

Asturias



salto de Miranda

530-13

La entidad propietaria del Salto de Miranda es Hidroeléctrica del Cantábrico, S. A.; e Hidrocivil, S. A., participó muy activamente en la ejecución de los trabajos de obra e ingeniería civil.

Fue una labor tan recia y tenaz de todos los que participaron en esta gran tarea, y tan elogioso su trabajo, su constante espíritu y voluntad de superación, que a ellos, obreros y técnicos, me debo sin reservas y con sinceridad. El éxito es suyo. Éxito basado en labor de equipo, perfecta compenetración de los binomios «hombre-hombres» y «máquina-hombres».

Quiero agradecer a la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles la oportunidad que me brindó de dirigir estos trabajos, que forjaron en mí una experiencia técnica y la satisfacción de una rendida colaboración.

En otros números de esta revista espero poder extenderme, con mayor detalle, en otros aspectos específicos de esta importante obra.

perforación y revestimiento de la galería de derivación

JOSE LUIS VILANOVA BOSCH
ingeniero industrial

111

sinopsis

El aprovechamiento hidroeléctrico que constituye el llamado Salto de Miranda, propiedad de la Sociedad Hidroeléctrica del Cantábrico, S. A., cuya ejecución, en lo que respecta a la perforación, fue adjudicada a la empresa constructora Hidrocivil, S. A., la cual, a su vez, puso la realización de la misma bajo la dirección del autor de este trabajo, es una obra que recoge, conduce y turbinas las aguas de los ríos Piguëña y Somiedo.

Se trata de un salto de montaña. Las aguas se derivan por medio de un dique de escasa importancia y se conducen a través de un largo trazado de galerías, al final del cual se halla la cámara de carga de la tubería forzada, de donde pasan a la casa de máquinas, y de allí se restituye, pasando por el canal de desagüe, al alcance original.

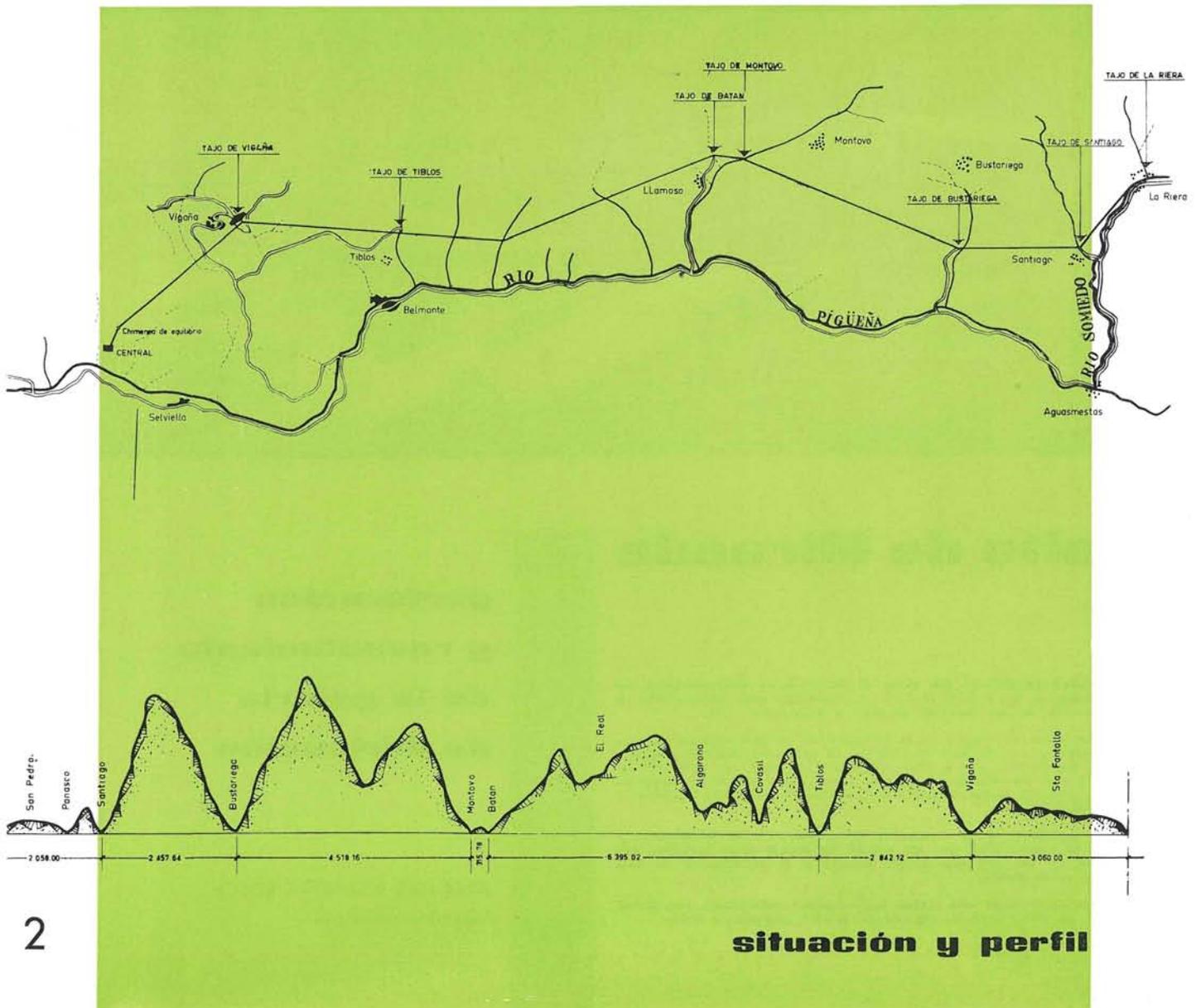
El salto bruto hidrostático tiene un desnivel de 410 m entre toma y turbinas. El caudal medio aprovechado es del orden de 15 metros cúbicos por segundo.

