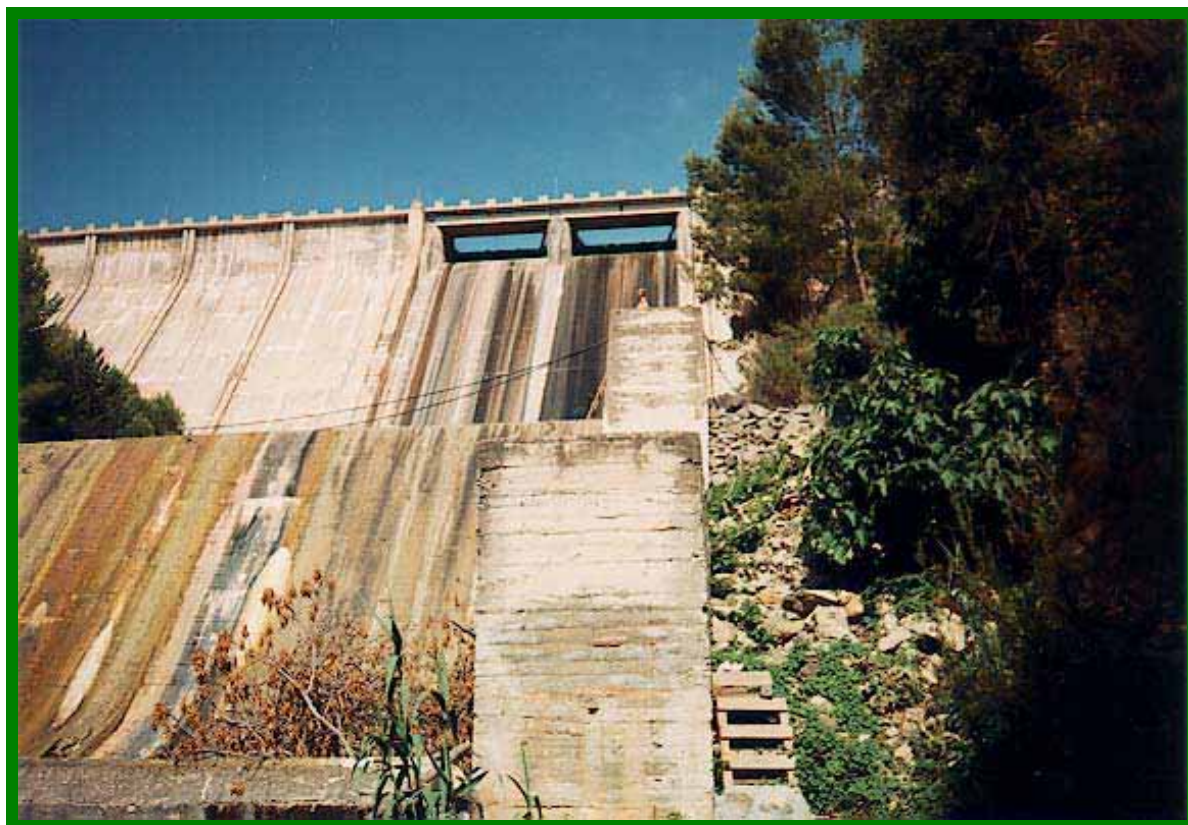


# **PRESA DE GUADALEST**



ESTUDIO REALIZADO POR: MOPU (MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS), actual  
MINISTERIO DE FOMENTO Y MEDIO AMBIENTE, A:

