

EL COMPORTAMIENTO DE LA PRESA DE MATALAVILLA

Por JOSE MARIA SANCHEZ LASTRA

Doctor Ingeniero de C., C. y P.

6

La presa de Matalavilla, bóveda de doble curvatura, de 100 m de altura, situada en el río Valseco, afluente del Sil, en la provincia de León, embalsa el agua transvasada del río Sil y la propia del río. Es propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad, S. A.

Características:

Superficie de la cuenca	63 Km ²
Precipitación media anual	1.220 mm
Aportación media anual	54,35 × 10 ⁶ m ³
Máx. avenida conocida (1959).	40 m ³
Máxima avenida teórica	250 m ³
Volumen total de embalse	65 × 10 ⁶ m ³
Cota máxima (con sobreelevación)	961,00 m.s.n.m.
Cota máxima de explotación.	959,50 m.s.n.m.

Presa bóveda de doble curvatura:

Altura máx. sobre cimientos ...	115 m
Altura máx. sobre el cauce ...	93 m
Longitud de coronación	240 m
Ancho en origen ménsula	21,80 m
Ancho de coronación	2,27 m
Aliviadero lateral de dos vanos con caudal máximo	252 m ³ /seg.
Desagüe de fondo doble de 1,20 m de diámetro con caudal total	89 m ³ /seg.
Desagüe de medio fondo por la tubería forzada de la central.	60 m ³ /seg.

GENERALIDADES GEOMORFOLOGICAS

En la zona de la presa predominan los terrenos silúricos, constituidos por cuarcitas con algunos paquetes esquistosos.

Dentro de esta masa bastante uniforme existe una banda más cuarcitosa en la que se ubica la cerrada. Esta banda corre en dirección ONO.-ESE., rumbo general de la zona, y tiene unos 1.500 m de espesor.

Lo estratos silúricos buzan, en general, hacia el SO. pero con valores muy próximos a la vertical. Su rumbo es constante salvo en zonas asociadas a las fracturas, donde sufren ligeras variaciones.

La erosión que modeló esta zona es típicamente glaciaria, con valles en V y fondo plano por el relleno morrénico. Los depósitos cuaternarios que rellenan el valle de Valseco son de origen glaciario, aun cuando, retirado el glaciario, se haya producido un reajuste y nivelación con pequeño transporte fluvial, pero sin perder la característica de morrena de fondo. El espesor de estos acarrees puede ser muy importante y sin duda constituyen un inmenso embalse subterráneo.

El predominio de la erosión glaciaria está de acuerdo con el cauce subglaciario observado al construir la presa.

En la cerrada se dibujan unos potentes paquetes de cuarcitas, que acusan importantes esfuerzos de compresión y laminación. Las cuarcitas se presentan en paquetes de poca potencia con interestratificaciones esquistosas, concordantes en general y sin falla o fractura visible.

En ambas laderas existen pedregales que son morrenas laterales enmascaradas por una capa de derrubios, que localmente pueden dominar.

COMPORTAMIENTO GEOLOGICO DE LA CIMENTACION

Con objeto de definir, entre otros puntos, las características de la roca necesarias para el cálculo de cimientos, se hizo un reconocimiento por el método de prospección sísmica y de ahí deducir el espesor de la zona decomprimida, así como el módulo elástico de la roca en el emplazamiento de la presa proyectada.

Para ello se midieron en cuatro perfiles longitudinales al río, dos en cada margen, y de modo que siguiesen sensiblemente las cotas 900 y 940. El cauce se encuentra en la cota 860, aproximadamente.

A) Ladera izquierda:

