

Presa de El Atazar

Tratamiento de fisuras del paramento de aguas arriba

Por RODOLFO URBISTONDO ECHEVARRIA

Director General del Canal de Isabel II

LUIS YGES GOMEZ

Jefe de la División de Presas y Canales del Canal de Isabel II

En la presa de El Atazar, en febrero de 1978, se produjo una avería, describiéndose a continuación dicha avería, así como su reparación.

1. INTRODUCCION

La presa de El Atazar está situada en el tramo inferior del río Lozoya y muy próxima a la confluencia de éste con el Jarama. Es la última de las presas de embalse actualmente en servicio en el río Lozoya y la última de las construidas para regular totalmente las aguas de aquel río con destino al abastecimiento de Madrid.

Aun cuando resulta posible el aprovechamiento hidroeléctrico de la energía derivada por los canales de conducción, la finalidad única de la presa de El Atazar es la regulación de las aguas para el abastecimiento de Madrid y provincia. La presa crea el quinto de los embalses de regulación en el río Lozoya; aguas arriba se encuentran los embalses de Villar, Puentes viejas, Riosequillo y Pinilla. Con su capacidad de embalse de 426.000.000 de metros cúbicos, ocupa el primer lugar de los dispositivos de regulación del Canal de Isabel II, que en ocho grandes embalses dispone de una capacidad conjunta de 800.000.000 de metros cúbicos, de los que más del 50 por 100 corresponden al embalse creado por la presa de El Atazar. Es una presa deveda-gruesa, de doble curvatura, con altura sobre cimientos de 134 metros, cimentada sobre pizarras silúricas atravesadas por tres sistemas de diaclasas, de los que dos son paralelos a las laderas y el tercero normal al río. La superficie del agua a la cota máxima nivel ordinario es de 1.000 Ha. y el plano del agua para máximo embalse normal está situado a cota 870 sobre el nivel del mar.

Los recursos regulados totales del río Lozoya son 10,5 m³/seg. de un total de 26 m³/seg. de recursos regulados disponibles para abastecimiento de agua de Madrid y su entorno. Ello da una idea de la importancia que para el normal funciona-

miento del abastecimiento ha adquirido la presa de El Atazar, habida cuenta de que desde hace más de seis años el consumo medio anual bruto del abastecimiento de agua superó 450.000.000 m³ anuales.

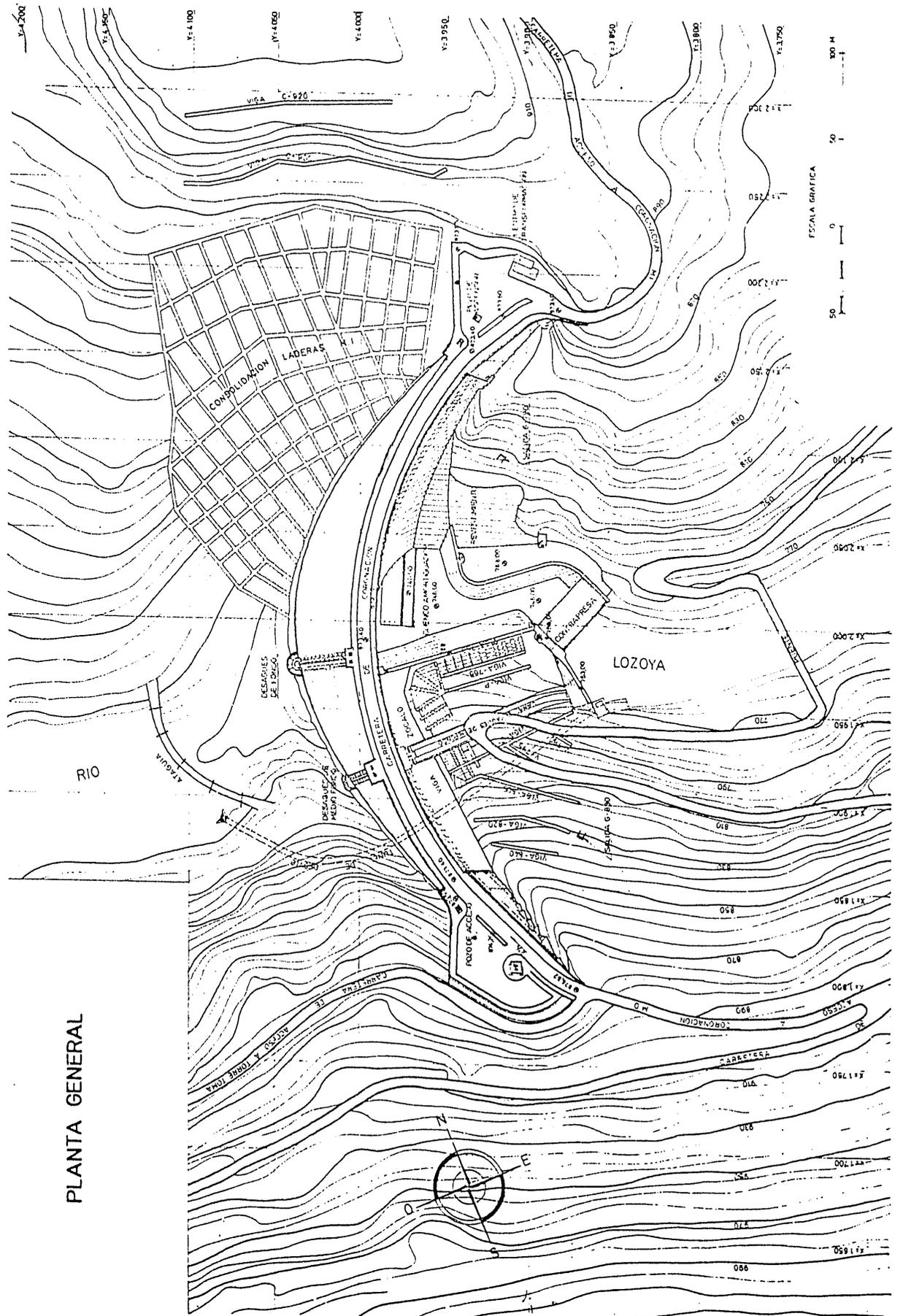
Comenzó la construcción de la presa en el año 1968 y el hormigonado en el mes de abril. Terminó prácticamente cuatro años más tarde, aunque el primer embalse parcial comenzó a finales de 1970, después de cerrado el túnel de desvío. En marzo de 1971 el embalse alcanzó la cota 824, en la que se mantuvo hasta el 31 de enero de 1972, en que se reanudó el rellenado, que alcanzó la cota 860 en abril del mismo año.

