pero es preferible descontarles del caudal disponible, porque así es más fácil la determinacion de la extension regable.

Estas pérdidas no dependen del caudal que circula por aquellos canales, sino de la longitud y anchura de los mismos y de las circunstancias ó condiciones del terreno, y pueden evaluarse en unos $0^{m3},300$ por $1''$: al comenzar la explotacion serán mucho mayores, pero entónces será pequeña la extension que se cultive de regadío, y á medida que vayan desarrollándose los riegos, las obras de consolidacion y restañamiento disminuirán la importancia de las filtraciones, y mucho ántes de que haya llegado á su límite aquel desarrollo, se habrán reducido las pérdidas á un volúmen que no pasará de los $0^{m},300$. Así, pues, el caudal superficial realmente disponible en el sierro (que por razones que despues se expondrán, es el punto en que conviene situar la toma de aguas), descontadas estas pérdidas, es, cuando ménos, de $3^{m3},200$ en Setiembre, de $4^{m3},700$ en Julio, Agosto y Octubre, y mayor en el resto del año.

Extension que puede regarse con el caudal disponible.

El consumo medio por hectárea en cada una de estas épocas dependerá de la extension proporcional de cada clase de cultivo; dividiendo los valores correlativos del caudal y del consumo se obtendrá el número de hectáreas que en cada época pueden regarse, y tomando el número correspondiente á la época más desfavorable, y multiplicándole por las fracciones que expresan la proporcion de los diferentes cultivos, resultará la extension posible de cada uno de estos datos de la proporcion dada. ¿Qué proporcion será ésta? No es posible saberlo fijamente. ¿Cuál sería la más favorable, la que diera mayor utilidad para los cultivadores? Indudablemente la que permitiera regar mayor extension de huerta, linares y alfalfa. Pero como estos cultivos exigen muchos desembolsos iniciales y gran capital de explotacion, como el riego de cereales y del cáñamo deja de ser necesario, precisamente en los meses de escasez de aguas, y como no se presta la localidad al cultivo en gran escala del viñedo de regadío, la proporcion que permita emplear mayor caudal al cabo de la temporada y con mayor utilidad media por unidad de volúmen, será próximamente la de 1 para el conjunto de huertas, linares y alfalfa, y 1,5 para los prados, arbolado, zanahorias y

maíz, dejando para cereales y cáñamo todo lo que permita la diferencia entre el caudal de los meses de Abril y Julio y el de Setiembre.

No contando con el aprovechamiento de las aguas subterráneas, se puede disponer en Setiembre de 3,500—0,300=3^{m3},200 contínuos por 1″, y en otros meses, de 5,000—0,300=4^{m3},700, ó sea de 1,500 más que en aquél. Por consiguiente, podrán regarse 987 hectáreas de huerta, 1.430 de prados y 3.263 de cereales, ó sea en total y en números redondos 5.600 hectáreas; y la proporcion de las tres clases de cultivo estará expresada por las fracciones 0,17, 0,26 y 0,57, ó sea aproximadamente por las $^2/_{12}$, $^3/_{12}$ y $^7/_{12}$, cuyas dos primeras guardan efectivamente entre sí la relacion de 1 á 1,5.

Las 2.400 hectáreas del conjunto de las dos primeras clases de cultivo se reducirian ó aumentarian segun que se diese mayor preponderancia á las huertas ó á los prados, pero no por esto se alteraria la extension posible de la tercera clase: el cultivo de viñas disminuiria aquel conjunto, aumentándose tres hectáreas de viñedo por cada hectárea suprimida en el grupo de los primeros cultivos.

El consumo medio por hectárea regada en cada época, prescindiendo sólo de las pérdidas en los canales de conduccion, resulta de 1^1,30 en Agosto y Setiembre, de 0,84 en Mayo, Junio y Julio, algo ménos en Octubre y menor áun en el resto del año; sin embargo, en Junio y Julio sería el mismo que en Setiembre si no se cultivase el cáñamo. En Agosto habria un sobrante de 1^{m3},500 quizás menor en Octubre y áun en Mayo, y mucho mayor en el resto del año, y si no se cultivase el cáñamo, en Junio y Julio habria próximamente el mismo sobrante.

Cuando por el desarrollo y perfeccionamiento de los riegos se llegase á economizar el agua todo lo posible y aprovechar las escorrentías, las extensiones ya indicadas podrian aumentarse en $^1/_3$ si hubiese más terreno disponible; de lo contrario (y en efecto, no lo hay como despues se dirá), se podria aumentar la proporcion de huertas á expensas de los prados, y áun la de és-

tos á expensas de los cereales. Análogo resultado se obtendria si se lograse recoger el caudal subterráneo en el sierro, operacion que ademas de esta ventaja, cuyas consecuencias no serian tan remotas como las del perfeccionamiento de los riegos, aseguraria la dotacion de la toma contra la eventualidad, poco probable, de los estiajes excepcionales.

Demarcacion de la zona regable.

De las dos partes en que divide al llano el rio, la más extensa es la de la márgen derecha que termina en el Esla y al pié de los cerros de Socastros; la de la márgen izquierda, bajo el punto de vista de nuevos aprovechamientos, debe considerarse como terminada en el canal del Esla. Comenzando en una y otra desde el extremo inferior, es fácil marcar el límite de una zona en la que quepan las 5.600 hectáreas que pueden regarse con el caudal disponible, pero sería necesario reducir aquella zona y hacer retroceder su límite, si las circunstancias aconsejasen situar el orígen de la derivacion á una altura insuficiente para llevar las aguas á los puntos más elevados del perímetro demarcado. Si por el contrario, la altura del orígen ó toma resultase mayor que la conveniente para la conduccion ó canalizacion, el exceso daria lugar á uno ó más saltos aprovechables para el establecimiento de artefactos. Esto no significa que en absoluto sea inconveniente beneficiar en la misma forma terrenos más elevados, destinando á tal objeto, como medio auxiliar, parte de la fuerza motriz disponible; mas para que así suceda, es menester que no tengan más útil aplicacion ni el agua ni el trabajo mecánico que hubiera de consumirse en este servicio.

Siguiendo la marcha indicada y consultando el estado detallado de la medicion de la superficie del valle, se ve que el límite buscado coincide aproximadamente con la valla ó lindero setentrional de la dehesa del Requejo y de la Vega. En efecto, hasta esta línea mide el valle 6.233 hectáreas á la derecha y 785 á la izquierda, de las cuales hay que rebajar las ocupadas por cauces, caminos y edificios, las que se surten del caño del bosque, las que, por dificultades de distribucion ó condiciones especiales del terreno y cultivo establecido, convenga dejar de secano, y por

último, las que por desconocimiento del propio interes, falta de capitales, litigios pendientes, etc., no entran en un largo plazo á disfrutar de la mejoría, aunque de ella pudieran reportar beneficio sus dueños.

He hecho prudencialmente la reduccion en vista de las circunstancias de cada trozo, como indica el siguiente estado:

		Área efectiva. — *Hectárs.*	Área reducida. — *Hectárs.*			Área efectiva. — *Hectárs.*	Área reducida. — *Hectárs.*
Márgen derecha.	Términos de Millas, Arcos y Santa Colomba.....	4.000	3.200	Margen izquierda.	Montaña y Tamarales.....	149	130
	Cejina, Velilla, el Plantío y el Bosque.....	1.053	900		Términos de Benavente y Santa Cristina.	420	320
	Término de Santa Cristina.....	724	450		La Vega de Requejos.	216	200
	Requejo.....	446	400				
	TOTALES.....	6.223	4.950		.....	785	650
De cuyos totales pertenecen al Sr. Conde de Patilla.....		1.499	1.300		.....	365	300

Totales de ambas márgenes: área efectiva = 7.008; área reducida = 5600.

Pertenecientes al Sr. Conde de Patilla: área efectiva = 1.864; área reducida = 1.600

De otros propietarios: área efectiva = 5.144; área reducida = 4.000.

Desde el límite en cuestion hasta el sierro, la superficie del valle mide 172 hectáreas en la márgen derecha, y 261 en la izquierda; de las cuales, en caso necesario, podria contarse respectivamente con unas 70 y 200 si su altura permite abastecerlas.

Son algo inciertos los resultados de la precedente discusion,

pues se fundan en tres apreciaciones: la del caudal disponible, la del consumo medio por hectárea y la del número de hectáreas disponible en una extension dada; podrán ser erróneas, é importa darse cuenta de la trascendencia de los errores posibles; mas ántes de entrar en su exámen conviene, por la estrecha relacion que hay entre el plan de aprovechamiento y las obras por cuyo medio se realice, hacer un primer estudio del abastecimiento de aguas.

Programa de las obras.

Hay que derivar todo el caudal de aguas bajas y distribuirlo por una y otra márgen: es, pues, de todo punto indispensable establecer una presa y dos acequias ó canales; la situacion, altura y vanos de aquélla, el trazado general, pendiente y seccion de éstos son los principales elementos que es menester fijar ahora.

Situacion de la toma.

Ni en el valle de Benavente ni en una gran extension agua arriba de Manganeses, hay sitio más á propósito que el sierro para establecer la presa, asentándola sobre la faja, relativamente estrecha, de cuarcita que cruza de una á otra ladera ántes de la confluencia con el Eria. Alejándose en direccion á Villabrázaro aumentaria extraordinariamente la longitud de la obra, porque es muy deprimida la zona que separa los lechos del Órbigo y de su afluente, y se tendria que luchar, ademas, con dificultades parecidas á las que llevaria consigo la eleccion de emplazamiento en sitio más bajo, que provienen de la inestabilidad del cauce, del régimen torrencial de la corriente y del gran espesor de la capa de aluvion. Es indispensable, para fijar el álveo, enlazar los estribos y las laderas con malecones insumergibles, que si fuesen de gran longitud, como sucederia ya enfrente de Manganeses, ademas de ser muy costosos, tendrian el grave inconveniente de obstruir mucho desagüe de las grandes crecidas. La movilidad, espesor y permeabilidad del terreno de acarreo dificultarian notablemente la construccion y obligarian á tomar precauciones especiales, siempre costosas y muchas veces de dudoso éxito; no es esto decir que en el sierro sea fácil la cimentacion, ni que de resultas de la hinca de estacas y de la

apertura del pozo de exploracion se haya adquirido la seguridad de encontrar la cuarcita á la profundidad máxima de $4^m,50$ en toda la longitud de la obra; mas hay fundadísimos motivos para presumir que serán mucho peores las condiciones en cualquier otro sitio, áun á corta distancia, del que he escogido, y por esta razon no he dado la preferencia al punto donde se reunen las dos corrientes, á pesar de ser allí algo más estrecho el cauce; por idéntico motivo, la direccion media de la planta es la que, en vista de la concordancia de bancos en ambas laderas, parece tener la faja de terreno siluriano. Las mayores probabilidades de llegar hasta la cuarcita aumentan tambien las de recoger en su totalidad ó en gran parte el caudal subterráneo, y añaden á las razones anteriores otra no ménos despreciable á favor del emplazamiento elegido.

Altura de la presa.

La altura de la presa se debe fijar atendiendo á su influencia, tanto en el régimen del rio como en el trazado y perfil de las derivaciones. Para disminuir el volúmen de las excavaciones de las acequias y la anchura de los terrenos ocupados por estos cauces artificiales, sería conveniente fijar el orígen del eje hidráulico de ambos, ó sea el nivel del remanso y del enrase de la obra, á la altura de las márgenes: la cota del nivel del rio, el 24 de Julio de 1874, era 17,637, y me parece que no bajará nunca de 17,50, que es la que adopto para el estiaje convencional; la de las márgenes es, por término medio, en este sitio 20,00, y á esta altura hubiera fijado la coronacion de la presa si razones de gran peso no obligasen á reducirla notablemente. En aguas bajas se haria sentir marcadamente la influencia del remanso en el saetin del molino situado en el Eria, á cuyo dueño sería menester indemnizar. Los desbordamientos, que son hoy poco frecuentes, se producirian aguas arriba con todas sus consecuencias, áun en las pequeñas crecidas, inundándose Villabrázaro y quizá hasta la Vecilla, de cuyas resultas habria tambien que abonar cuantiosas indemnizaciones; sólo podrian evitarse gastando sumas considerables en construir obras de defensa (que siempre son de resultado incierto), ó en hacer móvil gran

parte de la presa. Si en algun trozo de la obra no se puede llegar hasta el terreno firme, las defensas y demas accesorios de los cimientos crecen rápidamente en importancia á medida que aumenta la elevacion del remanso de estiaje. Finalmente, como es grande la pendiente longitudinal del valle, ni es excesiva la longitud, volúmen y coste de los desmontes de las acequias, ni hace falta aumentar la caida ó carga, de que naturalmente se dispone para mejorar la conduccion y distribucion de las aguas.

No conviene evidentemente, sin embargo, reducir la altura más que lo preciso para evitar indemnizaciones ú obras equivalentes; si no se procediera así se aumentaria inútilmente el coste de las acequias y ademas se podria llegar á tropezar con graves dificultades para introducir el agua en las derivaciones y para evacuarla por los aliviaderos, y en los primeros trozos serian grandes las pérdidas por filtracion ó las obras de restañamiento, pues quedarian los cajeros, en gran parte de su longitud, dentro del macizo permeable.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, despues de varios tanteos he fijado la altura del embalse á la cota 18,55, y la de la coronacion del macizo á 18,60. Calculando con arreglo á esto el remanso de estiaje en el Eria, siguiendo el método de Saint-Venant (1), y haciendo uso de las tablas de este autor, resulta que á 213 metros de la presa la profundidad del estiaje sería cuádruple de la primitiva, y el remanso triple de la profundidad del régimen uniforme, y en el caz de desagüe del molino, á 653 metros de la presa, el remanso no sería más que de $0^m,0048$. Para valores de la profundidad primitiva, mayores que el del estiaje, y tambien para el Órbigo en Villabrázaro, en todos sus estados el remanso sería aún más pequeño. No llegaria en ningun caso á $0^m,04$ el remanso á la distancia expresada, aunque por estar interceptada accidentalmente la comunica-

(1) No detallo estos cálculos porque son muy laboriosos, como tampoco detallaré otros análogos cuando pueda hacer referencia á fórmulas conocidas ó demostradas.

cion con las acequias hubiera de pasar todo el caudal por encima de la coronacion de la obra. Los cinco centímetros de diferencia entre la cota del embalse y el enrase de la obra tienen por objeto evitar que ésta funcione como vertedero durante el verano, y poder hacer así con toda comodidad algunas de las reparaciones que fuesen necesarias, sin tener que rebajar el nivel de las aguas ni suspender el aprovechamiento.

Portillos. El régimen del fondo del rio exige imperiosamente que haya en la presa aberturas ó portillos que dejen libre paso á los acarreos en tiempo de crecidas. Es cierto que algunas observaciones consignadas por Minard y la teoría de Dupuit sobre la potencia de suspension de las corrientes demuestran que los materiales movedizos que componen el lecho de algunos rios salvan la coronacion de las presas fijas, y que muchas veces no se eleva el fondo en la cara de aguas arriba; pero en el caso actual pudiera suceder lo mismo, pues es mucha la cantidad de materias acarreadas y grande el volúmen y peso específico de los cantos rodados; las observaciones citadas no se refieren tampoco á lo que ocurre en puntos algo distantes del paramento de aguas arriba, y es indudable, ademas, que el obstáculo ha de introducir en el régimen de lo que pudiera llamarse corriente sólida, perturbaciones tanto más graves cuanto más caudalosa sea ésta. La conveniencia de que en determinadas circunstancias se pueda restablecer próximamente el nivel primitivo del estiaje, aconseja tambien que haya portillos de evacuacion con su umbral ó zampeado al nivel del fondo del álveo. Finalmente, como para la distribucion del agua entre las dos acequias es menester que estén en comunicacion los embalses de ambos rios, formando uno solo, y esto obliga (*Lámina* 1.ª) á hacer algunas cortaduras de poca altura que finalmente se obstruirian, siendo, por lo tanto, necesario limpiarlas con frecuencia, y como tambien importa mucho que no se formen depósitos de acarreo inmediatamente ántes del orígen de las derivaciones, es preciso establecer un portillo junto á la márgen izquierda del Órbigo y otro junto á la orilla derecha del Eria, con lo cual se conseguirá, mediante

maniobras muy sencillas, llevar la corriente donde haga falta. Para los objetos indicados me ha parecido suficiente dar al primero un desagüe de 15 metros, repartidos en cinco claros, y al segundo el de 6 metros, en dos claros.

El trazado de las derivaciones no ofrece ninguna dificultad, y está marcado naturalmente en el terreno, al pié de las laderas, donde fácilmente quedará resguardado de las inundaciones y más separado del macizo permeable. Sin embargo, para disminuir el movimiento de tierras, hay que desviarlo algo en los primeros trozos de una y otra acequia. En la márgen izquierda debe seguir la depresion de la manga de Mosteruelo hasta que por consecuencia del declive del terreno quede demasiado baja. Es asimismo evidente la conveniencia de utilizar el cauce de los molinos desde el punto en que se ciñe á la ladera. En la márgen derecha, las edificaciones de Manganeses y la circunstancia de ser bastante gradual el tránsito de la pendiente trasversal, de los cerros á la horizontal del llano, no permiten aproximar tanto el trazado al límite occidental del valle, hasta que se llega á la dehesa de Requejo. Tambien se puede utilizar, aunque no ofrece grandes ventajas, el último trozo del caño del bosque y una de sus ramificaciones. Las diferentes alineaciones rectas del trazado deben enlazarse de modo que el cambio de direccion de la corriente sea lo más gradual posible, á fin de evitar degradaciones y pérdidas de carga; juzgo suficiente, sin embargo, que el radio de las curvas de union no baje de 30 metros, á reserva de ensanchar ligeramente la seccion.

Trazados de las acequias.

La pendiente y seccion de las acequias han de ser suficientes para conducir las respectivas dotaciones de agua, condicion que puede satisfacerse de infinidad de maneras; pero teniendo en cuenta otras circunstancias, no es tan arbitraria su determinacion. Importa, en primer lugar, que la velocidad no sea excesiva, para que no se degraden ni el fondo ni las márgenes, ni muy reducida, para que no se depositen las materias tenues que siempre lleva el agua en suspension; conviene que los costados del cajero sean bastante tendidos para que se sostengan sin necesidad de reves-

timientos de contencion; y tambien que la figura de la seccion mojada no cambie á cada paso — pues esto ocasionaria inútiles pérdidas de carga — y que en cada trozo sean proporcionales las que correspondan al menor coste de ejecucion, inclusas la expropiaciones.

Para conciliar estos diversos extremos, hay que proceder por ensayos y tanteos sucesivos, teniendo presente la influencia relativa de los aumentos de pendiente, anchura y profundidad; pero ante todo es menester fijar la dotacion ó potencia de conduccion de cada acequia.

Potencia de conduccion.

Si el aprovechamiento hubiera de concretarse á regar con el caudal de aguas bajas de verano y á surtir la villa de Benavente y los abrevaderos de los montes, habria que tomar $4^{m3},250$ para la acequia de la márgen derecha, y $0^{m3},450$ para la de la izquerda; pero hay que tener tambien en cuenta: 1.° La alimentacion de los molinos de Sorribas y Ventosa. 2.° Las eventualidades á que me referí al terminar el bosquejo del programa del aprovechamiento. 3.° La conveniencia de utilizar parte del aumento que tiene el caudal disponible al cesar las aguas bajas de verano.

Cuanto mayor sea la dotacion asignada á los molinos, mayor será la fuerza motriz, y puesto que pueden trabajar en las épocas en que el caudal del rio es ya algo considerable (y generalmente no funcionarán más que en esta época si se desarrolla el regadío), convendria suministrarles un crecido volúmen de agua, en tanto que exclusivamente para conseguirlo no fuese preciso aumentar notablemente el coste de las obras.

Gran parte de la conduccion ha de verificarse por el álveo natural en que se hallan establecidos, y no hay que abrir nueva caja más que en un trozo de 3.183 metros. Examinando detenidamente los perfiles trasversales de aquel cauce y los resultados de la nivelacion longitudinal, me he cerciorado de que á muy poca costa se arreglaria para que pudiera conducir 8 metros cúbicos, sin desbordarse en ningun punto, y me ha parecido muy razonable dar tambien la misma potencia de conduccion á la nueva acequia.

He creido tambien conveniente que la de la márgen derecha pueda conducir 6 metros cúbicos en vez de $4^{m3},750$; se origina así un aumento de gastos que no llega á una peseta por metro lineal, y en cambio, ademas de aumenterse notablemente en invierno la fuerza motriz de los saltos de agua que resulten, queda previsto el caso no improbable de que en el sierro se disponga de mayor caudal á consecuencia del alumbramiento de la corriente subterránea, y de que haya dentro de la zona regable mayor número de hectáreas donde utilizarlo, ó mayor proporcion destinada á huerta.

La potencia de conduccion asignada á las dos acequias ofrece la ventaja de no prejuzgar de una manera absoluta la distribucion ulterior de las aguas, y la de poder amoldar á las circunstancias el aprovechamiento. Acabado de indicar que se cubriria el servicio en el caso de un aumento simultáneo de caudal y de superficie regada, si despues de atendido el regadío sobrase agua del estiaje, bien por ser el consumo medio menor que el supuesto, ya por aumento de caudal, ó finalmente, porque se dejára de secano una extension más vasta que la que he prevenido (como sucederia en los primeros años), el sobrante se podria utilizar en los artefactos de una ú otra márgen, segun mejor conviniere. Si, por el contrario, fuese insuficiente la cifra asignada al consumo medio, ó si se tratára de establecer riegos de invierno, no habria tampoco dificultad en acumular las aguas allí donde hicieran falta.

Pendiente y seccion.

Con arreglo á las cifras expresadas y por el procedimiento que ántes expuse, he adoptado para las dos derivaciones en su parte nueva la pendiente de 0,0002, y para las secciones trasversales mojadas las figuras y dimensiones que se representan en la lámina 3.ª Para estos cálculos, que son algo laboriosos, he hecho uso de la fórmula de Bazin, $RI = 0{,}00028\left(1 + \frac{1{,}25}{R}\right) U^2$; en el caso considerado da para la potencia de conduccion valores menores que la de Tadini: R designa el cociente de la seccion por el perímetro, I la pendiente y U la velocidad media. Los valores de U en la acequia de la izquierda, son: $0^{m},616$ en el trozo

que hay que construir, $0^m,25$, $0^m,476$, $0^m,513$, $0^m,534$ en los diferentes trozos del cauce existente, y $0^m,58$ en la acequia de la derecha. Una pendiente mucho mayor reduciria muy poco el movimiento de tierras y las expropiaciones, y aproximaria más la caja al terreno permeable, ocasionando ademas degradaciones; consecuencias parecidas tendria el escoger entre las trapezoidales la figura de mínima seccion mojada, que es el semiexágono circunscrito á una circunferencia. El límite superior de la zona regable sin auxilio de máquinas se aparta poco del demarcado anteriormente, quedando por encima de él en casi toda su extension, resultado que tampoco se hubiera conseguido con pendientes más fuertes. Adoptando pendientes mucho más suaves se aumentaria sin utilidad el coste del metro lineal, pues la única ventaja que se reportaria sería disponer de un pequeñísimo aumento de desnivel en los saltos de agua, los cuales, merced á la pendiente general del valle y á la magnitud del abastecimiento, representan una fuerza motriz tan considerable que quizá en parte no pueda tener aplicacion. No habria ventajas ni inconvenientes apreciables en introducir pequeñas alteraciones correlativas en la pendiente, en la profundidad y en la anchura del fondo.

Consecuencias de errores en las apreciaciones hechas.

El estudio anterior permite decir que parece hecho el valle á la medida del rio, y el régimen de éste apropiado á las necesidades de aquél; y aunque en las diferentes hipótesis ó apreciaciones en que se han fundado las principales conclusiones, se han tenido en cuenta, quizás con demasiada holgura, las eventualidades desfavorables, no será inoportuno examinar rápidamente las consecuencias de que no se realizasen en aquellas hipótesis.

Puede ocurrir que haya posibilidad de invertir útilmente en riegos, al cabo del año, un volúmen mayor que el que he supuesto, para lo cual sería necesario que el caudal fuese mayor y que la proporcion del cultivo intenso aumentase, ó que sufriese ménos reduccion el área regada respecto al total de la regable; el plan de las obras permite no despreciar esta favorable equivocacion, pues la potencia efectiva de conduccion de los canales,

que oportunamente he justificado con otras consideraciones, es más que suficiente para atender á cualquier aumento verosímil del caudal de verano.

Si, por el contrario, la escasez de aguas (improbable si no hay varios años consecutivos de sequía), la menor proporcion del cultivo intenso, ó una inmediata lentitud en el desarrollo del regadío, impidiesen el consumo supuesto, disminuiria algo la utilidad de las obras; pero el aprovechamiento seguiria siendo el mejor posible dentro de las condiciones efectivas, y áun no habria nada supérfluo en las obras proyectadas. En los dos casos opuestos que acabo de examinar, puede decirse que las diferencias en lo relativo al riego se saldan con diferencias correlativas en el aprovechamiento posible de fuerza motriz, que, sin duda alguna, es en ambos casos bastante mayor que el que se realizára. Es, pues, fundado y razonable el plan bosquejado en este capítulo, que, en resúmen, se reduce á lo siguiente:

Para utilizar bien las aguas del Órbigo en el valle de Benavente hay que construir una presa en el sierro, pero ántes de la confluencia con el Eria, y un canal de derivacion en cada márgen. La altura de la coronacion de la presa se ha de establecer á la cota 18,60 (siendo 20,00 la cota media de la parte llana de la márgen), fijándose el nivel reglamentario del embalse de verano á cinco centímetros por debajo de aquel envase. Conviene atajar las aguas subterráneas, haciendo descansar la fábrica sobre el terreno impermeable, si para este solo objeto no es preciso verificar considerable desembolso. Debe unirse la presa á las laderas con malecones insumergibles, y junto á sus estribos han de dejarse portillos, convenientemente cerrados, cuyo umbral esté á la altura del fondo, y cuya seccion de desagüe mida 15 metros de anchura en el de la izquierda y 6 en el de la derecha. Conviene que el trazado de las acequias se aproxime, cuanto razonablemente se pueda, al pié de las laderas; en la márgen izquierda debe utilizarse la parte del cauce de los molinos que satisface á esta condicion, y análogamente el caño del bosque en la de la derecha; el radio de las curvas de enlace de Resúmen.

las alineaciones rectas no ha de bajar de 30 metros, ensanchando ligeramente en ellas la seccion. Los nuevos cauces deben arreglarse en pendiente de 0,0002 ; su seccion mojada tendrá $1^{m},56$ de profundidad y una anchura en el fondo, de 6 metros en el de la izquierda, y $4^{m},30$ en el de la derecha, con taludes de $^{1,5}/_{1}$.

El aprovechamiento de que se trata consiste : 1.° En el riego de terrenos comprendidos dentro de una zona que próximamente queda limitada al N. por los linderos de Mosteruelo y de Requejo; al O. por los montes de Requejo, Curbion, etc., hasta el de Socastro ; al S. por el rio Esla, y al E. por el rio Órbigo, por el cauce de los molinos, por las laderas del término de Benavente y por el monte de Mosteruelo. Se supone que, siendo la extension superficial de la zona de unas 7.000 hectáreas, aunque se puede hacer llegar el agua á todos sus puntos, no se destinarán al cultivo de regadío más que 5.600, y que, teniendo en cuenta todas las causas de pérdidas, se consumirá un caudal de $5^{m3},000$ en verano, y de $3^{m3},500$ en Setiembre, cuyos volúmenes son algo menores que los mínimos con que seguramente se puede contar, en cada época, en el punto de toma. 2.° En el abastecimiento de agua de Benavente, y de abrevaderos en los montes, destinando respectivamente á estos servicios $0^{m3},002$ y $0^{m3},003$, por segundo, siempre que sea fácil la elevacion mecánica del agua. 3.° En la alimentacion exclusiva de los receptores de los molinos de Sorriba y Ventosa, en la medida que permitan el caudal disponible en cada época y el servicio del riego. 4.° En la instalacion de nuevos artefactos en los saltos de agua de las acequias. 5.° Eventualmente, en el riego de una extension mayor, ya dentro de la zona expresada, ya en el espacio que la separa del sierro, ó en los cerros, y en riegos de invierno.

Aun restan algunos puntos importantes que examinar, si bien no tan esenciales como los anteriores ; serán, juntamente con los detalles, objeto de la segunda parte de esta Memoria, en la que trato del proyecto propiamente dicho ; pero debo advertir que ni en ella ni en los planos comprendo lo relativo á la prolongacion de la acequia de la márgen derecha desde el lindero de Ce-

jinas y Santa Coloma hasta el Esla, en cuya extension no es más que un brazal de distribucion que no ofrece ninguna dificultad, cuyo proyecto debe estudiarse juntamente con el de las demas acequias de segundo órden destinadas tambien á servir de artérias de la distribucion general, y el de los correspondientes escurridores ó azarbes.

PARTE SEGUNDA.

Proyecto detallado.

CAPÍTULO PRIMERO.

CUERPO DE LA PRESA.

La obra principal del aprovechamiento es la presa en el Órbigo, cuya situacion, altura y vanos he fijado en el anteproyecto. Para completar su estudio trataré en este capítulo, y en el siguiente, del cuerpo del macizo y de sus cimientos, y de los portillos, estribos y accesorios.

Sistemas de construccion que pueden emplearse.

Es sabido que los sistemas de construccion de esta clase de obras pueden reducirse á dos : el de estacada, ya á claraboya, ya con encofrado contínuo, hincada hasta el terreno firme, ó en su defecto hasta una profuudidad prudencial, y rellena en su parte superior de piedra en seco, ó de fábrica con mezcla para cerrar el paso al agua ; y el de macizo de mampostería ú hormigon, asentado directamente sobre terreno insocavable.

Primer sistéma: encofrados.

Se usa el primero cuando, por el excesivo espesor de la capa socavable, fuera muy costoso el segundo, y hasta es indispensable para su aplicacion que no sea muy reducido aquel espesor, á fin de que al terminar la línea queden bien arraigadas las estacas. Las probabilidades de socavaciones temibles para la estabi-

lidad de la obra dependen principalmente del régimen de la corriente, de la resistencia del cauce y de la altura del vertedero sobre el fondo; y á medida que las circunstancias son más desfavorables, se hacen más necesarias precauciones especiales, como la de aumentar la longitud del vertedero, convertir en un glácis de gran tendido el paramento de agua abajo, completar la estacada principal con un encofrado, y reemplazar en suficiente extension y espesor el lecho natural movedizo, con otro de escollera sujeta entre estacas á claraboya.

En el sitio escogido en el sierro pueden llegar las estacas hasta la roca, mas no penetrar en ella, y el espesor del aluvion no es el suficiente para inspirar entera confianza de que quedarán bien arraigadas; si se situára la obra á corta distancia del emplazamiento adoptado, ya podrian tener cuanta longitud de hinca se creyera necesaria; sin embargo de esto y de la movilidad del fondo y régimen torrencial del rio, atendiendo á que la altura de la presa es pequeña, y á que la hinca será extraordinamente difícil, lenta y costosa, me parece más acertado no alterar la situacion, longitud y direccion del vertedero, con tal de que se dé á la seccion trasversal una figura conveniente y se construya un buen zampeado, y no se deje de hacer el encofrado contínuo. Esta última precaucion sería indispensable aunque se variase el emplazamiento para encontrar mayor espesor de aluvion; sin ella podria correrse la grava por debajo del macizo, como ha sucedido en algunos casos, y de resultas se formarian huecos ó socavones, que, ensanchados rápidamente por la corriente, ocasionarian la inmediata ruina de la obra.

En la lámina 1.ª se representa con suficiente detalle esta solucion, que, á mi juicio, dentro del primer sistema, es la más conveniente. Exigiria, no obstante, frecuentes reparaciones, y tanto por la estructura de la construccion, como por el empleo de la madera, su solidez y duracion probable serian mucho menores que la de un muro cimentado directamente. La ejecucion no sería tan económica (relativamente) y tan rápida como suele serlo en presas de este género, porque la resistencia á la hinca es

extremada, segun se ha visto al clavar las estacas de prueba. Finalmente, la teoría del movimiento del agua á traves de terrenos permeables demuestra, y lo confirma la observacion, que un encofrado, cuyas juntas forzosamente han de ser muy imperfectas por abundar los cantos rodados en el terreno que hay que atravesar, ataja muy poco la corriente subterránea; y aunque sólo se tengan presunciones de la importancia de este caudal, y aunque tampoco se pueda afirmar que su aprovechamiento será en todo tiempo de extremada utilidad, merece tenerse en cuenta la desventaja de no poder recogerlo. Todas estas razones inducen á no resolver sobre la eleccion del sistema, sin hacer un detenido estudio de la cimentacion directa, por más que á primera vista parezca inaplicable por la profundidad á que se encuentra la roca, la permeabilidad del terreno y la longitud de la presa.

Segundo sistema: cimientos de fábrica; diferentes soluciones.

Para elevar el macizo desde la cuarcita, hay que empezar por desmontar el aluvion hasta dejar al descubierto la roca; esta operacion y tambien la ejecucion de la fábrica pueden hacerse empleando procedimientos muy variados que á su vez cabe combinar de diferentes maneras. La primera parte, ó sea la excavacion, se puede ejecutar en seco, ya mediante agotamientos, ya valiéndose del aire comprimido, ó trabajando bajo el agua, ya con buzos, ya con dragas; lo mismo sucede respecto á la fábrica, entendiendo que se ha de emplear hormigon cuando se haya de trabajar en el agua y sin buzos; si se intenta excavar en seco, no será posible dominar las filtraciones, más que, si acaso, trabajando por trozos pequeños, y habrá necesidad de recurrir al empleo de recintos como medio auxiliar de construccion, en cuyo caso los costados de la zanja serán verticales; áun trabajando bajo el agua, podrá convenir establecer recintos para disminuir el volúmen de las excavaciones. Sean los recintos provisionales, esto es, formados por cajones sin fondo, de madera, ó permanentes de fábrica que forme parte del cimiento, su hinca ó descenso ha de ir precedido de la excavacion, como en las ataguias-cajones del puente de Menat y en la cimentacion por el método indio ó por el aire comprimido. Á pesar de los cajones, serian

probablemente muy costosos, tanto los agotamientos como el empleo del aire comprimido, durante el descenso ó hinca y la excavacion; así es que, bien se dé el talud natural á los costados de la zanja, ó bien se sostengan con recintos, deberán emplearse dragas para la obra gruesa de excavacion, y buzos para quitar los obstáculos que impidan la accion de las dragas ó el descenso del recinto; descenso que, en el caso de usarse la madera, habrá de facilitarse con pequeños martinetes. Terminada la excavacion y la introduccion del recinto, si es éste suficientemente resistente y se puede calafatear bien por medio de los buzos, convendrá construir el macizo en seco, y de hormigon en el caso contrario: si no se emplean recintos, el macizo de cimientos habrá de ser tambien de hormigon.

Resulta de esta discusion preliminar que en realidad no hay más que tres soluciones dentro del segundo sistema, que consisten, respectivamente, en dragas sin recintos, en el empleo de cajones de madera, y en el de recintos de fábrica, y que en cada una se ha de amoldar el procedimiento á lo que las circunstancias exijan al tiempo de la ejecucion; pero ántes de proceder á su estudio, me parece indispensable exponer algunas consideraciones acerca de los esfuerzos que durante la construccion y despues de terminada actuarian, respectivamente, sobre los recintos y sobre los macizos del recinto.

Empuje y resistencia de tierras empapadas.

El empuje (y tambien la resistencia) por unidad superficial en un punto del paramento de un macizo que está limitado superiormente por un plano horizontal, se calcula, segun la teoría de Poncelet, por la fórmula $K.p.z$; en ella p designa el peso de 1 metro cúbico del macizo, K es un coeficiente que depende del ángulo del paramento con la vertical, del de rozamiento de las tierras y de la direccion del empuje, y z es la distancia del punto del paramento á la coronacion horizontal. Cuando las tierras están completamente empapadas en agua, no basta, para aplicar la fórmula, atribuir á K el valor que tome á causa de disminuir el rozamiento, pues hay que modificar tambien p. Sea K el volúmen de los espacios huecos que hay en 1 metro

cúbico de tierra, d la densidad efectiva del macizo, el peso de 1 metro cúbico será $p = 1.000\ d\ (1 - h)$; y empapado en agua, $1.000\ d\ (1 - h) + 1.000\ h$. Mas si se aplica la fórmula poniendo en vez de p esta cantidad al caso en que el paramento coincide con el talud natural de las tierras empapadas, y en que, ademas, el empuje es normal, se obtiene cero, para valor del empuje, resultado contrario á la observacion. Pudiera creerse que esta contradiccion es debida á que el talud natural no mide el ángulo del rozamiento, sino que es mayor, y que las tierras se mantienen en aquella inclinacion por la presion del agua exterior, toda vez que al quitar ésta se producen algunos desprendimientos. Pero no es así, los desprendimientos se deben á la salida del agua del macizo; y si la presion exterior fuese la que contribuyera á mantener las partículas sobre el talud, subsistiria el equilibrio en taludes cada vez más escarpados, á medida que fuese mayor la presion del agua, es decir, á medida que se considerasen puntos situados á mayores profundidades, y el verdadero talud natural sería convexo hácia el exterior, lo cual no sucede. Hay, pues, que desechar esta hipótesis, que se reduce á considerar el macizo como en condiciones ordinarias, pero atribuyendo al metro cúbico el peso total de los sólidos y líquidos que contiene. Es tambien inadmisible la de asemejar el caso en cuestion al de un líquido cuyo peso específico fuese el de la mezcla, $1.000\ d\ (1 - h) + 1.000\ h$, pues ya queda demostrado que el ángulo de rozamiento no es nulo.

Si se supone seco el macizo y se va humedeciendo gradualmente, el ángulo de rozamiento disminuye hasta reducirse al del talud natural dentro del agua, y el empuje, ademas de aumentar por este concepto, aumenta tambien por la presion del agua: los experimentos de Darcy sobre los filtros demuestran que esta presion varía segun la ley hidrostática cuando el agua no está en movimiento á traves del filtro. ¿Pero á qué extension de paramento se aplica? ¿á la fraccion h de su superficie? Si se imagina, por el contrario, lleno de agua todo el volúmen, y que gradualmente se va rellenando de tierra, el empuje inicial será el

de un líquido de peso específico 1.000, aumentará por la ejecucion del terraplen, y al terminarse el relleno tendrá el mismo valor que cuando se supone seco el macizo al principio y humedecido despues gradualmente hasta empaparse.

Este valor, que es el que se trata de determinar, está comprendido entre dos límites: el primero, compuesto del empuje que ejerceria el macizo, humedecido tan sólo lo suficiente para reducir el rozamiento á su mínimo, y de la presion del agua sobre la fraccion h del paramento; el segundo, compuesto de la presion del agua sobre todo el paramento y del empuje del macizo en el supuesto de tener el rozamiento su mismo valor y ser el peso específico el aparente dentro del agua, esto es, $1.000\ (1-h)\ (d-1)$. Adoptar el primer límite, equivale á suponer coexistiendo con independencia un líquido de densidad h y el sólido seco, pero con su rozamiento reducido al mínimo: preferir el segundo, es imaginar que coexisten con independencia un líquido de densidad 1 y un macizo de rozamiento reducido al mínimo y de peso específico igual á $1.000\ (1-h)\ (d-1)$. Indudablemente se aproximará más á uno ó á otro el empuje efectivo, segun que el macizo sea más ó ménos compacto, esto es, segun el valor de h. Expresando con los signos algebráicos la adicion y sustraccion geométricas, el primer límite es $K\ 1.000\ (1-h)\ d.\ z + 1.000\ h.\ z$; el segundo $1.000\ z + H\ 1.000\ (1-h)\ (d-1)\ z$; la aplicacion directa de la fórmula de Poncelet daria $H\ 1.000\ [d\ (1-h) + h]\ z$. De la comparacion de estas fórmulas, teniendo presente que K y h son fracciones propias, y que la direccion de todas estas fuerzas difiere poco de ser la misma, resulta que el mayor de los tres valores es el segundo, y el menor el tercero. Desechado desde el principio este último, é ignorando si el valor buscado se aproxima más al de la primera fórmula ó al de la segunda, para mayor seguridad conviene calcularlo por la segunda.

Por la misma razon, si hay duda en los valores que deben atribuirse á d, h y K, conviene que el error que se cometa sea por exceso en el primero y tercero, y por defecto en el segundo.