Como el autor piensa completar este artículo con otros de carácter específico, en este trabajo se describe el salto y se resalta su importancia ligeramente, pero se trata y describen las instalaciones auxiliares con la importancia que merecen.

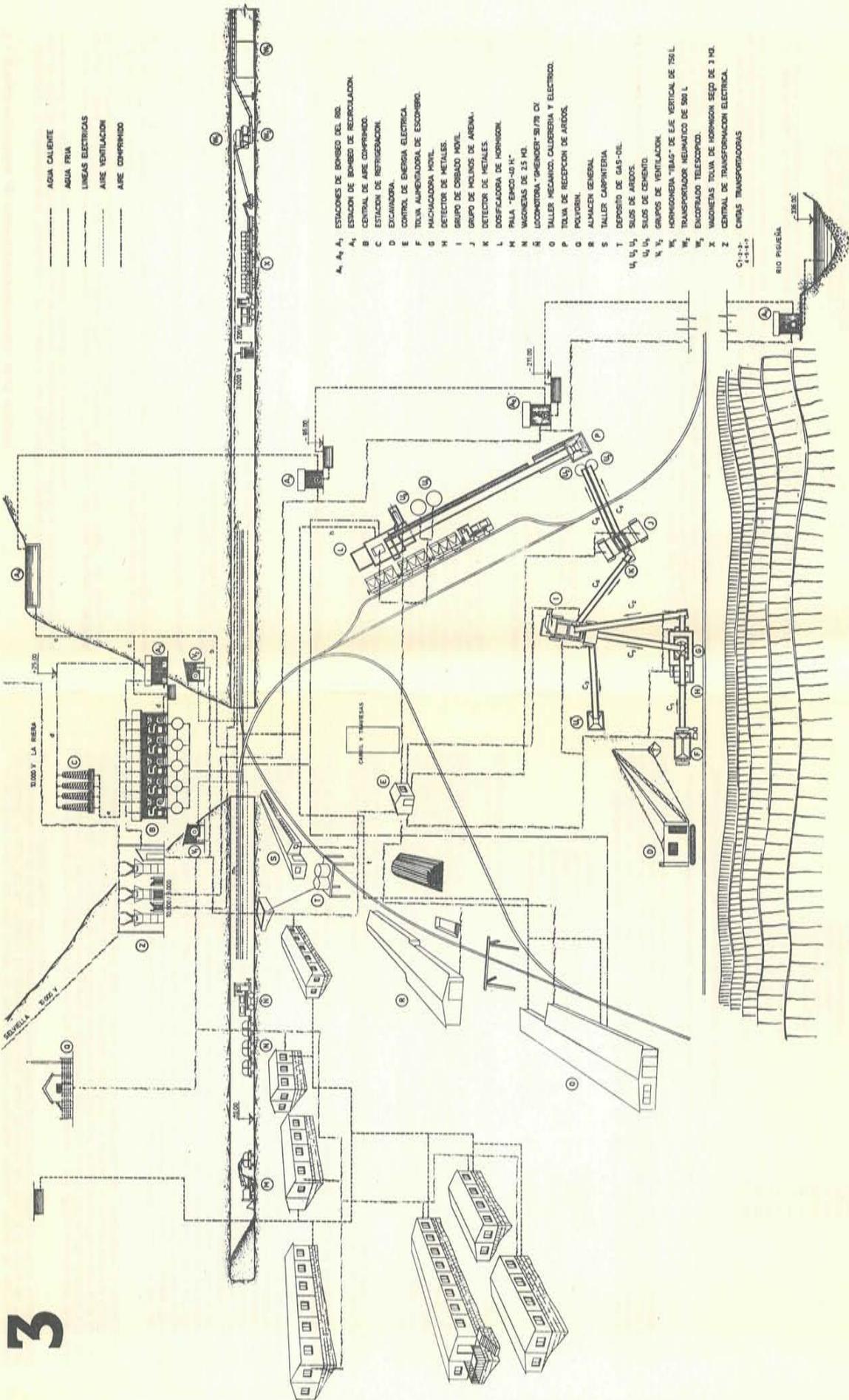
El complejo de trabajos en permutación circular de operaciones intermedias, de dependencia inmediata, exige del proyectista-ordenador especial atención al establecer los límites temporales en la ejecución de cada uno de los eslabones de la cadena que constituye el ciclo de repetición monótona, al cual se ha confiado el término previsto del todo: toma de aguas, perforación, revestimiento, tubería forzada, central, canal de desagüe, transformación y líneas de transporte de energía eléctrica. Cualquier retraso sobre las partes previstas significaría un gran desequilibrio económico.

Teniendo presente cuanto antecede y la intrincada complejidad de máquinas, profesiones, accesos, poblados, suministros y tratamiento de materiales crudos de extracción en canteras, se comprenderá mejor la pesada responsabilidad en que incurre la dirección que tal empresa ordenadora acomete y, por si esto fuera poco, es necesario conocer los problemas de carácter puramente técnico que la ejecución de obras plantea a las instalaciones auxiliares. Estas últimas, a su vez, constituyen otra especialidad particular que también exige su dominio y conocimiento.

Después de lo expuesto, y conocido el éxito logrado, se comprenderá mejor el interés que el autor ha prestado, incluso con minuciosidad, a las juntas de las tuberías de ventilación. De ello concluimos que el autor, en generoso desinterés, contribuye abiertamente en el desarrollo y mejoramiento de la técnica de la excavación y revestimiento de galerías de derivación de aguas.



instalaciones



I - Descripción y características del salto

Consiste en el aprovechamiento hidroeléctrico de las aguas de los ríos Figuería y Somiedo mediante una longitud total de túnel de 36,5 km, aproximadamente. La derivación principal consiste de 21,667 m de túnel, con una sección de excavación de 13,950 m² y una sección revestida, libre, de 10,153 metros cuadrados.