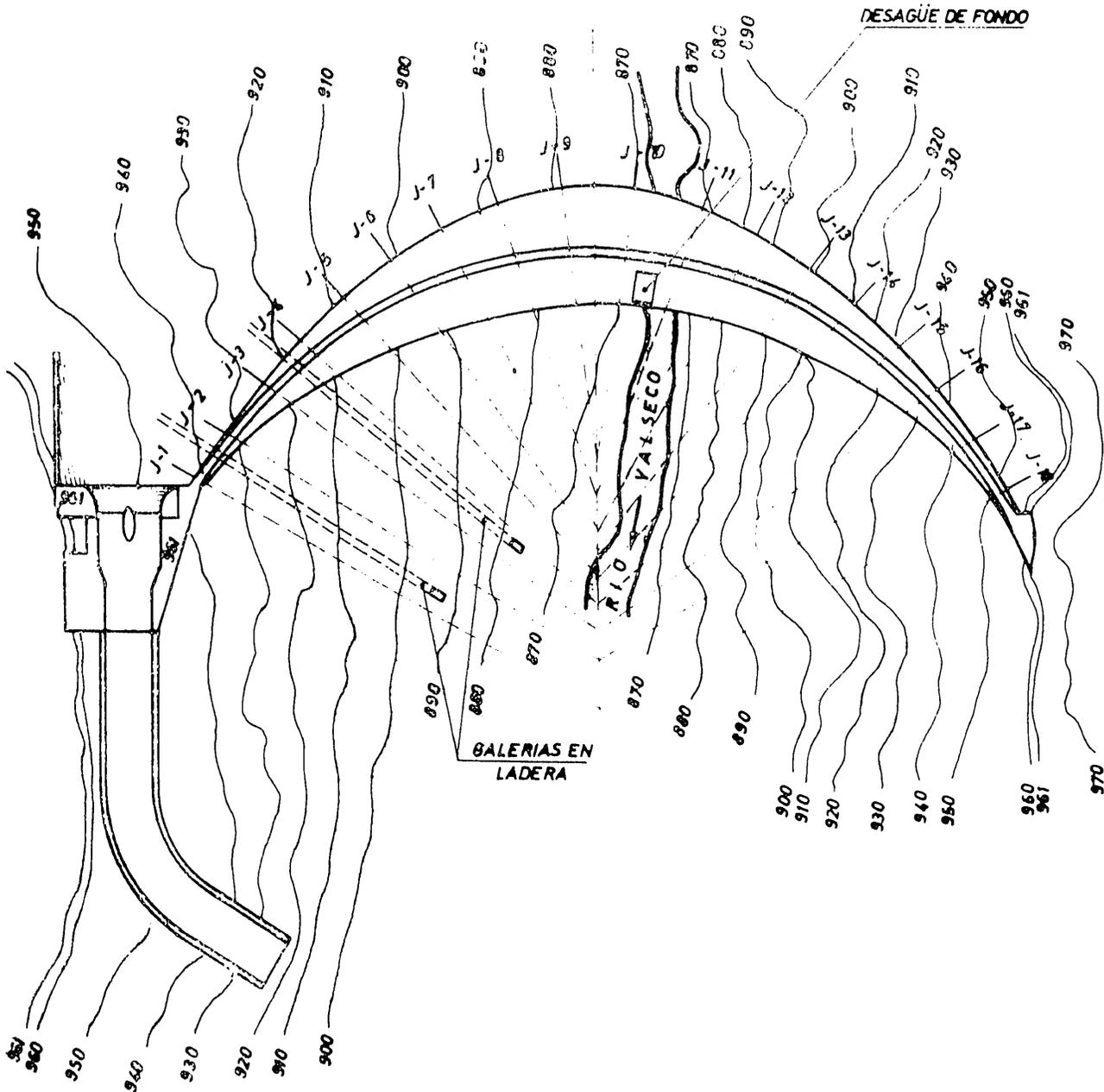
a) Cota 900:

Espesor zona decomprimida	8 m
Módulo elástico de la misma	50-100 Tm/m ²
Módulo elástico en profundidad ...	300-400 Tm/m ²

b) Cota 940:

Espesor zona decomprimida	7,5 m
Módulo elástico de la misma	50-100 Tm/m ²
Módulo elástico en profundidad ...	280-350 Tm/m ²

PLANTA GENERAL



B) Ladera derecha:

a) Cota 900:

Espesor zona decomprimida	6 m
Módulo elástico de la misma	50-100 Tm/m ²
Módulo elástico en profundidad ...	300-500 Tm/m ²

b) Cota 940:

Espesor zona decomprimida	6 m
Módulo elástico de la misma	70-150 Tm/m ²
Módulo elástico en profundidad ...	200-350 Tm/m ²

Resultados obtenidos efectuados los trabajos de medición normalmente a la estratificación.