El guijarro, grava y arena que componen el macizo son silíceos, procedentes de roca cuarzosa cuya densidad media no excede de 2,8, guarismo que puede tomarse como valor de d. No se ha medido directamente h; si los materiales fuesen de grueso uniforme, valdria próximamente 0,33; rellenos los primeros huecos con detritus más pequeños, resulta un valor menor; las circunstancias son comparables á las de la determinacion del volúmen de cal necesaria para hacer 1 metro cúbico de hormigon, algo árido, y por esta consideracion puede suponerse $h = 0,15$ próximamente. El valor de H crece en sentido inverso del ángulo de rozamiento φ: el talud natural dentro del agua no es menor de $^1/_3$ respecto á la vertical, y por consiguiente φ es mayor que 18° 16′: si se designa por φ' el ángulo cuya tangente mida el coeficiente del rozamiento del macizo sobre su paramento, la direccion del empuje, y tambien la de la resistencia, estarán comprendidas entre la de las dos líneas que forman con la normal á aquel plano el ángulo φ'. Sea φ_1 el ángulo que efectivamente forme la direccion de la fuerza en cuestion, con el paramento supuesto vertical: el valor de H, segun la teoría de Poncelet, estará dado por la primera ó la segunda fórmula siguientes, aplicable aquélla al empuje, y ésta á la resistencia:

$$K = \frac{\cos \varphi_1}{\cos^2 (\varphi + \varphi_1)} \left[1 - \sqrt{\frac{\operatorname{sen} \varphi . \operatorname{sen} (\varphi + \varphi_1)}{\cos \varphi_1}} \right]^2,$$

$$K = \frac{\cos \varphi_1}{\cos^2 (\varphi - \varphi_1)} \left[1 + \sqrt{\frac{\operatorname{sen} \varphi . \operatorname{sen} (\varphi + \varphi_1)}{\cos \varphi_1}} \right]^2;$$

entendiéndose que φ_1 se tomará positivamente cuando la direccion de la fuerza quede por debajo de la horizontal y negativamente en el caso contrario. Las componentes horizontales y verticales de estas fuerzas, q y q^1 se obtienen evidentemente por las fórmulas $1.000\ [1 + (1 - h)\ (d - 1)\ K \cos \varphi_1]\ z$, $1.000\ (1 - h)\ (d - 1)\ K \operatorname{sen} \varphi^1\ z$; estos valores, proporcionales á z_1 aumentarán á medida que φ_1 crece negativamente.

Si encima del plano de enrase del macizo hubiera una sobrecarga de altura z^1, el empuje y la resistencia por unidad superficial sufririan un aumento que sería independiente de z. Si la sobrecarga fuese de agua, las condiciones del prisma sólido de empuje ó de resistencia no cambiarian, y la presion del líquido sólo aumentaria, por unidad superficial, en 1.000 z^1, segun la horizontal, tanto en el caso del empuje como en el de la resistencia; pero si fuese la sobrecarga de tierra empapada, al aumento anterior habria que agregar el que sufre la parte debida al prisma sólido; este nuevo aumento tendrá por componente horizontal 1.000 $(1-h)$ $(d-1)$ K cos φ_1 z^1, y por componente vertical 1.000 $(1-h)$ $(d-1)$ K sen φ_1 z^1.

En la aplicacion de las fórmulas anteriores, φ_1 nunca es mayor que φ^1, y puede asegurarse que φ^1 no excederá de 14° 2′, cuya tangente vale $\frac{1}{4}$.

Las fórmulas precedentes se refieren á los esfuerzos por unidad superficial; tratándose de calcular los totales que corresponden á la altura z de paramento, bastará integrar entre los límites 0 y z: se obtiene así 500 $(1+)$ $(1-h)$ $(d-1)$ (K cos φ_1) z^2, 500 $(1-h)$ $(d-1)$ K sen φ_1 z^2 para componentes horizontal y vertical del esfuerzo total en el caso de no haber sobrecarga, y se sabe, ademas, que el punto de aplicacion en el paramento dista de la base, $\frac{1}{3}z$; 1.000 $z'z$, para componente horizontal y única del aumento debido á una sobrecarga de agua; 1.000 $z'z+1.000$ $(1-h)$ $(d-1)$ K cos φ_1 $z'z$ y 1.000 $(1-h)$ $(d-1)$ K sen $\varphi_1 z'z$, para componentes horizontal y vertical del aumento debido á una sobrecarga de tierra empapada, advirtiendo que el punto de aplicacion de estas nuevas fuerzas dista $\frac{1}{2}z$ de la base.

De estas diferentes fórmulas he hecho uso para determinar los esfuerzos á que estarian sometidos los macizos de los cimentos. Me han servido tambien para calcular las presiones sobre las paredes de los recintos, de madera ó de fábrica, en que hubieran de construirse los macizos en el caso de dar la preferencia á una de estas dos soluciones del segundo sistema; cuando de

resultas de la hinca ó descenso la entibacion ó recinto desciende con relacion al terreno exterior, debe calcularse el empuje haciendo $\varphi_1 = -\varphi^1$; cuando de resultas de la excavacion y de la fluidez del terreno deslice éste hácia abajo penetrando por el borde inferior del cajon, debe tomarse $\varphi_1 = \varphi^1$; la dificultad de la hinca ó descenso estará medida por la competente vertical correspondiente al primer caso, que está dirigida hácia arriba. La resistencia á la rotura del recinto debe ser la suficiente para contrarestar la componente horizontal en el caso más desfavorable, que es el primero, no contando con el beneficio ó auxilio del empuje sobre las caras ó paramentos interiores más que miéntras no haya agotamientos.

Fijadas con arreglo á los esfuerzos las dimensiones que deben darse á la parte superior é inferior del perfil de la presa, he comprobado gráficamente sus condiciones de estabilidad. Cuerpo de la presa.

El trozo superior estará sometido á empujes que dependen de las alturas del nivel del agua en uno y otro paramento; entre estas dos alturas existe la relacion que expresa la igualdad de los gastos en el vertedero y en el cauce de aguas abajo, y aproximadamente puede escribirse $2\left(z'-(z''-1{,}10)\right)^{\frac{3}{2}} = 50\, i\, \frac{1}{2} z''^{\frac{3}{2}}$, llamando i la pendiente del régimen uniforme, z' la carga sobre el umbral del vertedero, y z'' la profundidad aguas abajo y recordando que la altura de la presa es $1^{m},10$. Dando al macizo $0^{m},60$ en la coronacion y haciendo vertical su paramento de aguas arriba, queda determinada su figura al fijar el espesor en la base; se ha calculado éste por la condicion de que la resultante de los esfuerzos quede dentro del núcleo central áun cuando z'' y z' tengan los valores correlativos más desfavorables, es decir, $1^{m},17$ y $0^{m},97$, que corresponden próximamente al caso en que es un máximo el momento con relacion á la base del empuje horizontal resultante. Aquellos valores se han hallado determinando este momento en funcion de z'' y z', eliminando z' por medio de la ecuacion entre z'' y z', resolviendo la ecuacion que resulta de igualar á 0 la derivada del momento con relacion á z', y sustituyendo esta raíz en la expresion que da á

conocer z'' en funcion de z'. Expresando en seguida que es 0 la suma de los momentos del peso del muro y de los empujes verticales y horizontales con relacion al punto extremo de la zona central, se obtiene una ecuacion que no contiene más incógnita que el espesor buscado, en funcion del cual están expresados los términos relativos al peso y á la componente vertical del empuje. El peso específico de la fábrica, elemento favorable, se ha supuesto de 2.000 kilógramos, es decir, algo ménos que el efectivo; el valor de la incógnita es $1^m,54$; se ha aumentado hasta $1^m,60$.

Análogamente he procedido al estudiar el cimiento ó parte inferior de la presa; he prescindido de la parte superior, reemplazándola por su máxima accion oblícua sobre la cara comun, que es la que corresponde á los valores ya consignados de z' y z''; se han evaluado los empujes horizontales sobre los paramentos enterrados, en las hipótesis más desfavorables, que son: 1.ª, estar socavada la grava en la cara de agua abajo; 2.ª, ser $\varphi_1 = 0$ en la de agua arriba; 3.ª, atribuir á z'' y z', solamente en este cálculo, el valor 0, que es aquí el más desventajoso. Sin embargo, por ser demasiado onerosa ahora la condicion de que la resultante final quede dentro de la zona central de la base, he prescindido de ella, reemplazándola por la de que la anchura $3, \delta$, de la faja comprimida sea suficiente para oponerse á las filtraciones y para que no sea excesiva la presion máxima R por unidad superficial de la base. Entre δ, R y la incógnita x, anchura de la base, median las siguientes ecuaciones:

$$2.4,5.1,6(\varphi-\delta-0,8)+\frac{1}{2}4,5(x-1,6)\left(\frac{1}{3}(x-1,6)-\delta\right)-$$
$$\frac{1}{2}(4,5)^2 1,1-\frac{1}{6}.\,0,859(4,5)^3+2.1,1.0,8(x-\delta-0,4)+$$
$$2.1,1.0,4(x-\delta-0,53)+\frac{1}{2}.1,17.0,8(x-\delta-1,33)-$$
$$(1,1+0,97-1,17).1,1(4,5+\frac{1,1}{2})=0:$$

$$2 . \frac{x+1,6}{2} 4,5 + \frac{16+0,8}{2} 1,1 + \frac{1}{2}(x-1,6).4,5 +$$
$$\frac{1}{2}(1,6-0,8)1,1 = \frac{3\delta R}{2}.$$

La primera puede servir para calcular δ en funcion de x, y la segunda para hallar el correspondiente valor R; tomando $x = 3^m,0$, resulta $\delta = 0,78$, $3\delta = 2^m,34$, $R = 24.100$ kilógramos, ó $2^{kg},41$ por centímetro cuadrado.

En la lámina 1.ª, bajo el epígrafe *Segunda solucion*, puede verse la seccion trasversal de la presa y el estudio gráfico de la estabilidad del macizo; pero hay que advertir que, si bien la anchura de la base es suficiente para permitir la construccion por medio de recintos de madera, no bastaria para aplicar el procedimiento de los recintos de fábrica, en cuyo caso el método de construccion exigiria un aumento de anchura, del cual resultaria necesariamente un aumento de estabilidad y con él la adopcion del tipo de glacis de gran tendido para el cuerpo superior de la presa. Y áun cuando se hiciesen los cimientos dragando en zanja libre, sería ventajoso y no más costoso dar tambien la preferencia á una seccion análoga á la de los recintos de fábrica (véase el córte por F G, tercera solucion, lámina 1.ª), componiendo el cimiento de dos muros de un metro de espesor, y á $2^m,3$ de intervalo, sobre la tongada general y unidos por otra tongada en su parte superior, todo de hormigon, y rellenando el hueco con hormigon de arena ó sea con arena mezclada con lechada de cal. Habria así aumento en el dragado y en la mampostería descubierta, pero se reduciria algo el volúmen del hormigon y notablemente el de escollera por ser mucho ménos ocasionado á socavaciones agua abajo el perfil de gran tendido.

Recintos de madera.

Despues de algunos tanteos me ha parecido lo más ventajoso para formar los recintos de madera componerlos de tablestacados de $0^m,1$ de grueso, acodalados por cuadros ó bastidores horizontales, segun el dibujo de la hoja 6.ª de los planos. La dis-

tancia a, entre cada cuadro y el inmediatamente inferior, se ha fijado hallando el avance que puede darse á la hinca sin que las tablestacas se rompan por flexion; la fórmula usada ha sido $a = 0^{m},1 \sqrt{\frac{R}{39}}$, en la cual R designa el coeficiente de resistencia, y $q = K\ p\ z \cos \varphi' = 1.034\ z$. Del mismo modo se ha determinado la equidistancia, b, de los codales, suponiendo que los largueros de los bastidores tengan la escuadría de $\frac{0'28}{0'21}$ por la fórmula $l = \sqrt{\frac{4\,R\,0,21}{3\,q\,a}}\,0,28$. El coeficiente de resistencia adoptado para las tablestacas y largueros ha sido el de $0^{k},36$ por milímetro cuadrado, á fin de poder emplear madera de la localidad, y de $0^{k},1$ para los codales, con igual objeto y atendiendo á su longitud comparada con su seccion. Si hubiera de agotarse en el interior del recinto, sería menester reforzar la entibacion, pues las cargas aumentarian en la relacion de $\frac{2034}{1034}$; el número anterior de cuadros deberia multiplicarse por la raíz cuadrada del quebrado $\frac{2044}{1044}$; el intervalo entre dos codales de un mismo bastidor habria de dividirse por la raíz cuarta de dicho quebrado; finalmente, sería necesario establecer paredes trasversales á fin de facilitar los agotamientos mediante la subdivision de la longitud total de trozos. Todo esto originaria mayores gastos y áun dificultaria las excavaciones y complicaria más la ejecucion de la fábrica, y como ademas es muy de presumir que no pueda mantenerse suficientemente bajo el nivel del agua dentro del recinto, parece conveniente, en la solucion de que ahora se trata, que las excavaciones y la fábrica se hagan debajo del agua, empleando hormigon para el macizo sumergido y sirviendo el recinto únicamente como medio de entibacion para disminuir el volúmen del desmonte, y despues para facilitar la construccion del cimiento del muro.

Recintos de fábrica.

El empleo de recintos de fábrica para la cimentacion de la presa, no es posible sino subdividiendo la longitud total en trozos aislados, completamente cerrados en proyeccion horizontal (aunque no hubieran de hacerse agotamientos), y separados entre

sí lo suficiente para que no tropiecen, si, al descender, se desvian de la vertical, y tambien lo bastante para que despues sea posible rellenar los vanos ; estos claros ó intervalos entre dos recintos consecutivos han de cerrarse, valiéndose de recintos de madera, cuya ejecucion será relativamente fácil cuando se haya terminado la de los primeros. Es conveniente reducir cuanto se pueda el número de cajones, esto es, darles la mayor longitud posible ; pero con esta dimension aumentan la dificultad de un buen descenso, y el espesor que requieren las paredes para resistir sin entibaciones interiores. Nada se opone á que se aumente la solidez ó se disminuyan los espesores indispensables, dando á las paredes más largas un bombeo ó flecha horizontal, comprendido entre ciertos límites. Estas consideraciones, varios estudios preliminares y los cálculos que ahora expondré sumariamente, me han conducido á la solucion que, como las anteriores, presento detalladamente en la lámina 1.ª, bajo el epígrafe, *Tercera solucion.*

Sería muy difícil determinar exactamente las tensiones moleculares que se desarrollarian en la fábrica del recinto bajo la accion de los empujes sobre sus paramentos ; pero se simplifica la cuestion haciendo algunas hipótesis desfavorables que conducen á resultados exagerados, á valores de las tensiones y compresiones mayores que los efectivos. Si se imagina dividido el cajon ó recinto por planos horizontales, y aislado cada anillo, el conjunto estará en peores condiciones que si se devolviese la solidaridad á sus diferentes partes ; es tambien desventajoso suponer que en cada anillo cualquier lado está simplemente apoyado en los dos contiguos, y sometido al empuje normal de las tierras (descontando el del agua del interior del recinto), y al esfuerzo longitudinal que proviene de las presiones sobre los dos semilados adyacentes.

Llamando d la flecha de un lado, l su longitud, l' la de los perpendiculares, e el expesor, R la tension ó compresion por unidad superficial de la seccion trasversal resistente de la fábrica, Q el esfuerzo longitudinal, X el momento de flexion en la sec-

cion central, y q el empuje horizontal por unidad superficial de paramento, la fórmula

$$R = \frac{Q}{\varphi} \pm \frac{X.u}{I} = \frac{Q}{e} \pm \frac{6X}{e^2},$$

se convierte en

$$R = q\,(1 + \frac{l'}{2e} \pm q\left[\frac{6\delta}{e} + \frac{3l'}{e2}(\delta + \frac{1}{2}e) - \frac{3.l^2}{4e}\right]$$

puesto que

$$Q = q\,(e + \frac{l'}{2}), X = qe.\delta. + q.\frac{l'}{2}(\delta. + \frac{1}{2}e) - \frac{Ql'^2}{8};$$

el signo superior de la ambigüedad se refiere al paramento interior, y el signo inferior al exterior ó de contacto con las tierras; cuando el resultado sea positivo significa compresion, y tension en el caso contrario. Los valores numéricos de R son, $5{,}35\,q$, $9{,}35\,q$ en las caras interior y exterior del lado mayor, $8\,q$ y q, en las del lado menor. En las secciones extremas de un lado, X se convierte en $q\,\frac{v}{2}\,.\,\frac{e}{2}$; y R en $5.\,q$ y $-q$ en el 1.°, y $11\,q$ y $-4\,q$ en el 2.° En cada lado el esfuerzo trasversal por unidad de superficie, es máximo en las secciones extremas y vale $q\,\frac{l}{2}$. Los resultados de la aplicacion de estas fórmulas al recinto proyectado (véase lámina 1.ª), son evidentemente exagerados en sentido desfavorable; sin embargo, no dan en ningun caso un valor de $2^k{,}50$ por centímetro cuadrado para medida de la tension, ni de $5^k{,}20$ para la compresion, ni de $1^k{,}20$ para el esfuerzo trasversal (suponiendo que no se hagan agotamientos), y puede afirmarse que en realidad serán notablemente menores, especialmente el primero. Dichos valores se refieren al borde inferior del cajon, cuando está á punto de terminar su descenso; para obtener los que corresponden á cualquier otro anillo y cualquiera otra posicion del cajon, habria que multiplicarlos por un número menor que $\frac{z}{4{,}5}$, siendo z la distancia vertical desde el fondo del rio hasta el anillo considerado.

Hasta aquí se ha estudiado sólo la resistencia á la rotura de cada anillo en su plano horizontal ; pero importa examinar tambien lo que sucederia durante la hinca ó descenso si accidentalmente (como ocurrirá con frecuencia), hubiera obstáculos que se opusieran desigualmente al avance del borde inferior. El caso más desfavorable sería aquel en que, permaneciendo sujeto á la mitad del perímetro del borde, quedase en falso la otra mitad, tendiendo á inclinar ó desviar el cajon ; si la parte sujeta fuese menor de la mitad, el recinto obedeceria á la accion de la gravedad y se inclinaria algo, á no ser que el rozamiento de las tierras equivaliese á nuevos puntos de apoyo suficientemente eficaces ; en ambas circunstancias la tendencia á alabearse, abrirse ó descuadernarse el recinto, sería evidentemente menor que en el caso ántes expresado ; es tambien evidente que esta tendencia llegará á su máximo, cuando el diámetro que separe las dos mitades, la apoyada y la no sostenida de la base, coincida con una de las diagonales. Se simplifica ademas el cálculo de las tensiones moleculares con la hipótesis desfavorable de que no hay solidaridad en el punto de union de los dos lados que quedan en falso, esto es, que cada lado, empotrado en el otro extremo tiene que resistir su propio peso, la componente vertical del empuje que sobre él actúa, y la mitad del empuje horizontal que solicita al otro lado; es muy probable que el rozamiento coadyuvase á sostener estos lados ; pero podria ocurrir que, por desprendimientos del terreno, sucediera lo contrario ; así es que en el cálculo del empuje debe hacerse $\varphi_1 = \varphi'$. Si el cajon tiene un reborde ó filo de altura α, y se prescinde de la ayuda que presta á la resistencia del conjunto, y se designa por z la profundidad de la hinca, y por $z' + z - \alpha$ la altura de la fábrica resistente del recinto, en la fórmula

$$R = \frac{Q}{\alpha} \pm \frac{Xu}{I},$$

habrá que hacer

$$\alpha = (z' + z - \alpha)\, e, \frac{u}{I} = \frac{6}{e(z' + z - \alpha)\, 2}, \quad Q = \left(\frac{l'}{2} + e\right) \frac{q.z^2}{2},$$

$$X = 2000\,(z' + z - \alpha)\, e.\, \frac{l^2}{2} - 1000\,(z - \alpha)\, e\, \frac{1^2}{2} - \frac{q'.z^2}{2}\ \frac{(l+e)^2}{2};$$

q y q' son las componentes horizontal y vertical del empuje por unidad superficial, á las cuales debe atribuirse, como en lo que precede, el valor más desfavorable, que en el caso actual corresponde á α, positivo é igual á 14°. Construyendo el recinto en toda su altura ántes de comenzar la excavacion y el descenso, su posicion más desfavorable será la que ocupe cuando esté á punto de llegar al terreno firme; entónces $z' + 0$, $z + 4$, 5, y si el reborde tiene una altura $\alpha + 0$, 5, los valores de R serán 34079, por compresion en la parte inferior, y 27801 por traccion en la parte superior; en realidad, los máximos esfuerzos desarrollados por consecuencia de un avance desigual, serán mucho menores.

La resistencia á la hinca ó descenso, cuando se descalce todo el perímetro del borde inferior del recinto, será á lo sumo la componente vertical del empuje total ejercido sobre la superficie exterior, atribuyendo á φ_1 el valor negativo—14°; y de todas las posiciones será la más desfavorable la inmediata al contacto con la roca. La tendencia al descenso está medida por el peso del macizo, disminuido en el empuje vertical del agua, y esta tendencia es la menor posible en aquella posicion; la diferencia entre estas dos fuerzas, está dirigida hácia abajo y está expresada para cualquier posicion,

$$\text{por } 1.000\,(z' - \varphi) \times 18 - \frac{1}{2}.\ 259.\ z^2\, 22,$$

ó sea por $(5{,}78 - 2)\,(z - 0,\ 54).\ 2.849$: cuando $z = 4{,}5$ resulta 14.438 kgs., es decir, que áun cuando no hubiese ninguna carga en la cara superior del recinto, pesa cuando ménos sobre su base, más de 14 toneladas, ó más de 600 kilógramos por metro lineal del perímetro de su borde inferior; esto de-

muestra que el descenso se verificará, áun cuando no se descalce por completo el recinto.

Si despues de terminarse el descenso hubiera de agotarse en el interior, los empujes horizontales y los correlativos esfuerzos á que estaria sometida la fábrica, serian los que determiné al principio de este estudio, multiplicados por $\frac{2034}{1034}$, pues no habria lugar á contar con el empuje favorable del agua del recinto; en realidad, la circunstancia de que ántes del agotamiento quedaria notablemente aumentada la resistencia del anillo inferior (que sería el más cargado) por la tongada de hormigon que habria de extenderse en el fondo, modifica en sentido muy favorable la reparticion de los esfuerzos; pero áun prescindiendo de esto, bastaria para reducir la compresion y tension del material á valores muy inferiores á los admisibles en la práctica, acodalar entre sí y en parte de su altura las verticales medias de los lados mayores del recinto, y lo mejor sería establecer, en vez de entibacion, un tabique de hormigon, como se representa en las figuras de la lámina 1.ª

Del análisis anterior se deduce que son aceptables las dimensiones del recinto, cuyos detalles pueden verse en dicha lám.ª 1.ª bajo el epígrafe de *Tercera solucion*, así como las clases de fábrica indicadas para las diferentes alturas, á saber: masa de mortero de cemento para el borde inferior (al cual se le da sólo $0^m,50$ de ancho, en una altura de $0^m,50$ para facilitar el descenso, hormigon de cemento en otro metro de altura, y mampostería hidráulica en el resto.

Prescindiendo, por ahora, de los procedimientos de ejecucion que debieran seguirse en las diferentes soluciones estudiadas, paso á compararlas para elegir la más ventajosa. Eleccion de sistema.

El coste por metro lineal de presa, del sistema de encofrado, puede calcularse aproximadamente como sigue:

	PRECIOS.		IMPORTES.	
	Mínimos.	Máximos.	Mínimos.	Máximos.
23m³ de dragado hasta 1m de profundidad	1,40	1,40	32,20	32,20
8 estacas de álamo de 4m,5/0, 3 con azuches y cinchos, con hinca de 3m,5	33 »	33 »	264 »	264 »
8 tablestacas de 4,5/0, 2/0, con azuches é hinca de 3m,5	9 »	9 »	72 »	72 »
8 estacas de 3,5/0,2 dos con hinca de 3m,5	5,50	5,50	44 »	44 »
0m³,4 de madera en cepos, incluso herrajes	90 »	90 »	36 »	36 »
24m³ de escollera gruesa	6,70	6,70	160,80	160,80
2m³ de hormigon muy hidráulico	24 »	37 »	48 »	74 »
0m³,1 de sillería recta	80 »	81 »	8 »	8,10
3m³ de mampostería concertada con mezcla hidráulica	15 »	17 »	45 »	51 »
TOTAL (*sin incluir adquisicion de medios auxiliares*)	»	»	710 »	742,10

El coste de metro lineal de presa cimentada sobre la roca, sin recintos, es el siguiente:

20m³ de dragado hasta 1m de profundidad	1,40	1,40	28 »	28 »
39m³ de dragado mecánico hasta 4m 5 de profundidad	1,50	1,50	58,50	58,50
2m³ de arreglo de caja de cimientos, con buzos	2,50	2,50	5 »	5 »
8m³,20 de hormigon muy hidráulico	24 »	37 »	196,80	303,40
1m³,60 de id. id	20 »	25 »	32 »	40 »
7m³,4 de hormigon de arena	8,70	8,70	64,38	64,38
1m³ de escollera	5,70	5,70	5,70	5,70
0m³,10 de sillería	80 »	80 »	8 »	8 10
2m³,5 de mampostería concertada con mezcla hidráulica	15 »	17 »	37,50	42,50
Entibaciones, tabiques de hormigon, pequeños agotamentos	»	»	100 »	100 »
TOTAL (*sin incluir adquisicion de medios auxiliares*)	»	»	535,88	655,58

En el sistema de cimiento, de fábrica, construidos con recinto de madera, el coste del metro lineal sería:

	PRECIOS.		IMPORTES.	
	Mínimos.	Máximos.	Mínimos.	Máximos.
6^{m^3} de dragado en zanja hasta 1^{m^3} de profundidad	1,40	1,40	8,40	8,40
14^{m^3} aparentes de dragado mecánicos en el recinto hasta $4^{m^3},5$ de profundidad	2,50	2,50	35 »	35 »
4^{m^3} de arreglo de caja de cimentos con buzos	2,50	2,50	10 »	10 »
11^{m^3} de hormigon hidráulico	24 »	37 »	264 »	407 »
4^{m^3} de escollera gruesa	6,70	6,70	26,80	26,80
$0^{m^3},1$ de sillería	80 »	81 »	8 »	8,10
$1^{m^3},2$ de mampostería concertada con mezcla hidráulica	15 »	17 »	18 »	20,40
Suplemento por hinca y desarme de los recintos y entibaciones	»	»	130 »	130 »
TOTAL (*sin incluir adquisicion de medios auxiliares*)	»	»	500,20	645,70

Finalmente, en la solucion de recintos de fábrica, el coste de un trozo de 8^m de longitud sería:

167^{m^3} aparentes de dragado mecánico en recinto	2 »	2 »	334 »	334 »
21^{m^2} de arreglo de caja para cimientos con buzos	2,50	2,50	52,50	52,50
$4^{m^3},4$ de mortero de cemento	46 »	113 »	202,40	497,20
$28^{m^3},4$ de hormigon muy hidráulico	24 »	37 »	681,60	1.050,80
10^{m^3} de hormigon hidráulico	20 »	25 »	200 »	250 »
$43^{m^3},6$ de hormigon de arena	8,70	8,70	379,32	379,32
60^{m^3} de mampostería muy hidráulica	15 »	23 »	900 »	1.380 »
8^{m^3} de escollera	5,70	5,70	45,60	45,60
$0^{m^3},8$ de sillería	80 »	81 »	64 »	64,80
20^{m^3} de mampostería concertada con mezcla hidráulica á	15 »	17 »	300 »	340 »
Cajones en los intervalos entre los recintos, pequeños agotamientos etc.	»	»	250 »	250 »
Suma	»	»	3.409,42	4.644,22
TOTAL *por metro lineal* (*sin incluir adquisicion de medios auxiliares*)	»	»	426,18	580,55

Figura para algunos elementos un precio mínimo y otro máximo; depende esto de que no es posible afirmar *à priori*, con

toda seguridad, cuál será la composicion más favorable de los morteros, que deberá determinarse experimentalmente, ántes de comenzar la obra, ensayando y comparando las diversas mezclas á que se refiere la análisis de precios del presupuesto: es muy posible que no tenga éxito la fabricacion del cemento artificial, y áun quizás tampoco la de puzolana, y en tal caso sería preciso recurrir al cemento de Zumaya en dósis variables, segun la cohesion que deban tener los macizos.

El suplemento de gastos que originaria la adquisicion de los medios auxiliares, sería próximamente el mismo en los cuatro casos; resulta, por consiguiente, que la solucion más costosa, en las dos hipótesis extremas que respecto á precios he hecho, es la de encofrado: algo podria economizarse empleando ménos estacas y ménos escollera, pero no quedaria entónces asegurada la estabilidad del macizo. Por otra parte, esta solucion, ademas de exigir mayores gastos de conservacion, no permitiria recoger el caudal subterráneo; así es que, segun ya indiqué al principio de este capítulo, debe desecharse.

De las tres soluciones estudiadas para la cimentacion directa sobre la roca, es la más económica la de recintos de fábrica, y la más costosa la de construccion sin recintos; pero las diferencias son relativamente pequeñas, y están comprendidas dentro de los límites de los errores probables en esta clase de evaluaciones: importa, ademas, tener presente que hay más parte aleatoria y mayor ocasion de incidentes imprevistos en los sistemas de recintos, y muy principalmente en el de cajones de madera, que tiene tambien el inconveniente de exigir para su ejecucion más tiempo que cualquiera de los otros dos.

Por estas consideraciones me parece preferible la cimentacion directa sobre la roca, dragando hasta el fondo en zanja, y dando al perfil trasversal del macizo la figura del córte por J. G. que se representa en la lámina 1.ª, pero aumentando en $0^m,30$ la anchura del relleno, y en esta hipótesis he redactado el presupuesto; sin embargo, atendiendo á que la longitud de la obra es muy grande y que, por tanto, se presta á hacer un ensayo, creo

que debe comenzarse por intentar la cimentacion de algun trozo por medio de recintos de fábrica: no se necesitarian otros medios auxiliares que los que requiere la ejecucion en zanja, de suerte que áun cuando el ensayo fuese infructuoso, no se originaria ningun perjuicio grave y se podria obtener una economía no despreciable si tuviese buen éxito: por este motivo he indicado en los planos la aplicacion de este sistema al conjunto de la obra, en vez de figurar el que he presupuesto, cuya representacion gráfica es sumamente sencilla.

Complemento de la descripcion del cuerpo de la presa.

La longitud del cuerpo de la presa entre los paramentos laterales de las dos pilas-estribos de los portillos es de 229 metros en tres alineaciones: la primera (del lado de la márgen derecha), de 13 metros, con el rumbo de 118° E.; la segunda, de 206 metros, con el de 141° 30′ E., y la tercera, de 10 metros, con el de 135° 45′ E.: desde el paramento lateral de la primera pila-estribo hasta el del estribo de la márgen derecha hay 7 metros, y desde este punto hasta el escape del cauce 14 metros, siendo estos dos trozos prolongacion de la primera alineacion de la presa. En prolongacion de la tercera alineacion hay 19 metros hasta el paramento lateral del estribo de la márgen izquierda, que coincide próximamente con el escape de la misma.

Las clases de fábrica proyectadas para el cuerpo de la presa propiamente dicho, y para los macizos de los cimientos en toda su extension de estribo á estribo, son sillería recta en la coronacion, del lado de agua arriba, redondeando su arista viva; mampostería concertada de grandes dimensiones, sentada, como la sillería, con mezcla medianamente hidráulica, para el cuerpo de la presa; hormigon muy hidráulico para los dos muros de 1 metro de espesor, que limitan lateralmente el macizo de cimientos; hormigon medianamente hidráulico para las tongadas inferior y superior de la parte comprendida entre estos dos muros; finalmente, hormigon de arena (mezcla muy apisonada de arena y de mortero medianamente hidráulico en la proporcion de 1 á 0,15) para el relleno del macizo, y ademas un prisma triangular de escollera enterrada al pié del glácis del cuerpo de la presa, en

una profundidad de 1 metro y una anchura visible de 2 metros, duplicándose estas dos dimensiones y empleando cantos cuyo peso no baje de 200 kilógramos en toda la extension que corresponde á los portillos. Excusado es advertir que un pequeño trozo de la parte superior de los muros de hormigon debe hacerse de mampostería, formando parte de la del cuerpo superior para evitar el ángulo excesivamente agudo, que de otro modo resultaria en la fábrica al pié del glácis; ó bien, habia de hacerse de excelente hormigon hidráulico un pequeño trozo del cuerpo superior, en las inmediaciones del expresado sitio.

CAPÍTULO II.

PORTILLOS, ESTRIBOS Y ACCESORIOS.

Claros de los Postillos.

En el capítulo segundo del ante-proyecto he demostrado la necesidad de establecer un portillo en las inmediaciones de cada márgen, y he fijado sus dimensiones y su division en claros, asignando 15 metros de vano total, repartidos en cinco claros, al de la márgen izquierda, y 6 metros, en dos claros, al de la márgen derecha; advirtiendo que deben situarse sus umbrales á la altura del enrase de cimientos. Con estas dimensiones basta para que, estando abiertos, no se altere el nivel reglamentario habitual del embalse (que queda á $0^{m},05$ por debajo del vertedero ó coronacion de la presa), áun cuando, cerradas las compuertas de las derivaciones de toma de agua, llegase el caudal del rio á ser de $45^{m3},192$; no comenzaria á funcionar el vertedero miéntras no excediese de $48^{m3},468$ la suma de los caudales del Órbigo y del Eria; para elevarse el nivel $0^{m},70$ por encima de la coronacion de la presa, es decir, para llegar á la coronacion de las pilas de los portillos, sería menester que el caudal excediese de $355^{m3},754$. Ademas, si cerradas las tomas de las derivaciones

se abren los portillos en aguas bajas, el nivel del embalse quedaria á $0^m,235$ por encima del enrase de los cimientos, y el espesor de la lámina de agua al pasar por los vanos sería solamente de $0^m,158$. Estos resultados se deducen de la fórmula $Q = z . L . y^{\frac{3}{2}}$, en la cual Q es el caudal, L la anchura del vano é y la altura del nivel sobre su umbral, y demuestran que las dimensiones adoptadas son aceptables.

La distribucion del vano total de 21 metros entre ambas márgenes, se ha hecho teniendo en cuenta la importancia relativa del Órbigo y del Eria, y la de sus respectivos acarreos. La subdivision en claros de 3 metros separados entre sí por medio de pilas, está justificada por la naturaleza del cierre proyectado, que es el de agujas: claros mucho mayores podrian dificultar algo las maniobras y exigirian vigas de apoyo de excesiva escuadría, y dándoles mucha ménos luz, se aumentaria innecesariamente el número de pilas.

Pilas y pilas estribos.

La coronacion de pilas (véase lámina 2.ª) se ha fijado á $0^m,70$ por encima del umbral del vertedero ó coronacion de la presa, á fin de que si sobreviniese una crecida repentina estando cerrados los portillos, hubiera tiempo de hacer maniobra; excede, en efecto, de $254^{m3},324$ el caudal que puede pasar por el vertedero, estando cerrados los portillos, sin que el nivel del embalse llegue á cubrir la coronacion de las pilas; y ademas, la excursion de $0^m,75$ es muy sobrada para que pueda funcionar un sistema de apertura automática por medio de flotadores.

La anchura de las pilas se ha determinado por la condicion de que puedan resistir holgadamente al empuje del agua que baña uno de sus paramentos, y ademas á la presion trasmitida por las traviesas ó vigas de apoyo de las agujas; en el caso más desfavorable, que es cuando, cerrados los portillos, llegase el nivel del embalse á la altura de la coronacion de las pilas, el empuje del agua sobre las agujas de dos semiclaros sería 4,86 kilógramos, la presion trasmitida á las traviesas (y por éstas á la pila), 1.620 kilógramos á $1^m,90$ de altura sobre el enrase de cimientos, y este mismo valor tendria tambien la presion total del

agua sobre el paramento, que actuaria á la altura de $0^m,60$. La resultante de estos empujes y del peso de la pila corta á la base en su eje de simetría, á $0^m,225$ del centro de gravedad, y á $1^m,775$ del borde ó arista exterior. No he reducido, sin embargo, el espesor de la pila, á fin de que quede suficiente anchura en su coronacion, y he conservado para su longitud la dimension de 4 metros para que pueda resistir el choque de los cuerpos flotantes arrastrados por las crecidas, porque tambien es de 4 metros el ancho de la base del macizo, y por no proporcionar economía apreciable la pequeña reduccion que pudiera hacerse.

Agua arriba y agua abajo forman tajamares las pilas ; el del primer frente termina á $0^m,20$ por encima de la coronacion general, á fin de resguardar del choque de cuerpos flotantes los mecanismos de rotacion y las traviesas de apoyo, cuando está abierto el portillo.

La sillería en la coronacion y en los tambores, y la mampostería concertada en el resto, son las clases de fábrica proyectadas. En la pila-estribo debe emplearse la sillería en el ángulo diedro entrante que forma uno de sus paramentos laterales con el glácis. El umbral del portillo entre las pilas debe ser de losas, practicando una pequeña entalladura ó rebajo, para que sirva de batiente inferior de las agujas. Finalmente, han de ponerse unos argollones en los tambores de aguas abajo, para sujetar la cuerda en que se enfilan las agujas, con objeto de que no sean arrastradas por la corriente al hacer la maniobra de apertura de un claro por medio de los escapes de las traviesas.

Cierres.

Por su mayor sencillez he dado la preferencia al sistema de cierres de agujas, que, si tiene algun inconveniente, ofrece notables ventajas, especialmente cuando la altura no es muy grande.

Agujas y traviesas.

Como la longitud de las agujas es pequeña, pueden manejarse aunque se les dé una escuadría algo mayor que la acostumbrada; haciéndolas de álamo, de $0^m,176$, cada una pesará en el aire 54 kilógramos solamente, y bastarán 17 para cada claro ; así se reducirá el número de juntas y se evitará que se doblen las agujas. El empuje total del agua sobre una aguja es de 285 kilógramos

cuando el nivel del embalse llegase á la altura de la coronacion de las pilas, y de 193 kilógramos cuando ocupe su posicion ordinaria; los momentos de rotura son, respectivamente, 125 y 85; el momento de resistencia permanente es 272, asignando al coeficiente de resistencia el valor de 30 kilógramos por centímetro cuadrado; la flecha de flexion sería en el caso más desfavorable $0^m,00037$, es decir, que no hay deformacion apreciable. El paramento de agua arriba de las agujas pasa en su pié por los arranques de los tambores, y á la altura de la coronacion está separado $0^m,30$ de dicho arranque.

La vigueta ó traviesa que sirve de batiente superior de las agujas está sometida á una carga total de 1.620 kilógramos, repartida en los 3 metros centrales de su longitud, y la distancia entre sus apoyos es algo menor de 4 metros; el momento de rotura es 1.012, y el de resistencia (dando á la seccion $0^m,30$ en sentido horizontal, y $0^m,16$ en el vertical), 1.440 si se emplea madera que pueda cargarse á razon de 60 kilógramos por centímetro cuadrado; cuando el nievel del embalse sea el ordinario, el momento de rotura se reduce á 687,5; la flecha será 0,00049 ó 0,00015, segun la posicion que ocupe aquel nivel. En realidad, á consecuencia de la disposicion especial que debe darse al apoyo de la traviesa, queda ésta sometida á un esfuerzo de compresion longitudinal, que, segun los casos, será de 810 kilógramos ó 550; teniéndolo en cuenta, á la vez que los esfuerzos de flexion, la máxima carga que por centímetro cuadrado resulta, es de $43^k,7$ ó $29^k,1$, segun la posicion del nivel, y esto indica que no habria inconveniente en el empleo del álamo. El paramento de aguas arriba está ligeramente chaflanado, segun la inclinacion de las agujas, para que sirva de batiente.

Las pérdidas de agua á traves de las juntas de las agujas son relativamente reducidas, porque la carga es pequeña, pequeño tambien el número de juntas, y muy reducido el espacio libre que puede dejar cada junta, puesto que ajustándolas bien, en un principio, como no sufren deformacion sensible, permanecerán siempre en contacto; hay que tener en cuenta, ademas, que por Permeabilidad.

la gran escuadría de las agujas, la longitud de los intersticios (en el sentido de los movimientos) y, por consiguiente, la resistencia á las filtraciones, son mayores que en los diferentes cierres de agujas que se han establecido en otras presas. Si, por ejemplo, se consideran los intersticios como equivalentes á aberturas de $0^m,001$ practicadas en pared delgada (hipótesis exageradamente desfavorable), la anchura total de los 119 intersticios que hay en los siete claros, sería de $0^m,119$; bajo la carga de $1^m,05$, el gasto ó filtracion sería de $0^{m3},257$, volúmen que sin duda alguna es mucho mayor que el efectivo probable. Por otra parte, como no será necesario hacer maniobra de ninguna clase durante los meses de verano, y tampoco serán muy frecuentes las de abrir y cerrar la totalidad de los vanos en el resto del año, no ofrece ninguna dificultad práctica el retapar las juntas y restañar la filtracion (al ménos en seis de los claros), ya por medio de lonas aplicadas á la cara de agua arriba, ya estableciendo una segunda fila de agujas á juntas alternadas, ya, finalmente, retundiendo las juntas con filástica, arcilla y estiércol. Se podrá lograr, por consiguiente, reducir á un volúmen insignificante las filtraciones á traves del cierre de los portillos.

Maniobras. Hay que dar salida á traves de los portillos, ó por encima del vertedero, á la parte del caudal del rio que no haya de introducirse en las derivaciones. Una vez desarrollado el aprovechamiento de aguas en toda la extension proyectada, habria que tomar todo el caudal en la mayor parte de los dias del año, y, salvo algun caso excepcional, en todo el período que media entre 1.º de Mayo á fin de Octubre. Cada metro lineal de portillo abierto puede dar paso á un caudal de $2^{m3},152$ si el nivel del embalse es el reglamentario; de $2^{m3},308$ si llega al umbral del vertedero, y de $4^{m3},830$ si alcanza á la coronacion de las pilas; por consiguiente, áun suponiendo que estén cerradas las compuertas de las derivaciones y que se desee mantener el nivel ordinario, bastaria abrir un solo claro ó parte de él, miéntras el caudal no excediese de $6^m,456$, lo cual comprueba que sólo excepcionalmente podrá ser necesario hacer maniobras en más de un tramo durante el verano.