En el plano (fig. 2) puede observarse el trazado en planta y un perfil longitudinal. En orden sucesivo, desde la captación, vamos encontrando los arroyos de Santiso, Eustarjea, Montovo, Estián, Tiblós y Vigasá, que dieron nombre a los diversos centros de trabajo con dos frentes de perforación en cada uno.

El salto bruto es de 410 m, y el neto, de 394 metros. El caudal medio es de 15 m³/seg. La central subterránea tiene una potencia instalada de 80.000 kW, subdividida en cuatro grupos de 20.000 kW. La producción media anual es de 250 millones de kW/hora.

El trazado de la línea quebrada de los diversos tramos de túnel obedece, simplemente, a tres motivos esenciales:

- Captación del agua de los arroyos anteriormente citados con el fin de aumentar el caudal en una media aproximada de 1,5 a 2 m³/seg. hecho a todas luces importante si consideramos que el caudal medio total es de 15 metros cúbicos por segundo.
- Lograr, desde el punto de vista constructivo, una mayor posibilidad de bocas de ataque y reducir, con ello, el plazo de ejecución de las obras. Esto último, desde el ángulo económico-financiero, puede ser de gran trascendencia.
- En el aspecto técnico, la menor longitud de los tramos parciales beneficia una mejor ventilación y posibilita un adelanto en la iniciación del revestimiento de hormigón.

Contra estas tres beneficiosas circunstancias debemos anteponer dos consideraciones que influyen negativamente hacia la tendencia de fraccionar excesivamente el trazado:

a) No hay duda que al ser la línea quebrada de mayor longitud que la línea recta, aumenta el valor absoluto de inversión de capital y, con ello, disminuye la rentabilidad del salto, pero aumentan también las probabilidades de surgir imponderables que hagan aumentar el costo de ejecución. La valoración económica de esta consideración es casi sistemática.

b) El trazado ambicioso de seguir la pauta de captación de arroyos y, por tanto, un excesivo fraccionamiento de los tramos, conduce, o puede conducir, a una ubicación del túnel en condiciones geológicas francamente desfavorables. Basta observar que la proximidad del túnel al exterior obliga, ineludiblemente, el paso por zonas que motivan un escaso recubrimiento vertical y transversal. Por regla general, estas zonas, paralelas cuando el eje del túnel tiene una dirección normal a las líneas de máxima pendiente de la ladera exterior, son geológicamente inconsistentes, quebradas, arduas y de estratificación anárquica. La perforación en estas condiciones es costosa por exigir de la entubación, arduidad, hormigón de protección, hormigón torreté e inyecciones; por ello, el costo del metro lineal de túnel terminado es de cinco o seis veces mayor que la perforación normal en terreno sano.

Renunciando al motivo indicado en a) podríamos desplazar el trazado del túnel hacia condiciones de mayor recubrimiento, lo que no implica renunciar al motivo expuesto en b), ya que, mediante una galería de acceso de menor sección y más económica, podríamos abrir dos nuevos frentes de ataque en el nuevo trazado.

La consideración analítica de los motivos expuestos en: a), b), c), e), e') y b') exigieron del autor del proyecto un detenido estudio con el fin de plasmar una solución óptimamente ponderada en su alcance económico y constructivo, lo que motivó, ineludiblemente, un estudio geológico detenido.

II - Instalaciones

El complejo de instalaciones se describe someramente, ya que de la observación atenta del plano (fig. 3) fácilmente se advierte la importancia del mismo; sin embargo, si resultáramos de una planificación y organización pensada para el éxito de las perforaciones de galerías subterráneas. Ese trabajo gris, sordo, a veces no bien apreciado, es, a la postre, la clave de rendimientos óptimos de producción y del que surgen, finalmente, los éxitos técnicos y económicos.

Vamos a considerar el centro de Tiblós como prototipo para basarnos en la descripción de las instalaciones de un centro de trabajo. En el plano (fig. 3) se puede observar una síntesis esquemática de las instalaciones de dicho centro. Describiremos, a continuación, cada una de las instalaciones que aparecen en el plano (fig. 3):

a) Red de agua.—El primer inconveniente fue la carencia de agua, por lo menos en la cantidad imprescindible para atender las necesidades de la obra. Estas necesidades son, en caudales, las siguientes:

Refrigeración de compresores	13 m ³ /hora
Consumo de martillos perforadores	7 m ³ /hora
Taller, hormigonado, usos domésticos, etc.	5 m ³ /hora
Total	30 m ³ /hora

Al no poder contar con este caudal de agua, la solución inmediata racional, aunque de costosa ejecución, era bombear el agua del río Figuería. La diferencia de cotas entre la soleda del túnel y el río es de 330 m, pero debía contarse con 40 m más para alimentar el depósito general de regulación y ganar presión en la red de distribución en los distintos centros de consumo.

Las características de la estación de bombeo, con 30 m³/hora de caudal y una altura manométrica de 40 atmósferas, entraña en el campo de lo económicamente prohibitivo, por lo que se tuvo que reducir el caudal a la mitad. Esta solución exigió un sistema de recirculación en circuito cerrado para la refrigeración de la central de aire comprimido. Con esta circunstancia, los 18 m³/hora quedaban reducidos a 3 m³/hora, ya que, no obstante el circuito cerrado, debían prevverse las pérdidas por fugas y, sobre todo, por evaporación. En consecuencia, el caudal final fue de 15 m³/hora.