Como se observa en ellos el espesor de la zona decomprimida es normal en este tipo de rocas que se encuentran en superficies y secularmente sometidas a los efectos de la meteorización que profundiza por el diaclasado. Sin embargo, podría ser mayor y no lo es por el efecto de la estratificación vertical y gran potencia de la misma, que mantiene los paquetes de la roca en compresión permanente.

Los módulos elásticos de esta zona superficial no son menores que muchos otros terrenos que sustentan

presas, pero el tipo de bóveda, que transmite más altas presiones, y el régimen hiperestático del mismo, más sensible a los asentamientos diferenciales, obliga a una corrección de esta zona que los eleve con el objeto principal de asegurar sólo diferencias mínimas.

No se olvide que el módulo, variable de 50 a 100 toneladas/m², en superficie puede actuar con un valor en cada ladera cuya diferencia representa un porcentaje alto.

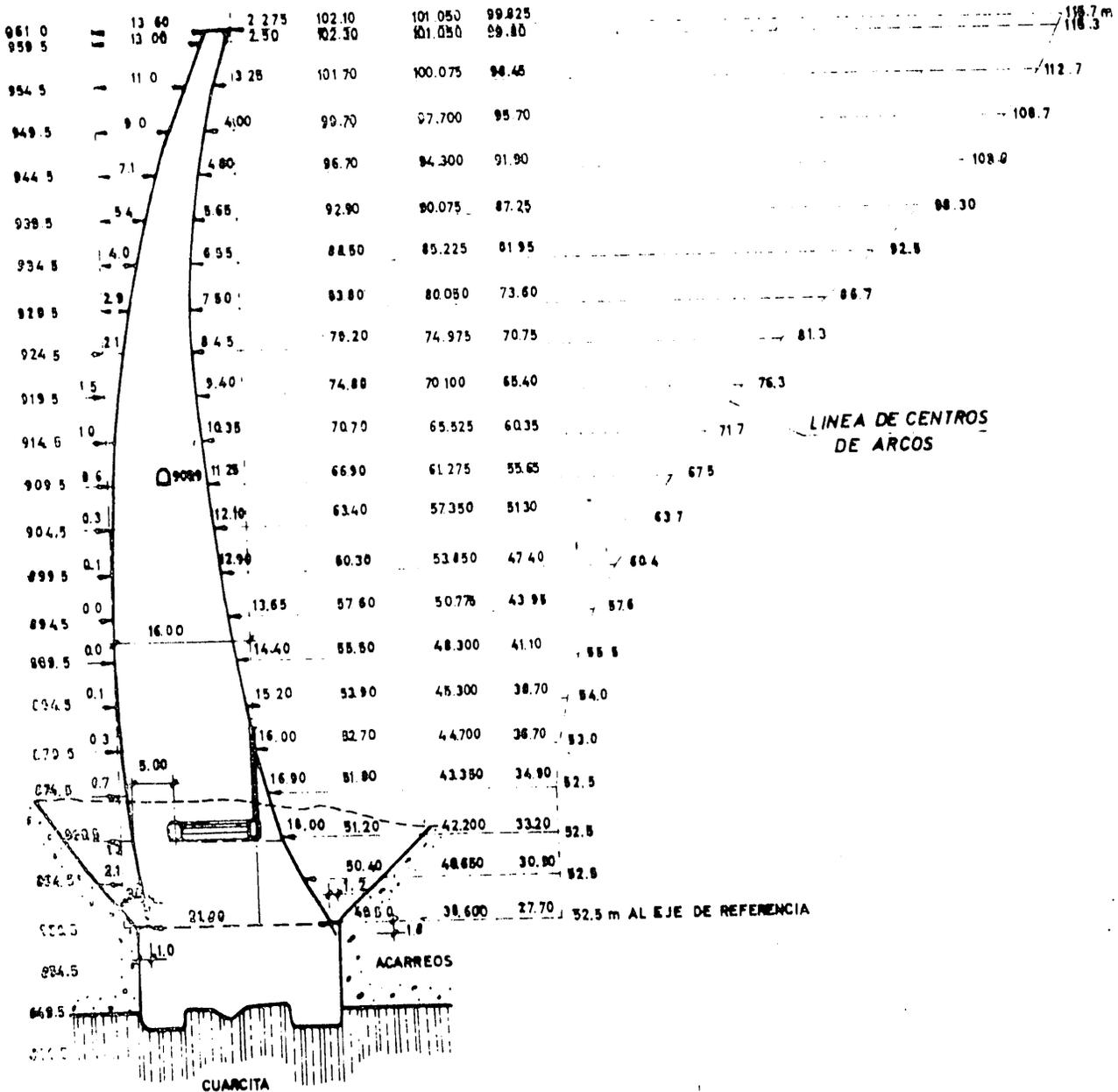
Esta zona superficial, además, tiene las juntas y diaclasas más abiertas y limpias y en contacto directo con las aguas del embalse.