Hasta esa fase de llenado el comportamiento de la presa apareció como absolutamente normal, mientras que, al alcanzar la superficie de agua cotas sucesivas entre la 824 y la 860, comenzó a acusarse una asimetría del comportamiento, con movimientos más acusados en los bloques de la margen izquierda respecto de los de la margen derecha. El resultado era previsible a la vista de los informes geológicos, reconocimientos geofísicos y geotécnicos y tratamiento de las diaclasas de cimentación previos a la iniciación de las obras.

Entre los meses de enero y febrero de 1972, y coincidiendo con la elevación del nivel del agua mencionado, se abrió una fisura en la presa a la cota 770, que cortó el hastial de aguas arriba de la galería situada a esta cota en el bloque segundo de la margen derecha. La fisura se trató con inyecciones de cemento desde la galería, atravesando la fisura con taladros e inyecciones a través de éstos hasta dejarla completamente en seco.

Se detectó, además, una familia de fisuras altas entre las cotas 800 y 845, que indudablemente se habían producido antes de comenzar el embalse y la

PRESA DE EL ATAZAR



PLANTA GENERAL

PRESA DE EL ATAZAR

inyección de las juntas entre bloques a causa del desplome de las ménsulas que en aquellas condiciones originaba tracciones de 16 Kg/cm².

2. FUNCIONAMIENTO DE LA PRESA HASTA EL AÑO 1978

Desde abril de 1972 hasta diciembre de 1977 la presa ha funcionado normalmente y los movimientos registrados corresponden al efecto combinado de las variaciones térmicas y de las variaciones de carga hidrostática.

Desde septiembre de 1977 hasta mediados de febrero de 1978, prácticamente sin variación en el nivel del embalse, la presa llega por disminución de la temperatura ambiente a la deformación máxima hacia aguas abajo, otra vez con desplazamientos mayores en su parte izquierda como consecuencia de la mayor deformabilidad de la ladera izquierda, ya conocida, y de la rigidez introducida en la estructura por la gran viga zócalo que se consideró conveniente construir en el apoyo de la margen derecha; así lo muestra la comparación de lecturas entre péndulos (los impares son de la margen izquierda y los pares de la derecha) a la cota de lectura 865, con el nivel de embalse 858, el 28 de abril de 1972 y 865 el 17 de enero de 1978.

Cota Lectura Péndulos 865	28-4-72	17-1-78	Diferencia cm.
	C. Embalse 858 cm.	C. Embalse 865 cm.	
Péndulo 1	2,87	5,37	2,50
Péndulo 2	2,00	4,12	2,12
Péndulo 3	2,00	4,12	2,12
Péndulo 4	1,80	2,87	1,07
Péndulo 5	0,60	1,45	0,85
Péndulo 6	0,37	0,88	0,51

La deformación de origen térmico entre septiembre de 1977 y final de enero de 1978, antes mencionada, aparece así reflejada en las lecturas de los péndulos:

Cota Lectura Péndulos 865	20-9-77	15-2-78
	Cota Embalse 867,5 T = 17° C	Cota Embalse 867,5 T = 2° C
Péndulo 1	4,00	5,60
Péndulo 2	2,87	4,50
Péndulo 3	2,98	4,25
Péndulo 4	2,05	3,08
Péndulo 5	1,05	1,58
Péndulo 6	0,47	0,98

3. ENERO Y FEBRERO DE 1978

Durante el mes de enero y primeros días de febrero de este año, el embalse estaba en el entorno de la cota 864 (máximo embalse, 870).

Casi todo el año 1977 la fisura existente en el bloque 2 empezó a dar algo de agua por los drenes pasantes que se dejaron atravesandola cuando se trató en el año 1972. A finales del año 1977 el caudal aforado en dichos drenes empezó a ser de cierta importancia, llegando a los 25 l/seg.

Las fuertes lluvias de aquellos días hacen subir el embalse desde la cota 864, que tenía el día 1 de febrero, la 868,72, el día 18 de este mes, y se mide una entrada de agua por la propia fisura y por los drenes de control de fisura del orden de los 150 l/seg. Se observa que la fisura en su intersección con la galería 770 se había extendido a los bloques 0-4 y 6.