**DESINCAL ESPAÑA, S.L.**

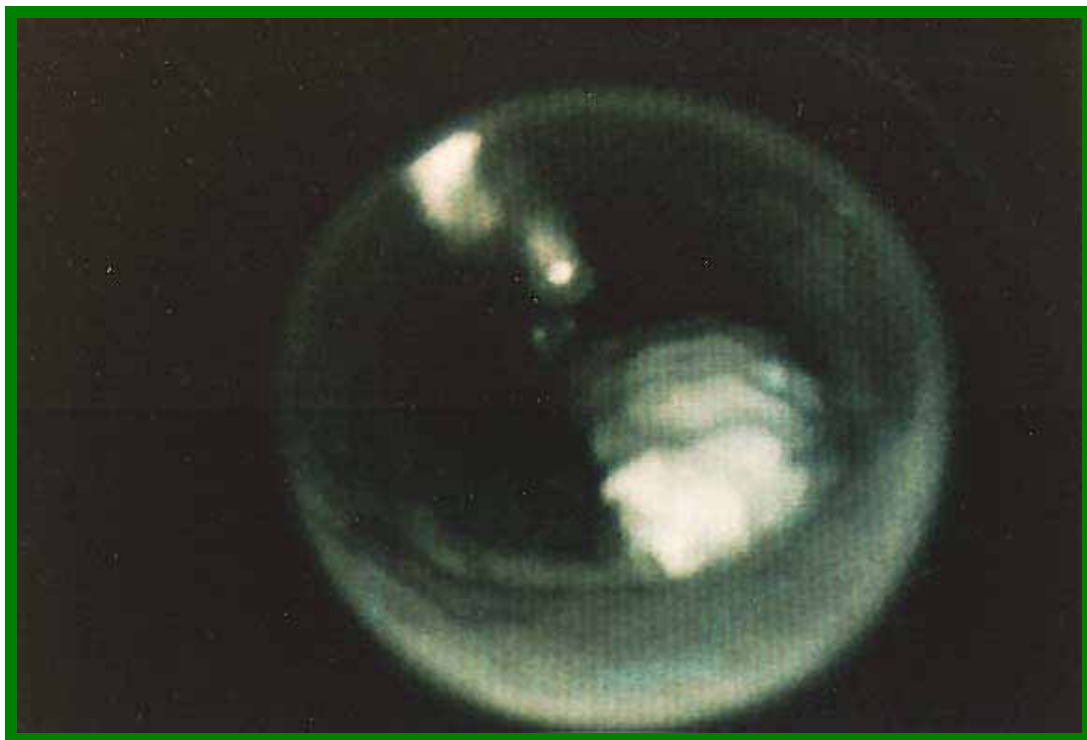
Guadalest es una presa de gravedad cuya construcción se terminó en el año 1967 y está formada por 19 bloques de hormigón en masa ; su altura es de 77 m con una longitud de coronación de 285 m y con una capacidad de 13 Hm<sup>3</sup>. Se enclava en la Sierra Aitana en los Sistemas Béticos, próxima al pueblo de Guadalest en la provincia de Alicante, en terrenos correspondientes al mioceno y cretácico superior.

Estos terrenos tienen la particularidad de que aunque impermeables, suelen presentar pequeñas fisuras que al discurrir el agua impulsada por la presión estática del pantano, se van lavando los finos lentamente y terminan en algunos casos por convertirse en filtraciones que ponen en contacto el agua del pantano con drenes de sub-presión o afloran como fuentes, aguas abajo de la presa.

En Junio de 1987 un equipo formado por un maestro sondista, un sondista de segundas y dos peones con sondas y carros de inyección se traslada a la presa de Guadalest para iniciar una serie de trabajos de acondicionamiento y tratamiento de filtraciones de la presa.

Estos trabajos se inician con la limpieza mecánica de drenes del cuerpo de la presa que en un porcentaje altísimo (más del 80%) estaban obstruídos por la formación de carbonato cálcico.

En el transcurso de esta limpieza, se pudo observar (control cámara de televisión por dentro de los drenes) que la formación del carbonato cálcico hasta llegar a la obstrucción de los drenes era cuestión de semanas, en muchos casos dos semanas (foto 1).