Los módulos elásticos de la misma roca hacia el interior aumentan rápidamente y se mantienen entre las 200 y 500 Tm/m². Estos valores se pueden considerar altos y por encima de la media de los módulos medidos en los mejores terrenos.

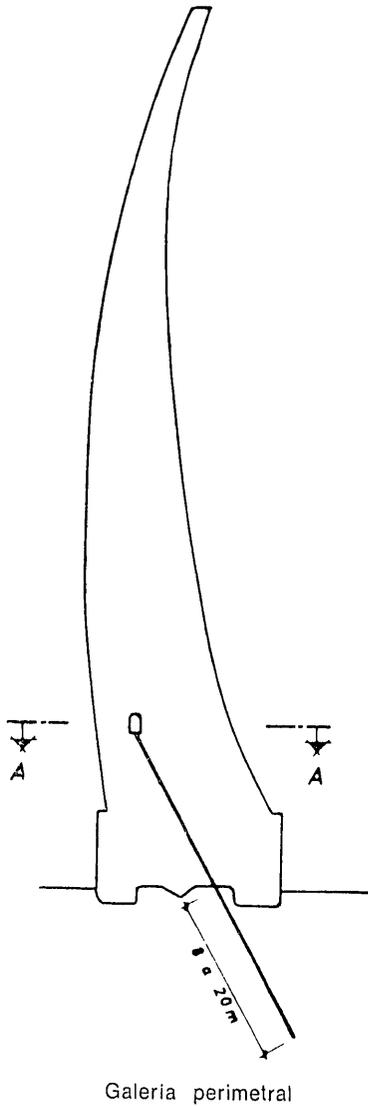
Como el hormigón debe alcanzar un módulo de elasticidad del orden de las 260 Tm/m² se consideran estos resultados muy satisfactorios, ya que los módulos son bastante y semejantes.

Estos mismos coeficientes se repitieron en las medidas efectuadas a lo largo de la galería formada, de

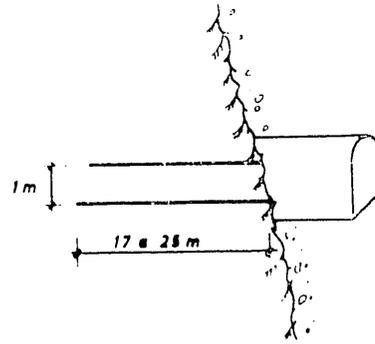
MENSULA CENTRAL



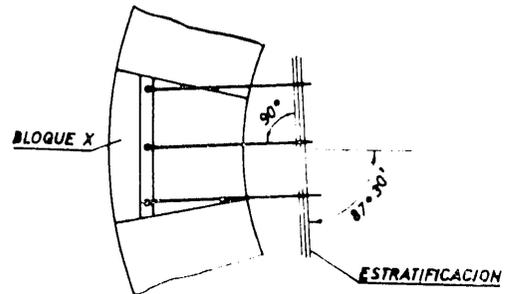
PANTALLA DE DRENAJE



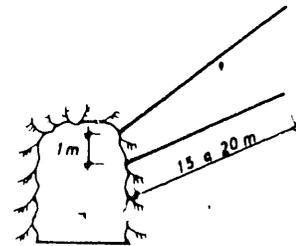
Galería perimetral



Galería en estribos



Sección A-A



Galerías reconocimiento ladera

este salto número 3, en su período de excavación. En cambio, y como era de esperar, la zona de decompresión no alcanzó más que los 2 m escasos de profundidad y sólo a los 600 m de la boca de entrada aumentó a 3 m, que resultaron excesivos para el diámetro de la excavación y fue necesario entibar.