Se procede inmediatamente a regular la cota de embalse mediante accionamiento de los desagües, reduciéndose paulatinamente la cota del agua hasta la 864,3, a cuya cota queda aparentemente estabilizado el proceso de extensión de la fisura.

4. SIGUIENTES ACTUACIONES

El comportamiento absolutamente normal del terreno de apoyo de la presa, tanto en cimientos como en laderas, permitió desechar desde el primer momento cualquier inquietud sobre la estabilidad de la estructura, especialmente una vez conseguida la aparente estabilización en la propagación de la fisura.

Se decidió entonces mantener el embalse a la cota 864 para conservar así 368 Hm³ de agua en el embalse de El Atazar, que suponían el 54 por 100 de la totalidad del agua embalsada por el Canal en aquel momento (687 Hm³). Esta medida suponía indudablemente dificultar y encarecer las operaciones de completo conocimiento y reparación de la avería, pero con ella se aumentaban muy considerablemente las posibilidades de producirse un período seco. El tiempo ha venido a confirmar el acierto de la solución adoptada, ya que de haberse vaciado El Atazar en febrero de 1978 hubiera sido prácticamente inevitable el establecimiento de restricciones durante el año 1981.

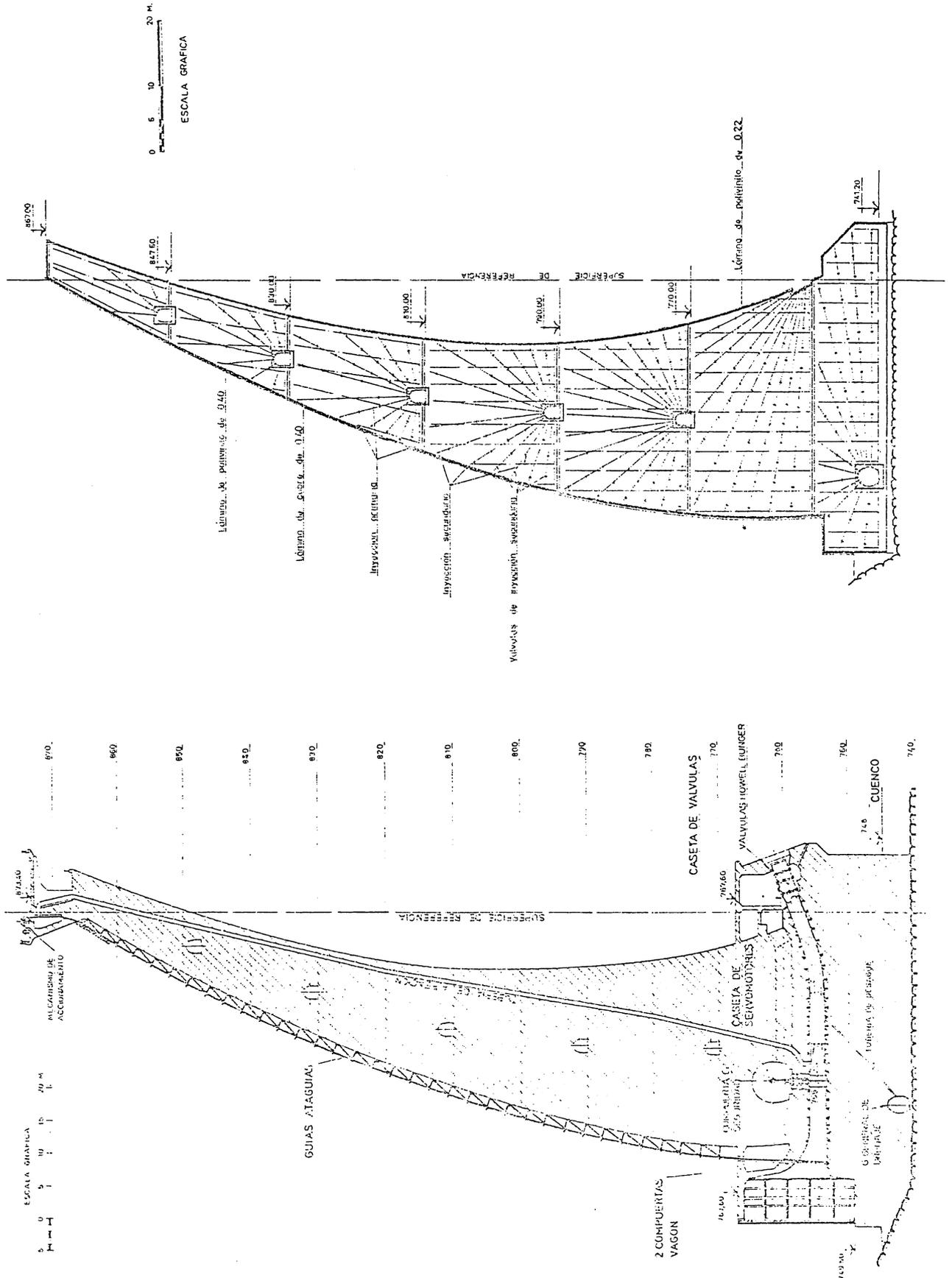
5. INVESTIGACION DE LAS DIMENSIONES DE LA FISURA

Desde principios de marzo se inició la investigación de las dimensiones de la fisura con taladros de

PERFIL POR DESAGÜE DE FONDO

SISTEMA DE INYECCION DE JUNTAS

PERFIL TIPO



gran longitud desde la G-790, cogiendo parte del cuerpo de presa que comprende desde la G-770 al embalse.

