

# EL EMBALSE DEL PORMA

Ing. C. C. P. M. PALANCAR

En la montaña de León se encuentra en construcción la presa del Porma, obra fundamental del sistema de riegos del Porma, cuyos objetivos son: **23**

1. Regadío de una zona de 40 000 Has., gran parte de las cuales corresponden a antiguos regadíos mal dotados.
2. Producción de energía eléctrica: 75 000 000 Kw.-h. en año medio.
3. Protección contra crecidas.
4. Utilización turística del lago artificial situado en una bella zona de la montaña leonesa.

Las obras forman parte del sistema general de riegos de la Confederación Hidrográfica del Duero, dependiente de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

El contratista es la Compañía de los Ferrocarriles de Medina a Zamora y Orense a Vigo, S. A.

## EL PROYECTO.

El proyecto comprende: Una presa sobre el río Porma para crear el embalse del mismo nombre, un túnel de transvase de unos 6 Km. de longitud para incorporar al embalse del Porma las aportaciones del río Curveño, afluente del Porma, cuya regulación es difícil; una variante de 15 Km. de longitud de la carretera a inundar; caminos de servidumbre y edificaciones complementarias de la Administración.

El túnel de transvase tiene las siguientes características:

Longitud .....	5.675 m. l.
Pendiente .....	0,00127.
Sección .....	9,50 m. <sup>2</sup>
Capacidad .....	22 m. <sup>3</sup> /seg.
Revestimiento .....	Hormigón de 20 cm. de espesor.
Terreno .....	Formaciones cámbricas y devónicas con calizas, pizarras y cuarcitas.

La derivación del caudal del río Curveño se realiza mediante un sencillo azud, sin capacidad de regulación apreciable; se calcula que en año y medio se podrán transvasar al embalse del Porma unos 100 Hm.<sup>3</sup>, perdiéndose aproximadamente 20 Hm.<sup>3</sup> por superar los caudales del río la capacidad del túnel.

La variante de carretera tiene las siguientes características:

Terreno .....	Montañoso.
Longitud .....	15.183 m.
Anchura explanación .....	7 m.
Anchura afirmado .....	6 m.
Tipo de afirmado .....	Base de 20 cm. sobre explanada mejorada con simple tratamiento superficial.



Foto núm. 1.

A continuación nos ocuparemos, con más detenimiento, de las características de la presa:

Cuenca del río Porma .....	250 Km. <sup>2</sup>
Aportación media del río .....	250 Hm. <sup>3</sup>
Aportación transvasable del río Curveño .....	100 Hm. <sup>3</sup>
Capacidad del embalse .....	300 Hm. <sup>3</sup>
Tipo de presa .....	Gravedad planta recta con perfil vertedero.
Altura sobre cimientos .....	75,60 m.
Taludes .....	0 y 0,77.
Longitud coronación .....	270 m.
Volumen de hormigón .....	284.000 m. <sup>3</sup>
Aliviadero de superficie .....	Q = 800 m. <sup>3</sup> /seg.
Protección pie de presa .....	Tres compuertas Taintor de 15 m. × 3,50 m. Trampolín de lanzamiento.

Foto núm. 1. — Cantera y machaqueo primario.  
Photograph No. 1. — Quarry site and primary crushing plant.

Tomas de agua para riegos.....	Dos tomas gemelas con carga máxima de 53 m. $\phi$ 1.500 mm., dotadas cada una de rejilla, blindaje del conducto, compuerta de cierre tipo deslizante y válvula de regulación tipo Howell Bunger con vertido directo a la atmósfera.
Desagües de fondo .....	Dos desagües gemelos a la cota 1.029, constituidos por doble compuerta deslizante de 1,50 m. $\times$ 1,00 m.
Juntas .....	Equidistantes 15 m. Sin dentado. La impermeabilización se confía a un hueco cilíndrico de 15 cm. de $\phi$ relleno de betún y en un pozo octogonal de 1 m. $\times$ 1m., que se hormigona posteriormente, rellenando la junta de aguas abajo con un mástico.
Galerías de visita .....	Una galería profunda a la cota 1.026,30, con desagüe natural, continuada por una galería perimetral; dos galerías intermedias a las cotas 1.048,30 y 1.171,30; galerías profundas normales al eje de la presa y situadas en las juntas, con salida al exterior.
Pantalla de drenaje .....	Constituida por tubos de 8 cm. de $\phi$ , con equidistancia de 3 m., situados en un plano a 5,50 m. del paramento mojado.
Elementos de control y medida...	Se proyecta instalar solamente un péndulo y medidores de apertura de juntas.