Se menciona someramente la importancia cada vez mayor que es necesario conceder a las teorías de la plasticidad aplicada a las cimentaciones en roca.

Está demostrado experimentalmente que, rara vez, las rocas en los cimientos se comportan como sólidos elásticos, presentando con frecuencia asientos debidos a las cargas cada vez mayores.

Estos asientos acusan roturas por deslizamiento, donde no son indiferentes los planos de estratificación y de fisuración existentes aun en las rocas más sanas.

Cualquiera de ellas conserva una cierta cohesión y un ángulo de rozamiento interno, este último variable principalmente con la presión intersticial de su contenido en agua.

En estas dos características fundamentales se apoyan los estudios que definen el equilibrio plástico, dados por Prandtl, y donde se originan los de otros autores, para aplicar a las fundaciones con cargas inclinadas que se adaptan al cálculo de la capacidad de un terreno sometido al esfuerzo inclinado que le transmiten las presas del tipo tratado.

La profundidad y amplitud de la superficie de deslizamiento teórica, asimilable a curva logarítmica por Prandtl, sirve para conocer la zona a tratar. Estos tratamientos de consolidación y anclaje, en los casos que son necesarios, vienen dimensionados por las dos características

fundamentales disponibles en el desplazamiento y que antes se han citado.

Otro punto interesante se observa en la planta de la presa y el ángulo que forma con la dirección de los estratos. Estos cortan al eje de la obra, poco más o menos, a 70°, de modo que el estribo izquierdo se apoya sobre ellos sensiblemente normal; el derecho, y en las dovelas altas, lo hace con unos 30° de inclinación con respecto a la dirección de los bancos.

Se acusa esta disimetría con objeto de afirmar en todas las variables que intervienen en este problema de cimentación, pues puede considerarse muy difícil de disponer, en los dos estribos, de un emplazamiento de roca sana y resistente, estratificación adecuada a los empujes y simetría de los mismos. En este caso, se poseen íntegramente las dos primeras condiciones y sólo en la tercera difiere algo la realidad, con efectos sobre la obra que valoramos de muy pequeñas y sólo, como antes se dijo, con objeto de analizar todas las variables. Esta disimetría parece compensada por la continuidad de estratos a lo largo del río y la sujeción de unos con otros.

Esta razón de orden secundario junto con las primeras basadas en la zona de decompresión, por sus diferencias de asiento de una margen a otra y por su más alta permeabilidad, permiten recomendar el tratamiento con inyecciones de cemento de esta zona, para establecer la cooperación entre la obra y las resistencias profundas a través de la intermedia corregida con inyección y aumentados sus módulos.

Se aumenta su cohesión, la superficie de apoyo y la impermeabilidad y, sobre todo, se iguala la resistencia específica de cada margen.

A estas obras de corrección e impermeabilización se añaden las galerías en laderas que controlan el comportamiento de las mismas, así como el efecto de esta cortina de inyecciones, y sirvan de base para cualquier tratamiento que resultase necesario con posterioridad.

COMPORTAMIENTO DURANTE LA PUESTA EN CARGA

Previo a la puesta en carga de la presa se instaló un sistema geodésico para la medida de los desplazamientos horizontales de la presa. Consta de un punto de referencia principal, situado en roca firme a 500 m aguas abajo, fuera de la influencia de presa y embalse; de veinticinco puntos testigos en el paramento de la presa, y de veinticinco puntos de seguridad o referencia situados en las laderas en las cercanías de la presa.

La observación goniométrica inicial se hizo en noviembre de 1965, con la presa vacía y sin terminar.

En marzo de 1966 se efectuó la segunda observación, igualmente con la presa vacía y sin terminar.

El movimiento señalado por los puntos testigos entre estas dos mediciones indica un desplazamiento hacia aguas abajo de unos 2 a 3 mm, que corresponden al mo-

vimiento normal producido por el mayor enfriamiento de la presa en la segunda lectura.