Como complemento de estos taladros descendentes se hicieron otros ascendentes desde la galería perimetral para cubrir la zona comprendida entre los taladros anteriores y la G-770.

Se realizaron uno o dos taladros por bloque entre los bloques siete y diez; se pudo así determinar que la fisura estaba comprendida entre los bloques cinco y ocho, ambos inclusive y definía una superficie semiplana y subhorizontal.

Simultáneamente, se realizaron taladros cortos con martillo y sonda desde la G-770, según dos perfiles por bloque en sentido transversal de la galería.

Esta investigación se hizo con más detalle en los bloques 2 y 4 desde la G758 por si existía un conjunto de fisuras aguas abajo que parecían manifestarse en la propia galería y en el péndulo existente en el B-4.

El conjunto de estos trabajos permitió concluir que la fisura principal (cota 770) afectaba al paramento de los bloques: 8, 6, 4, 2, 0, 1 y 3, y penetra en ellos en una profundidad variable (entre 1/3 y 3/4 de su espesor) con un desarrollo y superficie, estimados, del orden de 160 metros y 3.000 m², respectivamente.

Era probable que esta «fisura principal» estuviera acompañada de otras de menor importancia, paralelas a la anterior, que determinarían en algunos bloques no una fisura única, sino una «zona de fisuración».

Para conocer el espesor de la fisura se realizó una inyección con masilla EPOXI en el bloque 0 por uno de los taladros de investigación, y se extrajo un testigo mediante perforación de otro taladro junto a aquel. El resultado fue un testigo de hormigón con un espesor de fisura inyectada de 3 mm. Posteriormente se pudo observar la fisura en varios taladros que la cortaban introduciendo una cámara de televisión por dichos taladros.

PRUEBAS SISMICAS

Se realizaron estas pruebas para conocer la evolución de las características geotécnicas del cimientado en comparación con medidas análogas hechas anteriormente (años 1970 y 1972), así como para comprobar las características del hormigón.

Se llegó a las conclusiones siguientes:

- 1.º La calidad del macizo rocoso es bastante uniforme.
E roca en promedio es 70 por 100 E hormigón.
La diferencia de calidad entre roca y hormigón referidas a deformabilidad total incluyendo deformaciones anelásticas pueden alcanzar o superar el 50 por 100.
- 2.º La comparación con resultados anteriores acusa ligeras modificaciones locales de las características geotécnicas del macizo rocoso de apoyo.
 - Ligeró descenso de velocidad media en bloques extremos.
 - Ligeró descenso de celeridad media debajo de los bloques 4-2 y 9-11.
- 3.º El hormigón de presa presenta una elevada rigidez y gran uniformidad general.
El análisis de las variaciones de los módulos de elasticidad obtenidos a partir de las celeridades medias acusa un claro aumento de la celeridad en la parte central de la presa, que podría ser debido a una variación de la calidad del hormigón o más probablemente relacionarse con el estado tensional actual de la presa.

7. CALCULO DEL ESTADO TENSIONAL DE LA PRESA

Se poseía la garantía absoluta sobre los cálculos y estados tensionales del proyecto de la presa primitiva y parecía conveniente comprobar la modificación que la discontinuidad producida en la estructura por la fisura había podido provocar en el estado tensional de la presa.

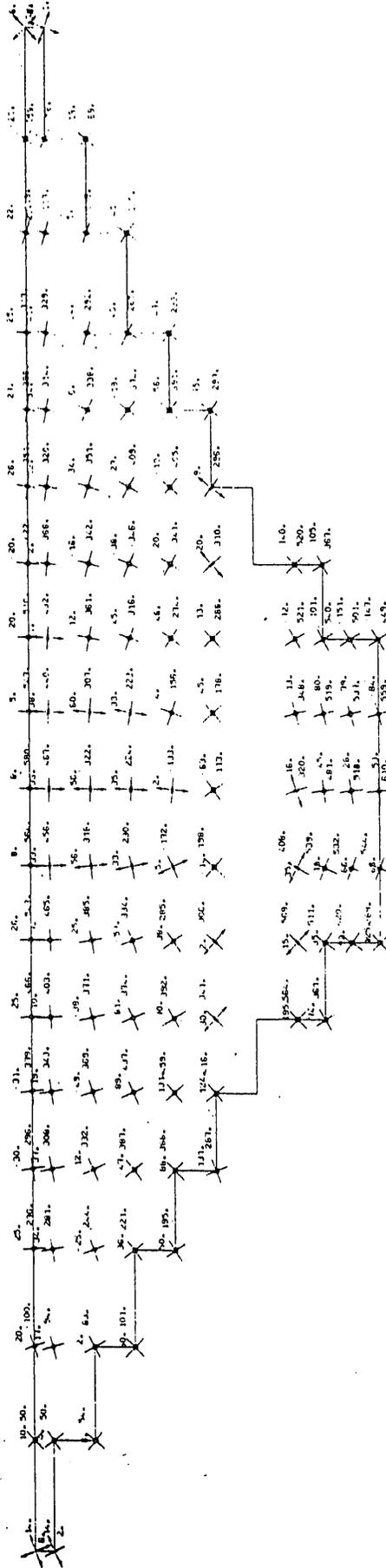
Un programa de elementos finitos permitió simular suficientemente la nueva morfología de la estructura y comparar los desplazamientos y tensiones con la estructura original, obteniéndose resultados perfectamente concordantes con la realidad observada. Las modificaciones del estado tensional de la estructura carecen de importancia desde el punto de vista de la seguridad y resultan prácticamente nulas si se eliminan las fuerzas de subpresión que actúan sobre la fisura.