#### LA CONSTRUCCIÓN.

Nos referimos exclusivamente a la construcción de la presa. Los trabajos previos comenzaron en el verano de 1961, construyendo los caminos de acceso, líneas de transporte de energía eléctrica y edificaciones necesarias para oficinas, almacenes, talleres y poblado obrero para iniciar en la primavera de 1962 el montaje de instalaciones, que se prolongó hasta el verano de 1963, en cuyo año la campaña de hormigonado hubo de ser muy breve, limitándola al realizar la cimentación de la presa. En 1964 comienza el hormigonado normal.

La campaña de trabajo es de ocho a nueve meses, según sea la crudeza del invierno.

El terreno de cimentación está constituido por estratos de arenisca devónica en posición casi vertical y en dirección normal al valle, existiendo intercalados paquetes de arcilla verde grisácea compacta que proporcionan un alto grado de impermeabilidad.

El espesor de acarreo es despreciable, por lo que la excavación de cimientos no ha supuesto ninguna dificultad.

La desviación del río se realizó en el estiaje de 1962 mediante un canal de hormigón construido en la ladera izquierda, y cuya fábrica se incorporará al cuerpo de la presa en la que quedará embebido. La anchura del canal es de 12 m., y su capacidad de desagüe del orden de 100 m.<sup>3</sup>/seg.

Una vez montados los desagües de fondo, en el estiaje de 1964 se desviará el caudal del río por ellas, hormigonando el canal de desvío y, a continuación, el río se irá desaguando alternativamente por dos bloques de la presa cuyo hormigonado se adaptará a estas necesidades.

El conjunto de las instalaciones se aprecia en el gráfico; a continuación comentamos los distintos elementos.

*Cantera.* — Está situada aguas arriba de la cerrada en la margen derecha y a la cota 1 170, es decir, unos 180 m. por encima de la coronación de la presa. La roca

es caliza con vetas de calcita, muy compacta y densa (2,55 Tn./m.<sup>3</sup>), en estratos de buzamiento casi vertical.

La explotación se realiza por bancos, de altura comprendida entre 10 y 15 m. unidos mediante rampas. Los barrenos se perforan desde el piso superior, con inclinación