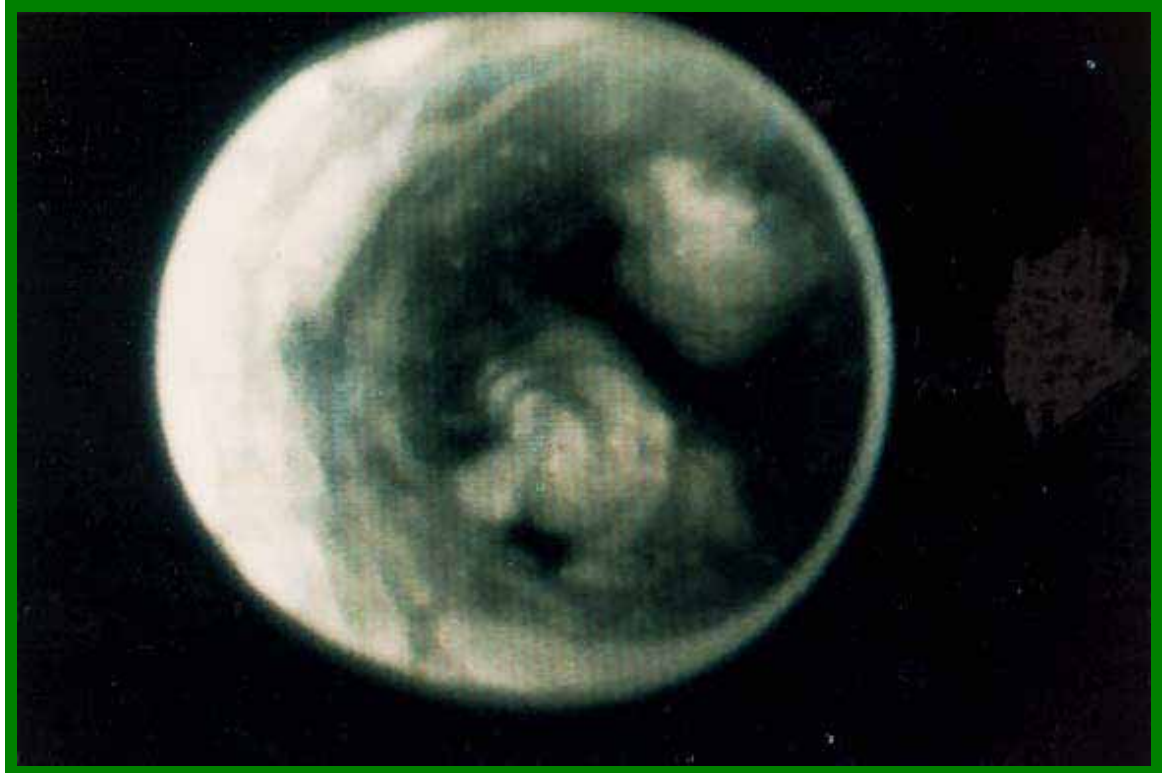


**FOTO 1. Formación de carbonato cálcico después de la limpieza mecánica.**

Para que esta limpieza fuese más efectiva se puso en práctica un sistema de limpieza química mediante un producto que disolviera la cal sin dañar el hormigón.

Los drenes así tratados quedaron perfectamente limpios ya que esta limpieza se extendía a las fisuras inmediatas al dren.

No obstante también con la televisión se pudo comprobar que la obturación por la formación del carbonato cálcico era muy rápido y su obstrucción era igualmente cuestión de dos semanas (foto 2).



**FOTO 2. Formación de carbonato cálcico de la limpieza química**

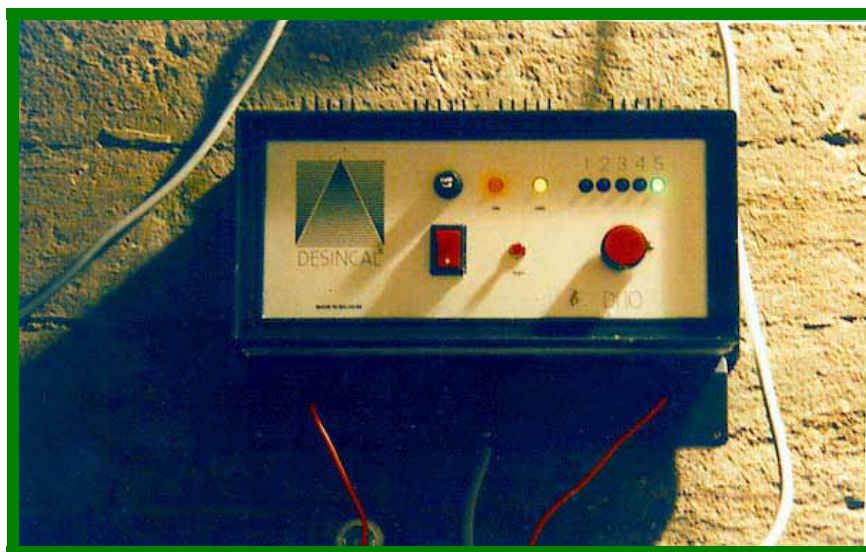
Se pusieron entonces en práctica unas medidas preventivas para impedir la formación del carbonato cálcico.

La primera medida fue la de impedir la circulación del aire, por el dren, tapando la boca y desaguando mediante un sifón cada uno de los drenes. (foto 3). Esta medida prolongaron unos meses la obstrucción total del dren pero no la impidió.