Las pequeñas fluctuaciones del gasto y del nivel pueden compensarse quitando alguna aguja del claro inmediato á una de las márgenes ; y con más facilidad aún, intercalando cuñas entre la traviesa y várias agujas alternadas ó consecutivas. Cuando, por el contrario, sea preciso dejar libres todos los claros rápidamente, la maniobra consiste en hacer desaparecer los apoyos que retienen uno de los extremos de cada traviesa, con lo cual girarán estas piezas al rededor de los ejes de rotacion á que respectivamente van unidas en su otro extremo, cediendo al empuje del agua y dejando flotar las agujas, que por estar enfiladas en las cuerdas amarradas á los argollones de las pilas, podrán recogerse despues fácilmente. El sistema de escapes, que con todo detalle está dibujado en la lámina 2.ª, permite abrir sucesiva y casi instantáneamente todos los claros de un portillo, empujando un trinquete colocado en la coronacion del estribo ; un flotador, cuyo movimiento vertical está enlazado con el de rotacion del trinquete, puede hacer funcionar el escape automáticamente cuando el nivel del embalse llegue á la altura de la coronacion de las pilas, es decir, ántes de que cese de ser posible recorrer todo el portillo, marchando sobre la cara superior de las traviesas.

Escapes.

Cada traviesa lleva en sus extremos unas armaduras de hierro ; una, la más próxima á la pila-estribo, tiene un pequeño eje de rotacion vertical, cuyos cojinetes están sujetos en la coronacion de la pila, y presenta ademas un pequeño trozo de superficie cilíndrica de $0^m,05$ de radio, en la que se apoya la armadura del extremo móvil de la traviesa contigua. El trinquete situado en el estribo tiene una figura parecida á la de las armaduras de rotacion ; á su extremo se engancha una cuerda horizontal paralela á la corriente y dirigida hácia abajo, que á corta distancia vuelve hácia agua arriba, arrollándose sobre una polea de eje horizontal ; si se tira del extremo de esta cuerda, en sentido opuesto á la corriente, gira el trinquete y cesa el apoyo de la armadura del extremo libre de la primera traviesa; gira, á su vez, la traviesa empujada por las agujas, y cesa de tener apoyo la armadura del extremo móvil de la segunda traviesa, y así sucesivamente.

El esfuerzo de traccion que hay que ejercer sobre la cuerda es el necesario para vencer el rozamiento que se desarrolla en la superficie del apoyo y en los pequeños cojinetes de la armadura giratoria; la presion en el contacto es 810 kilógramos cuando el embalse llega á la coronacion de las pilas, y forma un ángulo de 45° con la corriente; el rozamiento, suponiendo un coeficiente de 0,2, será 162 kilógramos, y su brazo de palanca 0,05; igual valor tendrá el rozamiento en aquellos cojinetes, con un brazo de palanca de $0^m.0156$, luego el esfuerzo necesario actuando con un brazo de palanca de $0^m,25$, será de 42 kilógramos y de 46 kilógramos, teniendo en cuenta la resistencia que opone la polea de cambio de direccion.

La cuerda unida al trinquete tiene dos nudos ó roldanas á corta distancia uno de otro; cuando haya de hacerse la maniobra se cogerá en el intermedio ó apéndice de una palanca de madera, cuya abertura es algo mayor que el diámetro de la cuerda, pero menor que el de las roldanas ó nudos; apoyando la palanca en un piton saliente del paramento lateral de la parte superior del estribo, y moviéndola paralelamente á este plano, se ejercerá el esfuerzo de traccion sobre la cuerda por el intermedio de la horquilla y de uno de los nudos, siendo suficiente una fuerza de 8 kilógramos en la parte superior de la palanca para que la tension de la cuerda sea de 46 kilógramos.

Conviene advertir que, áun prescindiendo del rozamiento desarrollado en el apoyo de la traviesa, no hay tendencia á que se suelte el trinquete miéntras no se intente moverlo. Para que se suelte automáticamente cuando el nivel del embalse llegue á una posicion determinada, basta enganchar la cuerda, cambiando convenientemente su direccion por medio de poleas y rodillos, como representan las figuras, á un flotador que tenga unas guías de movimiento vertical sujetas en el paramento de agua arriba del estribo, y cuyo desplazamiento sea suficientemente grande cuando el embalse llegue á la altura en que deba funcionar el mecanismo. He calculado la tension que por el empuje del agua hay que desarrollar en el extremo de la cuerda unido al flota-

dor, para que en el que está unido al trinquete resulten 46 kilógramos; en la lámina 2.ª puede verse el diagrama de este cálculo: si el flotador está convenientemente lastrado para que no ejerza tension sobre la cuerda cuando el nivel es el reglamentario, será suficiente que ocupe 92 litros la parte de su volúmen comprendida desde aquel nivel hasta un plano horizontal que quede por debajo de la coronacion de las pilas, á una distancia igual á la excursion del extremo del trinquete.

Las dimensiones de todas las piezas y mecanismos de los portillos están calculadas de manera que no sufren deformacion sensible bajo la accion de las fuerzas que la solicitan; omito el detalle de este cálculo, porque es sumamente prolijo.

Estribos.

El estribo de la márgen derecha, segun los proyectos, separa aquel portillo de la embocadura ó cabeza de la acequia de derivacion, cuyo frente es oblícuo respecto al paramento general del portillo: puede considerarse como formado por una semipila y por un macizo de figura irregular; el tajamar de la semipila en la parte de agua arriba, se enlaza con el de la embocadura de la derivacion, estando enrasada su coronacion como en los de las otras pilas á $0^m,90$ por encima del vertedero, ó sea á $0^m,20$ por encima de la coronacion del resto de la semipila; la anchura de ésta es de $0^m,1$ más que la mitad de una pila; el macizo irregular adosado á ella termina á la misma altura que el tajamar, pero encima de él hay otro cuerpo que sirve de muro de recinto del basamento de la casa de compuertas, enrasado á $2^m,40$ por encima del vertedero, ó sea $0^m,50$ por encima del nivel de las mayores crecidas; una escalera de sillería, adosada al costado de este muro, establece la comunicacion entre el enrase de aquel basamento y el del estribo, propiamente dicho; son tambien de sillería los tajamares, la coronacion de la semipila y la arista superior de agua abajo del macizo irregular; el resto de la fábrica, de mampostería concertada medianamente hidráulica.

El estribo de la márgen izquierda tiene una figura rectangular; su paramento de agua arriba coincide con el general del portillo y es perpendicular al de la embocudura de la derivacion,

formando uno de los costados de ésta. Se compone de una semipila de $0^m,8$ de anchura y de un macizo enrasado á la altura del tajamar de agua arriba; uno de los frentes se enlaza con el tajamar de la embocadura ó toma; sobre el macizo se eleva un muro de un metro de ancho, perpendicular á la direccion de la corriente, enrasado á $2^m,40$ sobre el nivel del vertedero, que se une al basamento de la casa de compuertas, y por el otro extremo llega hasta el borde del macizo adosado á la semipila. Dos escaleras de sillería, perpendiculares á la corriente, establecen la comunicacion entre el remate del basamento de la casa de compuertas y el del macizo, y entre éste y el lecho del rio. Proyecto de sillería los tajamares ó tambores, las aristas de la coronacion del macizo, y el morro del muro superior, y el resto de mampostería medianamente hidráulica, á excepcion del relleno del macizo, que puede ser de hormigon de arena.

Accesorios. Los accesorios de la presa son: 1.° Los malecones que impiden que el agua de las crecidas extraordinarias contornee los estribos. 2.° Los revestimientos de ambas márgenes. 3.° Las excavaciones en el lecho del rio (véase la lámina 1.ª), para poner en comunicacion las aguas de los diferentes brazos, y para que en caso necesario pueda funcionar el vertedero en toda su extension, y 4.° Un macizo impermeable, enterrado, desde el estribo de la izquierda hasta la roca de la ladera, para completar el represamiento subterráneo.

En la márgen derecha, á continuacion del estribo, ha de situarse la casa de compuertas de aquella derivacion; el espacio que media entre este edificio insumergible y la ladera, ha de cerrarse, segun el proyecto, con un malecon de corta longitud, de $1^m,0$ de anchura en su coronacion, enrasado á 2,40 sobre la coronacion del vertedero, con taludes de $1^m,5$ revestidos al pié, con empedrado hasta la altura de las crecidas.

En la márgen izquierda, los malecones que proyecto para defensa del primer trozo de la derivacion en la parte en que el trazado queda dentro de la zona inundable, están enlazados con el estribo, sin solucion de continuidad, por intermedio del basamento de la casa de compuertas.

El revestimiento de las márgenes es más necesario en la de la izquierda que en la de la derecha; esto es, deberá hacerse de mayor longitud en la primera que en la segunda, tanto por la naturaleza del terreno como por las condiciones de la corriente. Se reduce, segun se representa en la lámina 2.ª, á un empedrado sentado sobre talud de 1,5, sostenido al pié por un macizo de escollera gruesa de un metro de profundidad. Será suficiente una longitud de 10 metros en la márgen derecha, del lado de agua arriba, y de otros 10 metros á continuacion del muro de la casa de compuertas; en la izquierda se necesitará revestir una longitud de 15 metros agua arriba de la embocadura de la derivacion, y de 30 metros agua abajo del estribo. El espesor de los empedrados en seco que formen estos revestimientos, debe ser de $0^{m},30$.

El macizo de represamiento subterráneo sigue la direccion de la derivacion de la izquierda hasta su encuentro con la ladera, quedando enrasado á la altura del fondo de la caja. Basta hacerlo de tierra arcillosa bien preparada, dándola 2 metros de espesor. Comprobada su estabilidad bajo la accion del empuje en su cara de agua arriba (teniendo en cuenta la sobrecarga de los malecones), y de la resistencia ó contra-empuje en su cara de aguas abajo, resulta que cualquier espesor sería suficiente; pero para asegurar la impermeabilidad relativa conviene no reducir la anchura indicada.

CAPÍTULO III.

EMBOCADURAS Ó CABEZAS DE LAS DERIVACIONES.

Condiciones á que deben satisfacer.

Las condiciones á que deben satisfacer las cabezas ó embocaduras de ambas derivaciones, ó sean las tomas de agua, son las siguientes: 1.ª Que pueda introducirse en cada acequia un caudal

igual á su dotacion máxima, y que haya medios de reducir el volúmen admitido, segun las necesidades del servicio. 2.ª Que en ningun caso pueda penetrar en ellas un caudal mucho mayor que la dotacion máxima. 3.ª Que no sean exageradas las pérdidas de carga á la entrada, ó bien que el orígen del eje hidráulico no quede muy por debajo del nivel reglamentario del embalse, y que tampoco haya notables pérdidas de carga en el trayecto que media desde la embocadura hasta el canal de conduccion propiamente dicho. 4.ª Que haya posibilidad de dar pronta salida, ántes del canal de conduccion, tanto á un exceso de caudal que se hubiera admitido indebidamente, como á la grava y acarreos que lleguen á pasar de la embocadura.

Para satisfacer á estas condiciones hay que establecer en cada derivacion una cabeza de toma, insumergible y susceptible de cerrarse, de vanos suficientemente extensos para dar paso á la máxima dotacion cuando el nivel del embalse sea el reglamentario, y cuyos umbrales esten más elevados que el fondo del rio. Es preciso ademas embovedar todo el trozo de la derivacion que quede comprendida en la zona inundable, ó defenderlo de la invasion de las aguas por medio de diques insumergibles, y establecer aliviaderos de superficie y de fondo de suficiente potencia, con sus correspondientes desaguadores ó azarbes, ántes del canal de conduccion propiamente dicho; así como dejar en la presa portillos que permitan barrer ó limpiar de cuando en cuando los acarreos que se hubiesen acumulado en las inmediaciones de la embocadura. Esta última condicion queda satisfecha, segun ya he indicado en el capítulo anterior y en el segundo de la primera parte; las obras proyectadas para ambas embocaduras cumplen satisfactoriamente con las demas condiciones, como resulta de su descripcion y de los cálculos que á continuacion desarrollo.

Aberturas de las cabezas de tomas: Dimensiones.

Situado el umbral de las aberturas de las cabezas de las tomas á $0^m,25$ sobre el zampeado de los portillos, esto es, á $0^m,80$ bajo el nivel reglamentario, el gasto por metro líneal de abertura (si su borde superior está á suficiente altura para que no quede bañado por la vena líquida), es $1^{m3},546$; luégo haciendo de 4

metros la dimension horizontal de la abertura en la márgen izquierda, y de 6 metros la de la márgen derecha, podrán quedar cubiertas las respectivas dotaciones máximas 8^{m3} y 6^{m3}, sin necesidad de que el nivel del embalse se eleve por encima de su posicion reglamentaria; el espesor de la vena á su paso por las aberturas, sería las tres cuartas partes de la carga sobre el umbral, de suerte que en rigor bastaria dar á los vanos $0^{m},60$ de dimension vertical.

Estas conclusiones son aplicables cuando la pendiente de la primera rasante del canal ó acequia sea suficientemente grande para que pueda considerarse como libre la alimentacion y pueda engendrarse un eje hidráulico de agua arriba (segun la nomenclatura de Bondin), en cuyo caso la fórmula del gasto es L y $\sqrt{2g(y-H_1)}+\frac{2}{3}L.(y-H_1)^{\frac{3}{2}}$; en la cual L designa la longitud del lado horizontal de la abertura, y la altura del nivel del embalse sobre el umbral de la toma, H_1 la profundidad, $\sqrt{\frac{Q^2}{g}}L$, que separa los ejes hidráulicos de presion ó de agua arriba y los de elevacion ó de agua abajo, g la aceleracion debida á la gravedad ($9^{m},91$) y Q el gasto.

Pendiente y eje hidráulico en la 1.ª rasante de las derivaciones.

He fijado en 0,02 la pendiente de la primera rasante de cada derivacion, dándole una longitud suficientemente grande para que pueda producirse un resalto agua abajo de la embocadura, es decir, para que no llegue hasta la abertura el remanso de elevacion que en el extremo inferior de este primer trozo ha de ser producido por la altura de $1^{m},56$ que ha de tener el agua sobre el fondo de la caja de la acequia en la segunda rasante de la derivacion. En la lámina 3.ª pueden verse las figuras del eje hidráulico, en la primera rasante de cada una de las derivaciones; corresponden al caso en que el caudal sea en cada una igual á la respectiva dotacion máxima: se ha hecho el trazado por el método de Bondin, calculando las ordenadas de las diferentes curvas por medio de las tablas del mismo autor, y no reproduzco el detalle de los cálculos porque es extremadamente prolijo; baste decir que he determinado en primer lugar la profundidad que

corresponde al régimen uniforme con arreglo al caudal y á la pendiente, y la que separa los remansos de elevacion de los de depresion; despues, tomando como punto de partida en el orígen de la rasante el que corresponde á esta última profundidad, he calculado las ordenadas del eje hidráulico de agua arriba, así como las correspondientes de la curva de resaltos; tomando despues como punto de partida en el extremo inferior de la rasante el que corresponde á la profundidad del régimen uniforme de la rasante siguiente, he determinado el eje hidráulico de agua abajo, cuya interseccion con la curva de resaltos marca precisamente el sitio en que terminará aquel eje hidráulico y comenzará éste, es decir, la posicion del resalto natural que ha de producirse. Las figuras y cálculos á que hago referencia, comprueban que, en efecto, no quedará sumergida la toma de aguas por el lado de las acequias de derivacion, y que, por tanto, con las dimensiones adoptadas podrá introducirse en cada canal la dotacion máxima aunque el nivel del embalse no exceda del reglamentario: las pérdidas de carga desde el embalse hasta el final de la primera rasante son $0^m,30$ en la márgen derecha y $0^m,26$ en la izquierda.

Cuando haya de tomarse un caudal menor, bastará cerrar parte de la abertura, como despues indicaré; la figura del eje hidráulico se modificará, disminuirán todas las ordenadas azules y se alejará de la embocadura el resalto, si se establece el régimen uniforme en la segunda rasante; la caida ó pérdida de carga aumentará en todo cuanto descienda el nivel en el orígen de esta segunda rasante á consecuencia de la disminucion del caudal. Pero si á pesar de la reduccion el gasto se conservase invariable la profundidad en el orígen de la segunda rasante, por los medios que indicaré en el capítulo siguiente, el remanso de elevacion tendria ménos declive, el de depresion podria llegar á tener contrapendiente en su superficie, y hasta podria presentarse el caso de que acercándose el resalto á la embocadura, desapareciese el primer trozo del eje hidráulico (curva de depresion), y quedase bañada por el agua la compuerta en su cara ó paramento del lado del canal; al valor del caudal, que, por decirlo así, mar-

ca el punto de paso de una situacion á otra, corresponden dos posiciones de la compuerta, una de evacuacion libre y otra sumergida; y en las posiciones intermedias sería menor el caudal derivado, menor tambien cuando quedase la compuerta por debajo de la más baja, y mayor si quedase por encima de la más alta.

Subdivision de las aberturas en vanos parciales;

He subdividido la embocadura de la márgen izquierda en dos claros de á dos metros, y en tres de igual anchura la de la márgen derecha á fin de facilitar el establecimiento de cierres de compuertas, que son los más indicados en este caso. Los claros quedan separados por pilas de un metro de ancho, que, así como los estribos, llevan tajamares convenientemente dispuestos para suprimir la contraccion de la vena. El frente de las aberturas en la márgen derecha está á continuacion del extremo del paramento de agua arriba del portillo, formando con él un ángulo de 26° 34′; el de la márgen izquierda es normal al paramento del portillo, pasa por el borde superior del empedrado de la márgen y está limitada lateralmente por dos aletas á ángulo recto, una de las cuales queda embebida en el macizo de la presa; el zampeado, desde el extremo de los tajamares en la derecha y desde el de las aletas en la izquierda, hasta el umbral de las aberturas, se eleva $0^m,25$. Dividida á su entrada la corriente en dos brazos en la márgen derecha y en tres en la izquierda, y siendo las sumas de sus anchuras iguales á las que en el fondo tienen respectivamente las secciones ordinarias de las dos acequias, se puede conseguir fácilmente que la confluencia ó reunion de los brazos ó corrientes parciales se haga sin originar remolinos; basta para esto adelgazar gradualmente las pilas hácia agua abajo, y enlazar por curvas de inflexion las aristas extremas del fondo de los canalizos con las del fondo de la caja de la acequia; en las figuras de la lámina 3.ª indico claramente esta disposicion y tambien la de la parte extrema de las pilas, que deberá ser de madera por lo reducido de la anchura, y la de los costados laterales de la caja, que, así como el fondo en toda la extension de la primera rasante, deben ir revestidos de fábrica con mortero hidráulico.

Frente de las tomas.

El muro de frente de cada toma, en el cual están practicadas las aberturas, forma uno de los paramentos del basamento de la cara de compuertas, enrasado á $2^m,40$ por encima del vertedero de la presa, ó sea á $0^m,50$ por encima de las mayores crecidas; las aberturas están limitadas en su parte superior por arcos escarzanos, cuyos arranques, así como la coronacion de los tajamares de sus pilas, quedan á la altura del nivel reglamentario del embalse. Detras del frente del basamento, que tiene $0^m,50$ de espesor, y á distancia de $0^m,75$, hay otro muro que sólo se diferencia del anterior en que tiene un espesor de $0^m,75$, quedando enlazados ambos en toda su altura por las pilas y los estribos; forma, pues, su conjunto como un macizo en el que se hubiesen practicado las aberturas de entrada del agua, y otros tantos pozos verticales, rectangulares de $2^m + 0,75$, destinados á alojar las compuertas. Despues de este segundo muro, las pilas quedan enrasadas á la altura de la coronacion de sus tajamares, y en toda la extension que resta hasta el frente posterior del basamento de la cara de compuertas, se cubre el espacio por un solo arco ó cañon apoyado en la prolongacion de los estribos.

Los tajamares, las aristas de las aletas y de la coronacion del frente, los arcos de las aberturas, y los paramentos de los estribos y de las pilas junto á las guías de las compuertas, son, en el proyecto, de sillería; de mampostería hidráulica, los zampeados; de ladrillo las bóvedas del basamento, y de mampostería concertada medianamente hidráulica el resto de los macizos. He comprobado la estabilidad del muro del frente de cada toma considerando el caso más desfavorable, que es cuando el nivel del rio llega á la altura de las mayores crecidas; tambien la he comprobado en el caso improbable de que á consecuencia de una socavacion quedase al descubierto el paramento vertical (del lado del rio) del cimiento de dicho macizo.

La cimentacion de los frentes de las embocaduras y de los basamentos de las caras de compuertas por el sistema de recintos de fábrica, es la representada en la lámina 3.ª Si se aplicase el sistema de dragado en zanja, en la embocadura de la derecha

se prolongarian los dos muros de hormigon del cimiento general de la presa hasta llegar respectivamente á $0^m,20$ del frente de los tajamares y del costado exterior (ó del lado del rio) del basamento de la cara de compuertas, y despues se les daria la direccion de cada uno de estos dos planos hasta su encuentro con la roca de la ladera; en la márgen izquierda el muro de cimiento general de agua arriba, al llegar á la confrontacion del zampeado del frente de la embocadura, volveria á ángulo recto hasta rebasar la aleta izquierda de la toma, y continuaria despues siguiendo el perímetro del basamento de la cara hasta encontrar el muro de cimiento general de agua abajo. El relleno entre estos muros se haria de hormigon de arena sobre tongada de hormigon hidráulico y recubierto por otra tongada general de un metro de espesor, tambien de hormigon hidráulico, enrasada á la altura del umbral de los portillos.

Compuertas.

Con todo detalle puede verse en la lámina 3.ª el sistema de compuertas y el mecanismo para ponerlas en movimiento, así como las guías y batientes: están formadas por gruesos tablones de roble machihembrados, unidos ademas por medio de pasadores á una lengüeta de hierro en cada costado ó borde lateral; en toda la altura de la compuerta sobresalen algo lateralmente las lengüetas, introduciéndose en ranuras fijas de bronce, que sirven de guías y que están empotradas en los paramentos laterales de las pilas y de los estribos. El borde inferior de las compuertas está ligeramente escaseado con objeto de suprimir la contraccion de la vena; descansa cuando se cierra el vano sobre una pieza de madera embutida en el zampeado. El batiente superior del cierre está formado por una pieza de madera adosada al paramento interior del frente de la toma y al arco de entrada del agua; hay en su borde inferior una guarnicion con objeto de que sea impermeable el contacto con la compuerta. Las lengüetas laterales de hierro tienen en su parte superior dos armaduras cada una, situada la primera en un plano paralelo á la compuerta y la segunda en un plano normal; en ésta se ejerce el esfuerzo necesario para hacer bajar la compuerta por intermedio

de una cuerda que pasa despues por debajo de un rodillo de eje horizontal, perpendicular y sujeto al paramento lateral del estribo, y en aquélla se ejerce el esfuerzo necesario para el movimiento ascendente.

Mecanismos. Estos dos esfuerzos alternativos están dirigidos ambos hácia arriba; se desarrollan actuando sobre un tambor de clavijas ó cabrestante horizontal suspendido cerca del techo del primer piso de la cara de compuertas y encima de los pozos rectangulares verticales del frente en que quedan alojadas las compuertas al elevarse; dos poleas diferenciales montadas sobre el cabrestante, cerca de sus extremos, ponen en movimiento, al girar aquél, otros dos pares de poleas móviles que están unidas respectivamente por el intermedio de tensores de doble tuerca; una, á la armadura de la compuerta, que está destinada á recibir el esfuerzo ascendente, y otra á la cuerda, que sirve para producir el descenso de la compuerta. Con este mecanismo, segun que se haga girar el cabrestante en uno ú otro sentido, se podrá hacer subir ó bajar el cierre de la abertura.

He calculado minuciosamente todas las resistencias pasivas, así como las tensiones de los diferentes ramales de cuerda, en la hipótesis más desfavorable, á saber: cuando el nivel del rio llega á la altura de las mayores crecidas; con las dimensiones adoptadas, el esfuerzo que hay que aplicar á las clavijas del cabrestante para determinar el movimiento de la compuerta es de 12,7 kilógramos, y la velocidad del movimiento de elevacion ó descenso es de $0^m,02$ por segundo si la del extremo de la clavija es de $0^m,45$, de suerte que basta un minuto para hacer la maniobra completa; las tensiones de las cuatro cuerdas de la polea diferencial varian de 170 á 307 kilógramos, y las de los tensores de dobles tuercas, de 348 á 600 kilógramos; los valores atribuidos á los coeficientes de rozamiento de la lengüeta sobre sus guías, de los gorrones sobre sus cojinetes y de la cuerda sobre la garganta de la polea, son, respectivamente, 0,14, 0,8 y 0,5, y los de la fórmula de la resistencia pasiva debida á la rigidez de las cuerdas, 0,07 y 0,005; el peso de la compuerta es de 350

kilógramos; la presion máxima ejercida sobre ella por el agua, 6.110, y el rozamiento en sus guías 850; el esfuerzo para elevarla es, por consiguiente, 1.200 kilógramos, y 862 para bajarla, venciendo al mismo tiempo el empuje vertical del agua, que no pasa de 388 kilógramos. He fijado el grueso de la compuerta y las dimensiones de todas las piezas del mecanismo de manera que puedan resistir ámpliamente los máximos esfuerzos que hayan de actuar sobre estas piezas.

Primera rasante de cada derivacion.

Descrito ya cuanto se refiere al frente ó cabeza de la toma en una y otra márgen, sólo me resta para terminar este capítulo indicar la manera de impedir que entren en las acequias de derivacion las aguas del rio cuando desbordan, y el medio de dar salida pronta á los sobrantes que se hubieran admitido indebidamente y á la grava que por cualquier circunstancia entrase por las embocaduras á pesar de la elevacion de su umbral.

Para lo primero, proyecto malecones ó diques, cuya coronacion está á $0^{m},50$ por encima del nivel de las crecidas, á ambos lados de la caja en la acequia de la izquierda, y al costado izquierdo únicamente en la acequia de la derecha, segun puede verse en los perfiles trasversales de lámina 3.ª En la acequia de la derecha no pueden penetrar las aguas de inundacion por el borde de la derecha, puesto que lo impide el pequeño malecon que enlaza la cara de compuertas con la ladera insumergible; el malecon del lado del rio debe ir revestido de empedrado en su talud exterior, apoyado al pié en un prisma de escollera gruesa de un metro de profundidad; tambien deben revestirse de empedrado, al ménos en la parte inmediata á la cara de compuertas, los dos malecones de la márgen izquierda. En la lámina 3.ª indico tambien tres variantes del tipo de perfil trasversal de la primera parte de la acequia de la derecha, que tienen por objeto disminuir la anchura de la faja ocupada en la márgen, en la cual apénas queda sitio más que para el caño del Bosque y el camino de Manganeses al molino del Marqués de los Salados: la primera consiste en cubrir la acequia con una bóveda; la segunda, en suprimir con un muro de contencion el talud del cos-

tado de la ladera, y la tercera, en desviar horizontalmente el trazado estableciéndolo en el lecho del rio; de estas tres soluciones me parece preferible la primera, aunque algo más costosa, y áun probablemente habrá que darle la preferencia sobre la proyectada, porque evita la contingencia de que en una crecida se destruyan los malecones y á consecuencia de su rotura se produzcan grandes destrozos en considerable longitud de la acequia; por esta razon, en el presupuesto calculo el coste como si definitivamente hubiera de adoptarse esta variante.

Desaguadores y accesorios.

Á un kilómetro de la toma en la márgen derecha y á 290 metros en la izquierda, debe establecerse en cada acequia de derivacion un desaguador ó aliviadero de fondo, juntamente con un aliviadero de superficie: las circunstancias locales y la escasa altura de la rasante no permiten situar más cerca de la embocadura estas obras, que describo en el capítulo siguiente. El aliviadero de superficie sirve para impedir que lleguen á pasar las aguas de un nivel determinado, y marca, por consiguiente, el término de las obras de toma y el principio del canal de conduccion propiamente dicho. El aliviadero de fondo, completado con un cierre de canal, situado en sus inmediaciones y agua abajo, permite establecer una fuerte corriente que arrastre fuera de la acequia la pequeña cantidad de grava que por descuido del encargado de las compuertas de toma ó por cualquiera otra causa llegára á depositarse entre la embocadura y el desaguador.

Como accesorios importantes, pero que no requieren proyecto detallado, citaré: 1.°, las casas de compuertas, que pueden utilizarse para depósitos de efectos del servicio de explotacion y vivienda del guarda de la presa; y 2.°, las escalas hidrométricas que deberán establecerse, graduándolas convenientemente, en varios puntos del trayecto comprendido entre las embocaduras y los desaguadores, para que sirvan de módulos y puedan dar á conocer, en cualquier época, mediante una simple lectura, el volúmen que circule por las derivaciones.

CAPÍTULO IV.

ACEQUIAS DE CONDUCCION Y DE DISTRIBUCION.

En la primera parte de esta Memoria he enunciado las condiciones que deben cumplir las dos acequias que toman las aguas en los extremos de la presa, y, como consecuencia, he indicado la manera más conveniente, á mi juicio, de satisfacerlas; y en el capítulo anterior he estudiado detalladamente todo lo que se refiere al primer trozo de cada acequia en la extension en que puede considerarse como obra de derivacion más bien que como de conduccion de aguas. Para completar la exposicion del proyecto, sólo resta describir y justificar el conjunto de las obras de conduccion y sus accesorios, y dar una idea de las reglas á que debe sujetarse la ejecucion de las acequias de distribucion, y de su importancia probable.

Acequias de derivacion y conduccion: Longitud, division en trozos, saltos de agua.

La acequia de la márgen derecha, desde su embocadura hasta la charca de *Ceginas*, tiene una longitud de 10.047 metros, que he dividido en cinco trozos, de 580 metros, 755, 1.447, 4.445 y 3.020 respectivamente: termina el 1.° en el camino de Manganeses á Benavente; el 2.°, en el encuentro con el caño del bosque; el 3.°, en el límite de la dehesa de Requejo, y el 4.°, en las inmediaciones en la casa del Bosque. El orígen de la conduccion propiamente dicha se halla próximamente á la mitad del 2.° trozo; poco ántes del orígen del trozo 4.° puede comenzarse á establecer brazales, de modo que en este trozo y en el siguiente la acequia es á la vez obra de conduccion y de distribucion: al final del trozo 4.° hay un salto de agua de $5^{m},91$ de caida, y en toda la extension del 5.° se utiliza el caño del Bosque. Aunque en realidad el caudal en el trozo 4.° y en el 5.° será menor que en la toma á consecuencia del consumo

correspondiente á los brazales anteriores á dichos trozos, no he creido conveniente modificar en ellos la potencia de conduccion asignada á los tres primeros, que es de $6^{m^3},00$, pues esta dotacion, mayor que la disponible en el verano y que la que pudiera consumirse en riegos, tiene por principal objeto abastecer el artefacto que puede situarse al final del trozo 4.° y respecto al trozo 5.°, hay la circunstancia de que bastan las obras de regularizacion del caño del bosque, para que, merced á su gran pendiente, pueda tener la expresada potencia de conduccion, sin que, á pesar de su declive, se disminuya la extension de la zona regable.

La acequia de la izquierda, desde la toma hasta su desembocadura en el Órbigo, agua abajo del molino de Ventosa, tiene una longitud de 10.014 metros, que he subdividido en ocho trozos, de 290 metros, 250, 1.135, 1.485, 1.633, 1.100, 1.988 y 2.133, respectivamente. Termino el primer trozo en el desaguador que puede considerarse como orígen de la conduccion propiamente dicha; el 2.°, en el principio de la depresion llamada *Manga de Mosteruelo*, que se utiliza tambien en toda la extension del trozo 3.°; el trozo 4.° termina en el punto en que comienza á utilizarse el cauce del brazo de los molinos, cauce que comprende los cuatro trozos restantes, á saber: el 5.°, hasta la presa que en buen estado existe sobre el *Brazo Viejo;* el 6.°, hasta la embocadura del *Caño del Jardin;* el 7.°, hasta el molino de Sorribas, y el 8.°, hasta la desembocadura del saetin de salida del molino de Ventosa. Al final del trozo 4.° hay un salto de agua de $4^m,71$ de caida, otro de $0^m,84$ al final del 6.°, y ademas pueden llegar á ser de $2^m,30$ y de $4^m,00$ los de los Molinos. Los brazales de distribucion pueden comenzar hácia la mitad del trozo 4.°

Trazado horizontal.

En los cuatro primeros trozos de cada acequia, en los cuales hay que abrir caja nueva, consta el trazado de 14 alineaciones rectas en la márgen derecha y de 20 en la izquierda, cuyas longitudes y rumbos (contados hácia el E.) son las siguientes:

ACEQUIA DE LA DERECHA.			ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.		
Número de órden.	Longitud en metros.	Rumbos al E.	Número de órden.	Longitud en metros.	Rumbos al E.
1	36	234°30	1	43	135°
2	145	191°30	2	247	165°15
3	160	204°	3	250	183°30
4	173	212°	4	50	155°30
5	66	231°15	5	371	173°30
6	540	202°30	6	85	146°30
7	215	235°30	7	50	135°30
8	1.232	218°30	8	108	83°30
9	921	201°	9	50	107°30
10	755	188°45	10	125	126°
11	512	185°30	11	90	157°15
12	849	207°15	12	50	129°30
13	405	185°30	13	50	114°
14	1.015	158°30	14	106	100°30
			15	220	92°15
	7.027		16	315	104°15
			17	155	139°30
			18	160	206°30
			19	100	173°30
			20	525	157°15
				3.160	

Las curvas de enlace de cada dos alineaciones rectas consecutivas deben tener, cuando ménos, un radio de 30 metros: no hay inconveniente en establecerlas de radio mucho mayor, excepto entre la primera y segunda alineacion recta de la márgen derecha, en donde un radio de más de 50 metros reduciria demasiado la primera alineacion, que es normal al frente de la embocadura; por la misma razon no ha de pasar de 100 metros el radio de la curva de enlace de las dos primeras rectas de la acequia de la izquierda.

Puede suprimirse la recta núm. 5 del trazado de la derecha, enlazando la núm. 4 y la núm. 6 por una curva de inflexion; lo mismo sucederá en la recta núm. 4 del trazado de la izquierda; la núm. 7 de éste podrá reemplazarse por una curva de dos centros que enlace las rectas núms. 6 y 8, y análoga solucion es aplicable á la recta núm. 9; tambien las rectas núms. 11 y 12 de

este trazado pueden quedar reemplazadas con una curva de tres centros que enlace las rectas núms. 10 y 13. La pequeña disminucion de longitud que resulte del trazado de las curvas originará un ligero aumento en la pendiente del fondo en los trozos no rectilíneos, si, como debe hacerse, se conservan las ordenadas rojas que tienen sus extremos ó puntos de tangencia en el perfil longitudinal del trazado poligonal segun las hojas 4.ª y 5.ª de los planos; con lo cual y con un pequeño aumento gradual en la anchura de la seccion trasversal, podrá conservarse paralelo al fondo el eje hidráulico.

Pendientes y perfiles trasversales.

En la lámina 3.ª están dibujados los modelos de perfiles trasversales de los diferentes trozos. En la márgen derecha la caja del canal tiene $4^m,30$ de anchura en el fondo, $1^m,56$ de profundidad y taludes de $1^m,05$ en los cuatro primeros trozos, en los cuales es la pendiente de 0,0002; en el 5.° trozo la pendiente es de 0,001 y la seccion tiene $0^m,30$ en el fondo, $1^m,20$ de profundidad y taludes de $1^m,5$. En toda la extension inundable ha de establecerse un malecon insumergible en el borde izquierdo, y al final del trozo 4.°, donde el trazado se apoya en la ladera, tal vez se necesite algun murete de contencion del talud en desmonte.

En la acequia de la márgen izquierda el perfil de la caja tiene una anchura de 6 metros en el fondo y $1^m,56$ de profundidad, con taludes de 1,5 y pendiente general de 0,0002 en los cuatro primeros trozos; en los restantes se ha de regularizar el fondo del cauce de los molinos de modo que en ningun punto baje la profundidad de $1^m,05$ en el trozo 6.°, $1^m,30$ en el 7.° y $1^m,35$ en el 8.° y que la pendiente general del trozo 4.° (cuya anchura es de unos 50 metros) no baje de 0,00235. En el borde de la derecha de esta acequia ha de establecerse un malecon insumergible en toda la longitud á que alcancen las inundaciones.

Á excepcion de muy cortos trayectos (que no será difícil reducir áun más en el replanteo), tanto el fondo de la caja como la rasante del agua quedan en desmonte; cuando la profundidad del nivel reglamentario bajo el terreno sea menor de $0^m,40$, deberán

establecerse pequeños malecones que den á la caja este suplemento de profundidad, necesario para prevenir los daños que pudieran originar pequeños aumentos de nivel en la altura del agua, ya á consecuencia de erradas maniobras en las compuertas de toma ó en las de los artefactos, ya por la precision de cortar el paso á la corriente para proceder á reparaciones ó para modificar la posicion del eje hidráulico en los casos que despues indicaré. Análogamente, la seccion trasversal en los pequeños trozos ha de dejar libre una caja con el mismo suplemento de profundidad ($0^m,4$), la misma anchura en el fondo, y taludes de 1,5: los malecones que formen sus costados deben tener un ancho de un metro en su coronacion y talud exterior de 1,5, construyéndose con buena tierra de miga y por tongadas muy apisonadas de $0^m,15$ á $0^m,20$; y al final del trozo 5.°, donde forma malecon ó costado, la presa que existe en el punto de bifurcacion del *Rio Viego* y del cauce de los Molinos, á causa de la elevacion de la rasante del eje hidráulico habrá que recrecer un metro esta obra para impedir que se escape el agua por encima de su coronacion.

Obras de cruzamientos.

En los perfiles longitudinales están anotadas las obras necesarias para el cruzamiento de las acequias con otras corrientes ó con los caminos existentes; nueve pasos superiores á la rasante (uno de ellos para la carretera de Benavente á Mombuey), en la acequia de la derecha, y cinco en la de la izquierda, restablecen las comunicaciones que quedarian interrumpidas á consecuencia de la construccion de las acequias; tres sifones en la derecha y dos en la izquierda dejan libre el curso de otras tantas pequeñas arroyadas, y un paso superior (en la derecha) sirve para el cruzamiento del caño del Bosque.

Los modelos de estas diferentes obras están representados muy detalladamente en la hoja general de los planos; no ofrecen ninguna particularidad y sería prolijo é inútil describirlo en este lugar. El empleo de la sillería debe limitarse á lo estrictamente indispensable, esto es, á las aristas vivas que están expuestas á choque, como la de las aletas y bocas de los pozos de los sifones, y á las aletas é imposta de los pasos superiores, albardillas

y dados del pretil del cruzamiento en la carretera y fondo del pozo de los sifones; las bóvedas de éstos pueden ser de mampostería concertada, y de ladrillo la de los pasos superiores; en los sifones y en el paso del caño del Bosque, debe enlucirse con una capa de mortero hidráulico de $0^m,01$ toda la superficie de las fábricas que queden en contacto con las tierras bañadas por el agua, precaucion que es necesaria para evitar filtraciones que pudieran degradar las obras. Finalmente, la cimentacion de esta construccion se hará sobre bancos de hormigon medianamente hidráulico de $0^m,5$ á 1 metro de espesor.

Potencia efectiva de conduccion y eje hidráulico de las acequias.

Las acequias pueden derivar y conducir respectivamente un caudal de $6^{m3},008$ (la de la derecha), y $8^{m3},032$ (la de la izquierda), si, como hasta aquí he supuesto implícitamente, desde el orígen de cada conduccion, propiamente dicha, se establece en toda su extension el régimen uniforme, y las ordenadas del eje hidráulico serán precisamente las ordenadas azules del perfil longitudinal, si el caudal es el de las expresadas dotaciones máximas : conviene examinar las consecuencias de no realizarse aquella hipótesis, los casos en que realmente será preferible que no se realicen, y el régimen que podrá establecerse en las épocas de menor caudal, esto es, en las de riego.

Dados un cauce prismático sin derivaciones de la alimentacion en su orígen y de la evacuacion en su extremo inferior, queda determinado el valor del caudal y la figura del eje hidráulico, pudiendo obtenerse ambos resultados con aproximacion suficiente para la práctica cuando es admisible (como ordinariamente sucede), que se establecerá el movimiento permanente; hay infinidad de combinaciones de las circunstancias de la alimentacion y de la evacuacion, que determinan un mismo valor del caudal, pero con distinta figura del eje hidráulico; entre esta infinidad de figuras hay una, la rectilínea, paralela al fondo, que corresponde al régimen uniforme. Cuando el cauce es de gran longitud y las circunstancias de la alimentacion y evacuacion no originan en sus extremos profundidades que difieran mucho de la que corresponde al régimen uniforme, puede asegurarse que en una gran

parte del trayecto diferirá muy poco el eje hidráulico de ser el del régimen uniforme.