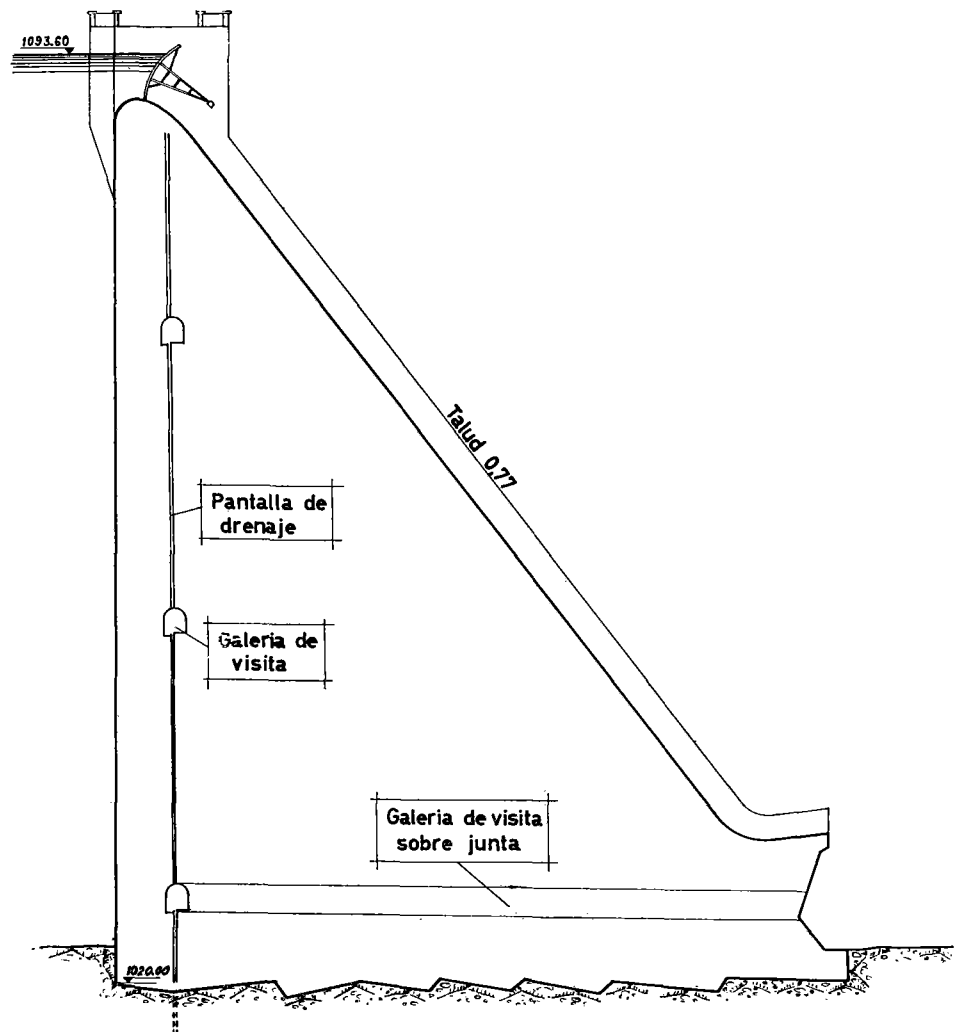


Figura 1.<sup>a</sup>

de 1/4 respecto a la vertical, distribuidos en planta al tresbolillo con separación de 3,50 metros.

Resulta 0,14 m. de barrenado por metro cúbico de producto extraído, y un consumo de explosivo de 120 gramos por tonelada métrica de roca.

La perforación se realiza con una perforadora Atlas Copco BVB-23, sobre vagón, con un rendimiento de 60 m. l. en ocho horas, auxiliada por 2 martillos Atlas Copco RH-656.

El aire comprimido es proporcionado por un compresor estacionario Ingersoll-Rand de 200 CV., con tubería de 5" de 350 metros lineales.

Fig. 1.<sup>a</sup> — Presa de Porma. Sección tipo.  
Sketch No. 1. — Porma dam. Typical section.

- 2 MACHAQUEO PRIMARIO
- 3 SILO TODO-UNO
- 4 ESTACION COMPRESORES
- 5 ESTACION MACHAQUEO SECUNDARIO
- 6 SILOS ARIDOSCLASIFICADOS
- 7 SILO DE CEMENTO
- 8 DEPOSITO DE AGUA
- 9 CENTRAL DE HORMIGONADO C-90
- 10 BLONDIN 2 TORRES MOVILES
- 11 ESTACION COMPRESORES
- 12 POBLADO OBRERO
- 13 TALLERES Y OFICINAS
- 14 VARIANTE DE LA CARRETERA DE BOÑAR A CAMPO DE C.
- 15 CARRETERA ACTUAL DE BOÑAR A CAMPO DE CASO
- 16 PRESA DEL PORMA