El primer llenado del embalse, iniciado en mayo de 1966, se hizo en dos etapas. La primera, que duró un mes, desde el cauce, cota 870, hasta la cota 887 en donde se mantuvo regulando con los desagües de fondo. Al no aparecer ninguna anomalía se cerraron los desagües y se siguió el llenado, con una puesta en carga lenta, llegando a final de junio a la cota 920, tope marcado para el primer llenado, al ser la cota del trasvase del Sil. En esa cota se mantuvo, trabajando la central de Las Ondinas hasta finales de julio, en que se inició el desembalse hasta la cota 900, esto es, cuatro metros por debajo de la toma de la central.

El comportamiento de la presa en este primer embalse parcial no presenta ninguna anomalía. El paramento de aguas abajo acusó fugas a través de alguna junta horizontal de hormigonado entre tongadas y de las juntas verticales rellenas con hormigón Prepakt en su unión con el hormigón de los bloques. Estas fugas son sólo rezumes y humedades con un caudal total de 2,5 litros por segundo. Aún no están inyectados los contactos de las juntas abiertas. La roca, visible en dos testeros de las galerías horizontales, no dio filtración alguna. Los contactos roca-presa y las laderas no dieron agua al exterior; en las galerías de la ladera derecha se aprecia un goteo reducido, sin particularidad alguna que exigiere tratamiento especial.

En la fecha de este primer embalse no estaba aún terminada la presa, puesto que en la mitad izquierda estaba el hormigón en la cota media de 950, restando 5.000 m³ de hormigón por colocar.

En septiembre se hizo la tercera observación goniométrica, en el primer desembalse, cota 900, esto es, 11 metros por debajo del mínimo nivel de explotación. La presa, a pesar de tener 30 m de carga de agua, ha tenido una tendencia hacia aguas arriba apareciendo los mayores desplazamientos en la ménsula central, 8 mm máximo en coronación, disminuyendo de arriba a abajo en la forma correcta. El movimiento fue normal, puesto que la mayor temperatura ambiental tiene mayor influencia en este tipo de presas que la carga hidrostática, por lo que tiende hacia aguas arriba.

El segundo llenado parcial del embalse se inicia en noviembre, llegando a fin de año a la segunda cota tope la 934, unos 15 m más que en el anterior.

No se apreció tampoco ninguna anomalía en el comportamiento de la presa y laderas. Únicamente aparecieron las mismas filtraciones reducidas y humedades en alguna junta horizontal de hormigonado y en las verticales de las juntas abiertas, que se siguen sin inyectar.

La filtración total aforada en la galería perimetral ha sido de 0,72 l/seg., y en las dos galerías de la ladera, 0,06 y 0,11 l/seg. Los contactos presa-roca y las laderas no dieron agua.

Durante todo el año 1967 y hasta final de 1968 se mantuvo el embalse entre las cotas anteriores sin sobre-

En el gráfico adjunto se figura la evolución de las presiones desde el origen de la explotación hasta la fecha actual, obtenidas en el conducto de drenaje coincidente con el eje de la presa. Se observará la mínima dispersión de las presiones a igual altura de embalse, de menos de 1 Kg/cm².

Una variación del embalse desde la cota 910 a la 960, supone un aumento de la subpresión, en la cota 870, de 1,5 a 5,5 Kg/cm². Las pérdidas de carga entre el embalse y las subpresiones varían entre 2,5 Kg/cm² para cotas bajas y 3,5 Kg/cm² para cotas altas, lo que supone de un 50 a un 40 por 100 de la presión total.

Las subpresiones dadas por los otros drenajes siguen similares leyes.

ALIVIADERO Y DESAGÜES

El aliviadero de superficie no ha funcionado nunca, puesto que al tener el río Valseco una cuenca propia de sólo 63 Km² no ha dado lugar a ningún vertido. El agua trasvasada del Sil tampoco puede producir vertidos, puesto que su trasvase es controlado y además con el embalse a la cota del aliviadero, tiene sólo una capacidad de 15 m³/seg. como máximo. Sólo ha funcionado en pruebas con resultado satisfactorio.

Los dos conductos del desagüe de fondo solamente se han maniobrado durante la explotación una vez cada dos años, con el único fin de comprobarles y de desatarquinamiento. El funcionamiento de las válvulas de chorro hueco, Howel-Bunger, ha sido perfecto, consiguiéndose cerrar totalmente sin dificultad.