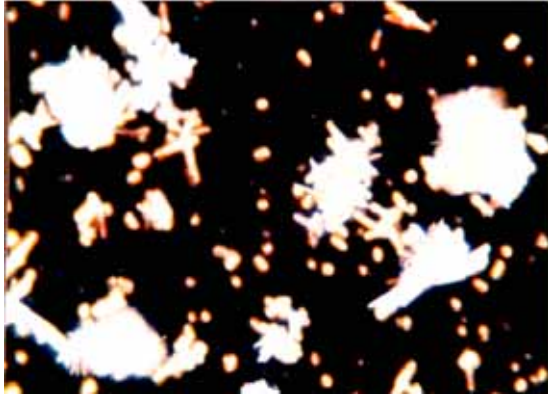
**FOTO 3. Sifón para evitar la circulación de agua**

Seguidamente se hizo un estudio sobre una serie de drenes haciendo pasar por ellos agua tratada con el desincrustador anticalcáreo Desincal (foto 4). Este aparato es un conjunto electrónico de intervención sobre los drenes del agua de forma que detiene y evita la formación de incrustaciones calcáreas y disuelve los depósitos que existían anteriores a su instalación. Esta intervención consta de unos impulsos electrónicos dirigidos directamente al centro del agua de los drenes y se efectúa mediante una transferencia capacitiva de energía que transforma, los cristales de carbonato cálcico que se depositan en las paredes de los drenes, en forma de agujas que se comportan como un limo y no solamente son arrastrados por el agua, sino que actúan como una especie de lija puliendo los depósitos que se puedan formar.

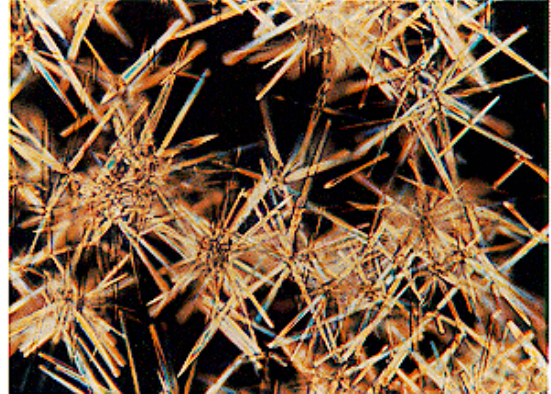


**FOTO 4. Anticalcáreo**

Se pudo comprobar que los cristales formados "naturalmente" tenían un poder de incrustación considerable (foto 5), una formación de los mismos acicular (bajo forma de agujas)(foto 6), perdía su poder de fijación y desintegraba progresivamente los depósitos anteriores.