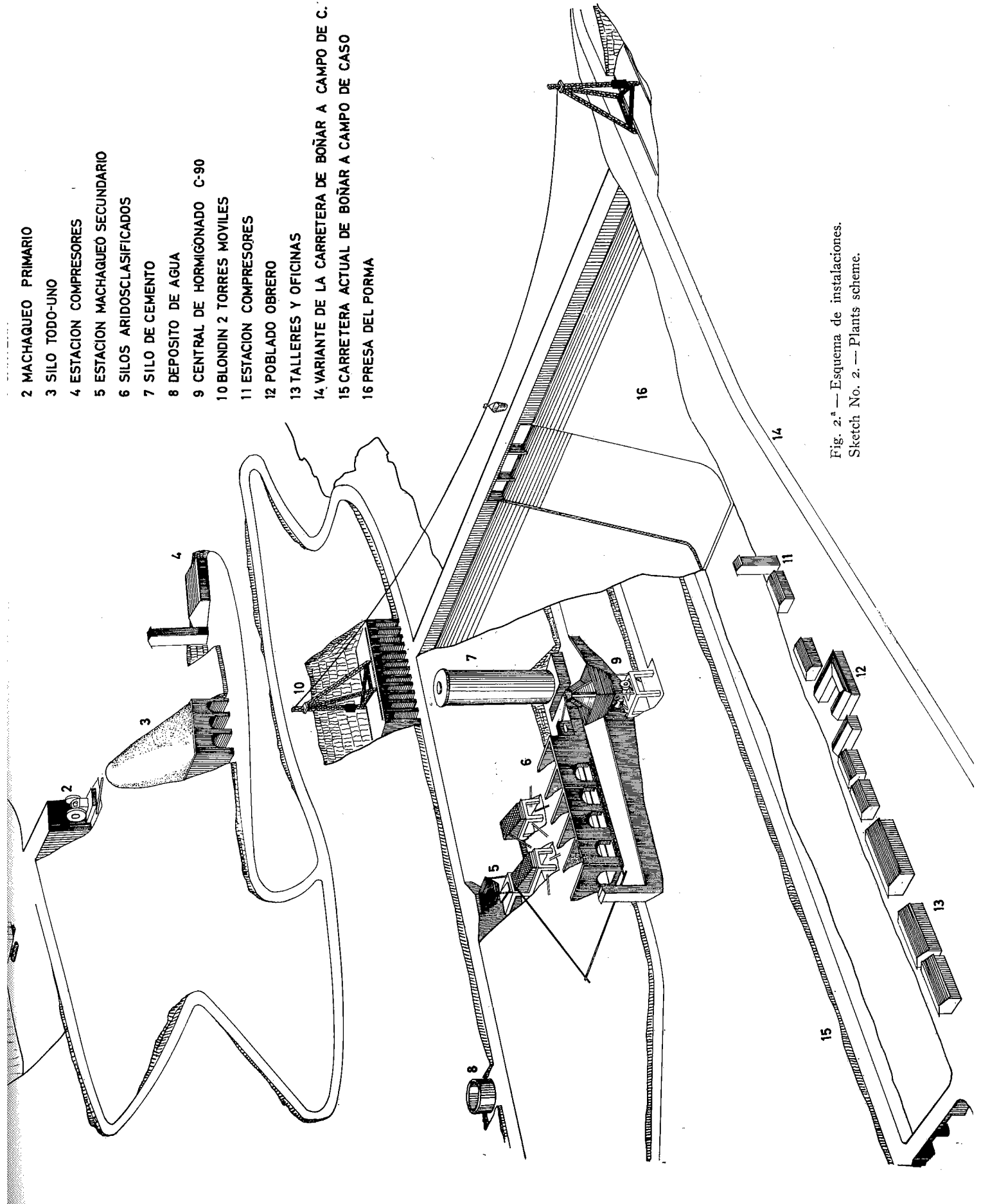


Fig. 2.<sup>a</sup> — Esquema de instalaciones.  
 Sketch No. 2. — Plants scheme.

Los productos de la voladura son cargados con dos palas sobre orugas Sogemat de 1 m.<sup>3</sup> de anchura, y transportados a la tolva de machaqueo primario mediante 2 dumpers de 4 m.<sup>3</sup>.

*Machaqueo primario.* — Está situado en las proximidades de la cantera, y consta de un alimentador de orugas de 900 mm. de ancho de banda y una machacadora de



Foto núm. 2.

mandíbulas de 24" × 36", accionada con motor de 150 CV., de simple efecto y capaz de alcanzar un rendimiento de 100 Tm./hora con una abertura máxima de 150 mm.

En la cascada de vertido de esta machacadora al silo primario, se intercala una criba vibrante para eliminar la arcilla que se presenta a veces entre los estratos de caliza.