Si en el extremo del trozo cuarto de ambas acequias (es decir, en el primer salto de agua de cada una), y tambien al extremo de los trozos sexto, séptimo y octavo de la acequia de la izquierda (en los cuales tambien hay salto de agua), se colocan las compuertas de evacuacion del cauce, de tal manera que den paso á la dotacion ya expresada, con una altura de agua igual á la que marcan los respectivos tipos de perfiles trasversales, y si tambien se mantiene á la altura reglamentaria el nivel del embalse en la presa, dejando ademas completamente alzadas las compuertas de las embocaduras, se realizará el régimen uniforme y el eje hidráulico figurado en los perfiles longitudinales. Si por cualquier medio se aumenta la facilidad de evacuacion en los puntos indicados, manteniendo las circunstancias ya descritas de la embocadura, el gasto continuará siendo el mismo, descenderá el nivel en las inmediaciones de los bordes superiores de los saltos de agua; el régimen será el permanente no uniforme, y el eje hidráulico quedará por debajo del figurado en los perfiles longitudinales, si bien su depresion sólo será sensible hasta corta distancia de aquellos bordes. Si por el contrario, conservando todavía las circunstancias de la embocadura, se dificultase la evacuacion en los saltos de agua, obligando así al nivel á elevarse en estos puntos, la figura del eje hidráulico sería la de un remanso de elevacion y el gasto permaneceria invariable miéntras no quedasen sumergidas las caras de agua abajo de las compuertas de toma, la elevacion de nivel se haría sensible hasta una distancia mayor que la que alcanza la depresion en el caso anterior.

Cuando por descenso en el nivel reglamentario del embalse ó por maniobras en las compuertas de toma, disminuyera la dotacion, se estableceria el régimen correspondiente al nuevo valor del caudal, ó un remanso de elevacion, ó uno de depresion, segun que las circunstancias de la evacuacion determinasen junto á los saltos de agua una altura igual, mayor ó menor que la de

dicho régimen uniforme; y lo mismo puede decirse del caso en que, por aumentar la elevacion del nivel del embalse, estando completamente abiertas las compuertas de toma, penetrase en las acequias un caudal mayor que su máxima dotacion reglamentaria.

Si en el trayecto desde el orígen hasta el extremo, hubiese disminucion del caudal, ya por la alimentacion de brazales, ya por grandes pérdidas eventuales, ya por funcionar los aliviaderos de superficie ó de fondo, serán aplicables consecuencias análogas á las anteriores, á cada uno de los trozos en que podrá considerarse subdividida la longitud total.

Estas consideraciones no dejan lugar á duda sobre la posibilidad de que la potencia de conduccion de las acequias sea bastante para el servicio de la dotacion máxima, y de que será fácil mantener el agua en cualquier punto dado, á la altura que marca el perfil longitudinal, áun cuando el caudal tomado sea menor que la dotacion máxima; justifican ademas la conveniencia, ó más bien, la necesidad, de que los bordes de las acequias queden por encima del eje hidráulico figurado en los perfiles longitudinales; varios tanteos me han dado por resultado, que es suficiente para el objeto una altura de $0^m,40$, con la cual hay tambien bastante para que cada uno de los aliviaderos de superficie proyectados pueda evacuar ó dar salida, automáticamente, á un caudal de $1^{m3},21$. Para terminar estas indicaciones consignaré que, estableciéndose el régimen uniforme, el caudal conducido por las dos acequias sería respectivamente de 8 metros cúbicos y $10^{m3},440$ (con velocidades de $0^m,64$ y $0^m,67$), si la profundidad aumentase $0^m,2$, 2,510 y 3,520 (con velocidad de $0^m,44$ y $0^m,47$), si disminuyese $0^m,56$ la profundidad, y $1^{m3},630$ y $2^{m3},230$ (con velocidad de $0^m,38$ y $0^m,39$), si la disminucion fuera de $0^m,76$.

Aliviaderos y cierres movibles.

Las obras accesorias necesarias para la ordenacion del régimen de las acequias son, ademas de las embocaduras descritas en el capítulo anterior, y de las tomas de agua de los brazales, los aliviaderos de superficies, los de fondo ó desaguadores y los cierres de detencion. El objeto de los primeros es dar salida al

agua en los puntos en que se establecen, cuando el nivel excede de un límite conveniente; el de los segundos, vaciar por completo la caja de los canales ó un trozo de ella, á fin de ejecutar fácilmente las reparaciones que fuesen necesarias ó los revestimentos para restañamiento de las filtraciones; finalmente, los terceros sirven para aislar unos trozos de otros cuando convenga dejar alguno en seco, y tambien para producir remansos de elevacion, que, sin tener excesiva longitud, hagan subir el nivel en determinados puntos á la altura de la rasante del proyecto, aunque el caudal sea menor que el de la dotacion máxima. En los perfiles longitudinales puede verse la situacion de los tres desaguadores de la acequia de la derecha, y de los ocho de la izquierda, debiendo entenderse que, ademas el primer salto de agua de una y otra, comprende tambien otro desaguador; he escogido para este objeto los sitios en que es más fácil la evacuacion, y he conservado los cinco que hay actualmente establecidos en los dos últimos trozos de la acequia de la izquierda.

El modelo de desaguador (hoja 9.ª de los planos), se reduce á un aliviadero de fondo cerrado por una compuerta ordinaria si está en la zona inundable; en los demas casos comprende dos aliviaderos de superficie cerrados por compuertas del sistema Chanbard. Se reducen los segundos á un portillo rectangular, abierto en la márgen de la acequia hasta el fondo de la caja, limitado por dos pequeños estribos con aletas rectas en los dos frentes: en la parte central hay una ancha pila estribo, que deja libres dos vanos laterales para los aliviaderos de superficie, y que á su vez tiene un vano abovedado para el aliviadero de fondo; unos tablones sirven de pasadera encima de los vanos laterales. En los aliviaderos del primer modelo se establece un acueducto ó atarjea á traves del malecon de la acequia; el frente del lado de la caja está cortado verticalmente al llegar al borde del agua y se limita lateralmente por dos aletas rectas cuyo frente tiene el talud de 1,5 bajo el agua y se eleva verticalmente desde el nivel de ésta hasta la superficie del terreno: unos peldaños sentados sobre el talud del malecon ó en la parte central de la

pila-estribo, sirven para bajar desde su coronacion hasta las inmediaciones de las varillas de las compuertas.

Compuertas.

Las de los aliviaderos de fondo están formadas de tablones machihembrados, y tienen lateralmente en toda su altura unas lengüetas sujetas á los tablones por medio de pasadores que se introducen en las guías verticales del movimiento. Las guías están empotradas en los paramentos laterales de las aletas en el primer modelo, y en el segundo están embutidas en unas piezas de madera alojadas en rebajos de la fábrica y que sobresalen lo suficiente del nivel del agua para que pueda verificar la compuerta toda su excursion sin salir de sus guías. Un travesaño horizontal, colocado á conveniente altura, proporciona el punto de apoyo para la maniobra; la compuerta lleva en el punto medio de su borde superior una varilla prismática de madera con escotaduras que sirven para recibir el esfuerzo de traccion; finalmente, dos trinquetes que pueden moverse en el plano del paramento de las guías y engancharse en pequeñas entalladuras de las lengüetas, sirven para dejar suspendida la compuerta en cualquier punto de su excursion. Nada digo respecto á las compuertas Chanbard, por ser un sistema muy conocido.

El fondo de la acequia, el zampeado de los vanos, el costado de la acequia opuesto á la obra y el principio del cauce del desaguador han de estar revestidos para evitar erosiones por la violencia de la corriente.

Inmediatamente, agua abajo del desaguador, debe establecerse un cierre de detencion cuando se trate de vaciar un trozo independientemente del resto de la acequia, principalmente si la maniobra tiene por objeto producir una limpia. Tambien conviene establecer análogo obstáculo en las inmediaciones (agua abajo) de las cabezas ó tomas de los brazales de distribucion que se deriven de una ú otra acequia, á fin de elevar el eje hidráulico á la altura que convenga. El sistema más sencillo y económico que puede emplearse para esta clase de cierres es una especie de ataguía amovible de agujas (véase lámina 3.ª). Consiste en una viga armada de celosía, cuyo tímpano se coloca

horizontalmente á una altura superior al nivel del agua; en una de las soleras ó cabezas de la viga se apoyan agujas para formar el cierre completo ó incompleto, y los extremos de la otra cabeza se sostienen en las márgenes ó contra un pequeño macizo de fábrica. El sistema que describo puede trasportarse fácilmente, flotando, hasta el punto donde fuese necesario emplearlo temporalmente.

Las dimensiones indicadas en las figuras para las compuertas de los aliviaderos y para las ataguías son suficientes para que estas piezas resistan permanentemente á esfuerzos iguales á los máximos que han de solicitarlas.

Restañamientos.

No es posible prever en qué puntos habrá filtraciones, y no procede, por tanto, proyectar *à priori* las obras de restañamientos. No parece probable que sean de mucha importancia: únicamente en los dos primeros kilómetros de la acequia de la derecha y en el primer kilómetro de la izquierda llegarán al subsuelo las excavaciones para la caja, y si al tiempo de la ejecucion apareciera en los desmontes terreno permeable, deberá construirse desde luégo un revestimiento de unos $0^m,50$ de espesor de tierra arcillosa ó de 0,15 de hormigon, segun los casos y siguiendo las reglas que aconseja Gräeff. La escasa importancia de los terraplenes contribuye á disminuir las probabilidades de pérdidas por filtracion.

Saltos de agua; módulos; accesorios.

En los saltos de agua se establecerá una comunicacion directa entre el tramo superior é inferior, revestida en toda su extension, disponiendo su orígen ó embocadura en la misma forma que los desaguadores. El extremo del tramo superior se cerraria con un malecon ó muro miéntras no se utilice la caida para un artefacto.

No propongo la instalacion de módulos, propiamente dicho, en el trayecto de las acequias de conduccion; el caudal que ordinariamente ha de circular por ellas es demasiado grande y ademas es esencialmente variable; me parece preferible y de resultados más aproximados á la verdad, la instalacion de escalas hidrométricas, ya en las obras de fábrica, ya en puntos interme-

dios, en los que se regularice y se revista el fondo y costado de la caja con una capa de hormigon hidráulico.

Convendrá establecer una línea telegráfica para poder trasmitir rápidamente, por medio del teléfono, las órdenes necesarias al guarda de presa y de las compuertas de toma, desde Benavente, ó algunos de los artefactos de la izquierda, y desde la casa del Bosque. Tambien será útil dejar en una y otra acequia un pequeño apartadero para una barca.

Acequias y brazales de distribucion.

Los diferentes brazales que compongan la red de distribucion deben trazarse, en cuanto sea posible, siguiendo la direccion de las líneas culminantes de la zona regable, ó sea la de las pequeñas divisorias que separan las cuencas parciales de último órden sin perjuicio de utilizar el caño del Jardin y algun trozo del caño del Bosque y de las pequeñas acequias existentes. Si la configuracion y declive del terreno lo permiten, sería económico hacer la distribucion por zonas independientes ó en cascada, esto es, estableciendo una red de brazales para el abastecimiento de la parte más elevada de la zona, haciendo pasar por esta red, no ya el caudal necesario para el riego de la correspondiente extension, sino la dotacion completa de la acequia principal; en este caso, los sobrantes, ó sea la parte de dotacion destinada á las zonas interiores, pasarian á los azarbes ó escurridores de la primera zona, los cuales, en vez de desaguar directamente en el rio, se trazarian de modo que pudieran servir de distribuidores de la segunda zona, y así sucesivamente.

Haya ó no lugar á la subdivision en zonas independientes, convendrá tener presente las siguientes reglas al proyectar la red de distribucion: la velocidad no debe exceder de un metro por segundo; el eje hidráulico de los brazales de segundo órden, es decir, de los que suministran el agua á los regueros de alimentacion de los cultivadores, ha de poder elevarse á unos $0^m,50$ por encima de todos los puntos que respectivamente deban abastecer, teniendo en cuenta la preparacion que haya de sufrir la superficie del terreno para el planteamiento del cultivo de regadío; análogamente en los brazales de primer órden, que son los

que toman directamente el agua de la acequia principal, ha de poder elevarse el eje hidráulico á la altura que requieran las tomas ó embocaduras de segundo órden. La potencia de conduccion de los brazales de segundo órden no debe bajar de 100 litros por segundo; la de los brazales de primer órden será la máxima que corresponda á la extension de la zona que abastezcan. Convendrá que el trazado vertical de estas diferentes arterias, especialmente el de las de primer órden, sea el que dé lugar á la compensacion de desmontes y terraplenes en cada perfil. Finalmente, como importa que los regantes puedan llevar el agua hasta sus terrenos sin necesidad de abrir cauces demasiado largos, convendrá que no exceda de unos 500 metros la distancia entre dos brazales consecutivos de segundo órden.

La red de escurridores ó azarbes, complemento indispensable de la de distribucion, se ha de ajustar á reglas, inversas en cierto modo. La potencia de conduccion de sus diferentes cauces debe ser la misma que la de los respectivos brazales, áun cuando en general haya de ser inferior á los puntos más bajos del terreno que hayan de sanear; su trazado seguirá, en lo posible, la direccion de las arroyadas y depresiones naturales de la superficie, al ménos miéntras no se conviertan en distribuidores de las zonas más bajas.

En las embocaduras de los brazales de primer órden y en muchas de las de segundo, habrá que establecer módulos, contadores ó partidores, segun el sistema de venta del agua. Entre las diferentes clases de módulos me parece preferible el de Lévy; como contadores podrian instalarse pequeñas ruedas parecidas á las de Sagebien, y en caso de establecerse partidores, convendria aplicar el sistema usado en Elche.

PARTE TERCERA.

Ejecucion de las obras y explotacion.

CAPÍTULO I.

EJECUCION DE LAS OBRAS.

Sistema de ejecucion.

Las circunstancias especiales de una parte muy importante de la obra inducen á preferir para su ejecucion el sistema llamado de administracion directa; la contratacion del conjunto estorbaria los ensayos que conviene hacer, tanto para fijar definitivamente la composicion de los morteros y la procedencia de los materiales con que han de fabricarse, como para determinar si han de construirse los cimientos de la presa dragando en zanja abierta ó empleando recintos de fábrica. La contratacion apénas disminuiria los gastos de Direccion y Administracion de la representacion del concesionario, y, en cambio, originaria un notable aumento de coste en concepto de beneficio industrial del contratista y para sufragar los gastos de Direccion y Administracion de la contrata. Esto no obstante, hay muchas operaciones y trabajos parciales que convendrá llevar á cabo, ya contratándolos aisladamente con arreglo á una serie de precios, ya ajustándolos por tanto alzado; ejemplo de lo primero son las explanaciones de los diferentes trozos, y de lo segundo, el suministro de piedra para mampostería y sillería, y la labra de los

sillares. Ademas han de adquirirse directamente, ó sea por compra, la cal, el cemento natural, el ladrillo, la madera, los herrajes y mecanismos y los medios auxiliares, haciéndose por Administracion su trasporte al pié de obra en caso de no ser suficiente ó de exigir precios muy altos la carretería del país. El resto de los trabajos debe hacerse por Administracion, sin perjuicio de dar tareas en algunos casos.

Trabajos preliminares.

Los trabajos preliminares indispensables ántes de comenzar la construccion, propiamente dicha, de las obras, son de mucha importancia y exigen considerables desembolsos. Pueden subdividirse en tres grupos, que, en cuanto sea posible, convendrá llevar de frente simultáneamente y con actividad.

Comprende el primero el replanteo del trazado y las expropiaciones: ántes de fijar la traza definitiva se completarán los datos necesarios para resolver acerca de la solucion que más convenga en el primer trozo de la acequia de la derecha, pues sólo en vista del coste de los terrenos y de las calicatas que den á conocer fijamente la naturaleza de los desmontes, podrá escogerse acertadamente entre las diferentes soluciones que propongo, segun he indicado en el cap. III de la segunda parte de esta Memoria; y áun tal vez resulte demostrada la conveniencia de modificar ligeramente la posicion de la embocadura de aquella derivacion y del portillo adyacente, aproximándolos más al escarpe del cauce del rio.

Respecto á las expropiaciones, será preferible ultimarlas amistosamente, áun á trueque de pagar precios algo mayores que los corrientes; pues la formacion de expedientes para realizarlas con el apoyo de la ley, es ocasionada á dilaciones que pueden entorpecer los trabajos y originar perjuicios de trascendencia.

Forman el segundo grupo la adquisicion de los medios auxiliares y la instalacion (en la márgen izquierda) de los talléres de la construccion de la presa, con los cobertizos y tinglados necesarios para este objeto y para el almacen de efectos, y el acopio de materiales. Hay que tener en cuenta la gran lentitud de las fábricas en servir los pedidos, por lo cual deben formularse mu-

cho ántes de que llegue el caso de necesitarse los objetos; y no debe echarse en olvido la distancia de Benavente á las estaciones más inmediatas de ferro-carril, cuyo alejamiento obligará á tener abundante repuesto de los objetos de consumo procedentes de otras provincias, so pena de interrupciones de trabajo que, cuando ménos, darian lugar á erradas maniobras: convendrá tambien no retrasar el dibujo ó cálculo de las monteas, á fin de redactar las Memorias de cantería y proceder sin tardanza al arranque y preparacion de la piedra para sillería.

Los medios auxiliares, en gran parte, podrán adquirirse ventajosamente de los constructores de otras obras, en vez de comprarlos de las fábricas, y á este fin deben hacerse las oportunas gestiones.

Comprende el tercer grupo de trabajos preliminares, los ensayos encaminados á fijar la proporcion de las mezclas, y, ántes que esto, á obtener puzolana y cemento artificial de buenas condiciones. Es grande la cantidad de mortero hidráulico necesario para la construccion de la presa; el empleo del cemento de Zumaya es muy costoso y tiene ademas el inconveniente de que, ya por estar averiado, ya por imperfecciones inevitables de la manipulacion de las mezclas ó de la inmersion del hormigon, resultan á veces capas permeables y poco coherentes á consecuencia del desigual fraguado de sus elementos: sería muy preferible en esta obra un cemento de fraguado lento, de condiciones parecidas al de Portland, ya que éste es inadmisible, porque costaria mucho más aún que el de Zumaya. Está, pues, muy motivado el arriesgar una pequeña suma en ensayos de fabricacion de cemento artificial, y en su defecto, de puzolana. En análogo caso se halla la tentativa, que ya he recomendado en el capítulo I de la segunda parte, de fundar la presa por medio de recintos de fábrica.

Al final del capítulo I del presupuesto indico, con algun detalle, el conjunto de medios auxiliares que considero necesarios ó útiles para la ejecucion de las obras; únicamente daré en este lugar una idea del sistema de draga que me parece más á propósito, y que no represento en los planos, á pesar de haberlo es- Medios auxiliares.

tudiado detenidamente, porque ni es parte integrante del proyecto, ni hay circunstancia alguna que pudiera excluir en absoluto cualquier otro sistema.

Draga mecánica.

Se compone de dos excavadores parecidos á las cajas de inmersion del hormigon, como los usados en algunas dragas americanas, con la diferencia que la seccion recta de cada semicaja es menor que un cuadrante; cada uno está suspendido de una cadena por el intermedio de una polea cuyas armas van fijas á la charnela ó articulacion del excavador; uno de los ramales de la cadena tiene invariablemente unido en un punto un pequeño manguito en el que se articulan dos bielas, ó dos bastidores-bielas, articuladas respectivamente en su otro extremo en los dos bordes ó ángulos laterales de la caja, de suerte que si se tira de este ramal hácia arriba, se abrirá el excavador, y si se tira del otro, tambien hácia arriba, se cerrará; unos topes que forman cuerpo con las armas de la polea limitan convenientemente la excursion del manguito; cuando tropieza en el tope superior, un esfuerzo de traccion ejercido en este ramal elevará abierto el excavador, que tambien podrá bajar con la misma disposicion si el esfuerzo de retencion actúa principalmente por intermedio de aquel ramal; pero si, por el contrario, la tension del segundo ramal es suficientemente mayor que la del primero, el excavador se cerrará en el tope inferior, y si entónces el esfuerzo de traccion á la subida, ó el de retencion á la bajada, se ejercen principalmente por intermedio del segundo ramal, quedará cerrada la draga durante el movimiento. Basta, pues, para que descienda abierta, que al comenzar la bajada esté el manguito en contacto con el tope superior, y que durante el descenso recorran el mismo camino los dos ramales; llegada al terreno del fondo se introducirán algo en él sus filos por su propio peso, y tirando entonces hácia arriba del segundo ramal se correrá el primero hácia abajo con el manguito (que por intermedio de las bielas clavará áun más en el terreno los filos de las semicajas), á la vez que comenzará á elevarse el eje ó articulacion de la draga, hasta tanto que se cierre ésta por completo, en cuyo caso continuará elevándose,

ya cerrada, si los dos ramales recorren el mismo camino en sentido ascendente: una maniobra inversa al llegar al punto más alto abrirá la draga, que vaciará entónces su carga en un carreton colocado oportunamente para recibirla.

Los dos ramales (cuyo plano es perpendicular á la articulacion de la draga) pasan en la parte superior por unos rodillos de eje horizontal, siguen la direccion de dos horizontales paralelas y engranan en dos tambores montados sobre un mismo árbol: el que engrana con el ramal del manguito puede girar independientemente del otro tambor que está unido invariablemente al árbol, pero su excursion angular queda limitada (por dos topes) á lo que corresponde á la máxima excursion lineal del manguito. En estos tambores engranan tambien los ramales de la cadena de la segunda draga, de manera que su movimiento es inverso del de la primera, y se equilibran mutuamente en cuanto es posible: un freno aplicado al árbol de los tambores permite detener el movimiento en cualquier posicion, y una conexion con el árbol de una locomóvil podrá determinar la rotacion en uno ú otro sentido, segun la posicion de la palanca de cambio de marcha.

Puesto en movimiento en un sentido el árbol principal, descenderá una de las dragas y se elevará la otra; cuando la primera llegue al fondo, se invertirá la marcha de la locomóvil; comenzará con esto á girar en sentido inverso el tambor en que engrana el segundo ramal, se moverá éste en sentido ascendente; tirará hácia abajo del primer ramal (por intermedio de la polea unida á la draga), hasta tanto que tropiece su manguito en el tope inferior; durante este breve período se habrá cerrado la draga, hincándose en el terreno y elevándose algun tanto su charnela; ademas, el descenso del primer ramal habrá hecho girar á su correspondiente tambor, el cual á su vez habrá arrastrado al primer ramal de la segunda draga hasta que tropiece su manguito con su tope superior; es decir, que al mismo tiempo que se cierra la draga que está en el fondo, se habrá abierto y descargado la que está en la parte superior: conteniendo el movi- Maniobra.

miento de rotacion del árbol principal, el tambor fijo arrastrará al móvil, los dos ramales de cada draga recorrerán el mismo camino, se elevará la primera draga y descenderá la segunda, y así sucesivamente.

Basta, pues, mover la palanca de cambio de marcha de la máquina cada vez que una draga llega al fondo, y es fácil conocer cuándo sucede esto, por la disminucion de tension de la correspondiente cadena, disminucion que por un procedimiento muy sencillo puede poner en movimiento una señal. Si sobre el eje de los rodillos de cambio de direccion de la cadena hay una polea, y de ella penden dos pesos desiguales colgados en los extremos de una cuerda y de magnitud suficiente para que su diferencia sea mayor que el rozamiento de la cadena sobre el rodillo cuando está floja, pero no tan grande que pueda por sí sola determinar el deslizamiento de la cuerda sobre la polea; y si, ademas, se supone que está limitada la excursion del peso mayor y que con su posicion está relacionada la de una señal, se comprenderá fácilmente que, miéntras descienda la draga, girará la polea con el rodillo, se elevará el mayor de los dos pesos hasta llegar á su tope superior, continuará girando la polea y permanecerá inmóvil el peso, hasta tanto que, llegada la draga al fondo y reducida bruscamente la tension de la cadena, girará en sentido inverso la polea deslizando por debajo de la cadena, y cediendo á la accion del peso mayor, descenderá éste y hará mover la señal que pasará á ocupar la posicion que indique al maquinista «cambio de marcha».

Cuando la profundidad aumente á causa del trabajo de la draga, es necesario de cuando en cuando aumentar la longitud de los dos ramales de cadena comprendidos desde los tambores hasta el fondo: esta operacion puede hacerse pasando la máquina al terminar una excursion de los excavadores, y apretando al mismo tiempo el freno del árbol de los tambores para que no comience á descender la draga que esté en el fondo, no ofrece ninguna dificultad desengranarlos y correrlos para que quede aumentada la longitud utilizada, hecho lo cual, soltando el freno

y puesta de nuevo en movimiento la máquina, continuará funcionando con regularidad.

Es de advertir que cuando se dragne en zanja, organizando bien el trabajo, no será necesario modificar la longitud de las cadenas, desde que por primera vez se llegue á alcanzar en un punto la profundidad que haya de darse á la zanja; pues desde entónces debe excavarse siempre al pié del talud formado, esto es, á una profundidad invariable, corriendo lateral ó longitudinalmente la draga á medida que avance el trabajo. Si hasta la profundidad de un metro bajo el estiaje se hace la excavacion con dragas de mano, podrá instalarse la draga mecánica sobre una balsa ó entre barcas chatas, con lo cual se facilitarán mucho los movimientos horizontales del aparato: instalado éste, se dragará en toda la anchura de la zanja y en una corta longitud hasta llegar á la profundidad fijada; se situará entónces el aparato á un costado de la zanja de modo que la línea de los centros de las dos dragas quede próximamente en el plano vertical del pié del talud del frente; se dragará en esta posicion miéntras rueden la arena y la grava en cantidad suficiente hasta el punto de ataque, y despues se correrá gradualmente el aparato, en sentido trasversal, segun la direccion de la latitud de la zanja, hasta llegar á la vertical del pié del otro costado, en cuyo intervalo habrá avanzado $0^m,50$ á $0^m,60$ el frente de la excavacion, continuándose despues el trabajo en igual forma. Cuando sólo quede un espesor de grava de $0^m,20$ á $0^m,25$ sobre la roca, funcionarán imperfectamente los cavadores; así es que esta última capa, especialmente en el sitio que hayan de ocupar los muros de hormigon, deberá extraerse acumulándola al pié del talud del frente (para ser allí recogida por los excavadores) por medio de rastras, ya de mango muy largo movidas horizontalmente desde arriba, ya empujadas con auxilio de buzos.

Instalacion de la draga y marcha del trabajo.

Si el dragado hubiera de hacerse dentro de los recintos de fábrica, se instalaria el aparato sobre su coronacion; no sería necesario moverlo horizontalmente miéntras no terminase el descenso de un recinto, y tampoco habria necesidad de variar la

longitud de las cadenas. Sería conveniente en este caso dragar á mano hasta un metro de profundidad, exteriormente, en toda la longitud del perímetro del recinto; para la extraccion de la última capa de grava se necesitaria el auxilio de buzos.

Trasporte de los productos del dragado mecánico.

He indicado ántes que al llegar cada draga al extremo superior de su excursion, se abre vaciándose en un carreton dispuesto al efecto: es indispensable que el vehículo no ponga obstáculo al movimiento ascendente de la draga, es decir, que no se colocará en el sitio conveniente para recibir la carga, hasta despues que haya pasado la draga; y deberá quitarse ántes de que vuelva á pasar ésta en su movimiento descendente. Un pequeño puente volante apoyado en un extremo sobre el costado de la plataforma de la draga, y en el otro extremo á 5 ó 6 metros del borde del frente de la zanja, con dos vías ligeramente descendentes hácia dicho frente, puede servir para la circulacion de dos carretones-volquetes, constituyendo un plano automotor, cuya polea estaria situada cerca del costado opuesto de la plataforma; limitando la excursion ascendente de cada volquete en la vertical del correspondiente excavador, y situando el punto de descarga un poco ántes del extremo inferior de la vía, bastará detener el movimiento (actuando sobre el freno de la polea) al llegar al punto de descarga, para dar tiempo á verificar esta operacion en uno de los volquetes, y se apretará nuevamente el freno miéntras recibe su carga el superior; volviéndolo á soltar, bajará éste y dejará libre el paso al excavador descendente. Desde el vertedero de los volquetes se llevarán en carretones ó carretillas los productos del dragado, fuera de la zona que ha de ocupar la zanja.

Si se empleasen recintos de fábrica, los carretones se descargarian en la plataforma misma ó en canalizos ó artesones de madera apoyados por un extremo en la plataforma, y por otro en el terreno; la excursion de los carretones sería muy corta, y deberian moverse á brazo.

Construccion de los cimientos de la presa.

Una vez dragada la zanja hasta su fondo en longitud de 15 á 20 metros, puede comenzarse la construccion de los dos muros

de hormigon, miéntras continúa el avance del dragado. Préviamente deberá limpiarse y prepararse el fondo en las dos fajas de la base de los muros, cuya operacion se ejecutará con buzos; despues se colocarán longitudinalmente y se arriostrarán trasversalmente cuatro tableros verticales de 8 á 10 metros de longitud y 5 metros de altura para formar los cajones en que ha de echarse el hormigon; elevados ambos muros hasta llegar muy cerca del estiaje, el resto y el pié del cuerpo de la presa se construirá de mampostería concertada con mezcla muy hidráulica, ó de hormigon muy hidráulico, hasta quedar á $0^m,20$ ó $0^m,30$ por encima del estiaje, tanto para que no resulte en ninguna de las dos clases de fábrica un ángulo excesivamente agudo, como para que pueda agotarse despues en el espacio comprendido entre los dos muros. Terminada la construccion de ambos en la longitud ya expresada, se quitarán los tableros y se colocarán á continuacion para construir otro trozo, y así sucesivamente. Al final de cada segundo trozo se construirá un tabique trasversal, tambien de hormigon, de 1 metro de espesor, para cerrar el recinto; y una vez endurecidas las fábricas de los dos trozos se colocarán interiormente, en sentido trasversal, cuadros verticales de entibacion; se harán los agotamientos, se terminará la extraccion de la pequeña cantidad de grava que hubiera quedado en el fondo, se extenderá la tongada inferior de hormigon medianamente hidráulico, se hará despues el relleno de hormigon de arena, bien comprimido, quitando los codales de entibacion á medida que se eleve, y finalmente, se extenderá la tongada superior de hormigon medianamente hidráulico. El prisma de escollera de aguas abajo se echará cuando por la accion del rio, convenientemente auxiliada ó dirigida, esté á punto de cegarse la parte de zanja que queda de este lado.

Si la cimentacion se hiciese con recintos de fábrica, terminado el descenso de cada recinto, limpiarian bien los buzos el espacio inmediato al borde ó filo de su base, rellenándolo con hormigon de cemento, y completarian la extraccion de grava en la parte central del fondo; se extenderia despues la tongada inferior de

hormigon medianamente hidráulico, y se constituiria el tabique central de hormigon, cerca de cuya base habria que dejar una abertura de comunicacion entre los dos compartimientos del recinto; se agotaria, se haria el relleno de hormigon de arena, y por último, se cubriria con la tongada superior de hormigon medianamente hidráulico. Excusado es advertir que deberán recrecerse los costados del recinto embebiendo en ellos parte de la fábrica del cuerpo de la presa, por las mismas razones que cuando consiste el cimiento en dos muros de hormigon. Terminado el trabajo en un recinto se procederá á la construccion del macizo del relleno del espacio ó intervalo que le separe del que le preceda; los dos costados libres de este espacio, que tienen próximamente 1 metro de longitud, se cerrarán con tableros apoyados en los paramentos de ambos recintos, que se harán bajar, á medida que avance la excavacion, con auxilio de buzos y por medio de un martinete; los excavadores de la draga habrán de ser de menor tamaño que los empleados para dragar dentro de los recintos de fábrica. Terminada la excavacion, se colocarán interiormente otros dos tableros, y se construirán los macizos como en el caso de los muros de hormigon.

Orden de ejecucion de las diferentes partes de la presa.

Comenzará la construccion de cimientos por los de la embocadura, estribo y portillo de la márgen izquierda; los productos del dragado se depositarán aguas arriba á fin de formar á modo de un malecon ó ataguía imperfecta que dificulte la invasion de la grava si sobreviniese una pequeña crecida ántes de terminar los macizos. Sin perjuicio de continuar sin interrupcion la cimentacion del trozo de presa inmediato á la pila-estribo, debe activarse la construccion de los macizos de la embocadura del estribo y de las pilas, así como de los revestimientos de la márgen izquierda, con objeto de que, destruida la ataguía ó malecon de defensa, pueda darse paso por el portillo á todo el caudal del rio, quitando así este obstáculo para la prosecucion de los trabajos en el resto de la presa. Al llegar al borde del brazo principal del Órbigo, se abrirá la zanja de comunicacion entre los dos brazos, que está representada en la lámina 1.ª, y se cerrará el

brazo principal con los productos de las excavaciones ; análogamente, al llegar al borde del rio Eria, se abrirá la zanja de comunicacion con el Órbigo, y se atajará aquella corriente. Terminada la obra, se harán funcionar convenientemente en aguas medias los cierres de los portillos para determinar corrientes trasversales que dejen expeditas las embocaduras de las derivaciones, y limpio de acarreos el paramento de aguas arriba de la presa, al ménos á la altura de su coronacion.

La construccion de los malecones insumergibles y del relleno arcilloso enterrado, que ha de enlazar el macizo de cimientos con la roca de la ladera izquierda, se hará al mismo tiempo que la de los primeros trozos de ambas derivaciones.

Pliego de condiciones.

En el pliego de condiciones consigno las reglas principales que deben observarse en la recepcion de los materiales y en su preparacion y empleo en obra; están ajustadas á los preceptos generales de buena construccion, pero dejan la necesaria latitud en punto á proporciones de las mezclas, á reserva de autorizarse por el Ingeniero Inspector las modificaciones que convenga introducir.

Establezco tambien en aquel documento várias prescripciones, que creo inútil justificar y reproducir en este lugar, acerca de los replanteos, del órden general de ejecucion de los trabajos y de la recepcion de las obras; fijando, ademas, en tres años el plazo necesario para terminar las de toma y conduccion, y en dos años más el de las de distribucion y saneamiento, cuyo proyecto habrá de redactarse y presentarse dentro de los dos primeros años.

Finalmente, en la prevision de que, como siempre acontece, parezca conveniente, al tiempo de la construccion, introducir alguna modificacion en las obras proyectadas, á más de aquellas cuyo estudio definitivo recomiendo en esta Memoria, me ha parecido justificado consignar explícitamente que podrán introducirse desde luégo determinadas alteraciones, y que para otras, tambien definidas, bastará la autorizacion del Ingeniero Inspector, á semejanza de lo que ocurre en la construccion de ferrocarriles ; prescribiendo taxativamente la redaccion del proyecto

de reforma y la necesidad de autorizacion de la Superioridad, respecto á modificaciones en la situacion y altura de la presa ó en los portillos.

Presupuesto.

Calculo en 907.000 pesetas el coste de las obras por todos conceptos (salvo el de intereses, durante el período de construccion de las sumas invertidas). Los elementos de este cálculo son de una parte las cantidades de obra, y de otra los precios de las unidades.

En el capítulo I del presupuesto enumero ordenadamente los diferentes conceptos de gasto y presento el resultado probable de la medicion de las obras ; el método que he seguido para la cubicacion de desmontes y terraplenes, y la cuadratura de las superficies de la explanacion, es tan aproximado á la exactitud como el que se funda en la medicion de perfiles trasversales, porque próximamente es horizontal el terreno; lo explico en las observaciones de aquel capítulo.

En el capítulo II figura la relacion de los precios de las unidades de obra, precedida de la análisis que me ha servido para determinarlos : son, por regla general, algo mayores que los corrientes en la localidad; las condiciones especiales de las clases de obra más importantes me han obligado á recurrir á este procedimiento por carecer de resultados prácticos que pudieran servir de buenos términos de comparacion.

El capítulo III, segun costumbre, comprende las valoraciones parciales, y el IV, el presupuesto general ; he fijado prudencialmente los importes de las partidas alzadas, así como el coste de los medios auxiliares y el precio de los terrenos ; y he tenido en cuenta, tambien alzadamente, el importe probable de las obras de distribucion y saneamiento, fijándolo despues de algunos tanteos sobre la potencia de conduccion, explanaciones y anchura, ocupada de los brazales y escurridores de primero y segundo órden.

De otros resultados que figuran en el presupuesto trataré en el capítulo siguiente; pero ántes haré algunas indicaciones respecto al cálculo de intereses, á la gestion económica de las obras

y á las probabilidades de aumento ó disminucion del importe del presupuesto.

Cálculo de intereses.

La cantidad que por razon de intereses debe agregarse al importe efectivo de las obras para hallar el verdadero presupuesto de establecimiento al terminar el período de construccion, depende del tipo de interes anual que proceda fijar: en el capítulo III del presupuesto incluyo un estado en el que consigno el importe de los intereses que corresponden á varios tipos comprendididos entre el 4 y el 10 por 100, y expreso las hipótesis que he hecho respecto á la distribucion de los gastos durante el período de ejecucion, así como las fórmulas de que me he valido, cuya demostracion es muy sencilla. Al final de cada año, la cantidad invertida ha devengado interes durante seis meses por término medio, y por tanto cada unidad: el pago á fin de año de una unidad puede considerarse convertida en $1 + 0{,}5\ i$, siendo i el interes anual de una unidad: el pago á fin de año de una unidad, durante tres años, equivale al final de este período, teniendo en cuenta los intereses acumulados, á la cantidad $\frac{(1+i)^3 - 1}{i}$; luego cada unidad pagada en fin de cada año equivaldrá, por término medio, á la tercera parte de esta cantidad, y cada unidad distribuida uniformemente en los tres años, al final de ellos equivaldrá á $\frac{1}{3}\,(1 + 0{,}5\ i)\frac{(1+i)^3 - 1}{i}$, por cuya expresion deberia multiplicarse el presupuesto general de las obras de toma y conduccion, si hubiera de cerrarse la cuenta de establecimiento al terminar este grupo de obras; pero como no debe cerrarse sino dos años despues, al comenzar la explotacion habrá que multiplicar la fórmula por $(1 + i)^2$ para computar el interes compuesto durante este segundo plazo, y si de la fórmula final se resta la unidad, ó del producto final se resta el presupuesto, resultará el interes total de la unidad ó el importe de la cuenta de intereses correspondientes á las expresadas obras. Análogamente se demuestra la fórmula aplicable á las obras de distribucion.

Gestion económica de las obras.

Pudiera intentarse la constitucion de una Sociedad por acciones para la construccion y explotacion de las obras y el levantamiento de parte de los fondos necesarios, mediante la emision de obligaciones; pero si el concesionario dispone de recursos bastantes, le será más beneficioso no acudir en busca de capital ajeno; y desde luégo puede afirmarse que no sería fácil la colocacion de obligaciones, ó resultaria excesivamente onerosa, á consecuencia de la justificada desconfianza que, por causas que más adelante indicaré, inspiran las empresas de canales de riego.

Probabilidades de aumento ó disminucion del importe presupuesto.

No hay ninguna obra en que se hayan realizado exactamente todas las apreciaciones y juicios hechos en su proyecto, y verosímilmente ha de ocurrir lo mismo en el caso presente; pero al terminar la redaccion de un presupuesto, se forma siempre un juicio, fundado no más que en presunciones vagas, unas veces de que será sobrado, otras de que resultará insuficiente. Á mi parecer, el importe definitivo de las obras será menor que el que he presupuesto: de todas las hipótesis razonables en cada cuestion de detalle, he advertido siempre la más desfavorable, y en la evaluacion de las partidas alzadas he procurado no quedar escaso. Habrá algunos elementos que superen á lo que he previsto, ya por mayor cantidad de obra, ó por aumento en el precio efectivo de la unidad; pero probablemente serán de más importancia los errores cometidos en sentido inverso, y creo que, con una acertada direccion y pudiendo disponer oportunamente de los medios necesarios, el importe definitivo (no incluyendo intereses), no llegará á las 907.000 pesetas á que asciende el presupuesto.

CAPÍTULO II.

Explotacion.

Conservacion de las obras.

El aprovechamiento proyectado, ó explotacion propiamente dicha, exige que se conserven en buen estado las obras, y que

haya ademas suficiente personal para la administracion de la empresa y para el servicio de vigilancia, venta y distribucion de las aguas. Al final del capítulo III del presupuesto indico el importe anual probable de estos gastos de conservacion y explotacion. Será menor en los primeros años, miéntras no haya alcanzado el cultivo de regadío la importancia á que pueda llegar en el valle de Benavente; pero como en aquella época será cuando se podrán conocer fijamente los trozos de acequia en que haya filtraciones, deberá procederse á ejecutar las obras de restañamiento, complementarias de las que se hayan hecho con igual objeto durante el período de construccion, segun indica el presupuesto. Esta circunstancia podrá compensar la minoracion de los gastos ordinarios de conservacion, y por consiguiente, es razonable suponer que el desembolso anual será el mismo en cada uno de los noventa y cuatro años del período de explotacion por cuenta del concesionario.

Á continuacion del presupuesto parcial de conservacion he hecho el cálculo del capital correspondiente á las 94 anualidades, asignando al tipo de interes anual de la unidad diferentes valores comprendidos entre 0,04 y 0,10; la fórmula que he usado, $\frac{(1+i)^{94}-1}{i(1+i)^{94}}$, es la fundamental de la teoría de anualidades.

Explotacion.

Orden de importancia de los aprovechamientos.

No ofrece duda que el aprovechamiento más importante del plan proyectado es el empleo de aguas en el riego; los demas son secundarios: poco ó nada podrán producir el abastecimiento de Benavente y el de abrevaderos en los montes; las plantaciones en la zona expropiada, al lado de las acequias, tal vez constituyan un recurso no despreciable, pero es prudente no contar con más productos; la mejora del abastecimiento de los molinos de Sorribas y Ventosa servirá únicamente (bajo el punto de vista del concesionario) para evitar oposiciones, y más bien habrá lugar á considerarla prácticamente como una compensacion; únicamente los tres saltos de agua nuevos, que resultan en el trazado de las conducciones, podrán dar un producto que merezca

tenerse en cuenta, aunque pequeño, si se compara con el del aprovechamiento principal.