**FOTO 5**

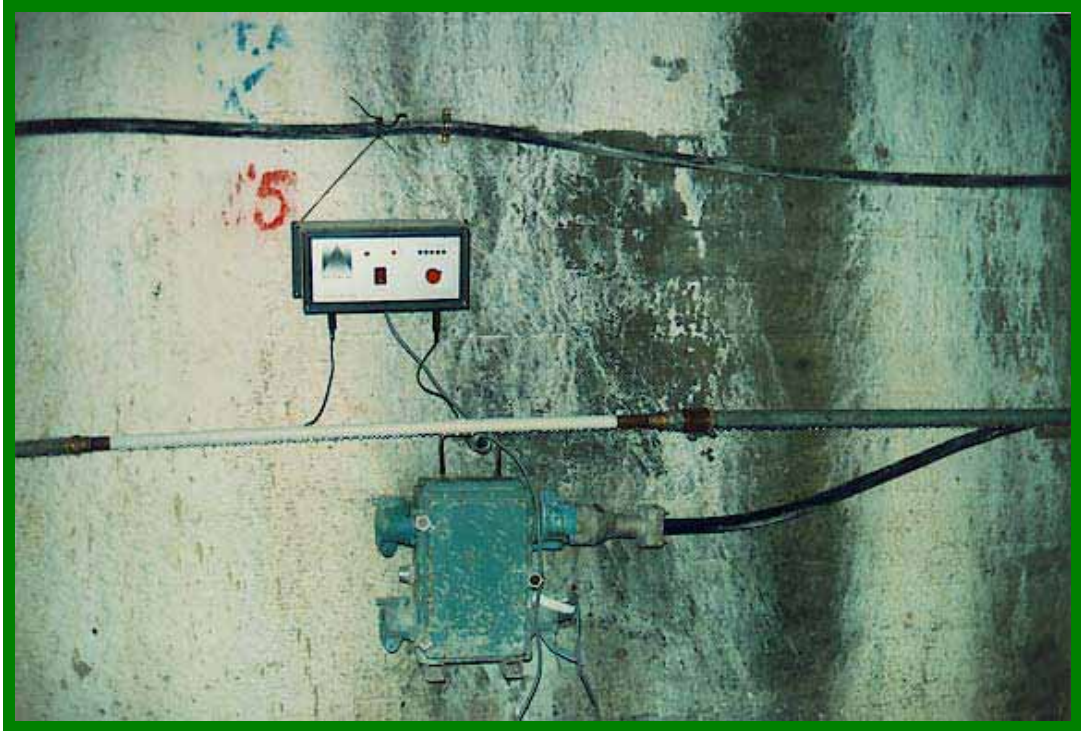


**FOTO 6**

Estos drenes sometidos continuamente al paso del agua tratada permanecieron limpios en el transcurso de 6 meses.

Se pensó entonces extenderlo a todos los drenes, y aunque el desincrustador anticalcáreo Desincal consume menos de 2 W/hora, era necesario utilizar una bomba demasiado potente cuyo consumo energético bimensual ascendía a unas 70.000,-ptas. además de existir un desperdicio importante de agua que no podía ser devuelta al pantano. Se trató de entonces de paliar ésta pérdida haciendo que el agua circulase por los drenes en periodos controlados de tiempo, concretamente en 4 periodos de 6 horas : tratando primero un 33% de los drenes, posteriormente otro 33% de los mismos, después otro 33% y por último 6 horas de descanso.

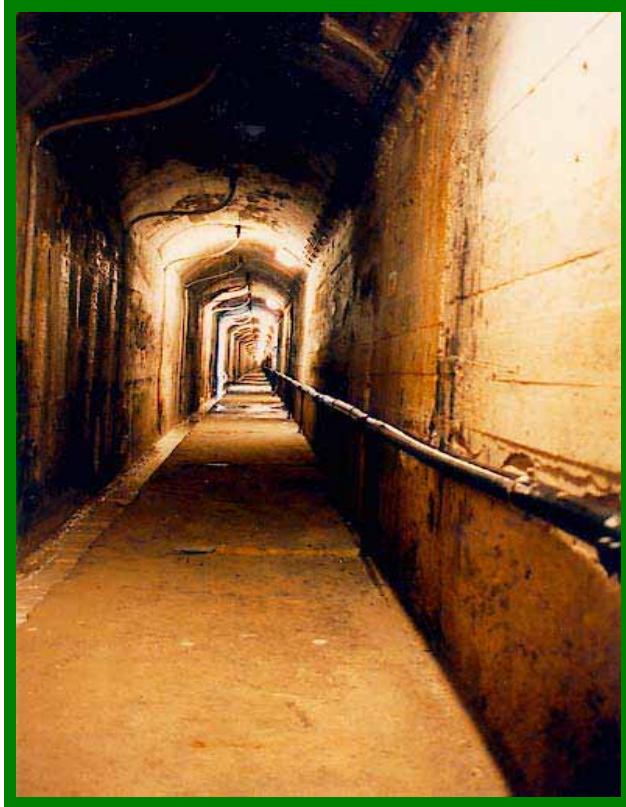
En estas condiciones se ha prolongado la actividad de los drenes 1 año, aunque no se ha encontrado todavía las variantes óptimas del tiempo, caudal, etc. que prolongasen indefinidamente la limpieza de los drenes. (fotos 7, 8, 9 y 10).