El silo primario, constituido por el cono parcial de vertido sobre la ladera, tiene un volumen aproximado de 3 000 m.<sup>3</sup>, y en su base se han dispuesto 3 túneles con dos alimentadoras cada uno para cargar los camiones que transportan el material a la

Foto núm. 2. — Clasificación y machaqueo secundario.  
Photograph No. 2. — Screening and secondary crushing plants.

estación de clasificación y machaqueo secundario, distante 1 Km. y a cota ligeramente inferior. **23**

La potencia instalada en el complejo cantera-machaqueo primario es de 400 KVA. Está situado en la margen derecha, inmediatamente aguas abajo de la presa.

*Clasificación y machaqueo secundario.*— El material todo uno, procedente del silo primario, es descargado en una tolva de 13 m.<sup>3</sup> de capacidad, de donde mediante un alimentador de fondo móvil y dos cribas vibrantes Cei-Babitless C-666, de dos bandejas cada una, se separan los cuatro tamaños de áridos que se utilizan en el hormigón: 0/4 mm., 4/10 mm., 10/40 mm., 40/120 mm., y un rechazo superior a 120 milímetros.

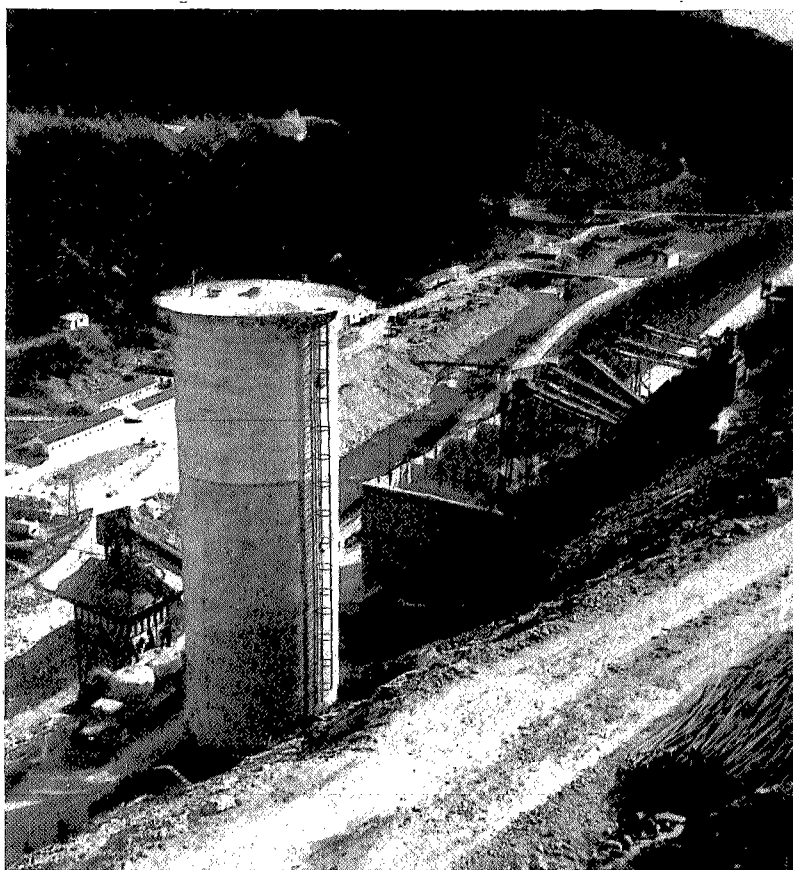


Foto núm. 3.

Debajo del silo de material de rechazo se dispone una machacadora de 20" × 20" accionada por motor de 60 CV.; debajo del silo de la grava hay otra machacadora de 10" × 15", servida por motor de 35 CV., y bajo el silo de gravilla dos molinos arenos; uno, giratorio, y otro, de martillos accionados por motores de 40 CV.

Finalmente, la arena gruesa puede corregirse mediante un molino de martillos para producción de arena fina.

Foto núm. 3.— Silo de cemento, silo de árido y central de hormigonado.  
Photograph No. 3.— Cement silo, aggregates silo and mixing plant.

La clasificación y reciclaje se realiza mediante cintas transportadoras de 500 milímetros de anchura de banda.