Sistemas de venta del agua para riegos.

Los sistemas de venta pueden ser: 1.° Incorporando, ó no, en determinadas fincas el derecho al uso de un volúmen, tambien determinado, de agua durante el período de la concesion, y cobrando por la cesion de este derecho, bien una suma al contado ó en plazos cortos, bien un cánon anual fijo, bien una parte al contado, y ademas el resto en forma de cánon. 2.° De año en año, ó de riego en riego, y del mismo modo que se venden los abonos, las semillas, etc. Las unidades de venta pueden ser, el metro cúbico de agua, el riego de determinado espesor ó de una parte alícuota del caudal variable de las acequias ó de sus brazales, medida ya en partidores, ya por la duracion de las tandas, á reserva de insistir más adelante, al tratar de la tarifa: en esta cuestion, que es de importancia suma, puede consignarse desde luégo que influirá de una manera decisiva en el resultado, el mayor ó menor acierto de la administacion de la Empresa, que dentro de las prescripciones legales, debe procurar: 1.° Obtener de cada metro cúbico de agua que venda el mayor precio que pueda pagar el consumidor. 2.° No dejar que corra por el rio ningun volúmen que pudiera tener comprador. 3.° Conseguir ambos resultados en el menor plazo posible. Estas reglas son elementales y de sentido comun, y son en rigor las que corresponden, no sólo al mejor beneficio del concesionario, sino tambien á la mayor utilidad pública: no se me oculta, sin embargo, que son muy vagas y que su aplicacion estricta es punto ménos que imposible, y ofrecerá algunas dificultades, áun sin aspirar á la perfeccion absoluta; pues como en todo asunto comercial, será necesario resolver en cada caso particular cuestiones muy complejas, sin más elementos que la apreciacion personal.

Causas que pueden contribuir á acelerar el desarrollo de los riegos.

El tercero de los objetos enunciados anteriormente, esto es, el rápido desarrollo de los riegos, es de la mayor importancia. De poco sirve á un concesionario que su empresa llegue á dar pingües productos al cabo de muchos años, tal vez cuando esté á punto de terminar la concesion; si desde que se cierra la cuenta

de establecimiento trascurre mucho tiempo sin que los ingresos anuales (deducidos los gastos de conservacion y explotacion) alcancen á cubrir el interes corriente que corresponda al capital de establecimiento, el resultado económico de la empresa será desastroso, y en realidad, ajustando bien la cuenta del interes medio, se veria que la colocacion de fondos ha obtenido un interes mucho menor que el ordinario, ó en otros términos, que de las sumas invertidas, una pequeña fraccion disfruta el interes ordinario, y el resto ha quedado amortizado sin utilidad alguna. Precisamente esta circunstancia y la de haber pagado crecidas cantidades por la trasferencia ó compra de las concesiones, bastan para explicar el fracaso de algunas empresas, si no admitiera ademas otra explicacion que despues explanaré.

Varios medios pueden y deben emplearse en el caso presente para acelerar el desarrollo de los riegos á pesar de los poderosos obstáculos naturales que, por decirlo así, en nuestro país se oponen á la trasformacion de grandes extensiones de secano en regadío, cuando no está muy vulgarizado en la comarca este sistema de cultivo. Allanar dificultades, poniendo el agua á disposicion de los consumidores á poca distancia de sus predios; acostumbrarles á considerar como una necesidad el agua, suministrándosela á precios bajos al principio (aunque con las precauciones necesarias para que la baratura del agua no quede compensada por el aumento de precio de los arrendatarios), y, como suele decirse, predicar con el ejemplo, esto es, establecer el concesionario el cultivo intenso y el de cereales de regadío en las grandes fincas que posee dentro de la zona regable, son procedimientos de seguro éxito, si se aplican con perseverancia.

Cálculo de ingresos probables.

Contando con el empleo de estos medios, supongo que podrá llegarse á consumir anualmente la totalidad del caudal disponible para riegos en el décimo año de la explotacion ; y para simplificar los cálculos, supongo ademas que en este primer período el desarrollo del regadío será proporcional al tiempo trascurrido desde el principio de la explotacion ; es decir, que en el primer año se consumirá no más que la décima parte del caudal ; en el

segundo dos décimas partes, etc., hasta el año décimo en que se habrá alcanzado el consumo normal.

En estas hipótesis puede calcularse el capital equivalente (en la fecha de terminacion de las obras), á las nueve anualidades variables y á las ochenta y cinco constantes, cuando se conozca el valor de una de las segundas y el tipo de interes anual de la unidad; el primer estado del apéndice al presupuesto da los resultados correspondientes á tipos de interes comprendidos entre 0,04 y 0,10 en funcion del precio medio efectivo de venta del metro cúbico de agua; las explicaciones que preceden á dicho estado, demuestran el fundamento del cálculo, y sólo me resta añadir que el primer término de la fórmula de capitalizacion que he usado es la expresion del equivalente de las ochenta y cinco anualidades constantes, en la fecha de principios del año décimo de explotacion, multiplicada por la fórmula de descuento á interes compuesto, ó sea por la expresion que sirve para retrotraer un capital á otra fecha anterior en nueve años; y que el segundo término representa el valor del conjunto de nueve anualidades que crecen en progresion aritmética, referidas á la fecha de principio del primer año.

He hecho un cálculo análogo respecto á los productos de la venta de la fuerza motriz, asignando desde luégo á la anualidad normal el valor que corresponde al aprovechamiento de la mitad de la fuerza y al precio de 25 pesetas por caballo, sin incluir lo que corresponda por alquileres propiamente dichos de edificios y maquinarias, toda vez que tampoco incluyo en el presupuesto de gastos el coste de la construccion de los artefactos.

Comparacion de gastos y productos.

Para apreciar el resultado de una operacion que abarca un largo período y que comprende desembolsos en unas épocas, é ingresos en otras, es preciso, ante todo, hacer realmente homogéneas estas cantidades reduciéndolas á una unidad comun, ya, por ejemplo, á capital de una fecha dada, ya á renta perpétua, ya á anualidades constantes, ó variables, segun una ley comun; para hacer esta reduccion preliminar, he tomado como unidad la cantidad capital, una peseta, en la fecha de la terminacion de las

obras, y á fin de no fijar *à priori* el tipo de interes (que influye extraordinariamente en los resultados de la reduccion), he ejecutado las operaciones, asignándole necesariamente varios valores, comprendidos entre 0,04 y 0,10. En el segundo estado del apéndice al presupuesto figuran reducidos á dicha unidad comun los gastos de construccion, los de conservacion y explotacion, los ingresos por la venta de la fuerza motriz, y los correspondientes á la venta de aguas para el riego expresado en funcion del precio medio efectivo del metro cúbico, cuyos valores estaban calculados ya anteriormente por medio de las diferentes fórmulas de que he dado cuenta.

Los sacrificios que origina la empresa, esto es, su *debe*, están medidos por la suma de los valores reducidos de los gastos de construccion y conservacion; su *haber*, ó sea los beneficios brutos que de ella reporte el concesionario, está medido por la suma de los ingresos correspondientes al riego y fuerza motriz; restando esta última partida de la suma de las dos primeras, quedará como residuo la parte del *debe*, que, en definitiva, hay que comparar con los productos del riego para apreciar la operacion bajo el punto de vista de la conveniencia del concesionario. En la sexta columna de aquel estado figuran los residuos ó diferencias á que me refiero; nada más fácil ya que deducir cuál será en cada caso el precio medio efectivo del metro cúbico de agua que iguale el *debe* y el *haber* que figura en la columna octava.

Tipo de interes estrictamente remunerador.

Estos guarismos sirven para resolver las tres cuestiones siguientes: 1.ª Dado el tipo de interes de la colocacion de fondos, hallar el precio medio á que será preciso vender el agua; basta buscar en la primera columna el tipo de interes; el número correspondiente de la columna octava da el precio buscado. 2.ª Conocido el precio medio á que se venderá el agua, hallar el interes que resulta para la colocacion de fondos; se busca el dato en la columna octava, y el resultado es el número correlativo de la primera columna. 3.ª Conocido el precio medio de venta y dado el tipo de interes corriente en operaciones ó empresas análogas, hallar la ganancia ó pérdida de ésta; se busca el tipo de interes

en la primera columna y se ve el correlativo de la sexta; se busca el precio de la venta en la octava columna y se multiplica por el número correlativo de la sétima ; el exceso de este resultado sobre aquél será la ganancia, y si aquél fuese mayor que éste, la diferencia sería la pérdida, estando expresada una ú otra por un equivalente en pesetas en la fecha de la terminacion de la obra.

Una empresa de canal de riego basada en un proyecto racional es industrial ; pero tiene á la vez el carácter de adquisicion de un inmueble, ó más bien, de compra de un censo de duracion limitada ; su resultado es incierto, porque nunca son seguros los datos, y en este concepto hay una parte aleatoria como en los negocios industriales, con los cuales tiene tambien de comun que la explotacion requiere mucho consumo de actividad inteligente ; en cambio, los productos que se realicen son permanentes y no están expuestos á ninguna de las contingencias que siempre amenazan á la industria y al comercio, y en este segundo concepto, la empresa tiene las ventajas que ofrece la adquisicion de un inmueble. Creo por esto que si el interes probable que resulte de las conclusiones del proyecto está comprendido entre el 7 y 8 por 100, podrá considerarse como el correspondiente á las circunstancias del negocio, es decir, que entónces la empresa no origina ni creacion ni destruccion de capital, y equivaldria á la creacion ó destruccion de capital, si el interes quedase muy por encima ó muy por debajo de aquellos límites. En el segundo estado del apéndice del presupuesto, he hecho el cálculo para el caso en que el precio medio efectivo del metro cúbico fuese de $0^{p},0025$, para el cual, si el interes debiera ser el 6 por 100, resultaria una ganancia de 240.000 pesetas, y una pérdida de 278.000 si el tipo hubiera de ser el del 8 por 100; por la fórmula de interpolacion de segundo grado, he deducido que el interes que corresponde al caso de no haber pérdida ni ganancia, es el de $^{6,85}/_{100}$, si el precio medio de venta es el de 0,0025 ; por consiguiente, si es muy probable obtener en la venta dicho precio medio, el interes de la colocacion de fondos será casi estrictamente remunerador.

Ahora bien, ¿pueden considerarse como de realizacion muy probable las hipótesis hechas respecto al desarrollo del riego, si las tarifas aplicadas son tales que de ellas resulte, por término medio, el precio de 0ᵖ,0025 por cada metro cúbico de agua? ¿Y qué combinacion de tarifas será la más favorable para conseguir este precio medio?

Precio medio de venta.

Se vende (por término medio) el metro cúbico de agua á 0ᵖ,04 en Lorca y á 0ᵖ,02 en Argelia (á 32ᵖ y 16ᵖ por cada riego de una hectárea á razon de 800 metros cúbicos); en Milan cuesta el metro cúbico diario á perpetuidad, 5ᵖ, lo que equivale á 0ᵖ,0044 por cada metro cúbico consumido; en el canal Imperial de Aragon, se vende á 0ᵖ,00096; en el Ampurdan, á 0ᵖ,017; en Vaucluse es de 40ᵖ el cánon por hectárea, y equivale á 0ᵖ,0022 por metro cúbico, siendo de advertir que los canales fueron construidos por los municipios, y que aunque el cultivador no riegue en algun año paga en él más de la mitad del cánon.

Distribucion de las utilidades que reporta el riego.

Sin citar más ejemplos, se ve que hay enormes diferencias en los precios efectivos del agua, y esto consiste en que es aún mayor la diversidad de circunstancias, no en que la utilidad del agua difiera mucho de una á otra localidad: en algunos casos el precio de venta es estrictamente el necesario para cubrir los gastos de conservacion, ya por no haber quien represente el capital de construccion, ya por haberse ejecutado las obras exclusivamente con fondos públicos, ya, finalmente, por haberlas ejecutado á sus expensas la comunidad de regantes, pagando á prorata y de una vez, no el valor del agua, sino su coste inicial, coste que generalmente es muy inferior al valor. En estos casos y en los análogos, el verdadero precio del agua se compone de dos partes; una, el precio aparente, y otra mucho mayor, englobada, por decirlo así, en el precio del terreno ó en el de su arriendo. No es admirable, á pesar de lo que afirma un distinguido ingeniero, que haya podido ser una de las muchas causas del fracaso de las empresas de riego la fijacion de tarifas mayores que las del canal Imperial de Aragon; bastaria, para demostrarlo, recordar el precio medio corriente en Lorca para el riego de cereales: si los re-

gantes del Ebro no pueden pagar un cánon mayor que el que hoy se les exige, es porque pagan, sin advertirlo, un enorme suplemento, ya al comprar el terreno, ya al tomarlo en arrendamiento, y aquí conviene examinar brevemente cuál es la utilidad total que reporta el riego, y cómo se distribuye entre los que, con mayor ó menor fundamento de equidad, son sus partícipes. Esta utilidad está medida, en definitiva, por el aumento de produccion, descontando de él los gastos de establecimiento y conservacion y los mayores gastos de cultivo, pero sin incluir en los últimos el precio efectivo á que se pague el agua; se sobreentiende que estas diferentes cantidades deben reducirse préviamente á una unidad comun. Por una ley natural del órden económico, más ó ménos perturbada por la legislacion vigente, aquella utilidad se reparte entre los terratenientes, los cultivadores y el concesionario de las obras. Los terrenos aumentan de precio sin que los dueños pongan nada de su parte, por el solo hecho de la construccion de las obras; tambien obtienen beneficio los cultivadores, si cuentan con el suplemento de capital de explotacion, que por mayores labores, mayor consumo de abono y mayor precio de los arrendamientos, exige el cultivo de regadío; el resto de la utilidad total queda á beneficio del concesionario, que es el que arriesga su capital, y á cuya iniciativa se debe el beneficio de todos los partícipes, y suele suceder que su parte es negativa, es decir, que pierde, y que su pérdida viene, en cierto modo, á aumentar la ganancia de los otros partícipes, siendo tambien de advertir que con el trascurso del tiempo, y tambien por una ley natural ineludible, llegan los terratenientes á absorber la parte de utilidad que en un principio disfrutaron los cultivadores. Así es que, en general, la verdadera utilidad de un canal de riego, ó sea el aumento de riqueza que produce su establecimiento, en gran parte queda incorporada en el terreno. Esta es una de las principales concausas que, juntamente con el agiotaje, que se descubre visiblemente en las trasferencias y en las cuentas de establecimiento, y con la escasez de capital de los cultivadores, han determinado en España y en otros países la ruina de muchas empresas de riego.

Á pesar de las trabas que la legislacion vigente establece en perjuicio de los concesionarios, y que en último extremo perjudican tambien á los terratenientes y cultivadores, con una acertada administracion se puede conseguir, en el caso presente, la venta del agua á un precio medio remunerador. Á 0ᵖ,0025 por metro cúbico, importa 2 pesetas un riego de 800 metros cúbicos y 3 pesetas uno de 1.200 metros cúbicos, es decir, de 72 á 84 pesetas anuales por hectárea de huerta, linares ó alfalfa, de 20 á 30 pesetas por hectárea de prados, arbolado, maíz ó zanahoria, y de 6 á 9 pesetas por hectárea de cereales ó de cáñamo: si á estos precios no se riega, no será porque sean exorbitantes. Tarifa.

Para que por término medio se obtenga 0ᵖ,0025 por cada metro cúbico, será necesario que una parte del volúmen se venda á mayor precio, toda vez que, especialmente al principio, y para fomentar el desarrollo de los riegos, convendrá vender más barato otra parte del caudal, aunque con la prudencia necesaria para que la rebaja no ocasione un aumento equivalente en el precio de los arrendamientos. No ofrece duda tampoco el que, por ejemplo, el labrador que esté á punto de perder una cosecha por falta de agua, se dará por muy satisfecho si la salva, aunque le cueste un riego 6 ú 8 pesetas en vez de 3.

El sistema de venta y la combinacion de tarifas que más fácilmente y con más beneficio comun darian por resultado el expresado precio medio, sería en realidad un sistema mixto y una tarifa diferencial, es decir, variable segun las circunstancias; en otros términos, serian los que resultasen de la buena aplicacion de las reglas generales de explotacion enunciadas al principio de este capítulo; mas no consintiendo la legislacion vigente la absoluta libertad de tarifas, se aproximará al sistema más perfecto la fijacion de un precio máximo por metro cúbico para cumplir el precepto legal, pero dejando á discrecion del concesionario la aplicacion del sistema de venta y del precio que en cada caso juzgue más conveniente á sus intereses, sin más limitaciones que la de que entregue realmente á cada comprador el volúmen comprado, y la de que no cobre por cada metro cúbico más de lo que

como máximo se fije en la concesion: cláusulas parecidas se establecen en la concesion de caminos de heirro.

En mi concepto, queda ya sobradamente justificado que este tipo máximo ó tarifa legal sea el de cuatro milésimas de peseta por cada metro cúbico, y creo preferible adoptar como unidad tipo la usual de volúmenes. Adoptar como unidad en riego de una hectárea ó el volúmen necesario durante el año para el riego de una hectárea, es tomar términos de comparacion muy inciertos; y si se definen más, expresando, ya el espesor de la capa de agua de un riego, ya el número anual de riegos de cada hectárea, y su espesor, segun la clase del terreno y del cultivo, no se hace en realidad más que dar la preferencia á la unidad metro cúbico, pero formulando de una manera más complicada la regla de aplicacion.

Utilidad pública de la empresa.

La tarifa legal ó máxima que propongo como necesaria para poder realizar un precio medio muy aceptable, será estrictamente remuneradora del capital que se invierta, atendido el carácter mixto de la empresa; es decir, con ella la colocacion de fondos no constituye ni creacion ni destruccion del capital. La empresa es, sin embargo, de utilidad pública y equivale realmente á la creacion de un capital cuantioso, que quedará á beneficio de los terratenientes, y de un aumento de bienestar de los cultivadores: en este concepto es como el concesionario, dueño de una gran parte de la extension del terreno regable, alcanzará un beneficio de consideracion. Muy aventurada sería la evaluacion de estas utilidades; sólo á título de mera indicacion diré que puede apreciarse en unas 750 pesetas por hectárea el aumento medio de valor de los terrenos despues de preparados para el riego, y que, por consiguiente, calculando en 250 pesetas las labores y demas gastos de preparacion inicial, el beneficio líquido de los terratenientes será de unas 500 pesetas por hectárea, ó un total de 2.800.000 pesetas.

CONCLUSION.

Al terminar esta larga exposicion del proyecto, creo conveniente resumir sus principales conclusiones. Son las siguientes:

1.ª Podrá regarse una extension de 5.600 hectáreas y crearse una fuerza motriz equivalente á 600 caballos permanentes.

2.ª La presa de toma de aguas deberá establecerse en el sierro de Mosteruelo, á corta distancia agua arriba de la confluencia de los rios Órbigo y Eria, enrasando su vertedero á $1^m,10$ sobre el nivel del estiaje en dicho punto; se establecerá un portillo en cada márgen, enrasando su umbral á la altura del estiaje, y con un vano total de 6 metros de anchura en el de la derecha, y de 15 metros en el de la izquierda. Ademas, se procurará cortar completamente el paso á la corriente subterránea.

3.ª Se establecerá en cada márgen una acequia de derivacion y conduccion, con pendiente general de 0,0002: para la de la márgen derecha se utilizará el cauce de los molinos, desde las inmediaciones del arroyo del Bebedero hasta el molino de Ventosa.

4.ª El caudal de la toma será siempre todo el del rio, miéntras no exceda de 14 metros cúbicos por segundo. Miéntras del caudal tomado haya sobrantes despues de cubrir las atenciones del riego, se destinará exclusivamente á la alimentacion sucesiva de los artefactos que se establezcan en la acequia de la derecha, y de los molinos de Sorribas y de Ventosa, en tanto que dichos sobrantes no excedan de 7.550 litros por segundo: el exceso se destinará al artefacto que se establezca en la acequia de la izquierda. El Ayuntamiento de Benavente podrá tomar 5 litros por segundo, agua arriba del molino de Sorribas. Podrá destinarse un caudal de 3 litros por segundo, para abrevaderos de los montes.

5.ª El máximo precio que podrá exigirse por la venta de agua para el riego será el de cuatro milésimas de peseta por cada metro cúbico, siendo de cuenta del regante su conduccion hasta el predio desde la red de distribucion, que debe comprender suficiente número de brazales para que dicha distancia no exceda nunca de 250 metros. El concesionario podrá adoptar los sistemas de venta y fijar los precios constantes ó variables que estime convenientes, sin más limitaciones que las de no entregar un volúmen menor que el que se le hubiere comprado, y no cobrar más de cuatro milésimas de peseta por cada uno de los metros cúbicos que venda.

6.ª El coste de las obras de toma, conduccion y distribucion de aguas no excederá probablemente de 907.000 pesetas. Podrán quedar construidas en un plazo de cinco años. El interes á que resultará probablemente la colocacion de fondos, será el de $^{6,85}/_{100}$. El beneficio que obtendrán los terratenientes por la mejora de valor de sus terrenos, puede calcularse en más de 2.750.000 pesetas.

Madrid, 15 de Diciembre de 1880.—*El Ingeniero*, Miguel Martinez de Campos.

PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

CAPÍTULO PRIMERO.

Descripcion de las obras.

Artículo 1.°

La construccion de la presa y de las dos acequias de derivacion y conduccion se ajustará á las prescripciones de la Memoria descriptiva y á las indicacciones de los planos y del presupuesto, observándose ademas las reglas que se establecen en el presente pliego de condiciones facultativas. Obras proyectadas.

Artículo 2.°

Las acequias y brazales de la red de distribucion de aguas, y los escurridores ó azarbes de la red de saneamiento, se construirán con sujecion al proyecto que apruebe la Superioridad. Este proyecto habrá de presentarse por el concesionario dentro de un plazo de dos años, contando desde la fecha de la concesion. Obras no proyectadas.

Artículo 3.°

Las obras accesorias de la presa y de las acequias de derivacion y conduccion, que no estén suficientemente detalladas en el proyecto que sirve de base á la concesion, se construirán con arreglo á los proyectos particulares que autorice el Ingeniero encargado de la Inspeccion. Estos proyectos se presentarán por el concesionario, á medida que se reconozca la necesidad de dichas obras. En este caso se considerarán comprendidas Obras accesorias.

las casas de compuertas, los muros de contencion de los desmontes, los revestimientos de defensa contra las erosiones ó contra las filtraciones, los cauces de los desaguadores, los malecones de defensa contra las inundaciones, el recrecimiento de la presa existente en el rio viejo, la instalacion de saltos de agua, las cunetas y zanjas de coronacion, etc., y finalmente, la adaptacion de los modelos de obras de fábrica á los sitios en que hayan de emplearse.

Artículo 4.°

Variaciones de proyectos.

No podrá variarse la situacion y altura de la presa, ni la situacion, dimensiones y altura del umbral de sus portillos, sin expresa autorizacion de la Superioridad, y prévia la formacion del correspondiente proyecto de reforma.

El sistema de cimentacion de la presa por medio de dos muros de hormigon podrá reemplazarse, con conocimiento del Ingeniero encargado de la inspeccion de las obras, por el de recinto de fábrica, que tambien se describe en la Memoria y se representa en los planos. Análogamente en el primer medio kilómetro de la acequia de la derecha podrá darse la preferencia á cualquiera de las soluciones que se indican en la Memoria y los planos.

Podrán modificarse, con autorizacion del expresado Ingeniero, los sistemas de cierres de los portillos de las embocaduras de la toma y de los desaguadores.

Podrá modificarse el trazado horizontal de ambas acequias, siempre que no se desvie del proyectado en sentido trasversal á distancia mayor de 50 metros; para desviaciones mayores sería necesaria la autorizacion del Ingeniero Inspector.

CAPÍTULO II.

Condiciones á que han de satisfacer los materiales.

Artículo 5.°

Tierra para malecones, y para revestimientos.

La tierra de que se construyan los malecones y revestimientos de las acequias será de miga y estará desmontada y limpia de piedras y de raíces.

La que se destine á revestimientos contra las filtraciones tendrá ademas, aproximadamente, tanta arcilla como arena.

Artículo 6.°

Agua y arena para mezclas y cal.

No se empleará agua cenagosa en la fabricacion de las mezclas.

La arena será de rio, áspera al tacto y suficientemente limpia de arcilla para no enturbiar el agua. Antes de su empleo se pasará por zaranda: el tamaño de sus partículas será de 2 á 4 milímetros si se emplea en morteros ordinarios ó débilmente hidráulicos (excepto en el de asiento de la sillería ó en el de enlucido); será de menor dimension si se emplea en el asiento de la sillería en enlucidos ó en morteros hidráulicos.

La cal será de Alija de los Melones, limpia de hueso, apagada en balsas por el método ordinario, á medida que vaya necesitándose para la fabricacion del mortero.

Artículo 7.°

Cementos y puzolanas.

Se dará la preferencia al cemento de fraguado lento (doce á diez y ocho horas), si puede fabricarse en la localidad; de lo contrario, se usará cemento de Zumaya, desechándose el que no fragüe por completo en una hora: se reconocerá el fraguado viendo si puede resistir la masa, sin depresion sensible, una carga de 35 kilógramos por milímetro cuadrado. El cemento artificial se compondrá de arcilla y de caliza reducidas á polvo impalpable, amasadas en parte muy flúida que se colocará recogiendo por decantacion la parte sólida y mezclando bien sus elementos; preparada la masa en forma de ladrillos, desecada y partida al tamaño de 6 á 7 centímetros, se calcinará lo suficiente para que se desprenda el ácido carbónico y comience á vitrificarse la superficie de los fragmentos: despues de la calcinacion se pulverizarán los productos, desechando préviamente los que no hayan quedado bien cocidos y los de poca densidad: la proporcion de arcilla y de caliza será, próximamente, la de 420 kilógramos de aquélla por 1.400 de ésta.

La puzolana artificial se compondrá análogamente de 155 kilógramos de caliza por cada 1.200 de arcilla, verificándose la calcinacion á una temperatura que no exceda de 700 grados.

Artículo 8.°

Morteros. El mortero ordinario se compondrá de un volúmen de cal apagada en pasta por cada dos volúmenes de arena cribada.

La mezcla se hará sin adicion de agua, pudiendo emplearse procedimientos mecánicos.

El mortero de puzolana se compondrá de una parte de cal apagada en pasta, otra de puzolana y dos y media de arena cribada: se mezclarán y batirán primero la cal y puzolana y despues se añadirá la arena, y se continuará batiendo sin agregar agua, hasta que se obtenga una pasta consistente.

El mortero de cemento se compondrá de partes iguales de arena y de cemento, mezcladas en seco y añadiendo despues agua para formar la masa, que se batirá en pequeñas artesas ó cuezos hasta reducirla á pasta á fuerza de brazo y sin añadir un exceso de agua; se fabricará á medida que haya de emplearse.

El mortero medianamente hidráulico de cal y de cemento se compondrá de mortero ordinario y cemento en la proporcion de 125 kilógramos de cemento por cada metro cúbico de mortero; la mezcla se reducirá á pasta sin añadir agua, pudiendo emplearse medios mecánicos si el cemento es de fraguado lento. En igual forma se fabricará el mortero hidráulico de cal y cemento, empleando 320 kilógramos de cemento por cada metro cúbico de mortero.

Las proporciones consignadas en este artículo podrán variarse, prévio los oportunos ensayos, con autorizacion del Ingeniero inspector; lo mismo se entenderá respecto á la eleccion entre los morteros de puzolana y los de cal comun y cemento.

Artículo 9.°

Piedra. La piedra para hormigon provendrá del lecho del rio ó de cantera; será cuarzosa y limpia de dertritus, y se machacará al tamaño de cuatro á cinco centímetros en su mayor dimension.

La piedra para escollera será cuarzosa de cantera; los cantos no pesarán ménos de 100 kilógramos para la escollera ordinaria, ni ménos de 200 para la escollera gruesa.

La piedra para mampostería en seco, ordinaria, hidráulica ó concer-

tada será cuarzosa ó pizarrosa de cantera; el volúmen de cada mampuesto no bajará de dos céntimos de metro cúbico.

La piedra para sillería será granítica de las canteras de Brime de Urz; no se admitirá la que tenga blandas, pelos ó cualquier otro defecto que pueda disminuir su resistencia ó imposibilitar una labra esmerada.

Artículo 10.

El ladrillo deberá estar bien cortado y bien cocido y ser de grano fino é igual. Ladrillos.

Artículo 11.

El hormigon comun se compondrá de un volúmen de mortero ordinario por cada dos volúmenes de piedra machacada, y se batirá poco tiempo ántes de su empleo. Hormigon.

El hormigon artificial se compondrá de cinco partes de mortero hidráulico, ó medianamente hidráulico, y ocho partes de piedra machacada; la fabricacion se hará por volúmenes pequeños si el mortero ó el cemento fuesen de fraguado rápido.

El hormigon de arena se compondrá de una parte de mortero hidráulico por cada siete partes de arena.

Artículo 12.

La madera empleada en construcciones permanentes será de roble, de álamo ó de pino; estará limpia de nudos y no tendrá ningun otro defecto que dificulte su labra ó pueda alterar desfavorablemente su duracion ó resistencia. Madera.

CAPÍTULO III.

Condiciones á que debe satisfacer el asiento y empleo en obra de los materiales.

Artículo 13.

La construccion de los terraplenes y malecones se hará por tongadas sucesivas que no excedan de $0^{m},20$ de espesor, apisonadas hasta reducirlo Terraplenes y malecones.

á $0^m,13$. Antes de extender la primera tongada sobre el terreno se cavará la superficie, arrancando todas las raíces de vegetales.

Artículo 14.

Revestimiento de arcilla ó de hormigon.

Los revestimientos de tierra arcillosa se harán por capas de $0^m,10$, apisonadas hasta reducir su espesor á $0^m,06$; en cada capa, despues de apisonada, se embutirá grava á modo de mosaico.

Cuando el revestimiento sea de hormigon, se batirá fuertemente este material, despues de extendido, hasta que en su superficie fluya abundantemente el mortero; despues se volverá á batir con palmeta de suela, y finalmente, se limpiará y lavará y se cubrirá con una capa de mortero de un centímetro de espesor, fuertemente oprimido y alisado.

Artículo 15.

Mampostería.

La mampostería en seco se construirá por hiladas horizontales, casando las piedras de modo que exijan poco ripio, que no se correspondan las juntas y que quede hecho el paramento. En los macizos gruesos se colocarán de trecho en trecho piedras de gran tamaño, cuyo tizon exceda por lo ménos en $0^m,20$ de la mitad del espesor del macizo, procurando que su asiento sea por igual, para evitar roturas.

En la mampostería ordinaria, la piedra, despues de bien mojada, se sentará sobre baño de mortero de tres centímetros de espesor, maceando hasta que rebose por todas partes y quede el tendel reducido á un centímetro. Se empleará la piedra adecuada á la forma y tamaño de los huecos, no bajando de $0^m,40$ su tizon en las de paramento, si se colocan en este sentido, ni de $0^m,25$, cuando se coloquen á soga; de trecho en trecho se emplearán piedras que ocupen todo el espesor del macizo. Los huecos se llenarán con ripio de piedra, haciendo uso del martillo, pero procurando que no haya contacto de unas piedras con otras sin intermedio de mortero.

De igual manera se construirá la mampostería hidráulica.

La mampostería concertada se construirá por hiladas horizontales ó de dovelas, segun los casos, sentadas á baño de mortero. Las piedras de paramento se arreglarán á pico y martillo, para que su figura no sea muy irregular y á fin de que haya que ripiar por fuera las juntas y cuidando de que éstas no queden corridas en dos hiladas contiguas. En las

bóvedas se dará á la piedra la forma de cuña, dejando un pequeño huelgo en un tercio superior para que puedan introducirse otras piedras de mayor tamaño, que se sentarán con mortero y á martillo. De trecho en trecho se colocarán piedras que ocupen todo el espesor de la bóveda, y terminada la construccion se golpeará el trasdós con mazo de mango largo.

Artículo 16.

Fábrica de ladrillos.

Al tiempo de sentar los ladrillos se empaparán bien en agua : el espesor de los tendeles, despues de comprimidos, no pasará de un centímetro, ni de ocho milímetros el de las llagas. No habrá más juntas corridas que las de hilada. En los cañones de poco radio ó mucho espesor se ripiarán las juntas por el trasdos.

Artículo 17.

Fábrica de hormigon.

El hormigon se empleará en obra por tongadas sucesivas fuertemente apisonadas. Cuando no se pueda completar una tongada ántes de su endurecimiento, se subdividirá en partes, que se unirán por planos en talud. Cuando haya de emplearse el hormigon debajo del agua, se sumergirá por medio de cajas, se apisonarán las tongadas con rodillos de fundicion y se extraerán las lechadas á medida que se formen.

Artículo 18.

Sillería.

La sillería empleada en losas y tapas será desbastada, labrándose á pico gordo únicamente los paramentos. En la sillería recta se labrarán á pico fino los paramentos, y á pico gordo los lechos sobre lechos y juntas. En la sillería aplantillada se labrarán á pico fino los paramentos y superficies curvas, y á pico gordo las caras de hilada y de junta. Finalmente, cuando hayan de quedar rebajos ó rehundidos al descubierto en los paramentos, su labra se hará á pico y escoda.

Los planos de juntas verticales de los sillares de paramento volverán á escuadra en una longitud de $0^{m},20$ por lo ménos; el tizon no bajará de $0^{m},30$, y deberá exceder de $0^{m},40$ en parte de la extension de cada sillar. El asiento se hará siempre á baño de mortero, mojando ántes las piedras y despues de haber comprobado el sobrelecho de la parte inferior

y la labra de la piedra que se vaya á sentar. El espesor del tendel será, por lo ménos, de $0^m,02$, quedando reducido por el maceo, con mazo de madera, á ménos de 0,005; para regularizar los tendeles y facilitar la presentacion de los sillares, podrán colocarse cuñas provisionales de madera, que se quitarán ántes de completar el asiento. Las juntas alternadas se rellenarán con mortero, entrepando los bordes y atascando la mezcla con una hoja dentada de hierro.

Artículo 19.

Obras de madera.

El córte de los ensamblajes y el ajuste de las piezas se hará con toda precision; en las compuertas se calafatearán las juntas, ya con filantrica, ya con papel de estraza ensebado colocado ántes del ajuste.

CAPÍTULO IV.

Condiciones á que debe satisfacer la ejecucion de las obras.

Artículo 20.

Replanteo del trazado.

Ántes de comenzar las obras de explanacion de cada trozo ó subtrozo se hará el replanteo definitivo de un eje, dejándolo marcado sobre el terreno por medio de pequeñas estacas: al costado y fuera de la zona que hayan de ocupar las obras de explanacion, se marcarán análogamente puntos de referencia que sirvan para fijar de nuevo, en caso necesario, los puntos extremos ó de tangencia de las alineaciones rectas. Asimismo se marcarán fuera de aquella zona, de 500 en 500 metros, y por medio de pequeños macizos de fábrica, ó con estacas bien hincadas, puntos fijos de referencia para establecer las rasantes.

Artículo 21.

Explanaciones.

Los caballeros de depósito de las tierras procedentes de los desmontes que no se empleen en la construccion de terraplenes ó malecones, así como las zanjas de préstamo de donde se tomen en caso necesario las tierras para la construccion de terraplenes ó malecones, se arreglarán de

modo que no produzcan encharcamientos y que queden, cuando ménos, á un metro de distancia del extremo de los taludes de la explanacion.

El arreglo de caja y taludes no se hará hasta la terminacion de las obras de cada trozo.

Artículo 22.

Replanteo de las obras de fábrica.

Se marcarán primeramente sus dos ejes perpendiculares, y con referencia á ellos, los bordes de la zanja de cimientos, y un punto para señalar un plano horizontal de comparacion. Vaciadas las zanjas y hecho y enrasado el relleno de cimientos, se hará sobre él el replanteo de zócalos.

En la presa se marcarán en la márgen izquierda y en la derecha las enfilaciones de los diferentes lados de la línea poligonal que forma uno de los bordes del macizo de cimientos.

Artículo 23.

Descimbramiento.

El descimbramiento de las bóvedas no se hará sino despues de que los morteros hayan adquirido la suficiente consistencia.

Artículo 24.

Reboque y retundido de juntas.

El reboque y retundido de juntas y el recorrido de la fábrica se harán despues de terminarse la construccion de cada obra.

Artítulo 25.

Revestimiento de mortero.

El trasdos de las bóvedas y los paramentos interiores de los macizos, de las obras de fábrica inferiores á la caja del canal, y del paso superior del caño del Bosque, se revestirán con un enlucido de mortero hidráulico cuyo espesor no baje de $0^{m},01$.

Artículo 26.

Orden de ejecucion de las obras.

Las obras de toma y conduccion comenzarán y terminarán ántes que las de la red de distribucion.

Se procederá desde luégo á hacer los preparativos y acopios necesarios

para emprender la construccion de la presa en cuanto lo permita el régimen del rio, prosiguiéndose esta obra sin más interrupciones que las que originen las crecidas.

Hechos los replanteos y la adquisicion de los terrenos que hayan de ocuparse en cada trozo y subtrozo, deberá darse principio á la construccion de las dos acequias ó canales de derivacion ó conduccion, cuidando de comenzar en cada seccion desde un desaguador hácia aguas arriba.

Artículo 27.

Duracion de las obras.

El plazo para la ejecucion de las obras no excederá de tres años, contados desde la fecha de la concesion, para la presa y las dos acequias de derivacion y conduccion, y de otros dos años más para las obras de distribucion. Se entenderán, sin embargo, ampliados estos plazos en lo que fuera necesario: 1.°, en casos de fuerza mayor, probada en la forma acostumbrada y justificándose debidamente su trascendencia; 2.°, cuando no habiendo podido adquirirse directamente alguna parte del terreno indispensable para la ejecucion, no se termine oportunamente el expediente de expropiacion forzosa, en cuyo caso deberá el concesionario hacer constar en forma y tiempo debidos la importancia del retraso; 3.°, cuando presentado en tiempo hábil el proyecto de distribucion no se participase al concesionario su aprobacion en un plazo de seis meses.

Artículo 28.

Recepcion de las obras.

Terminada la construccion de la presa y de las dos acequias, y recogida la justificacion de haberse pagado los terrenos y de no quedar pendiente y sin fianza ninguna reclamacion por daños y perjuicios, se procederá á la recepcion de las obras por el Ingeniero que designe la Superioridad, prévio aviso del concesionario. De la recepcion se levantará acta y se participará al concesionario su resultado definitivo.

En igual forma se procederá respecto á las obras de distribucion.

PROYECTO DEL CANAL DEL ÓRBIGO

(BENAVENTE).

PRESUPUESTOS.

COSTE DE LA OBRA (sin incluir interes).

Toma y conduccion.	690.000
Distribucion.	217.000
TOTAL.	907.000

CAPITULO PRIMERO.

Enumeracion de los conceptos de gasto y medicion de las obras.

Artículo 1.º — *Expropiaciones.*

	Longitud. — *Metros.*	Anchura media. — *Metros.*	Superficie total. — *Hectár.*	DISTRIBUCION PRUDENCIAL POR CLASES. 1.ª — *Hectár.*	2.ª — *Hectár.*	3.ª — *Hectár.*
Presa.	»	»	5,00	»	2,00	3,00
ACEQUIA DE LA DERECHA.						
Trozo 1.º.	580	37	1,15	2,15	»	»
Idem 2.º.	755	39	2,94	2,00	0,94	»
Idem 3.º.	1.447	28	4,05	1,00	2,50	1,00
Idem 4.º.	4.245	27	11,47	3,00	5,46	3,00
Idem 5.º.	3.020	9	2,72	1,72	1,00	»
Total. . . .	10.047	»	23,32	9,87	9,90	4,00
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.						
Trozo 1.º.	290	42	1,22	»	»	1,22
Idem 2.º.	250	39	0,98	»	0,33	0,65
Idem 3.º.	1.135	22	2,50	»	1,00	1,50
Idem 4.º.	1.485	40	5,94	»	3,00	2,49
Total. . . .	3.160	»	10,64	»	4,33	6,31

Observacion. — La anchura media de la faja ocupada en cada trozo se ha fijado en el triple de la distancia entre los bordes de los taludes, para tener en cuenta el espacio ocupado por los malecones ó caballeros de depósito : esta distancia se ha calculado añadiendo á la anchura en el fondo el triple de la distancia vertical media desde el fondo de la caja hasta la superficie del terreno : dicha distancia vertical media se ha obte-

nido dividiendo por la longitud el área del perfil longitudinal. La extension superficial correspondiente á la presa comprende lo necesario para la instalacion de talleres, depósitos de acopio de materiales, etc., y se ha fijado prudencialmente en los cuatro últimos trozos de la acequia de la izquierda; la regularizacion del cauce de los molinos en el que están comprendidos, no exige ocupacion de terrenos.

Ademas de la adquisicion de terrenos habrá lugar á indemnizacion de daños y perjuicios, ya á consecuencia de la expropiacion, ya por ocupacion temporal, ya de resultas del nuevo plan de aprovechamiento de agua.

Artículo 2.º — *Explanaciones.*

Cubicacion.