**FOTO 7. Instalación del Desincrustador anticalcáreo**

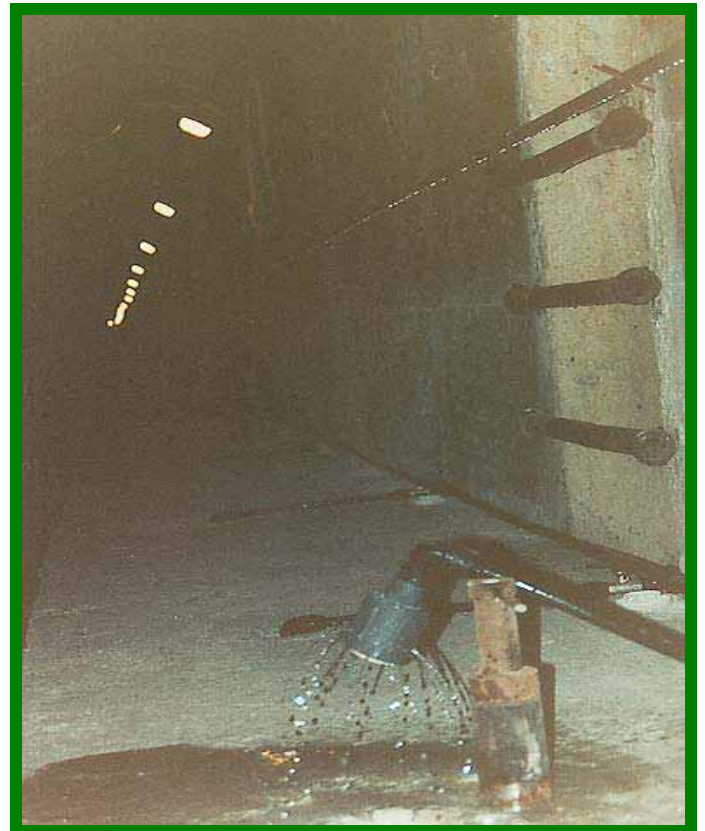


**FOTO 8. Instalación de bomba y elementos de control**



**FOTO 9. Instalación de los conductos del agua tratada por **DESINCAL** en la Galería.**

**FOTO 10. Detalle de la alcachofa de aspersión para desincrustar e impedir nueva formación de depósitos calcáreos**

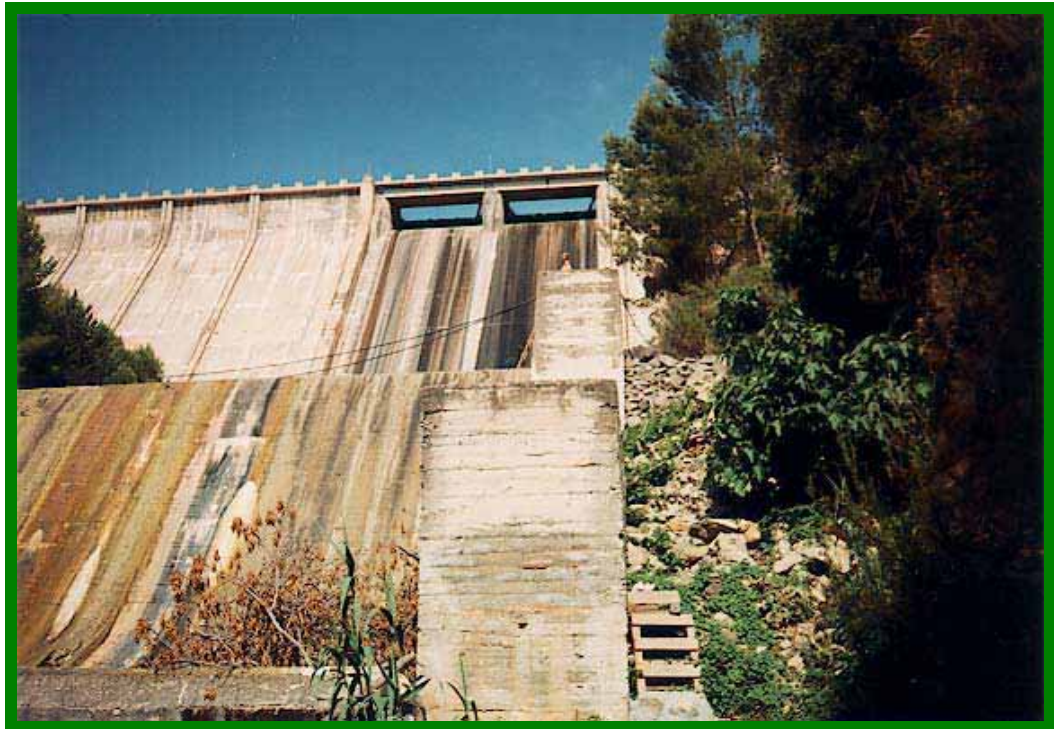


En el transcurso de estos tratamientos en los que también se llevarán a cabo una serie de inyecciones en las galerías para cortar filtraciones el 17-01-90 se produce una comunicación directa del agua del embalse con el dren de sub-presión situado en la tercera galería, margen derecha a 20 m del eje de la presa, coincidiendo con la máxima cota del embalse, la 382,50 (las incidencias y tratamiento se recoge en el informe 3/90 del Servicio Geológico).