8. TAPONAMIENTO DE LA FISURA DESDE AGUAS ARRIBA

Desde los primeros ensayos se puso de manifiesto la dificultad que, por otra parte, ya se conocía de

TITLE = PRESA DEL ATAZAR ° ESTADO ACTUAL
 SUBTITLE = P.°PROPIO + P.°HIDROST. (COTA 872) + SUBP.°GRIETA + TEMP.°HIP.°A)
 LABEL = AGUAS. ABAJO

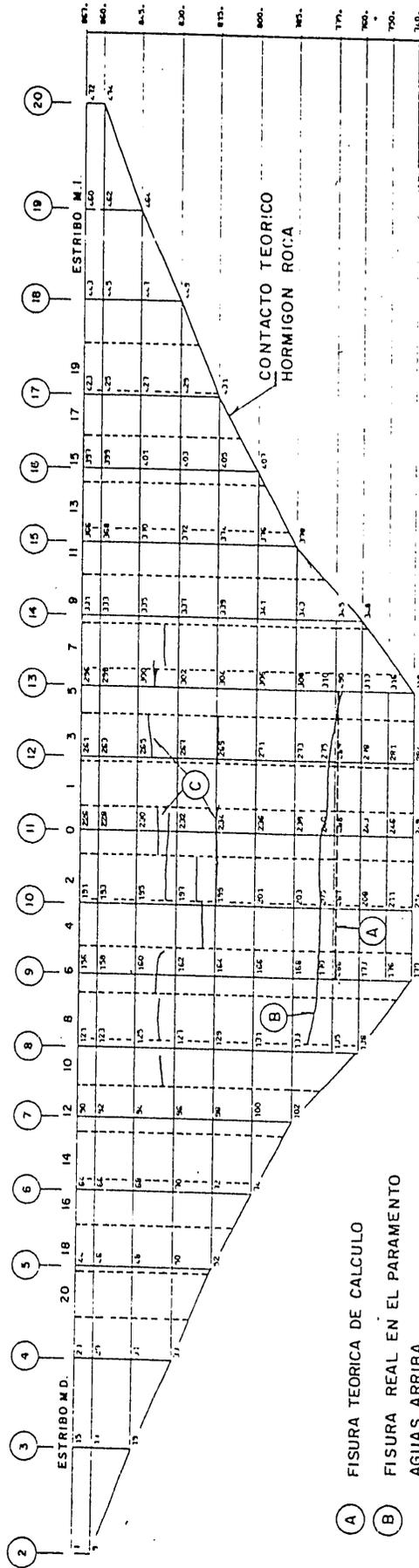
M D C M A



PRESA DE EL ATAZAR

TITLE = PRESA DEL ATAZAR
 SUBTITLE = MODELO DE ELEMENTOS FINITOS
 LABEL = AGUAS ARRIBA

M. DCHA.



- (A) FISURA TEORICA DE CALCULO
- (B) FISURA REAL EN EL PARAMENTO AGUAS ARRIBA
- (C) OTRAS FISURAS NO REPRESENTADAS EN EL CALCULO
- (10) SECCIONES DE CALCULO
- 12 BLOQUES DE CONSTRUCCION

antemano y que iba a suponer para la inyección y relleno de la fisura la entrada del agua a gran velocidad, más de 30 m/seg. por el labio del paramento de aguas arriba. Apareció como dificultad teórica y práctica adicional el hecho de que el agua alimentaba la fisura, además, a través de algunas de las juntas entre bloques, por encontrarse los elementos de estanqueidad de las juntas a 20 cm. de distancia del paramento. Para superar estas dificultades se consideró necesario taponar previamente las fisuras en el paramento de aguas arriba mediante cordones de base epoxi colocados por hombres-rana.

8.1. Descripción de estos trabajos

Se llegó al convencimiento de que era muy conveniente taponar las fisuras aguas arriba para poder realizar las inyecciones, por lo que se contrató un equipo de hombres-rana para la realización de este trabajo.

Las operaciones a realizar fueron tres:

- a) Inspección del paramento y localización de fisuras.
- b) Toma de datos de las fisuras para su representación gráfica con ayuda de fotografía submarina y circuito cerrado de televisión.
- c) Tratamiento de las fisuras mediante las operaciones siguientes:
 - Cepillado y limpieza de la superficie a tratar.
 - Apertura de labios de las fisuras si la succión existente era débil.
 - Taponado con resinas polimerizables bajo el agua en forma de masillas o de revestimientos, según el ancho de las fisuras.

La **dirección y control** de los trabajos se llevó a cabo desde la superficie, con auxilio del teléfono submarino, fotografías y circuito cerrado de televisión.

La misma razón de mejora de la garantía del abastecimiento que llevó a la decisión de no vaciar el embalse en el primer momento pasó a la hora de renunciar a un descenso parcial que al reducir la profundidad hubiera indudablemente facilitado los trabajos y abaratado los costes.

Se optó, por lo tanto, por trabajar a la profundidad que exigiera la cota del embalse, hasta un máximo de 100 metros.