	DESMONTES.			TERRAPLENES Y MALECONES.		
	Longitud. — *Metros.*	Areas longitudinales. — *Met. cua.*	Volúmenes. — *Met. cúb.*	Longitud. — *Metros.*	Areas longitudinales. — *Met. cua.*	Volúmenes. — *Met. cúb.*
ACEQUIA DE LA DERECHA.						
Trozo 1.º. . . .	580	1.600	13.328	580	760	2.249
Idem 2.º.. . . .	755	2.200	18.832	155	518	1.046
Idem 3.º	1.447	2.600	23.088	1.447	1.191	2.655
Idem 4.º.. . . .	4.245	6.580	56.785	3.560	809	2.151
Idem 5.º.. . . .	3.020	2.700	4.401	2.522	1.570	6.060
Total. . .	10.047	»	116.434	8.864	»	14.161
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.						
Trozo 1.º. . . .	290	660	6.204	290	356	2.015
Idem 2.º.. . . .	250	600	5.760	250	150	285
Idem 3.º.. . . .	1.135	800	6.488	1.135	1.154	5.805
Idem 4.º.. . . .	1.485	2.100	17.031	1.485	694	2.367
Idem 5.º.. . . .	1.633	»	»	1.633	326	414
Idem 6.º.. . . .	1.100	»	»	1.100	220	572
Idem 7.º.. . . .	1.988	300	3.666	»	»	»
Idem 8.º.. . . .	2.133	500	5.670	»	»	»
Total. . .	10.014	»	44.819	5.893	»	11.458

Observaciones. — Se ha hecho esta cubicacion midiendo en un perfil longitudinal dibujado en gran escala, el área comprendida entre la rasante del fondo y el terreno, así como la comprendida entre el terreno y la rasante de la coronacion de los malecones; estas áreas son las que figuran en las columnas 2.ª y 5.ª del estado anterior; se han dividido por las longitudes correspondientes, obteniendo así las alturas medias: en los desmontes se ha multiplicado los cocientes por 1,5, añadiendo des-

pues la anchura del fondo (4,2 en la acequia derecha y 6 metros en la izquierda) con lo cual resulta la anchura media de cada trozo, que, multiplicada por el área del perfil longitudinal, da el volúmen : en los malecones, y en los terraplenes que en algunos sitios forman los costados de la caja, se ha multiplicado la altura media por 1,5, ó por 3,00 (segun que deba considerarse un solo costado ó ambos costados), y se ha añadido respectivamente 1 metro ó 2 metros, para obtener la anchura media, que, multiplicada por el área del perfil longitudinal, da tambien el volúmen.

Clasificacion y distribucion prudencial de los desmontes y terraplenes.

	DESMONTES.			TERRAPLENES.			TOTAL de excavaciones.	CLASIFICACION.		TRASPORTES.				
	Empleados en terraplenes.	Depositados en caballeros.	TOTALES.	Hechos con productos del desmonte.	Hechos con tierras de préstamos.	TOTALES.		En roca floja.	En roca compacta.	Á 5 metros.	Á 10 metros.	Á 20 metros.	Á 100 metros.	Á 300 metros.
ACEQUIA DE LA DERECHA.	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*	*Met. cúb.*
Trozo 1.º.	2.249	11.079	13.328	2.249	»	2.249	13.328	3.000	10.328	»	13.328	»	»	»
Idem 2.º.	1.046	17.786	18.832	1.046	»	1.046	18.832	»	18.832	»	18.832	»	»	»
Idem 3.º.	2.655	20.433	23.088	2.645	»	2.655	23.088	»	23.088	6.000	13.088	2.000	2.000	»
Idem 4.º.	2.151	54.634	56.785	2.151	»	2.151	56.785	2.000	54.785	20.000	20.785	14.000	2.000	»
Idem 5.º.	4.401	»	4.401	4.401	1.659	6.060	6.060	»	6.060	2.060	2.000	»	»	2.000
TOTALES. . .	12.502	103.932	116.434	12.502	1.659	14.161	118.093	5.000	113.093	28.060	68.033	16.000	4.000	2.000
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.														
Trozo 1.º.	2.015	4.189	6.204	2.015	»	2.015	6.204	1.000	5.204	»	6.204	»	»	»
Idem 2.º.	285	5.475	5.760	285	»	285	5.760	»	5.760	»	5.760	»	»	»
Idem 3.º.	4.805	1.683	4.488	4.805	1.000	5.805	7.488	»	7.488	1.000	3.488	»	1.000	2.000
Idem 4.º.	2.357	14.664	17.031	2.367	»	2.367	17.031	»	17.031	8.000	8.031	500	500	»
Idem 5.º.	»	»	»	»	414	414	414	»	414	»	414	»	»	»
Idem 6.º.	»	»	»	»	572	572	572	»	572	»	572	»	»	»
Idem 7.º.	»	3.666	3.666	»	»	»	3.666	»	3.666	»	3.666	»	»	»
Idem 8.º.	»	5.670	5.670	»	»	»	5.670	»	5.670	»	5.670	»	»	»
TOTALES. . .	9.472	35.347	44.819	9.472	1.986	11.458	46.805	1.000	45.805	9.000	33.805	500	500	2.000

Arreglo de caja y taludes.

	DESMONTES.			TERRAPLENES.		
	Longitudes. — *Metros.*	Desarrollo del perímetro moderno. — *Metros.*	Áreas. — *Met. cúb.*	Longitudes. — *Metros.*	Desarrollo del perímetro moderno. — *Metros.*	Áreas. — *Met. cúb.*
ACEQUIA DE LA DERECHA.						
Trozo 1.º.	580	14,1	8.208	580	5,7	3.306
Idem 2.º.	755	14,7	11.128	755	3,4	2.567
Idem 3.º.	1.447	8,6	12.444	1.447	4 »	5.788
Idem 4.º.	4.245	9,8	41 395	3.560	3,6	12.816
Idem 5.º.	3.020	11 »	33.220	2.522	6,5	16.393
TOTAL. . . .			106.395			40.870
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.						
Trozo 1.º.	290	14,2	4.118	290	11,3	3.277
Idem 2.º.	250	14,6	3.650	250	3,2	800
Idem 3.º.	1.135	11,7	13.279	1.135	9,3	10.555
Idem 4.º.	1.485	11,7	17.374	1.485	4,4	6.534
Idem 5.º.	1.633	»	»	1.633	2,4	3.919
Idem 6.º.	1.100	»	»	1.100	2,5	2.750
TOTAL. . . .			38.421			27.835

OBSERVACION. —El desarrollo del perímetro de la seccion trasversal media se ha hallado valiéndose de la altura media ya calculada anteriormente: en los desmontes, la altura se ha multiplicado por 3,6, añadiendo el correspondiente ancho del fondo de la caja; en los terraplenes se ha multiplicado por 3,6 ó 7,2 añadiendo 1 ó 2, metros, segun que haya malecon en un solo costado ó en los dos.

En los trozos 5.º al 8.º de la acequia de la izquierda hay que contar un pequeño arreglo general ademas del desmonte ya figurado en el 7.º y 8.º, y del arreglo de malecones figurado en el 5.º y 6.º

ARTÍCULO 3.°— *Obras de fábrica.*

PRESA Y EMBOCADURAS.	NÚMERO de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
1.°— CUERPO DE LA PRESA.							
a.— *Excavaciones.*							
Fuera del agua.	»	100 »	»	»	33,20	3.320 »	6.170 »
	»	75 »	»	»	38 »	2.850 »	
Bajo el agua hasta 1^{m} de profundidad. . . .	»	229 »	»	»	20,30	»	4.698 »
Idem desde 1^{m} á 4^{m},50.	»	229 »	»	»	41,50	»	9.503 »
Arreglo de caja de cimientos.	»	228,42	1 »	»	228,42	»	»
	»	229,58	1 »	»	229,58	»	»
b.— *Macizos de cimientos.*							
Muros de hormigon hidráulico.	»	228,42	1 »	4,50	»	1.027 »	2.060 »
	»	229,58	1 »	4,50	»	1.033 »	
Tongada inferior de hormigon hidráulico.. . .	»	229 »	2,30	0,30	»	157 »	419 »
Idem superior de id.	»	229 »	2,30	0,50	»	262 »	
Relleno de hormigon de arena.	»	229 »	2,30	3,70	»	»	1.941 »
c.— *Escollera ordinaria.*	»	228,20	»	»	1 »	»	228,20

	NÚMERO de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
d.—*Muro.*							
Coronacion general, de sillería recta.	»	227,52	0,40	0,25	»	27,45	30,17
Coronacion de las pilas-estribos de sillería recta.	2	2,80	1 »	0,40	»	2,24	
Angulo entrante de la pila, estribo, sillería recta.	»	»	»	1,10	0,44	0,48	5,49
Tambores de aguas arriba, sillería aplantillada..	2	»	»	2 »	0,98	3,92	
Tambores de aguas abajo, sillería aplantillada. .	2	»	»	0,80	0,98	1,57	
Macizo general, mampostería.	»	227,43	»	»	2,53	575,39	553,51
Concertada medianamente hidráulica.	2	»	»	1,80	3,83	13,78	
2.°—Portillos.							
a.—*Excavaciones.*							
Bajo el agua hasta 1m de profundidad. . . .	»	7 »	»	»	20 »	140 »	520 »
	»	19 »	»	»	20 »	380 »	
Bajo el agua desde 1m hasta 4m,50.	»	7 »	»	»	41,50	290,50	1.079 »
	»	19 »	»	»	41,50	788,50	
Arreglo de cimiento..	»	7 »	1 »	»	7 »	»	»
	»	19 »	1 »	»	19 »	»	
b.—*Macizos de cimiento y zampeados.*							
Muros de hormigon hidráulico.	4	3,20	1 »	4,30	»	55,04	214,24
	2	0,80	1 »	4,50	»	7,20	
	10	3,20	1 »	4,30	»	137,60	
	4	0,80	1 »	4,50	»	14,40	
Tongada inferior de hormigon hidráulico.. . .	»	19 »	2,30	0,30	»	13,11	48,34
Tongada superior de hormigon hidráulico. . .	»	7 »	2,30	0,50	»	8,55	
	»	19 »	2,30	0,50	»	21,85	
Zampeado de losas..	2	3,20	4 »	0,20	»	5,12	17,92
	5	3,20	4 »	0,20	»	12,80	
Relleno de hormigon de arena.	»	7 »	2,30	3,70	»	59,57	221,26
	»	19 »	2,30	3,70	»	161,69	
c.—*Escollera gruesa.*	»	7 »	»	»	4 »	28 »	104 »
	»	19 »	»	»	4 »	76 »	
d.—*Pilas.*							
Coronacion de sillería recta.	5	»	»	0,40	2,80	»	5,60
Idem aplantillada.	5	»	»	0,60	0,49	1,47	5,88
	5	»	»	0,40	0,49	0,98	
Tambores, sillería aplantillada.	5	»	»	1,40	0,49	3,43	
Macizos, mampostería concertada medianamente hidráulica..	5	2,80	1 »	1,40	»	»	19,60
e.—*Cierres.*							
Traviesas de álamo..	7	4 »	0,30	0,16	»	1,34	9,10
Aguja de álamo..	119	2 »	0,18	0,18	»	7,76	
Herrajes, mecanismos y argollones (Memoria). .	»	»	»	»	»	»	»
3.°—Estribos.							
a.—*Excavaciones.*							
Fuera del agua.	»	4,50	»	»	34,10	»	135,45
Bajo el agua hasta 1m de profundidad. . . .	»	2 »	»	»	20,30	40,60	131,95
	»	4,50	»	»	20,30	91,35	
Bajo el agua desde 1m hasta 4m,50.	»	2 »	»	»	41,50	83 »	269,75
	»	4,50	»	»	41,50	186,75	

	NÚMERO de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó difinitivos — Mets. cuadrs.
Arreglo de caja de cimientos.	»	2,80	1 »	»	2,80	»	»
	»	4,50	1 »	»	4,50	»	»
	»	0,70	1 »	»	0,70	»	»
b.—*Macizos de cimientos.*							
Muros de hormigon hidráulico.	»	2,80	1 »	4,50	»	12,60	36 »
	»	4,50	1 »	4,50	»	20,25	
	»	0,70	1 »	4,50	»	3,15	
Tongada inferior de hormigon hidráulico.. . .	»	»	»	0,30	4,37	1,31	24,50
	»	»	»	0,30	14,48	4,34	
Tongada superior de hormigon hidráulico. . .	»	»	»	1 »	4,37	4,37	
	»	»	»	1 »	14,48	14,48	
Relleno de hormigon de arena.	»	»	»	3,20	4,37	13,98	60,32
	»	»	»	3,20	14,48	46,34	
c.—*Muros.*							
Coronacion, sillería recta..	»	1,75	0,25	0,40	»	0,20	3,23
	»	2,80	»	»	0,44	1,23	
	»	4,10	0,35	0,40	»	0,57	
	»	2,80	»	»	0,44	1,23	
Idem, id. aplantillada..	»	»	»	0,60	0,81	0,49	2,23
	»	»	»	0,40	0,81	0,32	
Frente del morro, id. id.	»	»	»	1,50	0,48	0,72	
Tambores, id. id.	»	»	»	1,40	0,43	0,60	
Macizos de mampostería concertada, medianamente hidráulica..	»	»	»	2 »	7,66	15,32	52,30
	»	»	»	2 »	18 »	36 »	
	»	3,75	1 »	1,50	»	5,63	
Macizos de mampostería medianamente hidráulica.	»	»	»	0,60	0,81	0,49	12,08
	»	»	»	2 »	7 »	14 »	
Escalera de losas.	6	1 »	0,40	0,20	»	0,48	2,30
	16	1 »	0,40	0,20	»	1,28	
	»	4 »	0,40	0,20	»	0,32	
	»	2,80	0,40	0,20	»	0,22	
4.°—Accesorios.							
a.—*Malecon de la derecha.*							
Terraplen..	»	18 »	»	»	2,50	»	45 »
Empedrado.	»	36 »	0,90	0,30	»	»	9,72
b.—*Revestimiento de márgenes.*							
Excavacion fuera del agua.	»	65 »	»	»	4,70	»	305,50
Idem bajo el agua hasta 1^{m} de profundidad.. .	»	65 »	»	»	1,40	»	91 »
Escollera gruesa.	»	65 »	»	»	1,40	»	91 »
Empedrado.	»	65 »	4,50	0,30	»	»	87,75
c.—*Macizo enterrado de arcilla.*							
Excavacion bajo el agua en recinto.	»	180 »	2 »	2,50	»	»	900 »
Relleno de arcilla. :	»	180 »	2 »	2,50	»	»	900 »
5.°—Embocadura de la derecha.							
a.—*Excavaciones.*							
Bajo el agua 1^{m} de profundidad.	»	»	»	1 »	300 »	»	300 »

	NÚMERO de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó diñnitivos. — Mets. cuadrs.
Idem de 1m á 4m,50.	»	»	»	3,50	215 »	»	752,50
Arreglo de caja de cimientos..	»	40 »	1 »	»	40 »	»	»
b.—*Macizos de cimientos.*							
Muros de hormigon hidráulico.	»	40 »	1 »	4 »	»	»	160 »
Tongada inferior de id.	»	»	»	0,30	150 »	45 »	150 »
Idem superior de id.	»	»	»	0,70	150 »	105 »	
Relleno de hormigon de arena.	»	»	»	2,50	150 »	»	375 »
c.—*Escollera gruesa.*	»	38 »	»	»	4 »	»	152 »
d.—*Estribos.*							
Tajamares, sillería aplantillada..	»	»	»	2 »	2,40	»	4,80
Caja de las guías, sillería con rehundidos. . .	2	»	»	3,50	2,20	»	1,40
Muros de mampostería concertada medianamente hidráulica..	2	15 »	1,60	3,50	»	168 »	166,60
e.—*Pila.*							
Tajamar, sillería aplantillada.	»	»	»	0,80	0,89	0,71	3,23
Macizos, id. id.	»	4,50	0,70	0,80	»	2,52	
Cajas de las guías, sillería con rehundidos. . .	»	»	»	3,50	0,16	»	0,56
Macizos, mampostería concertada medianamente hidráulica..	»	2 »	1 »	3,50	»	7 »	6,44
Madera.	»	19 »	0,21	0,21	»	0,84	1,60
	»	»	»	1,20	0,63	0,76	
f.—*Arcos.*							
Coronación, de sillería recta.	»	8 »	0,40	0,40	»	»	1,28
Ladrillos.	»	13 »	5,50	0,58	»	»	41,47
Tímpanos del frente, mampostería concertada. .	»	»	»	1,25	10 »	»	12,50
Tímpanos del paramento posterior y relleno de mampostería.	»	13 »	»	»	4 »	»	52 »
g.—*Zampeado de hormigon hidráulico.* . . .	»	»	»	0,30	66 »	»	19,80
h.—*Compuertas y batientes.* Madera.	2	2 »	0,85	0,13	»	0,44	0,66
	2	2,20	»	»	0,05	0,22	
Herrajes y mecanismos (Memoria)..	»	»	»	»	»	»	»
i.—*Escaleras.*	20	1 »	0,40	0,20	»	1,60	2,16
Losas.	»	7 »	0,40	0,20	»	0,56	
6.°—EMBOCADURA DE LA IZQUIERDA.							
a.—*Excavaciones.*							
Fuera del agua.	»	11 »	»	»	22,50	»	247,50
Bajo el agua hasta 1m de profundidad. . . .	»	»	»	1 »	130 »	»	130 »
Idem de id. 1m á 4m,50.	»	»	»	3,50	90 »	»	315 »
Arreglo de caja de cimientos..	»	36 »	1 »	»	36 »	»	»
b.—*Macizos de cimientos.*							
Muros de hormigon.	»	32 »	1 »	4,50	»	»	144 »
Tongada inferior de hormigon hidráulico.. . .	»	»	»	0,30	60 »	18 »	60 »
Tongada superior de hormigon hidráulico. . .	»	»	»	0,70	60 »	42 »	
Relleno de hormigon de arena.	»	»	»	3 »	60 »	»	180 »
c.—*Escollera gruesa.*	»	12 »	»	»	4 »	»	48 »
d.—*Estribos.*							
Tajamares, sillería aplantillada..	»	»	»	2 »	0,80	1,60	3,20
	»	8 »	»	»	0,20	1,60	

	NÚMERO de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
Caja de las guías, sillería con rehundidos. . .	2	»	»	3,50	0,20	»	1,40
Muros de mampostería concertada medianamente hidráulica.	2	4 »	1,60	3,50	»	44,80	49,03
	2	3,75	»	»	0,75	5,63	
e.—*Pilas.*							
Tajamares, sillería aplantillada.	2	»	»	0,80	0,89	1,42	3,94
Macizos.	»	4,50	0,70	0,80	»	2,52	
Cajas de las guías, sillería con rehundidos. . .	4	»	»	3,50	0,16	»	2,24
Macizos, mampostería concertada medianamente hidráulica.	2	2 »	1 »	3,50	»	14 »	11,76
Madera.	»	30 »	0,21	0,21	»	1,89	3,40
	2	»	»	1,20	0,63	1,51	
f.—*Arcos.*							
Sillería aplantillada.	3	2,20	0,40	1,25	»	»	3,30
Coronacion, sillería recta.	7	11 »	0,40	0,40	»	»	1,76
Ladrillos.	»	9,10	2 »	0,76	»	»	13,83
Tímpanos del frente, mampostería concertada. .	»	»	»	1,25	15 »	»	18,75
Tímpanos del paramento posterior rellenos de mampostería.	»	2 »	»	»	6 »	»	12 »
g.—*Zampeado de hormigon hidráulico.* . . .	»	»	»	0,30	96 »	»	28,80
h.—*Compuertas, madera y batientes.*	3	2 »	0,85	0,13	»	0,66	0,19
	3	2,20	»	»	0,05	0,33	
Herrajes y mecanismos (Memoria).	»	»	»	»	»	»	»
i.—*Escaleras.*	50	0,80	0,40	0,20	»	3,20	4,56
Losas.	»	17 »	0,40	0,20	»	1,36	
j.—*Revestimiento de los malecones.*	»	200 »	0,90	0,25	»	»	45 »

Observaciones.—En cada una de las partes en que se considera subdividida la obra, las dimensiones lineales ó superficiales que se figuran como datos son términos medios cuando las figuras no son paralelepípedos rectángulos. Cuando en un volúmen de macizos hay aristones, etc., de sillería, el volúmen auxiliar figurado para el macizo es el conjunto, y el definitivo se ha obtenido restando del auxiliar el de la sillería.

EMBOVEDADO DE LA ACEQUIA DE LA DERECHA.	NÚMERO. de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
Excavaciones (van comprendidas en la de la caja).							
Cimientos y zampeados, hormigon hidráulico. .	»	15 »	»	»	3 »	»	45 »
Bóveda.							
Ladrillo.	»	150 »	11,50	0,72	»	»	1.242 »
Enlucido interior y exterior, mortero hidráulico.	»	150 »	23 »	0,01	»	»	34,50
SIFON NÚM. 1 DE LA ACEQUIA DE LA DERECHA.							
Excavaciones ý cimientos (Memoria).							
Boca de los pozos, losas.	»	8,20	0,40	0,20	»	0,66	1,46
Fondo de los pozos, losas.	2	»	»	0,20	2 »	0,80	
Muros de los pozos, mampostería.	2	1 »	0,80	2,60	»	4,16	43 »
	2	1 »	0,80	4,40	»	5,44	
	4	2,60	0,80	4 »	»	33,40	
Cañon y estribos.							
Mampostería concertada.	»	12 »	4,40	0,40	»	»	21,12
Aletas.							
Mampostería..	2	4 »	0,50	1 »	»	»	4 »
Rastrillo y zampeado, hormigon.	»	18 »	1 »	0,15	»	»	2,70
Enlucido en las caras interiores, mortero hidráulico.	»	10,40	4,80	0,01	»	»	0,50
SIFON NÚM. 2 EN LA MÁRGEN DERECHA (HAY 2).							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Boca de los pozos, losas.	»	8,20	0,40	0,20	»	0,66	1,46
Fondo de id., id.	2	»	»	0,20	2 »	0,80	
Muro de los pozos, mampostería.	2	1 »	0,80	1 »	»	1,60	37,39
	2	1 »	0,80	2,60	»	4,16	
	4	2,60	0,80	2,60	»	21,63	
Cañon y estribos.							
Mampostería concertada.	»	14,80	4,40	0,40	»	»	26,05
Aletas, mampostería.	2	5,20	0,40	0,60	»	»	2,50
Zampeado de hormigon.	»	17,80	1 »	0,15	»	»	2,67
Enlucido en las caras interiores, mortero hidráulico.	»	13,20	4,80	0,01	»	»	0,63
PASO SUPERIOR DEL CAÑO DEL BOSQUE.							
Acequia de la derecha.							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Estribos, mampostería.	2	2,60	1,40	2,50	»	18,20	27,80
Tímpanos, mampostería.	2	»	0,80	»	6 »	9,60	
Fondo abovedado de la caja, hormigon hidráulico.	»	12,40	»	»	0,25	»	3,10
Arcos, ladrillo.	2	0,80	11 »	0,72	»	»	12,67

PASO SUPERIOR DE LA CARRETERA DE MOMBUEY.	NÚMERO. de partes iguales.	DIMENSIONES LÍNEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
Acequia de la derecha.							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Aletas, losas..	4	2,80	0,50	0,15	»	»	0,84
Macizo, mampostería.	4	»	»	1,30	2,80	14,65	29,96
Tímpano, mampostería.	2	»	»	0,50	15,40	15,40	
Arco, ladrillo.	»	7 »	15 »	0,90	»	»	94,50
Imposta, sillería.	2	10,80	0,60	0,25	»	3,24	4,04
Dados, sillería.	4	0,50	0,50	0,80	»	0,80	
Albardilla, losas.	2	10,80	0,50	0,20	»	»	2,16
Pretil, mampostería concertada..	»	10,80	0,40	0,60	»	»	2,59
Enlucido en el trasdos, mortero hidráulico.	»	6 »	11 »	0,01	»	»	0,66
Guarda-ruedas.	4	»	»	»	»	»	»
PASO SUPERIOR DE CAMINO.							
Acequia de la derecha (hay 7).							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Arco, ladrillo.	»	3,40	15,40	0,90	»	»	47,12
Tímpanos, mampostería.	2	»	»	0,50	10 »	»	10 »
Pretiles, mampostería concertada.	2	13,40	0,35	0,70	»	»	6,57
Impostas, losas..	2	13,40	0,50	0,20	»	»	2,68
Enlucido en el trasdos, mortero hidráulico.	»	2,30	11 »	0,01	»	»	0,25
Guarda-ruedas.	4	»	»	»	»	»	»

DESAGUADOR EN TERRENO INUNDABLE.							
Acequia de la derecha.							
Aletas interiores, sillería con rehundidos..	2	0,50	0,50	2,80	»	»	1,40
Mampostería..	2	»	0,50	»	1,80	1,80	4,69
	2	1,70	0,50	1,70	»	2,89	
Peldaños de losa.	12	1,10	0,40	0,20	»	1,06	1,56
Aletas exteriores, losas.	2	3,30	0,50	0,15	»	0,50	
Idem id., mampostería.	»	»	»	0,50	1,90	»	0,95
Arco, ladrillo.	»	7,70	1,10	0,28	»	»	2,36
Tímpanos, mampostería.	2	1 »	0,50	0,20	»	»	0,20
Zampeado, losas.	»	0,80	1 »	0,20	»	»	0,16
Idem, hormigon.	»	11 »	1 »	0,15	»	»	1,65
Compuerta y guías (Memoria)..	»	»	»	»	»	»	»
DESAGUADOR EN TERRENO INUNDABLE.							
Acequia de la derecha (hay 3).							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Estribos, mampostería concertada..	2	2,20	1 »	2,10	»	9,24	23,98
Aletas, id. id.	4	0,90	»	»	1,10	3,96	
Pila central, id. id..	»	2,20	»	»	4,90	10,78	
Arco, ladrillo.	»	2,20	1,10	0,28	»	»	0,67
Zampeado, losas.	»	1 »	0,80	0,20	»	»	0,16
Idem, hormigon.	»	5 »	5,40	0,20	»	»	5,40
Compuertas y guías (Memoria).	»	»	»	»	»	»	»
SIFON NÚM. 2 EN LA MÁRGEN IZQUIERDA (HAY 2).							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Boca de los pozos, losas.	»	8,20	0,40	0,20	»	0,66	1,46
Fondo de id., id.	2	»	»	0,20	2 »	0,80	

	NÚMERO. de partes iguales.	DIMENSIONES LINEALES. Longitud. — Metros.	Latitud. — Metros.	Altura ó grueso. — Metros.	ÁREAS. — Mets. cuadrs.	VOLÚMENES. Auxiliares. — Mets. cuadrs.	Totales ó definitivos. — Mets. cuadrs.
Muros de los pozos, mampostería.	2	1 »	0,80	1 »	»	1,60	27,39
	2	1 »	0,80	2,60	»	4,16	
	4	2,60	0,80	2,60	»	21,63	
Cañon y estribos, mampostería concertada. . .	»	16,60	4,40	0,40	»	»	29,22
Aletas, mampostería.	2	5,20	0,40	0,60	»	»	2,50
Zampeado, hormigon.	»	19,60	1 »	0,15	»	»	2,94
Enlucido en las caras interiores, mortero hidráulico.	»	15 »	4,80	0,01	»	»	0,72
PASO SUPERIOR DE CAMINO EN LA MÁRGEN IZQUIERDA (HAY 5).							
Excavaciones y cimientos (Memoria).							
Arco, ladrillo.	»	3,40	16,50	0,90	»	»	50,49
Tímpanos, mampostería.	2	»	»	0,50	14 »	»	14 »
Pretiles, mampostería concertada.	2	16,35	0,35	0,70	»	»	8,01
Imposta, losas.	2	16,35	0,50	0,20	»	»	3,27
Enlucido en el trasdos, mortero hidráulico. . .	»	2,30	17 »	0,01	»	»	0,39
Guarda-ruedas.	»	»	»	»	»	»	»
DESAGUADOR EN TERRENO INUNDABLE.							
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA IGUAL AL DE LA DERECHA.							
DESAGUADOR EN TERRENO NO INUNDABLE.							
ACEQUIA DE LA IZQUIERDA (HAY 9) IGUALES Á LOS DE LA DERECHA.							

ARTÍCULO 4.°—*Obras accesorias.*

Presa.

Una casa de compuertas, de un piso de 105$^{m^2}$ de superficie cubierta.
Una casa de dos pisos de 48$^{m^2}$.
Dos ataguías amovibles de agujas.

Acequia de la derecha.

Muretes de contencion de desmontes.
Revestimentos de defensa contra erosiones.
Id. id. contra las filtraciones.
Escalas hidrométricas.
Una ataguía amovible de agujas.
Una barca.
Empedrado de malecones insumergibles.
Instalacion de un salto de agua.
Cauces de desaguadores.
Cunetas y zanjas de coronacion.
Diez indicadores kilométricos.
Desviaciones de caminos y del caño del bosque.
Siete kilómetros de línea telégrafica.

Acequia de la izquierda.

Revestimento de defensa contra las erosiones.
Id. id. contra las filtraciones.
Escalas hidrométricas.
Dos ataguías amovibles de agujas.
Dos barcas.
Empedrado de malecones insumergibles.
Recrecimiento de la presa existente sobre el rio viejo.
Instalacion de dos saltos de agua.
Cauces de desaguaderos.
Cunetas y zanjas de coronacion.
Diez indicadores kilométricos.
Desviaciones de caminos.
Ocho kilómetros de línea telegráfica.

Enumeracion de otros conceptos de gastos.

Medios auxiliares é instalaciones provisionales.

Material para replanteos y trabajos de campo: un taquímetro inglés y un nivel de precision con sus juegos de miras; dos niveles de agua con miras de tablilla; un rodete de punta de acero y cuatro de tejido metálico; una docena de jalones.

Material para oficina y trabajos de gabinete.

Material de un pequeño laboratorio para ensayos de calizas y arcillas.

Cobertizos y tinglados para los talleres y almacenes de la construccion de la presa; una báscula.

Material para un pequeño taller de forja y cerrajería.

Una locomóvil de ocho caballos.

Una draga mecánica y veinte dragas de mano.

Una bomba de $0^{m},30$

Un pulsómetro pequeño.

Dos vestidos completos de escafandra con una bomba.

Un martinete de tirantes.

Cuatro cajas para inmersion de hormigon.

Un tonel para la fabricacion mecánica del mortero.

Hornos y malacates para la fabricacion artificial de cementos y puzolana.

Una grua y tres tornos.

Material para 500 metros de vía de servicio.

Material de trasporte.

100^{m^3} de madera de álamo.

Observacion.—Los demas medios auxiliares necesarios se consideran comprendidos en el precio de las unidades de obra, ó en las cantidades alzadas que al efecto figuran en los presupuestos parciales.

Pérdidas por causas de fuerza mayor.

Redes de brazales de distribucion y de escurridores de saneamiento.

20 kilómetros de brazales de 1.er órden.

80 id. de brazales de 2.° órden.

15 kilómetros de azarbes de 1.er órden.
60 id. de azarbes de 2.º órden.
Módulos de derivacion, compuertas etc.

Observacion. Se fijan prudencialmente, á reserva de lo que resulte del proyecto detallado que deberá formarse.

Personal y material de Direccion y administracion de las obras.

Intereses del capital invertido hasta la fecha en que se cierre la cuenta de establecimiento.

Conservacion de las obras y explotacion propiamente dicha (gasto anual á considerar, desde que se cierre la cuenta de establecimiento).

Nota. La relacion de puntos de procedencia de los materiales, longitud y estado de los caminos se suprime por figurar para cada material los correspondientes datos en el análisis de precios del capítulo siguiente.

CAPÍTULO II.

PRECIOS ELEMENTALES Y COMPUESTOS.

ANÁLISIS DE PRECIOS.

Jornales medios de operarios y de vehículos.

		Ptas. Cts.
1.	Peon menor (sin herramientas), nueve horas diarias. . .	1,00
2.	Peon mayor, id. id.	1,50
3.	Capataz, id. id.	2,00
4.	Barrenero, id. id.	2,75
5.	Mampostero ó albañil (con herramientas), nueve horas diarias.	3,00
6.	Peon de cantero, id. id.	2,50
7.	Cantero, id. id.	3,75
8.	Carpintero, id. id.	4,50
9.	Herrero ó cerrajero, id. id.	3,75
10.	Pareja de buzos (sin contar la escafandra), nueve horas diarias.	20,00
11.	Pareja de albañiles buzos, id., con herramienta. . . .	24,00
12.	Maquinista (apto para dirigir y hacer pequeñas reparaciones, nueve horas diarias abonándosele los dias de suspension de trabajo).	10,00
13.	Fogonero (apto para dirigir la marcha de una locomóvil, nueve horas diarias, abonándosele los dias de suspension de trabajo).	6,00
14.	Sobrestante, maestro carpintero, cantero, albañil ó cerrajero (nueve horas diarias, abonándosele los dias de suspension de trabajo).	6,00
15.	Caballería menor (nueve horas diarias: en el jornal de cuatro caballerías va incluido el del conductor que ayuda á la carga y descarga).	1,75
16.	Caballería mayor (nueve horas diarias: en el jornal de dos caballerías va incluido el del conductor que ayuda á la carga y descarga).	3,50
17. (a)	A carreta con una yunta de bueyes (nueve horas diarias: se incluye el jornal del conductor que ayuda á la carga y descarga).	7,00

		Ptas. Cts.
17. (b)	Cada yunta de refuerzo.	4,50
18.	Carro con una caballería de id.	7,00
19.	Carro con dos caballerías de id.	10,50

Observacion.— Se ha tenido en cuenta el alza de precios que se deberá á la ejecucion de las obras y á la estacion en que han de desarrollarse con más actividad.

Conduccion de tierras y materiales.

Ptas. Cts.

20. Conduccion de los productos de 1^{m^3} de desmonte (término medio entre las diferentas clases) á 1^m de distancia horizontal.

(a) En esportilla : capacidad utilizada $= 0^{m^3},009$: trayecto recorrido diariamente por un peon menor, mitad con carga y mitad sin ella. = 24.000 metros.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Jornales (núm. 1)}\ \dfrac{1,00}{0,009\times\frac{1}{2}\,24.000} = 0,0092 \\ \text{Accesorios. . . . . .}\quad 0,0008\end{array}\right\}\ .\ .\ .\ 0,01$$

(b) En carretilla : capacidad utilizada = 0,032 : trayecto recorrido mitad con carga y mitad sin ella por un peon mayor, = 28.000 metros.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Jornales (núm. 2)}\ \dfrac{1,50}{0,032\times\frac{1}{2}\,28.000} = 0,0035 \\ \text{Accesorios. . . . . .}\quad 0,0012\end{array}\right\}\ .\ .\ .\ 0,0045$$

(c) En caballería menor : capacidad de carga = 60 kilógramos, ó sea $0^{m^3},032$ (término medio) trayecto como anteriormente, = 30.000 metros.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Jornales (núm. 15)}\ \dfrac{1,75}{0,032\times\frac{1}{2}\,30.000} = 0,00364 \\ \text{Accesorios. . . . . .}\quad 0,00086\end{array}\right\}\ .\ .\ .\ 0,0045$$

(d) En carreton movido por tres hombres : capacidad utilizada $= 0^m,2$: trayecto, como anteriormente, $= 28.000^m$.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Jornales (núm. 2)}\ \dfrac{3\times1,50}{0,2\times\frac{1}{2}\,28.000} = 0,00161 \\ \text{Accesorios. . . . . .}\quad 0,00099\end{array}\right\}\ .\ .\ .\ 0,0026$$

Ptas. Cts.

21. Conduccion de 1 tonelada á 1 kilómetro de distancia.

(a) En caballería menor : segun el núm. 20 costaria

$$= 1000 \times 0{,}0045 \frac{32}{60} = \ldots\ldots\ldots \quad 2{,}40$$

(b) En carreta, por camino llano regular carga $1^{T},5$ trayecto 16 kilómetros, segun esto costará la conduccion (número 18) $= \frac{7}{1{,}5 \times \frac{1}{2} 16} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 0{,}58$

(c) En carreta, por camino de fuertes pendientes en mal estado, añadiendo una yunta de refuerzo carga $1^{T},5$ trayecto 12 kilómetros; costará (números 17 a y 17 b) $= \frac{7 \times 4{,}5}{1{,}5 \times \frac{1}{2} 12} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1{,}28$

(d) Idem id. añadiendo dos yuntas de refuerzo : carga 2 toneladas trayecto = 12 kilómetros resulta (núm. 17 a y 17 b) $= \frac{7 + 2 \times 4{,}5}{2 \times \frac{1}{2} 12} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1{,}33$

(e) Carro de una caballería, por camino regular : carga $= 0^{T},5$: trayecto 35 kilómetros, costará la conduccion (núm. 18) $\frac{7 \times 1}{\frac{1}{2} 35.000 \times 0{,}5} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 0{,}80$

(f) En carro de dos caballerías, por buen camino : carga $1^{T},5$, trayecto como anteriormente 35 kilómetros, el precio será (núm. 19) $\frac{10{,}5}{\frac{1}{2} 35 \times 1{,}5} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 0{,}40$

Carga y descarga de tierras y materiales, incluso el valor del tiempo perdido.

22. Carga y descarga de los productos, de 1^{m3} de desmonte en tierras.

(a) Conducidos en esportilla : un peon mayor puede cargar diariamente 12^{m3} : el conductor necesita hacer $\frac{1}{0{,}009} =$ 111 viajes por cada 1^{m3} é invierte 15″ en cada viaje, ademas de la duracion del trayecto, ó sea próximamente media hora perdida por cada 1^{m3}.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Jornales} & \frac{1{,}50}{12} \times \frac{1{,}00}{18} = 0{,}1805 \\ \text{Accesorios.} \ldots\ldots & 0{,}0015 \end{array}\right\} \ldots\ldots \quad 0{,}182$$

(b) Conducidos en carretilla : un peon mayor puede cargar diariamente 10^{m3}; el conductor necesita hacer $\frac{1}{0{,}032} =$ 31 viajes por cada 1^{m3} é invierte 1′ en cada viaje, además de la duracion del trayecto, ó sea media hora perperdida por cada 1^{m3}.

Ptas. Cts.

Jornales $\frac{1,50}{10} + \frac{1,00}{18} = 0,206$
Accesorios. 0,002 0,208

(c) Conducido en caballería menor : un peon mayor puede cargar diariamente 8^{m^3}, 7 peones y el conductor de la recua cargarán 64^{m^3}, por metro cúbico se tardará en la carga $\frac{1}{14}$ de dia, y en la descarga, ayudando tres peones, la mitad.

Jornales $\frac{7 \times 1,50 + 4 \times 1,50}{64} + \frac{3 \times 1,50 + 4 \times 1,50}{2 \times 64} = 0,340$
Accesorios. 0,002 0,342

(d) Conducido en carreton movido por tres operarios. Pueden cargar diariamente 21^{m^3} entre los tres : en un dia pueden descargar cuádruple volúmen.

Jornales $\frac{3 \times 1,50}{21} + \frac{3 \times 1,50}{84} = 0,268$
Accesorios. 0,004 0,272

23. Carga y descarga de un metro cúbico de desmonte en roca.

(a) Conducido en carretilla : un peon puede cargar diariamente 8^{m^3}; el conductor pierde una hora por cada metro cúbico, como en el núm. 22 (b), resulta :

Jornales $\frac{1,5}{8} + \frac{1,0}{9} = 0,297$
Accesorios. 0,023 0,32

(b) Conducido en caballería menor : un peon puede cargar 6 metros cúbicos y descargar 24 : el precio será 21 (c) multiplicado por 1,33. 0,455

(c) Conducido en carreton : el 21 (d) multiplicado por 1,33. 0,362

(d) Conducido en carreta : carga de un metro cúbico en 24′ por tres peones y el conductor : descarga por el conductor en 12′, resulta : $\frac{72 \times 1,5 + 36 \times 7}{540}$ 0,667

(e) Conducido en carro de una caballería : la carga como en el anterior : la descarga en 18′, resulta : $\frac{72 \times 1,5 + 42 \times 7}{540}$. 0,744

Ptas. Cts.

(f) Conducido en carro de dos caballerías : el tiempo invertido como en el anterior resulta : $\frac{72 \times 1,5 + 42 \times 10,5}{545}$ . . . 1,018

24. Carga y descarga de una tonelada de materiales.

(a) Conducida en carreton : un peon puede cargar diariamenmente 14 toneladas ó descargar 21 : ayudando el conductor resulta : $\frac{1,5+7}{28} + \frac{1,5+7}{42}$ 0,505

(b) Conducida en carreta de dos yuntas : como en el anterior será : $\frac{1,5+7+4,5}{28} + \frac{1,5+7+4,5}{42}$ 0,764

(c) Conducida en carro de una caballería : como el 24 (a). . 0,505

(d) Conducida en carro de dos caballerías : será análogamente $\frac{1,5+10,5}{28} + \frac{1,5+10,5}{42}$ 0,717

Excavaciones.

25. Excavacion de un metro cúbico.

(a) En arena ó tierra franca : la excavacion es la carga y equivale tambien á un tiro de pala.

(b) En tierra compacta : un peon puede cavar diariamente 4 metros cúbicos.

$$\left.\begin{array}{l} \text{Jornales} \quad \frac{1,5}{4} = 0,375 \\ \text{Útiles, etc. . .} \quad 0,055 \end{array}\right\} \text{. . . . . } 0,43$$

(c) En tierra dura y pedregosa : doble de la anterior. . . . 0,86

(d) En pizarra ó en cuarcita floja : doble de la anterior. . . 1,72

(e) En cuarcita dura : un jornal de un barrenero y un peon. 4,25
Dinamita y útiles. . . . . 1,00 } 5,25

26. Arreglo de un metro cuadrado de superficie de excavacion.

(a) En el fondo y taludes de la caja de las acequias un peon arregla diariamente 54^{m^2} : resulta :

$$\left.\begin{array}{l} \text{Jornales} \quad \frac{1,5}{54} = 0,028 \\ \text{Útiles, etc. . . .} \quad 0,002 \end{array}\right\} \text{. . . . . } 0,03$$

(b) En roca para caja de cimientos : un peon de cantero arregla diariamente 3^{m^2} : resulta :

$$\left.\begin{array}{l} \text{Jornales} \quad \frac{2,50}{3} = 0,83 \\ \text{Útiles, etc. . . .} \quad 0,07 \end{array}\right\} \text{. . . . . } 0,90$$

Ptas. Cts.