Al proyectar el procedimiento de bombeo, pensamos en dos soluciones: una bomba única en el río que salvara, por sí sola, las 40 atmósferas de altura geométrica. Con esta idea perseguíamos disminuir el número de focos de posibles averías; sin embargo, los rechazos por las dificultades de adquirir en el mercado una sola bomba de tan singulares características. Optamos, por tanto, por la solución de tres bombas escalonadas en serie con alturas manométricas de 14 atmósferas, respectivamente. Bien es verdad que dicha solución aumentaba las probabilidades de avería y, con el fin de subsanar tal deficiencia, equipamos cada electrobomba con un guardamotor y un sistema de relés que paraba automáticamente las tres bombas cuando cualquiera de ellas sufría alguna avería, o por cualquier otro motivo, y cuyo mando podía efectuarse a distancia. Es fácil comprender la conveniencia de este automatismo, pues suplementariamente se ahorra, con ello, las 2/3 partes de la vigilancia. Asimismo, la estación A₁, centro de gravedad de la red, de unos 1.200 m de longitud, contaba con una electrobomba paralela, dispuesta a reemplazar a cualquiera de las tres en caso de avería. Independientemente, y de forma periódica, se sucedían las sustituciones circulares para dar lugar a descansos y revisiones propias a todo funcionamiento continuo de veinticuatro horas.

En el esquema anteriormente citado (fig. 3) figuran las tres estaciones, A₁, A₂ y A₃, con su correspondiente depósito y la disposición de la tubería de aspiración por el fondo, lo cual garantizaba la carga de las bombas.

El suministro de energía eléctrica a las electrobombas se efectuó a 380 V con el fin de ahorrar cobre. De todas formas, en el primer tramo, que va de la estación de transformación a A₃, fue necesaria una sección de 100 mm². Entre A₁ y A₂, y de A₂ a A₃, de 25 mm².

El depósito regulador, A₄, fue proyectado para una capacidad de 250 m³, lo cual suponía disponer de un volante de 16 horas de posible paralización del bombeo en caso de avería. Dicho depósito, que es de mampostería hidráulica, tiene 25x10 en planta y 1 m de altura. Se dispuso un desagüe de fondo para poder limpiar periódicamente las sedimentaciones, ya que, aparte de su misión reguladora, debía servir para desarenar las aguas, pues estos corpusculos son claramente perjudiciales para los compresores, martillos perforadores y demás maquinaria. La decantación tenía lugar en un primer compartimento, donde aflúa el agua bombeada.

Para la toma general, a, se distribuye el agua a los distintos puntos de consumo, entre los que podemos citar, principalmente, los siguientes:

Refrigeración de compresores	...	...	...	(Circuitos c, d y e)
Perforación con agua	...	...	...	}
Hormigonera (interior túnel)	
Máquina torreté (interior túnel)	...	...	...	}
Hormigonera dosificadora	
Talleres	...	...	...	(Circuito l)

b) Distribución de energía eléctrica.—Se tendió una línea de alta (10.000 V) cuyo recorrido se ceñía al trazado de los túneles, lo cual posibilitaría una toma circunstancial o improvisada de cualquier obra no prevista. La circunstancia de contar en los dos extremos del trazado con una central hidráulica, la Central de La Riera al sur y la de Selviella al norte, no tan sólo hacía técnicamente inmejorable el servicio de energía, sino que aseguraba el suministro ante cualquier eventualidad surgida en el seno de una central.

La estación de transformación viene señalada en nuestro plano con la letra T.

La potencia instalada iba a ser aproximadamente, la siguiente:

5 compresores de 125 CV.	...	...	...	625 CV.
2 ventiladores de 60 CV.	...	...	...	120 CV.
3 bombas de 15 CV.	...	...	...	45 CV.
1 bomba de recirculación	...	...	...	10 CV.
Talleres	...	...	...	17 CV.
Grupo de machaqueo	...	...	...	37 CV.
Molinos de arena	...	...	...	60 CV.
Grupo de cribado	...	...	...	15 CV.
Cintas transportadoras	...	...	...	30 CV.
Varios	...	...	...	10 CV.
Total	...	...	...	969 CV.



Vista general
de vertido
en escombrera.

Ahora bien, es lógico suponer que el coeficiente de dispersión y de utilización iban a ser bastante apreciables, en conjunto—del orden del 0,75—, por lo que la capacidad de transformación fue de 750 kVA, distribuida en tres transformadores de 250 kVA, si bien posteriormente se añadió otro de 50 kVA a 380 V, con el fin de alimentar exclusivamente las tres bombas, A₁, A₂ y A₃.

En el lugar señalado con la letra E en el plano (fig. 3) se instaló un cuadro de distribución, exclusivo para la central hormigonera, es decir: machaqueo, clasificación, dosificación y amasado. Las líneas derivadas de este cuadro eran, en su mayoría, subterráneas, con cable bajo goma, provistas de fusibles y un automático general.

c) **Central de aire comprimido.**—Instalada en un edificio de 16×4 m, su capacidad de producción es de 80 m³/minuto y su justificación es la siguiente:

Consideraremos la circunstancia más desfavorable, es decir, con dos frentes de ataque perforando simultáneamente en ciclos paralelos, o sea, contando que los martillos trabajan a la vez. En este caso, las necesidades de las distintas máquinas son las siguientes:

De uso regularmente simultáneo:

14 martillos perforadores BBD-41	42 m ³ /min.
2 bombas neumáticas para 20 l/seg.	10 m ³ /min.
1 bomba «Duplex» para 15 l/seg.	4 m ³ /min.
4 bombas de sumidero Atlas u Holman	8 m ³ /min.
4 lámparas electroneumáticas	4 m ³ /min.
4 turboventiladores	12 m ³ /min.
Total	80 m ³ /min.