Las **instalaciones** necesarias para inmersiones a profundidades superiores a los 55 m. eran muy completas. Entre las previstas cabía destacar:

- CAMPANA DE INMERSION presurizada, que sirviera de apoyo tanto en la ejecución de los trabajos como en la descompresión progresiva y controlada de los submarinistas al volver a la superficie.
- GRUA de grandes dimensiones que, situada en la coronación de la presa, salvara la curvatura del paramento y situara la campana junto a la zona de trabajo. Esta grúa debía ser capaz de operar como mínimo con una carga de 1 tm. a 30 m. de distancia del eje de la grúa.
- INSTALACION DE MEZCLA DE GASES, pues los submarinistas debían respirar una mezcla de helio, oxígeno y nitrógeno perfectamente controlada y dosificada en función de la profundidad de inmersión.
- CAMPANA DE DESCOMPRESION biplaza, para que en caso de accidente el médico encargado del control pudiera atender al buceador accidentado con las máximas garantías.
- CAMARAS DE TELEVISIÓN Y FOTOGRAFIA submarina, especialmente preparadas para profundidades de 100 m.
- TELEFONO SUBMARINO, FOCOS LUMINOSOS, etcétera.

Para la realización de los trabajos se contrataron los servicios de una compañía de gran experiencia en trabajos análogos y con personal muy especializado. El equipo de personal se componía de:

Un ingeniero, jefe de obra,
un médico, especializado en este campo,
un buceador, jefe de equipo,
cinco buceadores.

EL RENDIMIENTO, o sea, las horas de TRABAJO REAL EN INMERSION en jornada de ocho horas; en función de la profundidad, fue:

55 m	120 min/día
55-70 m	90 min/día
70-100 m	60 min/día

Las inmersiones serían de treinta minutos como máximo de TRABAJO REAL y de dos a tres horas de DESCOMPRESION, según la profundidad.

A partir de los datos obtenidos de las perforaciones sólo se pudo preparar un programa muy general para los trabajos subacuáticos, que fue adaptándose a las necesidades en función de las experiencias y resultados de las sucesivas inmersiones.

Se decidió, en líneas generales, comenzar por el bloque 0, y proseguir por los bloques pares hasta el

límite de la fisura por la margen derecha, para volver después al bloque 1 y continuar por los bloques impares hasta alcanzar el límite de la fisura por la margen izquierda. Desde las primeras inmersiones se intentó localizar y reparar en cada bloque la fisura a cota 770 m. detectada por la perforaciones, y antes de pasar al bloque siguiente se realizó una inspección total, en zig-zag, de toda la altura del bloque en cuestión para asegurarse de la inexistencia de otras fisuras en cotas más altas.

La localización de las fisuras fue una labor fácil y rápida, a pesar de la gran profundidad, y permitió establecer la existencia de todas las fisuras del paramento con gran precisión.

La gran succión y la baja temperatura del agua dificultaron la polimerización rápida y correcta de la resina empleada en el taponado de las fisuras, por lo que hubo de añadirse filástica a la masilla de taponamiento y cerrarse los drenes durante estas operaciones.

9. REPARACION DEFINITIVA

A la vista de las conclusiones derivadas del cálculo por elementos finitos y de las condiciones de inyección se decide que el material a inyectar en la fisura ha de reunir las siguientes características:

- No miscible con el agua existente en la fisura.
- Polimerizable a baja temperatura (la temperatura en las inmediaciones de la fisura osciló alrededor de los 7° C).
- Ser inyectable con relativa facilidad.
- Notable resistencia al envejecimiento.
- Tiempo de polimerización suficientemente largo como para que la operación de inyección pueda desarrollarse correctamente.
- Módulo elástico bastante menor que el del hormigón existente para permitir deformaciones compatibles con los movimientos de la presa.
- No tóxico ni en su manejo ni en los posibles residuos en el agua.

Especial atención se dedicó al análisis de la conveniencia de que el producto empleado pegara ambas superficies de la fisura, ya que podría darse la posibilidad de que en algún ciclo del llenado del embalse se presentaran tracciones en la fisura.

Aunque el producto empleado pega correctamente el hormigón, aún en presencia de agua, la calidad de este pegamento depende en gran manera de la limpieza de la superficie a pegar. Al no conocerse el estado de la fisura y presentar grandes dificultades en una operación de limpieza, no se pudo garantizar en

un principio que tal pegamiento pudiera ser efectuado correctamente.

Los resultados obtenidos han dado un pegamento de la superficie en su casi totalidad, consecuencia de encontrarse la mayor parte de la superficie de la fisura suficientemente limpia.

Comunicada toda la zona a inyectar, se esperaba tres días para permitir la polimerización (bastante lenta a causa de la baja temperatura) antes de ejecutar los taladros intermedios, con el fin de evitar que saliera la resina por estos nuevos taladros.

Estos tenían una doble función: primero, servir de control a la inyección realizada, pudiendo delimitar de esta forma las zonas tratadas con éxito, y segundo, servir de taladro de inyección en aquellas zonas donde los resultados no habían sido satisfactorios.

Esta alternativa de inyección y control se repitió cuantas veces fueron necesarias hasta lograr una calidad de testigo aceptable.

La presión máxima de inyección fue un tema ampliamente debatido. La razón fue la dificultad de medir de forma rápida y eficaz la presión alcanzada en la fisura durante la inyección.