Bajo los silos discurre una cinta colectora que alimenta la central de hormigonado.

*Cemento.* — El cemento se transporta a granel desde fábrica en containers de



Foto núm. 4.

ferrocarril, descargándose neumáticamente en un silo metálico en la estación de Boñas, a 8 Km. de la presa.

Desde este silo y mediante container sobre camión se transporta al silo de obra, cilíndrico, de 1 200 Tm. de capacidad y situado junto a la central de hormigonado.

*Central de hormigonado.* — Está situada a una cota intermedia que corresponde aproximadamente al centro de gravedad del volumen de hormigón a colocar. Es una central Fourray C-90 con dos hormigoneras de 1,6 m.<sup>3</sup> de capacidad cada una, de dosificación ponderal y accionamiento semi-automático.

*Transporte del hormigón.* — El hormigón fabricado en la central se descarga en baldes de 2 m.<sup>3</sup>, que son transportados sobre mesilla por vía *standard* hasta el lugar de carga del cable grúa cuyas características son: 2 bases móviles, 300 m. de luz 108

Foto núm. 4. — Cimentación de la presa y canal del desvío del río.  
Photograph No. 4. — Dam foundation and diversion channel.



metros de altura de elevación y 6 Tm. de carga en gancho, dominando todo el macizo de la presa.

La potencia instalada para el complejo machaqueo secundario-clasificación-central de hormigonado, es de 350 KVA.

*Colocación del hormigón.* — El hormigonado se realiza por macizos de  $15 \times 15$  metros con altura del orden de 1,50 m., colocándose el hormigón con el blondín y extendiéndose después con un pequeño bulldozer de 20 CV.

El vibrado se realiza mediante vibradores neumáticos de 10 000 r. p. m.

La superficie del hormigón queda con una pendiente del orden del 6 por 100.

En los macizos del paramento se materializa en el hormigón de cada tongada un retallo paralelo al eje de la presa para mejorar la impermeabilidad de esas juntas de trabajo.

El tratamiento de juntas de trabajo es el usual de limpieza con chorro de aire y agua a presión y empleo de una primera capa de mortero u hormigón sin grava.

El rendimiento de hormigonado es de  $50 \text{ m.}^3/\text{hora}$ .

*Características de los hormigones y controles de calidad.* — Las dosificaciones de cemento en los hormigones oscilan de 175 a 300 Kg., y la composición granulométrica de áridos a la que se llegó, partiendo de las normas del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, es la siguiente:

Grava (40-120) „.....	717 Kg.
Gravilla (10-40 mm.) .....	515 »
Arena gruesa (4-10 mm.) .....	291 »
Arena fina (0-4 mm.) .....	464 »

Con hormigones de  $300 \text{ Kg./m.}^3$  de cemento, la relación agua-cemento es de 0,55, resultando un asiento de 15 mm. en el límite entre consistencia seca y plástica.

Respecto a calidad del cemento se controla en obra la temperatura, finura de molido, principio y fin de fraguado y estabilidad de volumen, así como resistencias a compresión y tracción de probetas.

De la arena se determina diariamente el contenido de arcilla y finos pulverulentos y el por ciento de humedad, empleando para este ensayo el cómodo y eficaz medidor Ashwort fundado en la reacción del carburo con la humedad.

Se confeccionan diariamente doce probetas cúbicas de  $20 \times 20$  para determinar densidad, absorción y resistencia a compresión del hormigón a diferentes edades. Hasta la fecha, comienzos del hormigonado, la dispersión en los resultados de resistencias es del 12 por 100.

*Equipo técnico.* — Por parte de la empresa constructora, Compañía de los Ferrocarriles de Medina a Zamora y de Orense a Vigo (M.Z.O.V.), la dirección de los trabajos ha corrido a cargo del Ingeniero de Caminos D. Juan Benet, y el Ayudante de Obras Públicas D. Antonio Sánchez, y la Administración, aparte del Ingeniero que suscribe este artículo, tiene un equipo constituido por los Ayudantes de Obras Públicas, D. Gonzalo Sánchez Albarrán, D. José Antonio de la Concha y el Perito de Minas, D. Aurelio Barbé.