Repetimos: ésta es la circunstancia más desfavorable y, aunque parezca lo contrario, es raramente coincidente. Tanto es así que, a pesar de nuestro gran espíritu conservador, en el sentido de contar siempre con reserva del factor máquina, en esta ocasión previmos justamente los 80 m³/min, materializados en cinco compresores Atlas AR-3 de 16 m³/min cada uno. Efectivamente, la práctica sancionó la total suficiencia. De todas formas, contábamos siempre con un motor eléctrico de 125 CV. para sustituir, en caso de avería, alguno de los compresores.

Los cinco compresores AR-3 se refrigeraron con agua en circuito cerrado, como se indica en el apartado a) de este capítulo II. En el plano (fig. 3) el agua caliente es impulsada por el circuito, *d*, mediante la electrobomba, *A₅*, y de ésta a las torres de refrigeración, *C*, donde una vez enfriada es recogida nuevamente por el circuito, *e*, y por gravedad irrumpe en los cinco compresores. Una vez cumplida su misión de refrigeración es recogida por el depósito, *A₅*, a una temperatura de 30 a 40° C. El circuito, *c*, de agua fría procede de *A*, y es de uso intermitente a fin de compensar las pérdidas por fugas y evaporación. Los compresores están provistos de un automatismo regulador del calor que aporta el agua de refrigeración por estrangulación del caudal de entrada.

El aire comprimido que sale de cada compresor se enfría pasando por tres refrigeradores. La capacidad de cada uno de estos postrefrigeradores es de 32 m³/min, que corresponde a la producción de dos compresores. La misión de esta postrefrigeración es bajar la temperatura del aire comprimido y lograr la condensación de vapor de agua, tan perjudicial para el accionamiento en óptimas condiciones de cualquier máquina neumática. Debemos subrayar la gran importancia de los resultados de esta postrefrigeración y aconsejarla para cualquier central, incluso en las previstas para una corta duración.

Cada uno de los cinco calderines de regulación, en disposición vertical, tiene una capacidad de 3,4 m³ y, por tanto, en total, de 17,00 m³. Dichos calderines están conectados entre sí con el fin de lograr el equilibrio de presiones, con lo que se logra la uniformidad de carga de los cinco compresores. La red general de distribución a lo largo de los túneles la constituye una tubería de acero estirado y de seis pulgadas de diámetro. Las uniones entre los tubos de esta canalización forman juntas articuladas de patente alemana. El dispositivo de unión se compone de una rótula y arandela de goma que, aparte de una perfecta estanquidad, permite una desviación angular de más de 30°. Esta propiedad, en principio y aparentemente sin excesivas ventajas, la hemos creído insustituible, pues permite, no tan sólo adaptarse sencillamente a las irregularidades de cualquier trazado, sino que disminuye un 30 por 100 del tiempo necesario en cada unión normal. Por otra parte, un posible descarrilamiento de trenes, que irrumpa violentamente contra la tubería, difícilmente puede producir fugas de aire, molestas de reparar. En consecuencia, nosotros no creemos se puedan comparar estas uniones con las normales de brida, aun siendo bastante más caras que las realizadas con bridas. Cada unión importada resultó a unas 1.400 pesetas; sin embargo, posteriormente, se adquirieron en el mercado nacional uniones análogas a las alemanas, de calidad que podemos garantizar, por lo menos en el mismo nivel que las de importación, y de precio notablemente inferior. Efectivamente, el precio de las uniones nacionales osciló alrededor de las 750 pesetas unidad.

Como puede observarse en el plano (fig. 3), aparte de las acometidas principales de aire comprimido para los túneles, hay otras dos: Una de ellas para el taller general de reparaciones, ya que el aire comprimido es indispensable en la prueba de maquinaria, limpieza, etc., y la otra, alimenta al dispositivo neumático de maniobra de las compuertas de la estación dosificadora.

d) **Grupos de ventilación.**—Las notaciones *V₁* y *V₂*, del plano (fig. 3) corresponden a los dos ventiladores que impelen el aire a cada uno de los dos frentes de ataque y su correspondiente tubería de impulsión-aspiración. Los ventiladores están accionados por motores de 60 CV., que crean un flujo de 3,5 m³/seg a una presión de 750 mm de columna de agua. La tubería de ventilación, de 600 mm de diámetro, es de chapa de 1,5 mm de espesor y se construyó y montó por trozos de tubo de 9 metros de longitud provistos de uniones especiales. Estas uniones, de patente alemana, facilitan el montaje de la canalización. El croquis (fig. 6) da clara idea de su concepción.

Las hendiduras (resaltes en el interior del tubo) *a*, no tienen otra misión que proveer de rigidez a las dos cabezas de la tubería, con el fin de que el manguito hembra conserve permanentemente su curvatura original y se facilite, con ello, la colocación del manguito macho. La luz mínima de la junta la define el resalte, *b*, al hacer tope con el *c*. Estos últimos resaltes de las cabezas encierran en su interior un alma de redondo de acero para dar rigidez al conjunto.

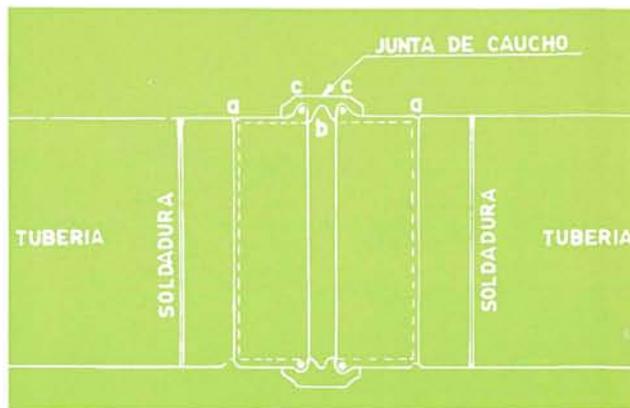
e) **Polvorín.**—El polvorín tiene una capacidad de 5 t de dinamita y 50.000 detonadores eléctricos. El consumo punta diario, trabajando los dos frentes de perforación, se estimó en 940 kilos; por tanto, se disponía de cuatro a cinco días de suministro en reserva en el caso más desfavorable.