En efecto, los manómetros instalados en bombas y bocas de taladro dan las presiones en estos puntos. Pero las pérdidas de carga en taladros de gran longitud (del orden de 20-28 m.) antes de llegar a la fisura son tan grandes (y más cuanto más espesa es la resina) que lógicamente esta medida tiene poca relación con la presión existente en fisura.

Es por lo que se admitió como norma que la medida de esta presión se efectuase en manómetros instalados en los taladros contiguos a los que se realizaba la inyección.

La variación de presión (inicial a final) en estos taladros no podía ser superior en ningún caso, a 5 Kg/cm².

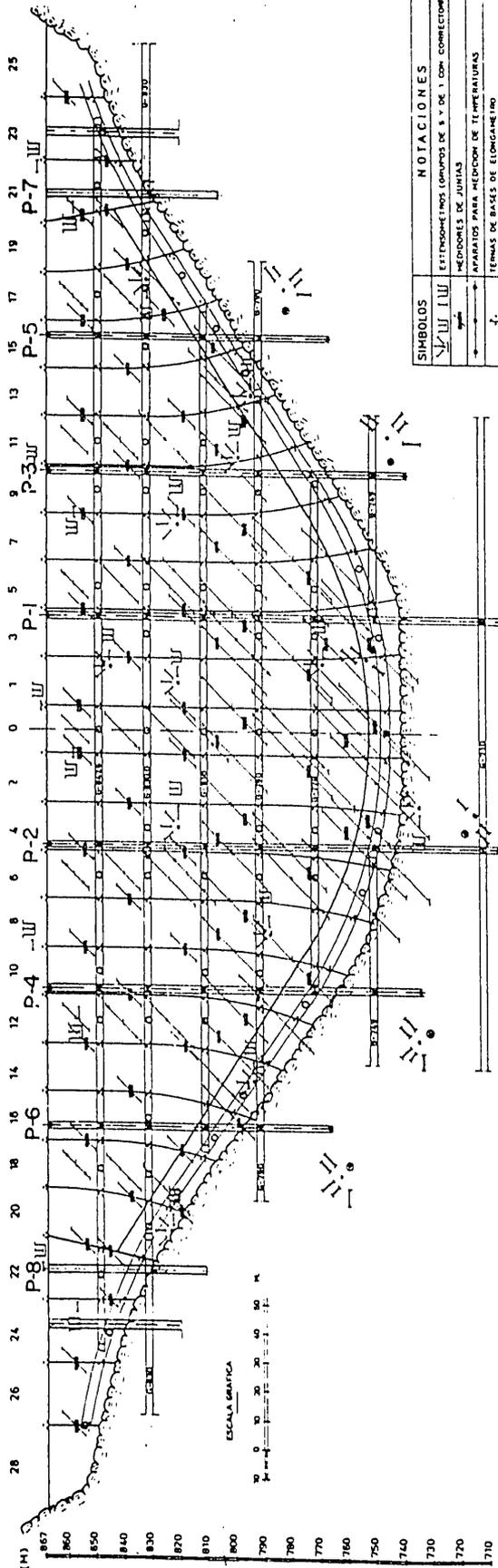
En la segunda fase de inyección, y por haber tenido que aumentar la presión en las bombas a causa de emplear resinas más espesas, se limitó esta variación a 3 Kg/cm².

Todo lo anterior nos obligó a dar presiones en bomba de hasta 50 Kg/cm².

Con el fin de conseguir gran caudal en la inyección, se llegaron a poner hasta tres bombas conectadas a un taladro.

Durante la inyección se controlaban posibles anomalías, observando los elementos de auscultación.