27. Dragado de 1^{m^3} cúbico.

(a) A mano, hasta un metro de profundidad, en grava ó arena, en zanja, con trasporte á 20 metros de distancia media.

Excavacion como en 25 c multiplicado por 1,2 = 1,032.
Trasporte (20 b y 22 b). . . . . 0,353. } 1,385

(b) A mano, hasta un metro de profundidad, en tierra franca, en zanja, con trasporte á 10 metros de distancia media.

Excavacion como en 25 b multiplicado por 1,5 — 0,645.
Trasporte (20 a y 22 a). . . . . 0,282. } 0,927

(c) Con máquina movida por locomóvil de 8 caballos hasta 4^m,5 de profundidad, en zanja, en arena y grava, no incluyendo adquisicion de la maquinaria y material, pero sí el trasporte de los productos en wagones-volquetes á 30 metros de distancia.

Trabajo diario medio, 70 metros cúbicos; personal, un maquinista, un fogonero, 2 capataces, 4 conductores, con 4 caballerías y 8 peones, 52,00; combusbustible y grasa, 28,00; reparaciones del material, 20,00 : total, 100,00; resulta el met. cúb. á $\frac{100}{70}$ =. . 1,43

(d) Idem id. en recinto de fábrica id.

Al total anterior hay que añadir el importe de ½ jornal de una pareja de buzos, 10^p,00 lo que da para precio del metro cúbico extraido 1.573; y aumentando el $^{25}/_{00}$ por las afluencias de fuerza del recinto, resulta. . . . 1,966

(e) Idem id. en recinto de madera id.

Al total anterior hay que añadir el jornal de una pareja de buzos, un capataz y cuatro peones (28 p). . . . 2,466

28. Arreglo de un metro del fondo del dragado ⅛ de jornal de una pareja de buzos. 2,500

Arranque ó adquisicion de materiales, incluso su trasporte al pié de obra.

29. Un metro cúbico de arena de rio para mezclas.

Trasporte medio de 200 metros en carreta, camino regular, peso 1.800 kilógramos. Segun 22 d y 21 b el precio será $0,272 + 1,8 \times 0,2 \times 0,58 =$. 0,481

30. Un metro cúbico de arcilla de Benavente.

Trasporte medio á 6 kilómetros en carreta, camino regular; peso 1.900 kilógramos.

Excavacion (25 b). 0,430
Trasporte (24 a y 21 b) 1,9 $(0,505 + 6 \times 0,58) = 7,571$ } 9,001
Indemnizacion.. 1,000

Ptas. Cts.

31. Un metro cúbico de piedra.

(a) Recogida en el rio para hormigon.

Trasporte á 200 metros en carreta, camino regular; peso del metro cúbico, aparente, 1.800 kilógramos.

½ jornal para la recogida.	0,622	1,553
Trasporte (24 a y 25 b) — $1,5 \times (0,505 + 02 \times 0,58) = 0,931$		

(b) De cantera de Mosteruelo ó Villabrázaro, para mampostería ordinaria ó hidráulica ó escollera ordinaria de 100 kilógramos.

Trasporte á 2 kilómetros en carreta, camino regular; peso aparente 1.800 kilógramos.

Un metro cúbico de desmonte da $1^{m^3},5$ de piedra y deducido el $^{20}/_{00}$ por desperdicios, queda $1^{m},3$:

Arranque (25 d) $\frac{1,72}{1,30} =$	1,323	4,320
Trasporte (24 a y 21 b) $1,8 \times (0,505 + 2 \times 0,58 = 2,997$		

(c) Idem para mampostería concertada. Iguales circunstancias, pero $^{40}/_{00}$ de desperdicios, resulta. 4,908

(d) Idem para escollera gruesa de 200 kilógramos. Iguales circunstancias, $^{50}/_{00}$ de desperdicios, resulta. . . . 5,283

(e) De Brime de Urz, granítica, para sillería.

Trasporte en carreta á 15 kilómetros, camino regular; peso del metro cúbico medido despues del desbaste á 2.700 kilógramos.

Jornales = 9 horas de un peon y 36 de un cantero. .	17,50	45,55
Útiles, dinamita etc.	2,50	
Trasporte 2,7 $(0,764 + 1,5 \times 0,58) =$	25,55	

32. Un metro cúbico de cal grasa.

(a) Viva, de Alija de los Melones, á 28 kilómetros, peso 850 kilógramos. Se vende al pié de obra á $1^{P},5$ los 46 kilógramos. Resulta el metro cúbico á $\frac{850}{46} \times 1,5 =$ . . 27,72

(b) Sin calcinar.

Compra 2,50.	2,50	18,07
Trasporte en carreta 9,30 $(0,505 + 20 \times 0,58) =$ . .	15,57	

33. Un metro cúbico de cemento de Zumaya. Peso, incluso envases de madera, 1,300.

Precio de 100 kilógramos en San Sebastian.	4,4	11,27
Trasporte en ferro-carril á Palanquinos. . . . , .	4,0	
Idem de Palanquinos á la obra, 70 kilómetros en carro de dos caballerías $(0,072 + 70 \times 0,04) =$	2,87	
Por metro cúbico $11,27 \times 13 =$.		146,51

Ptas. Cts.

34. Un metro cúbico de ladrillo de Benavente, distancia 4 kilómetros, camino regular; peso 1.800 kilógramos.
El millar de ladrillos de $^{0,28}/_{0}$ $^{14}/_{0,06}$ cuesta en el tejar 45 pesetas y ocupa $2^{m^3},35$.

Compra $^{45}/_{2,35}$ = ...	19,15	24,23
Trasporte en carreta 1,8 (0,505 + 4 × 0,58) = . . .	5,08	

35. Un metro cúbico de madera.
(a) De álamo blanco, de Benavente, enteriza, para estacas, etcétera. Distancia, 4 kilómetros, camino regular; peso 100 kilógramos.

Compra.	20,00	22,79
Trasporte en carreta 0,7 (0,505 + 4 × 0,87) = . . .	2,79	

(b) Idem de hilo ó de sierra (término medio); como la anterior aumentando 10 pesetas. 32,79
(c) Idem de pino, para estacas, etc. (de Santander), al pié de obra. 80,00
(d) Idem id. en tablazon gruesa, id. id. 90,00
(e) Idem de roble (de Ferreras de Abajo) á 51 kilómetros, camino mediano, id. 100,00
36. Un kilógramo de fundicion, al pié de obra, de Valladolid, Leon ó Mieres.
(a) En lingotes. 0,75
(b) Moldeado. 1,10
37. Un kilógramo de hierro dulce, id. id.
(a) En barras ó en chapas. 1,00
(b) Labrado. 1,50

Desbaste, preparacion y fabricacion.

38. Desbaste de un metro cúbico de piedra para mampostería concertada.

$\frac{1}{3}$ de jornal de mampostero (núm. 5). . .	1,00	= 1,10
Utiles, etc.	0,10	

La merma es de 0,08.
39. Machaqueo de un metro cúbico de piedra para hormigon.

Un jornal de peon. . . .	1,50	= . . . 1,70
Utiles, etc.	0,20	

La merma es de 0,05.

Ptas. Cts.

40. Desbaste de un metro cúbico para sillería.

1,5 jornal de cantero (núm. 7) 1,5 × 3,75 = 5,62 Utiles, etc. 0,28	=	5,90

La merma es de 0,12, 0,16, 0,20 ó 0,25, segun que la sillería sea de losas, recta aplantillada ó con rehundidos.

41. Fabricacion del mortero.

(a) Extincion en balsas de un metro cúbico de cal viva de Alija.

Un jornal. . . . . 1,5 Utiles. 0,05	= . . .	1,55

El aumento definitivo de volúmen es de 0,90.

(b) Preparacion de un metro cúbico de arena para mezclas.

$\frac{1}{6}$ jornal. . . . . 0,25 Utiles.. 0,02	= . . .	0,27

La mezcla es de 0,10.

(c) Preparacion de un metro cúbico para puzolana ó cemento artificial.

$\frac{1}{3}$ jornal. . . . . 0,50 Utiles.. 0,04	= . . .	0,54

(d) Manipulacion mecánica de un metro cúbico de mortero compuesto de $0^{m^3},45$ cal en pasta y $0^{m^3},90$ de arena cribada.

$\frac{1}{10}$ de jornal de caballería mayor. . . . 0,35 $\frac{2}{3}$ de jornal de un peon. . . . . 0,60 Utiles. 0,10	=	1,05

(e) Manipulacion á brazo de un metro cúbico de mortero de cemento, compuesto de $0^{m^3},70$ de cemento y $0^{m^3},70$ de arena cribada.

1,4 de jornal de un peon. . . 4,50 Utiles.. 0,15	= . . .	2,25

(f) Manipulacion mecánica de un metro cúbico de mortero de

Ptas. Cts.

cal, arena y puzolana, compuesto de $0^{m^3},32$ de cal en pasta, $0^{m^3},80$ de arena cribada y $0^{m^3},32$ de puzolana en polvo. Como el (d). 1,05

(g) Manipulacion mecánica y á brazo de un metro cúbico mortero ordinario adicionado con cemento. Composicion variable desde $0^{m^3},94$ de mortero y $0^{m^3},09$ (125 kilógramos) de cemento, hasta $0^{m^3},83$ y $0^{m^3},25$ (320 kilógramos), respectivamente. Como el (d) agregando ½ jornal. 1,80

42. Fabricacion de un metro cúbico de hormigon.

(a) Comun, compuesto de $0^{m^3},90$ de piedra machacada y $0^{m^3},45$ de mortero ordinario.

Un jornal de peon.	1,50	= . . . 1,60
Utiles.	0,10	

(b) Hidráulico, compuesto de $0^{m^3},82$ piedra y $0^{m^3},52$ de mortero de cemento, ó de puzolana ú ordinario con cemento. El anterior multiplicado por 1,5. 2,40

43. Fabricacion y molienda de puzolana y cementos artificiales.

(a) Cementos.

Preparacion mecánica de la masa.	4 jornales. . .	6,00	7,50	21,10
	$\frac{1}{7}$ id. de caball.ª.	1,00		
	Utiles. . . .	0,50		
Calcinacion. . .	2 jornales. . .	3,00	10,50	
	Combustible. .	7,00		
	Utiles, etc. . .	0,50		
Molienda. . . .	2 jornales. . .	3,00	3,10	
	Utiles. . . .	0,10		

(b) Puzolanas. Preparacion.	7 jornales. . .	3,00	3,20	16,80
	Utiles. . . .	0,30		
Calcinacion y molienda como anteriormente.. .			13,60	

44. Preparacion de estacas y tablestacas y de madera en general.

(a) Estacas de 5 metros con azuche y casquillo.

Un jornal de carpintero. 4,50

(b) Tablestacas de 5 metros y $0^{m},2$ de ancho, con azuche.

⅓ jornal de carpintero. 1,50

Ptas. Cts.

(c) Estacas de $3^m,50$.

$\frac{1}{4}$ de jornal de carpintero. 1,12

(d) Preparacion de un metro cúbico de madera de hilo (término medio).

4 jornales de carpintero. 18,00

Merma 0,10.

(e) Preparacion de un metro cúbico de madera de hilo ó de sierra (término medio).

3 jornales de carpintero. 13,50

Merma 0,08.

Labra.

45. Labra de un metro cuadrado de sillería granítica.

(a) En caras planas, á pico gordo. Un cantero puede labrar diariamente 5^{m^2} Resulta:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Jornales. . . .} & \frac{3,75}{1,2} = 0,25 \\ \text{Utiles, etc.. . . . .} & 0,05 \end{array}\right\} = \text{. . . .} \quad 0,80$$

(b) Idem á pico fino. Análogamente :

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Jornales. . . .} & \frac{3,75}{1,2} = 3,12 \\ \text{Utiles, etc.. . . . . .} & 0,08 \end{array}\right\} = \text{. . . .} \quad 3,20$$

(c) En caras curvas, á pico fino. Análogamente :

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Jornales. . . .} & \frac{3,75}{1,0} = 3,25 \\ \text{Utiles, etc.. . . . .} & 0,10 \end{array}\right\} = \text{. . . .} \quad 3,35$$

(d) En caras planas, con rehundidos, á pico y escoda :

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Jornales. . . .} & \frac{3.75}{0,7} = 5,36 \\ \text{Utiles, etc.. . . . .} & 0,14 \end{array}\right\} = \text{. . . .} \quad 5,50$$

Ptas. Cts.

46. Labra de un metro cúbico de sillería.

(a) En losas. Hay 12^{m^2} de superficie, de las cuales sólo se labran 2 á pico gordo $2 \times 08 =$ 1,60

La merma es de 0,02.

(b) En sillería recta ordinaria. Hay 9^{m^2} de los cuales se labran 6 á pico gordo y 2 á pico fino, resulta :

$$\left.\begin{array}{l} 6 \times 0{,}80 = 4{,}80 \\ 2 \times 3{,}20 = 6{,}40 \end{array}\right\} = \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 11{,}20$$

La merma es de 0,08.

(c) En sillería aplantillada. Análogamente de los 9^{m^2} se labran 5 planos á pico gordo, 1,5 id. á pico fino y 1,50 curvos á pico fino :

$$\left.\begin{array}{l} 5 \times 0{,}80 = 4{,}00 \\ 1{,}5 \times 3{,}20 = 4{,}80 \\ 1{,}5 \times 3{,}85 = 5{,}77 \end{array}\right\} = \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 14{,}57$$

La merma es de 0,10.

(d) En sillería recta con rehundidos. Análogamente, de los 9^{m^2} se labran 6 á pico gordo y 2 á pico escoda.

$$\left.\begin{array}{l} 6 \times 0{,}80 = \;\; 4{,}80 \\ 2 \times 5{,}50 = 11{,}00 \end{array}\right\} = \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 15{,}80$$

La merma es de 0,15.

Morteros, hormigones y materiales preparados al pié de la obra.

47. Un metro cúbico de arena cribada.

(Núm. 29 y 41 b) $\frac{0{,}481 + 0{,}37}{0{,}9} =$ . . . 0,834

48. Un metro cúbico de cal de Alija en pasta.

(Núm. 32 a y 41 a) $\frac{27{,}72 + 1{,}55}{1{,}9} =$ . . . 15,43

49. Un metro cúbico de arcilla.

(Núm. 30 y 41 c) $9{,}00 + 0{,}54 =$ 9,54

Ptas. Cts.

50. Un metro cúbico de cemento artificial.

(1.300 k.), $\frac{23}{100}$ de arcilla y $\frac{77}{10}$ de caliza.

(1.200 k.) 1^{m3},50 aparente de caliza alija (33 b) 1,5×18,07=27,6
(420 k.) 0^{m3},262 de arcilla (núm. 48). . . 0,262×9,54 = 2,50 } = 51,20
Fabricacion (43 a). 21,10

51. Un metro cúbico de puzolana artificial.

(155 kgs.) 0^{m3},166 de cáliza (32 b). . . 0,166×18,07 = 3,00
(1200 kgs.) 0^{m3},820 de arcilla (48). . . . 0,82× 9,54 = 7,82 } = 27,62
Fabricacion (43 b). 16,80

52. Un metro cúbico de mortero.

(a) Ordinario.

0^{m3},45 de cal en pasta (núm. 47). . . . 0,54×15,43 = 6,94
0^{m3},90 de arena cribada (núm. 46). . . 0,90×0,834 = 0,75 } = 8,74
Fabricacion (núm. 41 d). 1,05

(b) De cemento artificial.

0^{m3},70 de cemento (núm. 49). . . . . 0,70×51,20 = 35,84
0^{m3},70 de arena (núm. 46). . . . . 0,70×0,834 = 0,58 } = 38,67
Fabricacion (núm. 41 c). 2,25

(c) De cemento de Zumaya.

Como el anterior, añadiendo 0,7×(146,51 — 51,2) = 66,72 — = 105,39

(d) De puzolana.

0^{m3},32 de cal en pasta (núm. 47). . . . 0,32×15,43 = 4,94
0^{m3},80 de arena (46). . . . . 0,80×0,834 = 0,67
0^{m3},32 de puzolana (núm. 50). . . . . 0,32×27,62 = 8,84 } = 15,50
Fabricacion (núm. 41 f). 1,05

(e) Con 0,09 de cemento artificial.

0^{m3},94 del (núm. 51 a). . . . . 0,94×8,74 = 8,22
0^{m3},09 de cemento (núm. 49). . . . . 0,09×51,2 = 4,61 } = 14,63
Fabricacion (núm. 41 g). 1,30

(f) Con 0,09 de cemento de Zumaya :

Como el anterior, añadiendo 0,09 (146,51 — 51,2) = 8,58. . . . 23,21

Ptas. Cts.

(g) Con 0,25 de cemento artificial.

0^{m3},83 del (núm. 51 a).	0,83 × 8,74 = 7,25	= 21,85
0^{m3},25 de cemento (núm. 49).	0,25 × 51.2 = 12,80	
Fabricacion (núm. 41 g).	1.80	

(h) Con 0,25 de cemento de Zumaya :

Como el anterior, añadiendo 0,25 (146,51 — 51,2) = 23,82. . . 45,67

53. Un metro cúbico de piedra machacada para hormigon :

1,05 de piedra (núms. 31 a y 39) 1,05 (1,553 + 1,70) = ... 3,42

54. Un metro cúbico de hormigon.

(a) Comun :

0^{m3},90 de piedra (núm. 52).	0,9 × 3,42 = 3,08	= 8,61
0^{m3},45 de mortero (núm. 51 a).	0,45 × 8,74 = 3,93	
Fabricacion (núm. 42 a).	1.60	

(b) De cemento artificial.

0^{m3},82 de piedra (núm. 52).	0,82 × 3,42 = 2,80	= 25,31
0^{m3},52 de mortero (núm. 51 b).	0,52 × 38,67 = 20,11	
Fabricacion (núm. 42 b).	2,40	

(c) De cemento de Zumaya :

Como el anterior, añadiendo 0,52 (105,39 — 38,67 = 34,69. . . . 60,00

(d) De puzolana :

Como el (b), restando 0,52 (38,67 — 15,50 = 12,06. 13,25

(e) De 0,09 de cemento artificial :

Como el (b), restando 0,52 (38,67 — 14,63) = 12,50. 12,81

(f) De 0,09 de cemento de Zumaya :

Como el (b), restando 0,52 (38,67 — 23,21) = 8,14. 17,17

Ptas. Cts.

(g) De 0,25 de cemento artificial :

Como el (b) restando 0,52 (38,67 — 21,85) = 8,75. 16,56

(h) De 0,25 de cemento de Zumaya :

Como el (b), añadiendo 0,52 (45,67 — 38,67) = 3,64.. 28,95

(i) De arena :

1^{m3} de arena (núm. 46). 0,834
0^{m3},15 de mortero de puzolana (51 d) 0,15 × 15,50 = 2,325 } = 3,159
La fabricacion es el empleo en obra.

55. Un metro cúbico de piedra desbastada.
(a) Para mampostería concertada :

1^{m3},08 de piedra (núm. 31 c). . . . . 1,08 × 49,08 = 5,30
Desbaste (núm. 38). . . . . 1,10 } = 6,40

(b) Para losas :

1^{m3},12 de piedra (núm. 31 c). . . . . 1,12 × 45,55 = 51,02
Desbaste (núm. 40). . . . . 5,90 } = 56,92

(c) Para sillería recta :

Como el anterior, añadiendo 45,55 (1,16 — 1,12) = 1,82. . . . 58,74

(d) Para sillería aplantillada :

Como el (b), añadiendo 45,55 (1,20 — 1,12) = 3,64. 60,56

(e) Para sillería con rehundidos :

Como el (b), añadiendo 45,55 (1,25 — 1,12) = 5,92. 62,84

56. Un metro cúbico de sillería labrada al pié de obra.
(a) Losas.

1^{m3},02 de sillería desbastada (núm. 54 b) 1,02 × 56,92 = 58,06
Labra (núm. 45 a). . . . . 1,60 } = 59,66

Ptas. Cts.

(b) Recta ordinaria :

1^{m3},08 de sillería desbastada (núm. 54 c)	$1{,}08 \times 58{,}74 = 63{,}44$	= 74,64
Labra (núm. 45 b).	11,20	

(c) Aplantillada :

1^{m3},10 de sillería desbastada (núm. 54 d)	$1{,}10 \times 60{,}56 = 66{,}62$	= 81,19
Labra (45 c).	14,57	

(d) Recta con rehundidos :

1^{m3},15 de sillería desbastada (núm. 54 c)	$1{,}15 \times 62{,}84 = 72{,}26$	= 88,06
Labra (45 d).	15,80	

57. Madera.

(a) Una estaca de $^{5m}/_{0,3}$ con azuche y casquillo.

0^{m3},35 de madera (núm. 35 a).	$0{,}35 \times 22{,}79 = 7{,}98$	= 25,98
9 kgs. de hierro dulce (núm. 37 b).	$9 \times 1{,}5 = 13{,}50$	
Preparacion (44 a).	4,50	

(b) Una tablestaca de $^{5}/_{0,2}$ $/_{0,1}$ con azuche.

$0,^{m3}$,10 de madera (núm. 35 a).	$0{,}1 \times 22{,}79 = 2{,}27$	= 6,77
2 kgs. de hierro dulce (núm. 37 b).	$2 \times 1{,}5 = 3{,}00$	
Preparacion (núm. 44 b)..	1,50	

(c) Una estaca de $^{3,5}/_{0,2}$

0^{m3},11 de madera (núm. 35 a).	$0{,}11 \times 22{,}79 = 2{,}51$	= 3,63
Preparacion (núm. 44 c)..	1,12	

(d) Metro cúbico de madera de hilo de álamo :

1^{m3},10 de madera (núm. 35 b).	$1{,}1 \times 32{,}79 = 36{,}07$	= 54,07
Preparacion (núm. 44 d).	18,00	

(e) Metro cúbico de madera de hilo de pino :

Como el anterior, añadiendo $1{,}10\,(80{,}0 - 32{,}79 = 51{,}63$. . . .	106,00

Ptas. Cts.

(f) Metro cúbico de madera de sierra de álamo :

1^{m3},08 de madera (núm. 35 b).	1,08 × 32,79 = 35,41	= 48,91
Preparacion (núm. 44 e).	13,50	

(g) Metro cúbico de madera de sierra de pino :

Como el anterior, añadiendo 1,08 (80 — 32,79) = 50,99.. . . . 89,10

(h) Metro cúbico de madera de roble :

Como el (d), añadiendo 1,1 (100 — 32,79 = 73,93.. 128,00

Asiento ó empleo en obra.

58. Un metro cúbico de arrreglo de terraplenes ó malecones.

$\frac{1}{6}$ de jornal de peon..	0,25	= . . . 0,255
Utiles.	0,005	

59. Un metro cúbico de revestimiento arcilloso.

1^{m3} de excavacion en tierra arcillosa (25 b).	0,43	= 4,345
Trasporte á 100^{m} en carreton (20 d y 22 d).	0,532	
1^{m3} de excavacion en la caja (25 b).. . .	0,43	
Trasporte á 20^{m} (20 c y 22 c).	0,353	
Preparacion y empleo, un jornal.	1,5	
Utiles.	0,1	

60. Un metro cúbico de escollera.

Trasporte á 100^{m} (23 c y 20 d). . . .	0,622	= 1,375
Descarga y arreglo $\frac{1}{2}$ jornal.	0,75	

61. Un metro cúbico de mampostería.
(a) En seco para empedrados.

$\frac{1}{2}$ jornal de un mampostero y un peon. .	2,25	= 2,40
Utiles.	0,15	

Merma 0,03.

Ptas. Cts.

(b) Ordinaria.

Como la anterior, añadiendo $0^{m^3},32$ mortero (51 a) $0,32 \times 8,74 = 2,80$. 5,20

Merma 0,03.

(c) Hidráulica, con mortero de cemento artificial.

$\frac{2}{3}$ de jornal del mampostero y un peon..	3,00	
Utiles.	0,15	= 15,53
$0^{m^3},32$ (51 b) — $0,32 \times 38,67$. . . .	12,36	

Merma 0,03.

(d) Con cemento de Zumaya.

Como el anterior, añadiendo $0,32(105,39-38,67)=21,34$. 36,87

(e) Con puzolana.

Como el (c), restando $-0,32\,(38,67-15,50)=7,41$. . 8,12

(f) Con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Como el (c), restando $0,32\,(38,67-14,63)=7,69$.. . 7,84

(g) Con 0,09 de cemento de Zumaya.

Como el (c), restando $-0,32\,(38,67-23,21)=4,95$.. 10,58

(h) Con 0,25 de cemento artificial.

Como el (c), restando $0,32\,(38,67-29,85)=5,38$.. . 10,15

(i) Con 0,25 de cemento de Zumaya.

Como el (c), añadiendo $-0,32\,(5,67-38,67)=2,24$. 17,77

62. Un metro cúbico de mampostería concertada.

(a) Con mortero comun.

Un jornal de un mampostero y un peon. . .	4,50	
Utiles.	0,20	= 6,89
$0^{m^3},25$ de mortero (51 a) — $0,25 \times 8,74 =$.	2,19	

Merma 0,03.

		Ptas. Cts.
(b)	Con mortero de 0,09 de cemento artificial.	5,50
	Como el anterior, añadiendo 0,25 (14,63 — 8,74) = 1,47.	8,36
(c)	Con mortero de 0,09 de cemento de Zumaya.	
	Como (a), añadiendo 0,25 (23,21 — 8,74) = 3,62. . .	10,51
(d)	Con mortero de 0,25 de cemento artificial.	
	Como el (a), añadiendo 0,25 (21,85 — 8,74) = 3,25. .	10,14
(e)	Con mortero de 0,25 de cemento de Zumaya.	
	Como el (a), añadiendo 0,25 (45,67 — 8,74) = 9,23. .	16,12
63.	Un metro cúbico de hormigon.	
(a)	Comun.	
	Un jornal de un albañil y un peon. . . 5,00 Utiles. . . . . 0,50 } =	5,50
(b)	De arena, como el anterior.	
(c)	Hidráulico, con cajas.	
	El anterior multiplicado por 1,3.	7,75
(d)	Hidráulico, con buzos.	
(e)	Dos jornales de buzos y uno de peon.. 25,50 Utiles. . . . . 1,50 } = . .	27,00
	Masa de mortero de cemento al aire, como el (e).. . .	7,15
64.	Un metro cúbico de fábrica de ladrillo en muros.	
(a)	Con mortero comun.	
	1,3 de jornal de 1 albañil y 1 peon, 1,3 × 4,5 =. 5,85 Utiles. . . . . 0,20 0^{m^3}, 32 de mortero (51 a) — 0,32 × 8,74 =. 2,80 } =	8,85
	Se necesitan 0^{m^3},80 de ladrillos.	

Ptas. Cts.

(b) Con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Como el anterior, añadiendo 0,32 (14,63 — 8,74) = 1,88. 10,73

(c) Con mortero de 0,09 de cemento de Zumaya.

Como el (a), añadiendo 0,32 (23,21 — 8,74) = 4,63. . . 13,48

(d) Con mortero de 0,25 de cemento artificial.

Como el (a), añadiendo 0,32 (21,85 — 8,74) = 4,19.. . 13,04

(e) Con mortero de 0,25 de cemento de Zumaya.

Como el (a), añadiendo 0,32 (45,67 — 8,74) = 11,81. . 20,66

65. Un metro cúbico de fábrica de ladrillo en bóvedas.
(a) Con mortero comun.

1,60 de jornal de un albañil y un peon, 1,6 × 4,5 =	7,20	
Utiles.	0,20	= 10,20
0^{m^3},32 de mortero (51 a) 0,32 × 8,74. . . .	2,80	

Se necesitan 0^{m^3},80 de ladrillo.

(b) Con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Como el anterior, añadiendo 0,32 (14,63 — 8,74) = 1,88. 12,08

(c) Con mortero de Zumaya.

Como el (a), añadiendo 0,32 (23,21 — 8,74) = 4,63. . . 14,83

66. Un metro cúbico de sillería.
(a) Losas con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Un jornal de peon y $\frac{1}{4}$ id. de cantero $1,5 + \frac{3,75}{4}$ =	2,44	
Utiles.	0,25	= 3,71
0^{m^3},07 de mortero (51 e) 0,07 × 14,63. . .	1,02	

(b) Losas, con mortero de 0,09 de cemento de Zumaya.

Como el anterior, añadiendo 0,07 (23,21 — 14,63) = 0,60. 4,31

Ptas. Cts.

(c) Sillería recta, con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Cuatro jornales de peon y ½ id. de cantero. .	7,75	=	11,51
Utiles.	2,00		
0^{m3},12 de mortero (51 e) 0,12 × 14,63. . .	1,76		

(d) Idem de cemento de Zumaya.

Como el anterior, añadiendo 0,12 (23,21 — 14,63) = 1,03. 12,54

(e) Sillería aplantillada, con mortero de 0,09 de cemento artificial.

Seis jornales de peon y ¾ id. de cantero.. .	11,60	=	15,86
Utiles, etc.	2,50		
0^{m3},12 de mortero (51 c) 0,12 × 14,63. .	1,76		

(f) Idem de cemento de Zumaya.

Como el anterior, añadiendo 0,12 (23,21 — 14,63) = 1,03 16,86

(g) Sillería con rehundidos, mortero de 0,20 de cemento artificial.

Como el (e), añadiendo 0,12 (21,85 — 14,63) = 0,87. . 16,73

(h) Idem de cemento de Zumaya.

Como el (e), añadiendo 0,12 (45,67 — 14,63) = 3,72. . 19,58

67. Una estaca de 5^{m}.

(a) Con martinete á brazo.

Colocacion, un jornal.. . . .	1,50	= . . .	10,00
Hinca de 3,^{m}5, 5 jornales. . .	7,50		
Utiles, etc.	1,00		

(b) Con martinete movido al vapor, sin incluir la adquisicion de la máquina.

Un fogonero, un capataz y 6 peones.. . .	17,00	=	57,00
Combustible, grasa y reparaciones. . . .	40,00		
Trabajo diario, hinca de 16 estacas, por una.	3,56	=	6,56
Colocacion.	1,50		
Utiles, etc.	1,50		

	Ptas. Cts.
68. Una tablestaca de 5^m.	
(a) Con martinete á brazo.	
$\frac{1}{3}$ del (66 **a**).	3,33
(b) Con martinete movido á vapor.	
$\frac{1}{3}$ del (66 **b**).	2,98
69. Una estaca de 3,5.	
(a) Con martinete á brazo.	
$\frac{1}{4}$ del (66 **a**).	2,50
(b) Con martinete movido á vapor.	
$\frac{1}{4}$ del (66 **b**).	1,64
70. Un metro cúbico de madera.	
(a) De álamo ó pino.	
Dos jornales de carpintero y 6 de peon. . 18,00 } = Utiles, etc. . . . . 2,00 }	20,00
(b) De roble, el anterior multiplicado por 1,3.	26,00

Precios de aplicacion de las diferentes clases de unidades de obra.

Los de excavaciones figuran en los núms. 25 al 28; los de arreglo de malecones y revestimientos arcillosos, en los núms. 57 y 58; los de trasporte de productos de las excavaciones, en los núms. 20, 22 y 33. A continuacion se reproducen los precios ordenadamente y redondeándolos.

	Ptas. Cts.
71. Excavacion de un metro cúbico.	
(a) En arena ó tierra franca (va incluida en la carga).	
(b) En tierra dura ó pedregosa.	0,90

		Ptas. Cts.
(c)	En pizarra ó cuarcita floja.	1,75
(d)	En cuarcita dura.	5,25

Observacion.—Por tierra franca se entiende la que puede atacarse con la pala ó la azada; por compacta lo que exige el empleo del zapapico, ántes de la carga; por dura la que debe desmontarse con pico; por roca floja la que se arranque con pico, almadena, cuñas y palanca, y por roca dura la que requiera el empleo de barrenos.

72. Trasporte de los productos de un metro cúbico de excavacion.

(a)	En esportilla. . .	$0,19 + 0,01 \times d$.
(b)	En carretilla. . .	$0,21 + 0,005 \times d$.
(c)	En caballería menor.	$0,35 + 0,005 \times d$.
(d)	En carreton.. . .	$0,28 + 0,003 \times d$.

Observaciones.— 1.ª La letra (d) expresa en estas fórmulas la distancia recorrida en metros. Cuando el punto de descarga esté más elevado que el de la carga, se añadirán á la distancia efectiva 5^m, 10^m, 5^m ó 15^m, segun que se use el primer vehículo, el segundo, el tercero ó el cuarto en el segundo caso, y en el último el declive de las rampas no excederá de 0,10.

2.ª Cuando la excavacion sea en roca, á los primeros términos se añadirá respectivamente 0,11, 0,11; 0,09, 0,08.

3.ª El trasporte debe efectuarse en la clase de vehículo á que, segun las circunstancias y las fórmulas, corresponda menor precio.

		Ptas. Cts.
73.	Arreglo de un metro cuadrado de superficie de excavacion.	
(a)	En el fondo y taludes de la caja de las acequias. . . .	0,03
(b)	En roca, en seco para caja de cimientos..	0,90
74.	Arreglo de un metro cúbico de terraplenes y malecones. .	0,26
75.	Metro cúbico de revestimiento arcilloso.	3,40
76.	Dragado de un metro cúbico, incluso trasporte.	
(a)	A mano hasta 1^m de profundidad, en grava y arena en zanjas.	1,40
(b)	Idem id. en tierra franca, id..	1,00
(c)	Con máquina hasta $4^m,50$ de profundidad, id. sin incluir la adquisicion del material.	1,50
(d)	Idem id. en recinto de fábrica, id.	2,00

		Ptas. Cts.
(e)	Idem id. en recinto de madera, id.	2,50
77.	Arreglo de un metro cuadrado de cimiento con buzos (número 28)..	2,50

Observacion.—Estos precios se refieren al metro cúbico aparente, medido en la excavacion.

Á continuacion se expresan los precios de las demas unidades de obra, con las referencias al análisis precedente, y redondeando los resultados.

		Ptas. Cts.
78.	Metro cúbico de escollera.	
(a)	De 100 kilógramos (31 y 59).	5,70
(b)	De 100 kilógramos (31 d y 59).	6,70
79.	Metro cúbico de mampostería en seco (31 b y 60 a).. .	7,00
80.	Metro cúbico de mampostería ordinaria (31 b y 60 b). .	10,00
81.	Mampostería hidráulica.	
(a)	Con mortero de cemento artificial (31 b y 60 c).. . .	20,00
(b)	Idem de Zumaya (31 b y 60 d).	42,00
(c)	Idem de puzolana (31 b y 60 e).	13,00
(d)	Idem de 0,09 de cemento artificial (31 b y 60 f).. . .	13,00
(e)	Idem de id. de Zumaya (31 b y 60 g).	15,00
(f)	Idem de 0,25 de cemento artificial (31 b y 60 h). . .	15,00
(g)	Idem id. de Zumaya (31 b y 60 i).	23,00
82.	Metro cúbico de mampostería concertada.	
(a)	Con mortero comun (54 a y 61 a).	14,00
(b)	Idem de 0,09 de cemento artificial (54 á y 61 b).. . .	15,00
(c)	Idem id. de Zumaya (54 a y 63 c)..	17,00
(d)	Idem de 0,25 de cemento artificial (54 a y 31 b). . .	17,00
(e)	Idem id. de Zumaya (54 a y 31 c).	23,00
83.	Metro cúbico de masa de mortero en monolitos y enlucidos.	
(a)	De cemento artificial (51 b y 62 a).	46,00
(b)	Idem id. de Zumaya (51 c y 62 e).	113,00
84.	Metro cúbico de hormigon.	
(a)	De arena (53 i y 62 b)..	8,70
(b)	Comun (53 a y 62 a).	14,50
(c)	De cemento artificial (53 c y 62 c).	33,00
(d)	Idem de Zumaya (53 c y 62 c).	68,00
(e)	De puzolana (53 d y 62 c)..	21,00
(f)	De 0,09 de cemento artificial (53 e y 62 c).	20,00
(g)	Idem de Zumaya (53 f y 62 e).	25,00
(h)	De 0,25 de cemento artificial (53 g y 62 c).	24,00
(i)	Idem de Zumaya (53 h y 62 c).	37,00

		Ptas. Cts.
85.	Metro cúbico de fábrica de ladrillo.	
(a)	En muros, con mortero comun (34 y 63 **a**).	28,00
(b)	Idem de 0,09 de cemento artificial (34 y 63 **b**). . . .	30,00
(c)	Idem id. de Zumaya (34 y 63 **c**).	33,00
(d)	Idem de 0,25 de cemento artificial (34 y 63 **d**). . . .	33,00
(e)	Idem id. de Zumaya (34 y 63 **c**).	40,00
(f)	En bóveda con mortero comun (34 y 64).	30,00
(g)	Idem con mortero de 0,09 de cemento artificial (34 y 64 **b**).	32,00
(h)	Idem de Zumaya (34 y 64 **c**).	45,00
86.	Metro cúbico de sillería.	
(a)	Losas, con 0,09 de cemento artificial (55 **a** y 65 **a**). . .	64,00
(b)	Idem id. de Zumaya (55 **a** y 65 **b**).	65,00
(c)	Sillería recta ordinaria, con 0,09 de cemento artificial (55 **b** y 65 **c**).	86,00
(d)	Idem id. de Zumaya (55 **b** y 65 **d**).	87,00
(e)	Sillería aplantillada, con 0,09 de cemento artificial (55 **c** y 65 **e**).	97,00
(f)	Idem id. de Zumaya (55 **c** y 65 **f**).	98,00
(g)	Sillería recta con rehundidos, 0,30 de cemento artificial (55 **d** y 65 **g**).	105,00
(h)	Idem id. de Zumaya (55 **d** y 65 **h**).	108,00
87.	Estacas de álamo blanco.	
(a)	De $^{5m}/_{03}$ con azuche y casquillo, hinca de 3,50(56 **a** y 66 **b**)	33,00
(b)	Idem id. de $^{3,5}/_{0,2}$ sin herraje, con hinca de 2,50 (56 **b** y 67 **b**).	5,50
88.	Tablestacas de $^{5}/_{0}$ $^{2}/_{0}$, con azuches, hinca de 3,50 (56 **c** y 68 **b**).	9,00
89.	Metro cúbico de madera.	
(a)	De hilo de álamo (56 **a** y 69 **a**).	74,00
(b)	Idem de pino (56 **e** y 69 **a**).	126,00
(c)	De sierra de álamo (56 **f** y 69 **a**).	69,00
(d)	Idem de pino (56 **g** y 69 **a**).	109,00
(e)	De roble (56 **h** y 69 **b**).	104,00
90.	Kilógramo de fundicion moldeada (36 **b**).	1,40
91.	Kilógramo de hierro dulce.	
(a)	En chapas ó barras (37 **a**).	1,30
(b)	Labrado (37 **b**).	1,80
92.	Kilógramo de bronce labrado.	4,00

Ovservacion.—En los precios anteriores se incluye la adquisicion y reparacion de hearrmientas, útiles y enseres; pero no la de vías de servicio, de madera y herraje de andamiajes; la de grúas, tornos, bombas y

escafandras; la de máquinas para fabricar mortero y hormigon; ni tampoco la de instrumento para replanteo, é instalaciones para fabricar cemento artificial y puzolana.

Los precios de las expropiaciones y de otros varios conceptos de gasto, así como el importe de las partidas alzadas, figuran en los sitios correspondientes de los presupuestos parciales.