En este depósito de explosivos se instaló un sistema de calefacción por agua caliente, que aseguraba una temperatura mínima interior de 8° C, con lo que quedaba a cubierto la eventualidad de congelación de la dinamita.

Acopio de tubería de ventilación fabricada en los talleres generales.



uniones



6

Carga sobre camión de tubería de ventilación con destino a los distintos centros de trabajo.

f) **Taller mecano-eléctrico y almacén.**—Las paralizaciones de obra por las distintas causas posibles ha sido siempre nuestra gran preocupación, ya que podía suponer un considerable quebranto económico si la avería de una máquina fundamental producía la inactividad de 240 hombres. Ello nos movió, no tan sólo a contar con una reserva de máquinas y piezas de repuesto, sino a disponer, en el mismo centro de trabajo, de unos talleres con personal eficiente para hacer frente a reparaciones y puestas a punto de las máquinas en el menor tiempo posible. Esa misión fundamental del taller se complementaba con la de fabricación de tubería para la ventilación, así como acoplando juntas para la tubería de aire comprimido.

El taller tiene una superficie cubierta de unos 200 m² y estaba equipado con la maquinaria siguiente:

1 torno de 1,70 m entre puntas.

1 taladro columna.

1 dobladora de chapa.

3 piedras de esmeril.

1 aguzadora neumática para barrenas.

1 aguzadora neumática portátil.

3 fraguas.

4 grupos de soldadura eléctrica.

4 equipos de soldadura autógena.

5 taladros portátiles.

1 sierra mecánica para metales.

1 prensa.

1 secador de motores eléctricos.

2 comprobadores de toberas.

4 bancos de ajuste.

1 sierra circular para madera.



Instalación del grupo de ventilación y tubería de impulsión.



Vista parcial del taller.

El almacén del taller se subdividió en dos: uno para repuestos de maquinaria y otro para materiales en general. El valor medio del material almacenado osciló entre los 5 y 6 millones de pesetas, que representaba, aproximadamente, el 15 por 100 del valor del parque de maquinaria.

g) **Aridos y cantera.**—Los áridos necesarios para el hormigón se prepararon, en su mayor parte, en los centros principales, donde se instalaron trenes de machaqueo apropiados. Para complementar la producción de áridos, y por razones que a continuación explicamos, se montaron algunas instalaciones secundarias.

En principio, se utilizó la piedra caliza procedente del avance y vertida en la escombrera, tanto en los centros principales como en los secundarios, y siempre que la calidad y cantidad del escombro justificase el montaje de una instalación rentable.

Citaremos como ejemplo de instalación secundaria la del centro de Vigaña, de cuya escombrera se obtuvieron 12.000 m³ de áridos clasificados.

Tomaremos como ejemplo de instalación principal la del centro de Tiblós, proyectada con la intención de aprovechar la piedra de la escombrera y, posteriormente, abastecerla con piedra procedente de una cantera situada en el mismo centro y a la misma cota que la plataforma del tren de machaqueo. La escombrera proporcionó 20.000 m³ de áridos clasificados.

La cantera se abrió sobre un afloramiento de un banco calizo en una extensión de unos 40 m de longitud, 15 m de altura media y a una distancia de unos 40 m del tren de machaqueo. Su explotación se hizo por bancos de 3 m de potencia, con tiros verticales, dinamita con el 75 por 100 de nitroglicerina y detonadores eléctricos retardados, con objeto de lograr un troceo óptimo y evitar los peligrosos taqueos, dada la proximidad de las instalaciones de hormigonado y machaqueo.

h) **Tren de machaqueo, dosificación y hormigonera.**—En el esquema del plano general de instalaciones (fig. 3) y en alzado (fig. 10), se esquematiza el funcionamiento del ciclo completo de trituración, clasificación y amasado.

El ciclo empieza en la excavadora, D, equipada con dragalina o almeja, según la configuración de la escombrera. Cuando la altura de escombrera era grande se empleaba la dragalina; sin embargo, si se trataba de recuperar el escombro de los trenes que procedían de la perforación, las vagonetas vertían sobre una banqueteta previamente preparada y situada unos metros más baja que la cota de la plataforma de la escombrera, en cuyo caso el empleo de la almeja era mucho más apropiado. La misión de la excavadora, D, consiste en verter, intermitentemente, el escombro sobre un alimentador de cinta, F, que regula y convierte en continuo el flujo de materiales sobre la cinta elevadora, C₁, que vierte el material sobre la machadora (primario móvil, G), donde se realiza la primera fase de la trituración.

Sobre el chasis de la cinta, C₁, se ha montado un detector de metales, H, que automáticamente detiene la marcha de la cinta cuando un cuerpo metálico extraño, de suficiente superficie, modifica la capacidad del campo magnético por el detector creado, evitándose así las graves averías en el primario, que, sin duda, hubieran producido multitud de picos, eclisas y hasta algún martillo picador vertidos en la escombrera envueltos de escombro y procedentes del frente de avance. El material triturado es conducido, mediante la cinta, C₂, a la criba vibrante, móvil, I, donde se clasifican los distintos tamaños.

La cinta, C₃, vierte en el silo, U₁, el tamaño 6,25 mm, mientras que la C₄ eleva el árido 25-40 mm, distribuyéndolo en dos partes. Una, que es transformada en arena por los molinos Clero, J, y almacenada en el silo U₂, y la otra, se almacena en el silo, U₃, mediante la cinta, C₅, para ser aprovechada como tal árido. La cinta, C₆, tiene por misión cerrar el circuito de machaqueo con el fin de devolver al primario el árido superior a los 40 mm prefajados.