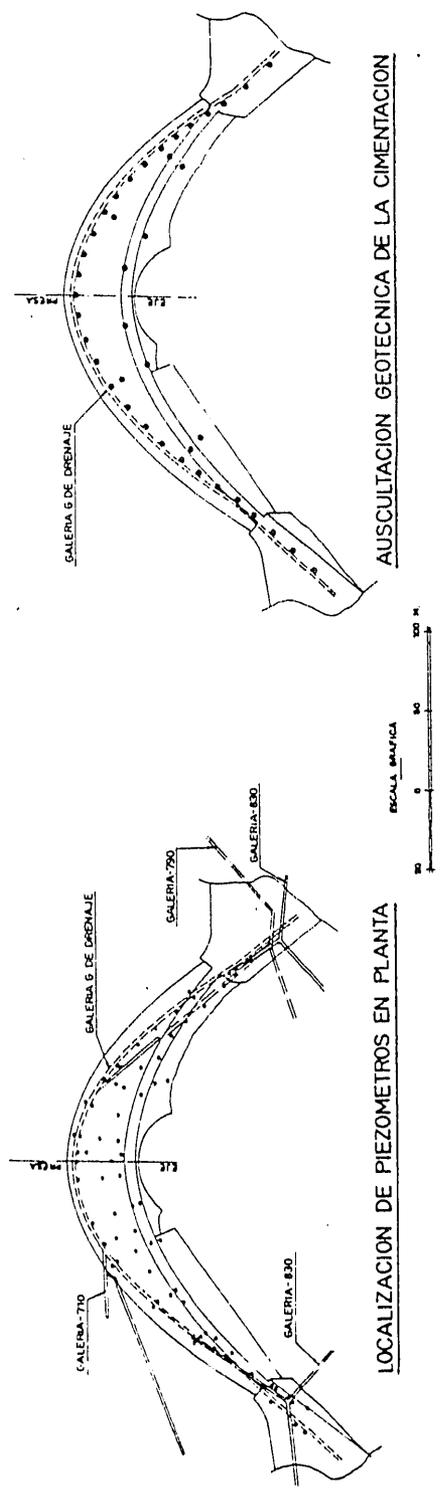
AUSCULTACION EN PRESA



ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 40 50 M

SIMBOLOS	NOTACIONES
—	EXTENSOMETROS (GRUPOS DE 3 Y DE 1 CON CORRECTORAS 8-12-2-10)
—	MEMBRANAS DE JUNTA
—	APARATOS PARA MEDICION DE TEMPERATURAS
—	TERMINOS DE BASES DE ELONGAMIENTO
—	PERFORADOS DIRECTOS
—	PERFORADOS INVERTIDOS
—	BASES DE COORDINAMIENTO
—	EXTENSOMETROS DE GRAN BASE
—	CENTRALES DE LECTURAS DE APARATOS
P-3	RENQUELLOS

ESQUEMA GENERAL DE LOCALIZACION DE APARATOS EN ALZADO



LOCALIZACION DE PIEZOMETROS EN PLANIA

AUSCULTACION GEOTECNICA DE LA CIMENTACION

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 40 50 M

PRESA DE EL ATAZAR

ción tales como péndulos, medidor de juntas y extensómetros de fisura y hormigón.

Con los péndulos se llegó a medir durante las inyecciones desplazamientos en coronación de 1,5 mm. y 0,7 mm. en la cota 791.

Gran parte del material necesario para la inyección ha debido ser diseñado especialmente, adaptado a partir del existente en el mercado para realizar este trabajo.

Al no existir precedentes de este tipo de inyección, hubo de recurrirse al que mejor podría cumplir las misiones encomendadas, modificando en cada caso las piezas necesarias.

Citamos en especial:

Bombas de inyección: Se adoptaron por su eficacia y manejabilidad las accionadas por motores de aire comprimido.

De la serie existente, se emplearon las de relaciones de presión 5/1, 24/1 y 48/1, según la viscosidad de la resina a bombear.

Los cuerpos de estas bombas, al no estar concebidos para materiales abrasivos (recordamos que una de las cargas inertes de la resina es sílice micronizada) y no químicamente activos (disolventes), debieron ser modificadas en su diseño.

Batidoras: Para resinas se emplearon motores eléctricos portátiles con aspas. Para las masillas también se tuvo que construir y diseñar un modelo

con rendimientos aceptables. Dieron entera satisfacción.

Obturadores: Extensivos de maneral. Por esta razón, y comparando costos y dificultades, se optó por obturar todos los taladros en boca, ya que el ahorro de resina no compensaba las complicaciones que producía el aumento de pérdida de carga en el taladro, al tener que inyectar por el interior de los tubos de los obturadores. La disminución de superficie era de 24,6 a 5,7 cm².

Como datos estadísticos, resumimos a continuación los que creemos más característicos.

RESUMEN DATOS INYECCION FISURA COTA 770,00

Superficie ~ de fisura.....	3.000 m ²
Altura de agua al inyectar.....	90-95 m.
Densidad de taladros inyección....	5,40m ² /tal.
Volumen de taladros inyectados o comunicados.....	20.568 l.
Rendimiento de inyección.....	13,75 l/m ²
Espesor medio aproximado.....	3,5 mm.
Espesor máximo medio.....	8,5 mm. (B-6)
Aforo antes inyección.....	150 l/s.
Aforo después inyección.....	0,3 l/s.
Número total de taladros efectuados (drenaje, investigación, inyección).....	2.912
Metros total de perforación (drenaje, investigación e inyección).....	28.830 m.

Inyección	Días Inyección	N.º Tal. Inyección	Resina 1		Resina 2		Resina 3	
			Kg.	l.	Kg.	l.	Kg.	l.
Bloque 0	28	95	10.725	6.461	8.849	5.330	130	102
Bloque 1	7	33	8.035	4.841	1.460	880	210	164
Bloque 2	2	11	9.180	5.531	1.495	901	—	—
Bloque 3	8	30	5.685	3.425	2.330	1.405	—	—
Bloque 4	4	42	24.975	15.045	1.040	626	—	—
Bloque 5	2	10	870	524	—	—	210	164
Bloque 6	7	21	9.770	5.886	1.280	770	70	55
Bloque 8	3	13	300	181	—	—	1.680	1.312
Totales	61	255	69.540	41.894	16.454	9.912	2.300	1.797

PRESA DE EL ATAZAR

Bloque	Kg. Inyección	l. Inyección
0	19.704	11.893
1	9.705	5.885
2	10.675	6.432
3	8.015	4.830
4	26.015	15.671
5	1.080	688
6	11.120	6.711
8	1.980	1.493
Total	88.294	53.603

Media de Inyección

346,25 Kg/taladro
(210,21 l/taladro)

10. CONTROLES EN FISURA

Una vez solucionado el problema, independientemente de todo el sistema de auscultación que tiene la presa y la cimentación, se han dejado los siguientes controles en fisuras:

1. Taladros testigos: Se han obtenido testigos de toda la zona fisurada para observar cómo había quedado pegada.
2. Taladros: Se han dejado unos 700 taladros atravesando la fisura y se controlan diariamente por si diesen agua.
3. En cada bloque fisurado se han colocado en la fisura dos o tres extensómetros para control de movimientos en la misma.
4. Se han fotografiado todos los cortes de la fisura con hastial de galerías para poder observar si cambia la situación.