MODELOS DE OBRAS DE FÁBRICA.	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — *Pesetas.*	IMPORTES. Parciales. — *Pesetas.*	IMPORTES. Totales. — *Pesetas.*
Sifon num. 1.					
Excavaciones y cimientos	»	»	»	600 »	
Mampostería ordinaria	Met. cúb.	47 »	10 »	470 »	
Idem concertada	Id.	21,12	17 »	359,04	
Enlucido de mortero hidráulico	Id.	0,50	113 »	56,50	
Losas	Id.	1,46	65 »	94,90	
Hormigon hidráulico	Id.	2,70	25 »	67,50	
Medios auxiliares	»	»	»	100 »	
Total					1.756,94
Sifon núm. 2, en la márgen derecha.					
Excavaciones y cimientos	»	»	»	600 »	
Mampostería ordinaria	Met. cúb.	39,89	10 »	398,90	
Idem concertada	id.	26,05	17 »	442,85	
Enlucido de mortero hidráulico	Id.	0,63	113 »	71,79	
Losas	Id.	1,46	65 »	94,90	
Hormigon hidráulico	Id.	2,67	25 »	66,50	
Medios auxiliares	»	»	»	100 »	
Total					1.774,59
Sifon núm. 2, en la márgen izquierda.					
Excavaciones y cimientos	»	»	»	650 »	
Mampostería ordinaria	Met. cúb.	29,89	10 »	298,90	
Idem concertada	Id.	29,22	17 »	496,74	
Enlucido de mortero hidráulico	Id.	0,72	113 »	81,36	
Losas	Id.	1,46	65 »	94,90	
Hormigon hidráulico	Id.	2,94	25 »	73,50	
Medios auxiliares	»	»	»	110 »	
Total					1.805,40
Paso superior del caño del bosque.					
Excavaciones y cimientos	»	»	»	200 »	
Mampostería	Met. cúb.	27,80	10 »	278 »	
Hormigon hidráulico	Id.	3,10	37 »	114,70	
Ladrillo	Id.	12,67	35 »	443,45	
Medios auxiliares	»	»	»	150 »	
Total					1.186,15
Paso superior de la carretera de Mombuey.					
Excavaciones y cimientos	»	»	»	400 »	
Mampostería	Met. cúb.	29,96	10 »	299,60	
Idem concertada	Id.	2,59	17 »	44,03	
Ladrillo	Id.	94,50	35 »	3.307,50	
Enlucido de mortero hidráulico	Id.	0,66	113 »	74,58	
Losas	Id.	3 »	65 »	195 »	
Sillería recta	Id.	4,04	87 »	351,48	
Guarda-ruedas	Pieza.	4 »	6 »	24 »	
Medios auxiliares	»	»	»	300 »	
Total					4.996,19

	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — Pesetas.	IMPORTES Parciales. — Pesetas.	IMPORTES Totales. — Pesetas.
Paso superior del camino, márgen derecha.					
Excavaciones y cimientos..	»	»	»	250 »	
Mamposteria.	Met. cúb.	10 »	10 »	100 »	
Idem concertada..	Id.	6,57	17 »	111,69	
Ladrillo.	Id.	47,12	35 »	1.469,20	
Enlucido hidráulico..	Id.	0,25	113 »	28,25	
Losas.	Id.	2,68	65 »	174,20	
Guarda-ruedas.	Pieza.	4 »	6 »	24 »	
Medios auxiliares.	»	»	»	200 »	
Total.					2.537,34
Paso superior de caminos, márgen izquierda.					
Excavaciones y cimentos.	»	»	»	250 »	
Mampostería.	Met. cúb.	14 »	10 »	140 »	
Idem concertada..	Id.	8,01	17 »	136,17	
Ladrilo..	Id.	50,49	35 »	1.767,15	
Enlucido hidráulico	Id.	0,39	113 »	44,07	
Losas.	Id.	3,27	65 »	212,55	
Guarda-ruedas.	Pieza.	4 »	6 »	24 »	
Medios auxiliares.	»	»	»	250 »	
Total.					2.823,94
Desaguador en terreno inundable.					
Excavaciones y cimientos..	»	»	»	400 »	
Mampostería.	Met. cúb.	5,84	10 »	58,40	
Ladrillo.	Id.	2,36	35 »	82,60	

Sillería con rehundidos..	Id.	1,40	108 »	151,20	
Losas.	Id.	1,72	65 »	111,80	
Hormigon..	Id.	1,65	25 »	41,25	
Compuertas y guías..	»	»	»	80 »	
Medios auxiliares.	»	»	»	70 »	
Total.					995,25
Desaguador en terreno no inundable.					
Excavaciones y cimientos..	»	»	»	120 »	
Mampostería concertada.	Met. cúb.	23,98	17 »	407,66	
Ladrillo.	Id.	0,67	35 »	23,45	
Losas.	Id.	0,16	65 »	10,40	
Hormigon..	Id.	5 »	25 »	125 »	
Compuertas y guías.	»	»	»	280 »	
Medios auxiliares.	»	»	»	20 »	
Total.					986,51

PRESA.

Artículo 1.°

Expropiaciones.

Terrenos de 2.ª clase.	Hectárea.	2 »	1.500 »	3.000 »	
Idem de id. id.	id.	3 »	1.000 »	3.000 »	
Indemnizacion por daños y perjuicios.	»	»	»	500 »	
Total.					6.500 »

	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — Pesetas.	IMPORTES Parciales. — Pesetas.	IMPORTES Totales. — Pesetas.
ARTÍCULO 2.°					
Explanaciones.	»	»	»	»	
ARTÍCULO 3.°					
OBRAS DE FÁBRICA.					
Cimientos.					
Excavaciones fuera del agua.	Met. cúb.	6.858,45	0,45	3.086,30	
Trasporte á 30^{m}..	Id.	6.858,45	0,36	2.469,04	
Excavaciones bajo el agua hasta 1^{m} de profundidad. . . .	Id.	5.870,95	1,40	8.219,33	
Idem desde 1^{m} hasta 4^{m},50 en zanja.	Id.	11.919,25	1,50	17.878,88	
Idem id. en recinto..	Id.	900 »	2,50	2.150 »	
Arreglo de caja de cimientos..	Met. cuad.	568 »	2,50	1.420 »	
Hormigon hidráulico.	Met. cúb.	2.614 »	37 »	96.718 »	
Hormigon medianamente hidráulico.	Id.	701,84	25 »	1.754,60	
Hormigon de arena..	Id.	2.777,58	8,70	34.163,95	
Relleno de tierra arcillosa..	Id.	900 »	1,41	1.269 »	
Escollera ordinaria.	Id.	228,20	5,70	1.300,74	
Escollera gruesa..	Id.	395 »	6,70	2.646,50	
Losas.	Id.	17,92	65 »	1.164,80	
Total.					164.342,14
Cuerpo de la presa.					
Mampostería concertada medianamente hidráulica.	Met. cúb.	553,51	17 »	9.409,67	
Sillería recta..	Id.	30,17	87 »	2.624,79	
Sillería aplantillada.	Id.	5,49	98 »	538,02	
Total.					12.572,48
Portillos.					
Mampostería concertada medianamente hidráulica.	Met. cúb.	19,60	17 »	333,20	
Sillería recta..	Id.	5,60	87 »	487,20	
Sillería aplantillada..	Id.	5,88	98 »	576,24	
Madera de álamo.	Id.	9,10	74 »	673,40	
Herrajes y mecanismos.	»	»	»	1.000 »	
Total.					3.070,04
Estribos.					
Mampostería medianamente hidráulica..	Met. cúb.	12,08	15 »	181,20	
Mampostería concertada medianamente hidráulica.	Id.	52,30	17 »	889,10	
Sillería recta.	Id.	3,23	87 »	281,01	
Sillería aplantillada..	Id.	2,73	98 »	267,54	
Losas.	Id.	2,30	65 »	149,50	
Total.					1.768,35
Accesorios de las márgenes.					
Terraplenes, incluso excavaciones y trasportes.	Met. cúb.	45 »	1,07	48,15	
Empedrado.	Id.	97,47	7 »	682,29	
Total.					730,44

Embocadura de las derivaciones.	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — Pesetas.	IMPORTES Parciales. — Pesetas.	IMPORTES Totales. — Pesetas.
Mampostería medianamente hidráulica.	Met. cúb.	64 »	15 »	960 »	
Mampostería concretada medianamente hidráulica.	Id.	265,08	17 »	4.506,36	
Hormigon medianamente hidráulico.	Id.	48,60	25 »	1.215 »	
Ladrillo.	Id.	55,30	35 »	1.935,50	
Losas.	Id.	6,72	65 »	436,80	
Sillería recta.	Id.	3,04	87 »	264,48	
Sillería aplantillada.	Id.	20,04	98 »	1.963,92	
Sillería con rehundidos.	Id.	5,60	108 »	604,80	
Empedrados.	Id.	45 »	7 »	315 »	
Madera de roble.	Id.	1,55	154 »	238,70	
Madera de álamo.	Id.	5 »	74 »	370 »	
Mecanismos y herrajes.	»	»	»	1.500 »	
Total.					14.310,56
Total del art. 3.°.					196.794,01
ARTÍCULO 4.°					
Obras accesorias.					
Una casa de compuertas de 105m².	»	»	»	5.000 »	
Una id. de dos pisos de 48m².	»	»	»	4.500 »	
Dos ataguías amovibles de agujas.	»	»	»	305,99	
Total del art. 4.°.					9.805,99
Total general de la presa.					213.100 »

ACEQUIA DE LA DERECHA.

ARTÍCULO 1.°					
Expropiaciones.					
Terrenos de 1.ª clase.	Hectárea.	9,87	3.000 »	29.610 »	
Id. de 2.ª id.	Id.	9,90	1.500 »	14,850 »	
Id. de 3.ª id.	Id.	4 »	1.000 »	4.000 »	
Indemnizaciones por daños y perjuicios.	»	»	»	5.000 »	
Total.					43.460 »
ARTÍCULO 2.°					
Explanaciones.					
Excavaciones en tierra compacta.	Met. cúb.	113.093 »	0,45	50.891,85	
Idem en roca floja.	Id.	5.000 »	1,75	8.750 »	
Total.					59.641,85
Trasportes á 5m.	Met. cúb.	28.060 »	0,24	6.734,40	
Id. á 10m.	Id.	68.033 »	0,26	17.688,58	
Id. á 20m.	Id.	16.000 »	0,31	4.960 »	
Id. á 100m.	Id.	4.000 »	0,58	2.320 »	
Id. á 300m.	Id.	2.000 »	1,18	2.360 »	
Total.					34.062,98
Arreglo de terraplenes.	Met. cúb.	14.161 »	0,26	3.681,86	
Arreglo de caja y taludes.	Id.	147.265 »	0,03	441,80	
Total.					4.123,66
Total del art. 2.°.					97.828,49

	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — Pesetas.	IMPORTES Parciales. — Pesetas.	IMPORTES Totales. — Pesetas.
ARTÍCULO 3.º					
Obras de fábrica.					
Embovedado en el primer trozo.					
Hormigon medianamente hidráulico.	Met. cúb.	450 »	25 »	11.250 »	
Ladrillo.	Id.	1.242 »	35 »	43.470 »	
Enlucido de mortero hidráulico.	Id.	34,50	113 »	3.898,50	
Total.					58.618,50
Obras de cruzamiento.					
Sifon modelo núm. 1.	Uno.	1	1.756,94	1.756,94	
Idem núm. 2.	Id.	2	1.774,59	3.549,18	
Paso superior del caño del bosque.	»	»	»	1.186,15	
Paso superior de la carretera de Mombuey.	»	»	»	4.996,19	
Paso superior de camino.	Uno.	7	2.537,34	17.761,38	
Total.					29.249,84
Desaguadores.					
Desaguador en terreno inundable.	»	»	»	995,25	
Desaguador en terreno no inundable.	Uno.	3	986,51	2.959,53	
Total.					3.954,78
Total del art. 3.º.					91.823,12
ARTÍCULO 4.º					
Obras accesorias.					
Muretes de contencion de desmontes.	»	»	»	700 »	
Revestimientos de defensa contra las erosiones.	»	»	»	500 »	
Idem id. contra las filtraciones.	»	»	»	10.000 »	
Escalas hidrométricas.	»	»	»	200 »	
Una ataguía amovible de agujas..	»	»	»	150 »	
Una barca.	»	»	»	250 »	
Empedrado de malecones insumergibles.	»	»	»	1.000 »	
Instalaciones de un salto de aguas.	»	»	»	1.000 »	
Cauces de desaguadores.	»	»	»	500 »	
Cunetas y zanjas de coronacion.	»	»	»	500 »	
Indicadores kilométricos.	Pieza.	10	10	100 »	
Desviaciones de camino y del caño del bosque.	»	»	»	588,39	
Línea telegráfica.	Kilóm.	7	100 »	700 »	
Total del art. 4.º.					22.488,39
Total general de la acequia de la derecha. . .					255.600 »

ACEQUIA DE LA IZQUIERDA.

ARTÍCULO 1.º					
Expropiaciones.					
Terrenos de 2.ª clase.	Hectárea.	4,33	1.500 »	6.495 »	
Id. de 3.ª id	Id.	6,31	1.000 »	6.310 »	
Indemnizaciones por daños y perjuicios.	»	»	»	1.000 »	
Total del art. 1.º.					13.805 »

	CLASE de la unidad.	NÚMERO de unidades.	PRECIO de la unidad. — Pesetas.	IMPORTES Parciales. — Pesetas.	IMPORTES Totales. — Pesetas.
ARTÍCULO 2.°					
Explanaciones.					
Excavaciones en tierra compacta.	Met. cúb.	45.805 »	0,45	20.612,25	
Idem en tierra floja.	Id.	1.000 »	1,75	1.750 »	
Total.					22.362,25
Trasportes á 5m.	Met. cub.	9.000 »	0,24	2.160 »	
Id. á 10m.	Id.	33.805 »	0,26	8.789,30	
Id. á 20m.	Id.	500 »	0,31	155 »	
Id. á 100m.	Id.	1.500 »	0,58	870 »	
Id. á 300m.	Id.	2.000 »	1,18	2.360 »	
Total.					14.334 »
Arreglo de terraplenes.	Met. cub.	11.458 »	0,26	2.979,08	
Arreglo de caja y taludes.	Met. cuad.	66.256 »	0,03	198,76	
Arreglo en el cauce de los molinos.	»	»	»	2.000 »	
Total.					5.177,84
Total del art. 2.°					41.874,09
OBRAS DE FÁBRICA.					
ARTÍCULO 3.°					
Obras de cruzamiento.					
Sifon modelo núm. 2.	Uno.	2	1.805,40	3.610,80	
Pasos superiores de caminos.	Id.	5	2.823.94	14.119,70	
Total.					17.730,50
Desaguadores.					
Desaguador en terreno inundable.	»	»	»	995,25	
Idem en terreno no inundable.	Uno.	8	986,51	7.892,08	
Total.					8.887,33
Total del art. 3.°.					26.617,83
ARTÍCULO 4.°					
Obras accesorias.					
Revestimientos de defensa contra las erosiones.	»	»	»	500 »	
Idem contra las filtraciones.	»	»	»	5.000 »	
Escalas hidrométricas.	»	»	»	100 »	
Ataguías amovibles de aguias.	Una.	2	150 »	300 »	
Barcas.	Id.	2	250 »	500 »	
Empedrado de malecones insumergibles.	»	»	»	1.000 »	
Recrecimiento de la presa del *rio viejo*.	»	»	»	500 »	
Instalaciones de dos saltos de agua..	»	»	»	1.500 »	
Cauce de desaguadores.	»	»	»	800 »	
Cunetas y zanjas de coronacion.	»	»	»	300 »	
Indicadores kilométricos.	Pieza.	10 »	10 »	100 »	
Desviaciones de caminos.	»	»	»	103,08	
Línea telegráfica.	Kilóm.	8 »	100 »	800 »	
Total del art. 4.°.					11.503,08
Total general de la acequia de la izquierda. . .					93.800 »

OTROS CONCEPTOS DE GASTOS.

Medios auxiliares.

	Pesetas.
Material para trabajos de campo, de oficina y laboratorio. .	2.500
Cobertizos y tinglados.	1.500
Pequeño taller de forja y cerrajería	3.000
Una locomóvil de 8 caballos.	6.000
Una draga mecánica y 20 dragas de mano..	3.500
Una bomba y un pulsómetro.	3.000
Dos escafandras con una bomba	6.000
Un martinete de tirantes.	1.000
Hornos y malacates para la fabricacion artificial de cementos y puzolanas, un tonel para la fabricacion del mortero y cuatro cajas para inmersion de hormigon..	2.000
Una grúa y tres tornos..	4.500
Material para 500^{m} de vía de servicio.	4.000
Material de trasporte..	4.000
100^{m3} de madera de álamo..	3.500
Total de medios auxiliares.	44.500
Á rebajar el producto en venta (al terminarse las obras) de lo que tenga entónces algun valor, y no sea necesario en el período de conservacion.	10.000
	34.500

Pérdidas por causa de fuerza mayor.

Se calculan alzadamente en.	15.000

Redes de distribucion y saneamiento.

20 kilóms. de brazales de primer órden, á 2.500 ptas. kilóm.	50.000
80 » » segundo » á 1 000 » »	80.000
15 » de azarbes primer » á 1.500 » uno. .	22.500
60 » » segundo » á 500 » »	30.000
Módulos, compuertas, etc.	12.500
Total de distribucion y saneamiento. . .	195.000

Direccion y Administracion.

		Pesetas.
EN LOS TRES PRIMEROS AÑOS.	Sueldo de un Ingeniero.	45.000
	Idem de un Ayudante.	15.000
	Idem de un Sobrestante..	6.000
	Idem de un Escribiente alistador.. .	3.000
	Gastos de material.	3.000
	Idem de la Inspeccion del Gobierno..	6.000
	Total.	78.000
EN EL CUARTO Y QUINTO AÑO.	Sueldo de un Ayudante.	10.000
	Idem de un Sobrestante..	4.000
	Idem de un Escribiente alistador.. .	2.000
	Gastos de material.	2.000
	Idem de la Inspeccion del Gobierno. .	4.000
	Total.	22.000
	TOTAL GENERAL.	100.000

CÁLCULO DE INTERES.

Suponiendo que la duracion de las obras de toma y conduccion sea de tres años, y de otros dos años las de las obras de distribucion, el interes correspondiente (durante el período de construccion) á las sumas invertidas en estas dos obras, se obtiene multiplicando respectivamente sus importes por los resultados de la aplicacion de las dos fórmulas siguientes, en las cuales i designa el interes anual de una peseta:

1.ª $\frac{1}{3}\,(1+0,5\,.\,i)\,.\,\frac{(1+i)^3-1}{i}\,.\,(1+i)^2-1\,;$

2.ª $\frac{1}{2}\,(1+0,5\,.\,i)\,.\,\frac{(1+i)^2-1}{i}-1\,.$

Á continuacion se presenta el cuadro de valores de las fórmulas, correspondientes á diferentes valores de i y de sus productos por los presupuestos de aquellas obras:

Tipo de interes anual.	VALORES DE LA		INTERESES CORRESPONDIENTES A LAS OBRAS DE		INTERESES totales. — Pesetas.
	PRIMERA fórmula.	SEGUNDA fórmula.	Toma y conduccion. — Pesetas.	Distribucion y saneamiento. — Pesetas.	
0,04	0,194	0,082	133.860	17.794	151.654
0,05	0,247	0,101	170.430	21.917	192.347
0,06	0,301	0,125	207.690	27.125	234.815
0,07	0,359	0,141	247.710	31.465	279.175
0,08	0,420	0,168	289.800	36.456	326.256
0,09	0,475	0,189	337.750	41.013	378.763
0,10	0,541	0,213	373.290	46.221	419.511

Conservacion y explotacion durante un año.

	Pesetas.
Un Administrador.	6.000
Un Agente facultativo.	4.000
Ocho guardas-capataces de riego.	7.200
Jornales de peones auxiliares y de artesanos temporeros. .	7.800
Materiales.	3.000
Reservas para reparaciones de mayor cuantía.	7.000
Gastos de la Inspeccion del Gobierno.	2.000
Total de conservacion y explotacion anual. . .	37.000

Capitalizando las 94 anualidades de gastos de conservacion y explotacion, por la fórmula $\frac{(1+i)^{94}-1}{i(1+i)^{94}}$ en la que i expresa el interes anual, resulta lo siguiente:

Tipo de interes anual.	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Capital equivalente á los gastos de conservacion. Pesetas.	901.838	732.452	614.089	527.657	462.130	410.996	369.963

Capítulo 4.º—*Presupuesto general.*

RESÚMEN DE LOS PRESUPUESTOS PARCIALES DE EJECUCION.

Obras de toma y conduccion de aguas.

	Pesetas.
Presa.	213.100
Acequia de la márgen derecha..	255.600
Acequia de la márgen izquierda.	93.800
Medios auxiliares..	34.500
Pérdidas por causas de fuerza mayor.	15.000
Total de ejecucion material..	612.000
Gastos de Direccion y Administracion.	78.000
Total.	690.000

Redes de distribucion y saneamiento.

Ejecucion material.	195.000
Gastos de Direccion y Administracion.	22.000
Total.	217.000
Total presupuesto de ejecucion material..	807.000
Total de gastos de Direccion y Administracion.	100.000
Total general.	907.000

Observacion.—No se incluyen los intereses del capital invertido, correspondientes al tiempo que dure la construccion, cuyo importe, variable segun el tipo del interes, figura en el penúltimo estado del capítulo 3.º Tampoco se incluye lo que corresponde por gastos anuales de conservacion y explotacion, cuyo importe figura en el último estado del capítulo 3.º (Véase en el Apéndice el presupuesto de ingresos probables, y el cálculo del resultado económico de la empresa.)

Asciende este presupuesto á la cantidad de pesetas novecientas siete mil.—Madrid, 15 de Diciembre de 1880.

APÉNDICE.

CÁLCULO DE INGRESOS PROBABLES

CAPITALIZADOS.

Suponiendo que el primer año de explotacion se consuma en riego la décima parte del volúmen disponible; que en el segundo año se consuman dos décimas partes de dicho volúmen, y así sucesivamente, comenzando á consumirse en el décimo año la totalidad del volúmen disponible, el capital equivalente (en la fecha en que se cierre la cuenta de establecimiento y comience la explotacion) á cada peseta de peso bruto, obtenido de la venta de aguas para el riego en cualquiera de los años siguientes al noveno, debe calcularse por la fórmula

$$\frac{(1+i)^{85}-1}{i(1+i)^{94}} + \frac{1}{10}\,\frac{1}{i^2(1+i)^9}\left[(1+i)^{10}-1-10\,.\,i\right]$$

en el cual i designa el tipo de interes ó renta anual de la unidad. Multiplicándose el resultado de la aplicacion de la fórmula por el total ingreso probable en uno cualquiera de los años siguientes al noveno, se obtienen los ingresos (por la venta de aguas para riego) capitalizados en la fecha de la terminacion de las obras. Añadiendo á esta cantidad el capital que representan los tres saltos de agua nuevos (cuya fuerza en caballos es por término medio 350 en el de la márgen derecha y 250 y 45 en los de la izquierda), y los productos de las plantaciones en las márgenes de las acequias, resultará el valor total *comercial* de la concesion y de las obras, sin deducir de él lo que corresponde á la carga anual que ha de originar la conservacion y explotacion.

El cultivo de 980 hectáreas de huerta, linares y alfalfa exigirá 47.040 riegos de 800^{m^3}; el de 1.420 hectáreas de prados, arbolado, maíz y zanahorias, 17.040 riegos de igual volúmen, y el de las 3.200 hectáreas de cereales y cáñamo, 9.600 riegos de 1.200^{m^3}: en total se consumirán $55.104.000^{m^3}$; ó en números redondos, si x es el precio medio que se obtiene por la venta de un metro cúbico, el ingreso anual despues del año noveno, será $55.000.000 \times x$.

El producto anual de los otros aprovechamientos es muy incierto: apreciando solamente el de la fuerza motriz, á razon de 25 pesetas por caballo, en el supuesto de que su venta siga la misma progresion que la del agua de riego, pero que sólo llegue á venderse, cuando más, la mitad de la disponible, resultan 8.000 pesetas para producto normal en cada uno de los años siguientes al noveno.

El cuadro siguiente se ha formado aplicando estas conclusiones, en diferentes hipótesis sobre el valor del interes del dinero:

TIPO de interes anual.	RESULTADO de la fórmula.	CAPITAL CORRESPONDIENTE A LA VENTA DE		
		Agua para el riego. — *Pesetas.*		Fuerza motriz. — *Pesetas.*
0,04	21.305	1.171.775 $\times x$	$\times$ 1.000	170.440
0,05	16.084	884.620 $\times x$	$\times$ 1.000	128.672
0,06	13.716	754.380 $\times x$	$\times$ 1.000	109.728
0,07	11.466	630.630 $\times x$	$\times$ 1.000	91.728
0,08	9.772	537.460 $\times x$	$\times$ 1.000	73.776
0,09	8.467	465.685 $\times x$	$\times$ 1.000	67.736
0,10	7.433	408.815 $\times x$	$\times$ 1.000	59.464

COMPARACION DE GASTOS Y PRODUCTOS.

TIPO de interes anual.	CAPITAL			CAPITAL equivalente á los productos de la venta de fuerza motriz. —	DIFERENCIA entre las dos columnas anteriores. —	CAPITAL equivalente al producto de venta de aguas para riego. —	PRECIO medio del metro cúbico de agua para riego, que hace iguales las dos columnas anteriores. —	CAPITAL equivalente al producto de los riegos, si el precio medio del metro cúbico de agua fuese de 0,0025. —	GANANCIA ó pérdida de capital cuando el precio medio del metro cúbico de agua sea de 0,0025. —
	De establecimientos. —	Equivalentes á los gastos anuales de conservacion y explotacion. —	TOTAL —						
	Pesetas.	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*	*Pesetas.*
0,04	1.058.654	901.838	1.960.492	170.440	1.790.052	1.171.775 × x	0,00152	2.929.437	+ 1.139.381
0,05	1.099.347	732.452	1.831.799	128.672	1.703.127	884.620 × x	0,00193	2.211.550	+ 508.423
0,06	1.141.815	614.089	1.755.904	109.728	1.646.176	754.380 × x	0,00219	1.885.950	+ 139.774
0,07	1.186.175	527.657	1.713.832	91.728	1.622.104	630.630 × x	0,00257	1.576.575	— 45.527
0,08	1.233.256	462.130	1.695.386	73.776	1.621.610	537.460 × x	0,00302	1.343.650	— 277.960
0,09	1.285.763	410.996	1.606.759	67.736	1,629.023	465.685 × x	0,00349	1.164.212	— 464.811
0,10	1.336.511	369.963	1.696.474	59.464	1.637.010	408.815 × x	0,00400	1.022.037	— 614.973

En la columna 7.ª la letra **x** designa el precio medio de venta del metro cúbico de agua para el riego.

En la columna 10.ª los números afectos del signo + expresan ganancias y los afectos del — pérdidas.

Madrid, 15 *de Diciembre de* 1880.

El Ingeniero.

ÍNDICE.

PARTE TERCERA.

Ejecucion de las obras y explotacion.

PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

CAPÍTULO PRIMERO.

Descripciones de las obras.

CAPÍTULO II.

Condiciones á que han de satisfacer los materiales.

Páginas.

CAPÍTULO III.

Condiciones á que deben satisfacer el asiento y empleo en obra de los materiales.

CAPÍTULO IV.

Condiciones á que debe satisfacer la ejecucion de las obras.

PRESUPUESTOS.

CAPÍTULO PRIMERO

Enumeracion de los conceptos de gasto y medicion de las obras.

Páginas.

Enumeracion de otros conceptos de gasto.

CAPÍTULO II.

Precios elementales y compuestos.

CAPÍTULO III.

Presupuestos parciales.

CAPÍTULO IV.

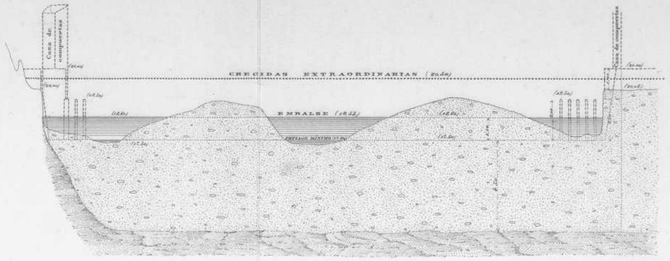
Presupuesto general.

APÉNDICE.

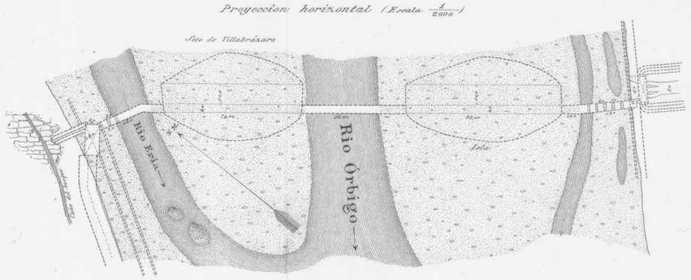
PROYECTO DE CANAL DEL ÓRBIGO (BENAVENTE)

Plano general y presa de la toma de agua.

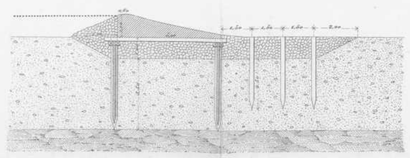
Perfil longitudinal visto desde aguas abajo (Escala 1/200)



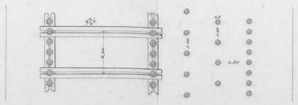
Proyeccion horizontal (Escala 1/200)



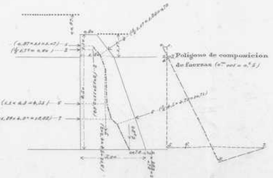
1.ª Solucion. Perfil de la presa (Escala 1/200)



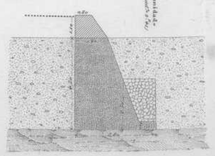
1.ª Solucion. Proyeccion horizontal



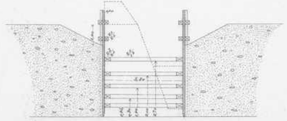
2.ª Solucion. Diágrama de la estabilidad del macizo.



Seccion trasversal de la presa

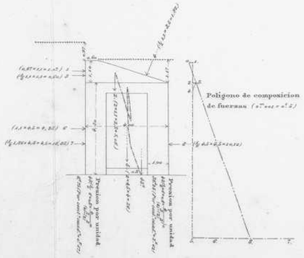


2.ª Solucion. Seccion del encofrado. (Escala 1/200)

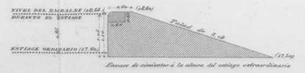


Proyeccion horizontal

3.ª Solucion. Diágrama de la estabilidad del macizo

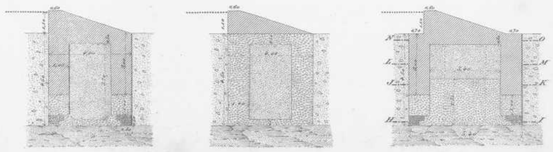


3.ª Solucion. Detalle del cuerpo de la presa. (Escala 1/100)



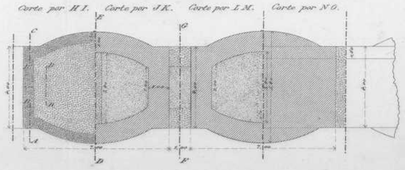
3.ª Solucion. Seccion de la presa. (Escala 1/200)

Corte por A B C. Corte por F G. Corte por D E.



Proyeccion del cuerpo superior

Corte por H I. Corte por J K. Corte por L M. Corte por N O.



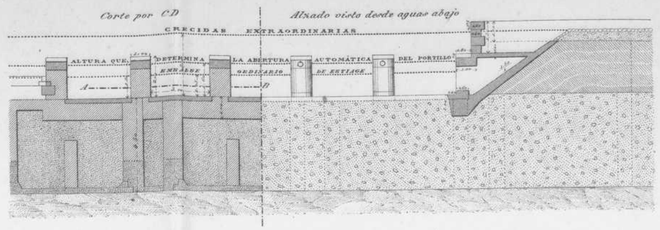
Lit. de Donon, Madrid.

A. Olarte Gochea lo grabó.

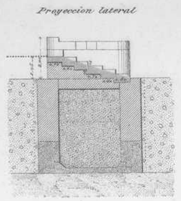
PROYECTO DE CANAL DEL ÓRBIGO (BENAVENTE)

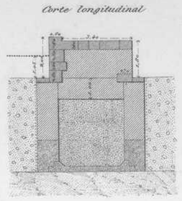
Estribos, portillos y cierres móviles de la presa

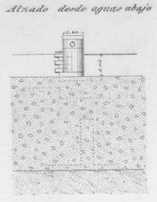
Estribo de la presa y portillo de la márgen izquierda (Escala $\frac{1}{200}$)

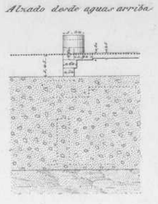


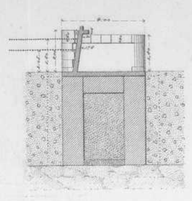
Estribo de la derecha del portillo de la márgen izquierda (Escala $\frac{1}{200}$)

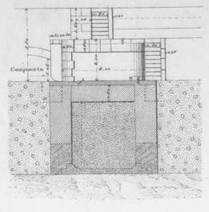

Proyeccion lateral


Corte longitudinal

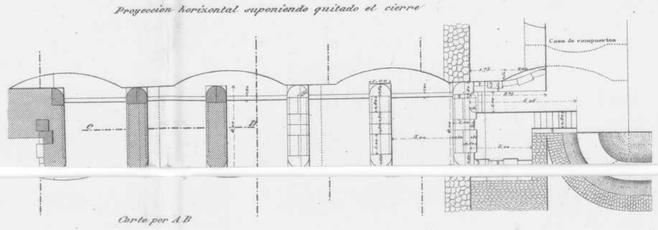

Alzado desde aguas abajo


Alzado desde aguas arriba


Proyeccion lateral de una pila del mismo portillo (Escala $\frac{1}{200}$)


Proyeccion lateral del estribo izquierdo de la presa, y del estribo izquierdo del mismo portillo suponiendo quitado el cierre (Escala $\frac{1}{200}$)

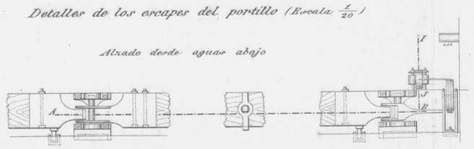
Proyeccion horizontal suponiendo quitado el cierre



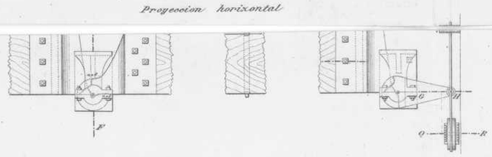
Corte por AB

Detalles de los escapes del portillo (Escala $\frac{1}{20}$)

Alzado desde aguas abajo

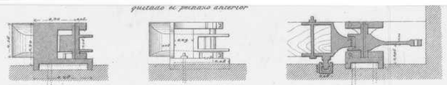


Proyeccion horizontal



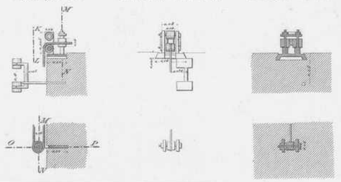
Corte por AB

Proyeccion sobre EF quitado el paramento anterior

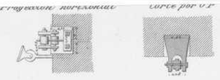


Poleas del paramento

Corte por IJ — *Proyeccion sobre KL* — *Corte por MN.MN*

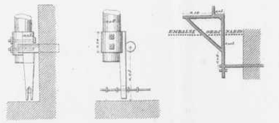


Proyeccion horizontal — *Corte por OP*



Palanca de maniobra — *Guia inferior del flotador*

Alzado — *Proyeccion lateral* — *Corte*

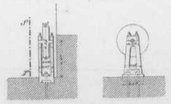


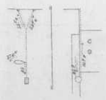
Proyeccion horizontal — *Proyeccion horizontal*

Diagrama de las tensiones de las cuerdas

Polea mayor

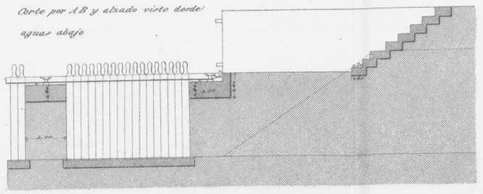
Corte por QR — *Proyeccion sobre ST*

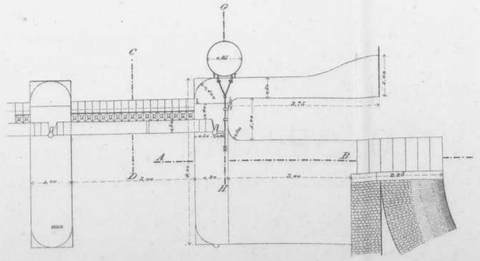




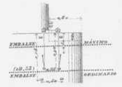
Detalle de un tramo del cierro y del estribo de la presa (Escala $\frac{1}{100}$)

Corte por AB y alzado visto desde aguas abajo

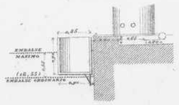




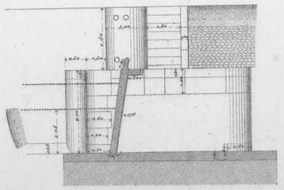
Alzado de aguas arriba suponiendo quitado el flotador



Corte por OH

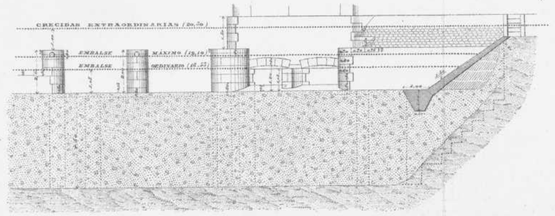


Corte por CD, y proyeccion lateral

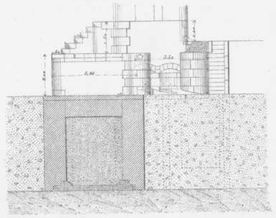


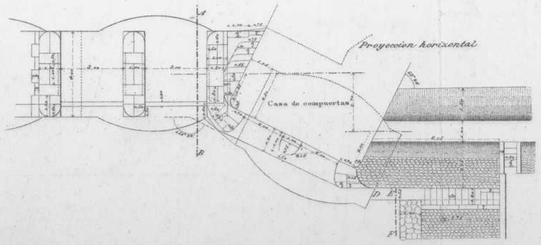
Estribo y portillo de la márgen derecha (Escala $\frac{1}{200}$)

Alzado visto desde aguas arriba



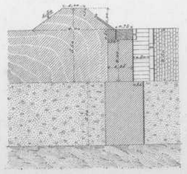
Corte por AB





Proyeccion horizontal

Corte por CDEF

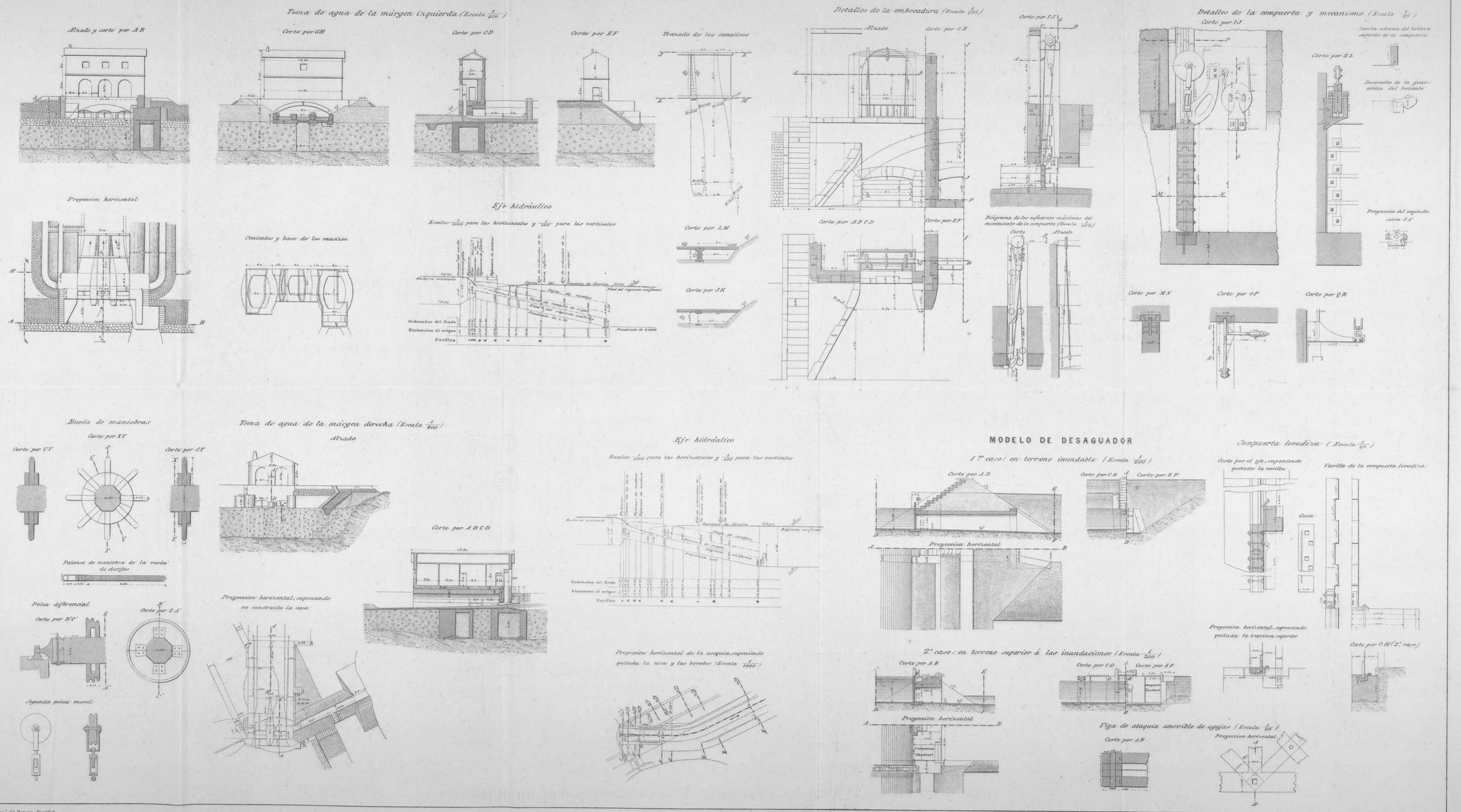


Lit. de Donon, Madrid

A. Olarte Gochea lo grabó

PROYECTO DE CANAL DEL ÓRBIGO (BENAVENTE)

Cabezas de las derivaciones, compuertas de toma y obras de fábrica



Litogr.ª de Donon. Madrid.

A. Olarte Gochea lo grabó.

MEMORIAS Y DOCUMENTOS