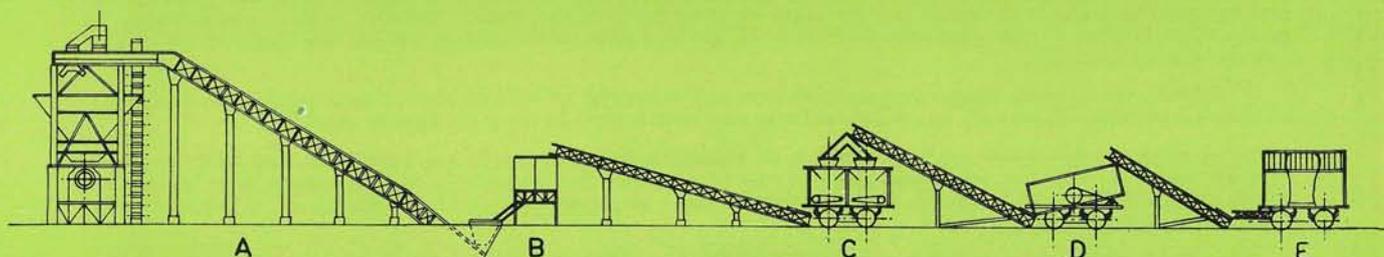
La producción total de áridos, incluso la arena, fue de 30 m³ por hora.

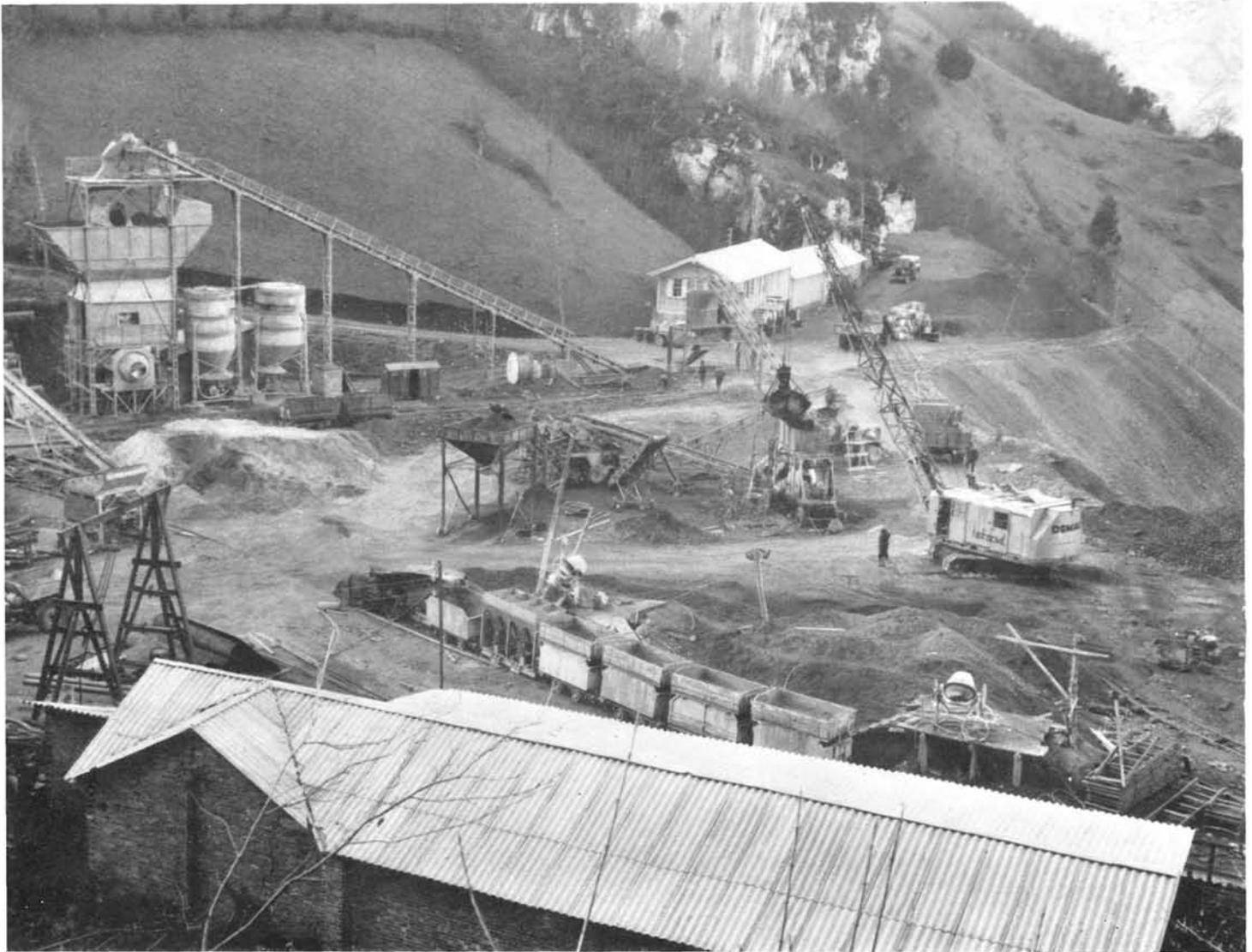
En el alzado (fig. 10) puede observarse claramente parte del circuito.

El ensilado del árido 6-25 mm y la cinta de retorno que cierra el circuito no se ha representado por no complicar el dibujo. Asimismo, puede observarse la dosificadora y una hormigonera de 500 l capaz de una producción de 25 m³ por hora. El ensilado para la alimentación de esta dosificadora tiene cuatro compartimientos: dos para áridos gruesos, con un total de 65 m³, uno para arena, de 17 m³, y otro para cemento, de 15 t. Para complementar la capacidad de cemento se instalaron dos silos de 25 t, es decir, constituyendo una reserva de 65 toneladas.

El transporte de cemento a granel se efectuó con camiones cuba, que utilizan el procedimiento de descarga aprovechando los gases del tubo de escape del propio camión.

A medida que se iba adelantando el trabajo y terminada la extracción de escombros procedentes de la perforación, ya no fue posible seguir aprovechando la escombrera para la preparación de áridos, por la simple razón de que





Vista general del centro de Tiblós.

Fotos: PANDO

todas las instalaciones estaban sobre la escombrera y no disponer de otra plataforma; ello originó la necesidad de abrir una cantera a la misma cota que la escombrera y, en consecuencia, la toma del primario se amplió hasta 600×450 mm, ya que así lo requería la explotación económica de la cantera.

Anteriormente hablamos de un detector de metales, H, montado sobre la cinta, C, al objeto de separar los cuerpos metálicos voluminosos antes de su entrada en el primario. Ahora bien, hay otros cuerpos de pequeño volumen, tales como tuercas, escarpas, tornillos, etc., que sin ser perjudiciales para la machacadora, sí lo son, y de forma nefasta, para los molinos de arena, por ser causa de roturas de innumerables parrillas. Como consecuencia, se montó sobre la cinta, C, un separador magnético, K, que mediante un electroimán retenía una media de 400 g diarios de cuerpos metálicos.

i) **Poblado.**—El poblado obrero se construyó para una capacidad de 250 hombres en cada centro y una serie de viviendas familiares, dotadas de su correspondiente aseo, con agua caliente y calefacción eléctrica.

Todas estas construcciones son prefabricadas, de madera o fibrocemento, lo que permite la casi total recuperación del material en buenas condiciones para futuras utilizaciones. Particularmente, nos inclinamos hacia las del segundo tipo, es decir, de fibrocemento, ya que, aparte de estar mejor acondicionadas y aisladas del exterior, su conservación es mucho más económica.

Con todo lo dicho, creemos haber conseguido nuestro deseo de captar la atención de los interesados en la complejidad de esta clase de instalaciones.

Barrage de Miranda. Perforation et revêtement de la galerie de dérivation

José Luis Vilanova Bosch, ingénieur industriel.

L'aménagement hydroélectrique que constitue le barrage de Miranda, propriété de la société Hidroeléctrica del Cantábrico, S. A., dont l'exécution, en ce qui concerne la perforation, a été confiée à l'entreprise Hidrocivil, S. A., qui, à son tour, en mit la réalisation sous la direction de l'auteur de ce travail, est un ouvrage qui recueille, conduit et turbine les eaux de deux rivières: Pigüena et Somiedo.

Il s'agit d'un barrage de montagne. Les eaux sont dérivées à l'aide d'une digue de peu d'importance et sont conduites à travers une longue suite de galeries, à la fin de laquelle se trouve la chambre de charge de la conduite forcée, d'où elles passent aux turbines et de là, sont restituées au cours original, par un canal de décharge.

Le saut brut hydrostatique a un dénivellement de 410 m entre la prise d'eau et les turbines. Le débit moyen utilisé est de l'ordre de 15 m³/seconde.

Comme l'auteur pense compléter cet article par d'autres, de caractère spécifique, celui-ci se contente de décrire l'ouvrage et d'en faire ressortir l'importance, sans insister, mais, sans pour cela, négliger la description des installations auxiliaires avec l'attention qu'elles méritent.

Miranda hydroelectric power station

José Luis Vilanova Bosch, industrial engineer.

The water from the rivers Pigüena and Somiedo is collected and conducted to the Salto de Miranda hydroelectric power station. The civil engineers Constructora Hidrocivil, S. A., carried out the project for the owners of this power station, Hidroeléctrica Cantábrica, S. A.

The project is situated in the mountains, where a small dam collects the water. This is then led through a long conduit to the entry of the pressure pipes leading to the turbines. The water later flows back to the original river course.

The total pressure head is 410 ms, and the mean volume of water which is exploited is 15 m³/sec.

As the author is planning to publish additional articles describing specific aspects of the problem, no attempt is made here to emphasize the importance of many significant features of this project.

In carrying out this project, the contractors devoted great care to the planning of the various constructional steps. In order that no delay in one particular operation should hold up the progress in the rest of the work.

Die Staustufe von Miranda. Aushebung und Verkleidung des Umleitungsschachtes

José Luis Vilanova Bosch, Ingenieur.

Die Staustufe von Miranda, Eigentum der Firma Hidroeléctrica del Cantábrico, S. A., deren Ausführung was die Schachtausbohrungen anbetrifft, der Firma Hidrocivil, S. A., und speziell dem Author dieses Artikels übertragen wurde, sammelt und leitet das Wasser der Flüsse Pigüena und Somiedo zum Wasserkraftwerk.

Es handelt sich um eine Bergstaustufe. Das Wasser wird mittels eines Dammes von geringer Bedeutung durch ein langes System von Schächten umgeleitet, an deren Ende sich die Staukammer der Druckrohrleitungen befindet, und von wo aus das Wasser in das Kraftwerksgebäude eintritt und über den Abflusskanal wieder in sein eigentliches Bett zurückgeleitet wird.

Die Bruttofallhöhe zwischen Wassereinlauf und Turbinen beträgt 410 m und die ausgenutzte Wassermenge beläuft sich auf 15 m³/Sek.

Da der Verfasser diesen Artikel durch eine Reihe weiterer mehr ins Detail gehender ergänzen will, wird hier nur oberflächlich über die Bedeutung dieser Staustufe gesprochen, die Nebeninstallationen dagegen werden je nach ihrer Wichtigkeit eingehend behandelt.