Esta circunstancia aconsejó y así se hizo, la formación de una pantalla de inyección en esta margen y posteriormente ampliada a la margen izquierda.

Estos tratamientos están terminados y se recogen en los informes 6/91 y 8/93.

A pesar de estos tratamientos se ha mantenido una filtración en la margen izquierda de cierta importancia que se conoce con el nombre de Fuente de la Higuera, que aflora al final del colchón en la margen izquierda. (Fotos 11 y 12).



**FOTO 11. Fuente de la Higuera**



**FOTO 12. Tubo aforado en la Fuente de la Higuera**



Esta fuente parece ser que existía antes de la construcción del pantano pero en el primer seguimiento que el Servicio Geológico hizo desde el 18-02-92 al 26-10-95 se pudo comprobar por los datos que se tomaron que esta fuente desaparece cuando la cota de embalse está por debajo de la cota 368. Se ha notado no obstante, el incremento de caudal en los días siguientes a los que se producían lluvias abundantes. También hay que decir que en este seguimiento no está recogida el agua que circulaba por el subalbeo del río de la que tuvimos constancia en las últimas inyecciones.

Una vez terminadas las pantallas de inyección y puesto en funcionamiento el tratamiento de los drenes se iniciarán los trabajos para tratar de cortar ésta filtración. Para ello se pusieron en práctica tres tipos de tratamiento:

- a) Reforzamiento de la pantalla de inyección en la margen izquierda.
- b) Creación de una pantalla superpuesta con la anterior por la carretera de circunvalación de la presa.
- c) Realización de una serie de sondeos para detectar el paso de la filtración desde su afloramiento hasta el parámetro de aguas bajo la presa.

**Tratamiento A.-** Para el tratamiento a) se perforan una serie de taladros verticales e inclinados de 60 m de profundidad desde la 1ª galería en una longitud de unos 120 m. En total se perforaron 3.520 m y se inyectaron 339 Tm de cemento.

**Tratamiento B.-** Para la creación de esta pantalla se perforaron taladros verticales de 27 m de profundidad en unos 175 m de longitud. En total se perforaron 1.431 m de taladros y se inyectaron 337 Tm de cemento.

**Tratamiento C.-** Con ésta primera investigación se detectaron efectivamente una serie de pasos de la filtración y al realizar su tratamiento se cortaron los conductos de las aguas subterráneas que tuvieron la consecuencia de reconducirlas a la fuente de la Higuera.

La evolución de la fuente de la Higuera, a grandes rasgos, ha sido la siguiente:

- Caudal aforado antes del tratamiento con la cota del embalse a la 377.46 8a 5 m de la cota máxima) 18.71 l/seg. El 11-02-91.
- Durante el año 1.992 ejecutando los tratamientos de reforzamiento con cota de embalse 377.35 se miden 15,00 l/seg.
- Después del tratamiento de reforzamiento con cota de embalse 377.30 se midieron 8,78 l/seg. el 08-02-93.
- La fuente se seca cuando la cota de embalse está por debajo de la cota 368,89.

En Octubre del 93 se realiza la inyección de los distintos conductos que configuran la fuente en la zona del colchón con lo que se logra cortar parte de la fuga no visible y reconducirla al conducto exterior, en el que se observan cambios significativos : con la cotade embalse en la 376.19 se miden 20,00 l/seg. el 14-02-94 y el 12-09-94 con la cota de embalse en la 364.67 se miden 2,97 l/seg. (Fotos 13 y 14).



**FOTO 13. Aforador Tomson en la fuente**



**FOTO 14. Caudales después de inyectado el colchón**

El 08-03-95 y con cota de embalse a la 359.6 la fuente da un caudal de 0.795 l/seg.

Estas circunstancias nos llevan a las siguientes conclusiones:

- Que efectivamente parece que hay un componente natural de agua de ladera.
- Que la filtración subterránea y no visible era tan importante como lo que salía al exterior.
- Que las inyecciones han disminuido a menos de la mitad la filtración.
- Que esta filtración por debajo de la cota 360 no tiene gran importancia. La filtración es considerable a partir de la cota 369.

Se han tomado no obstante una serie de medidas para que cuando se estime conveniente dependiendo de las condiciones de la filtración y su evolución realizar las inyecciones necesarias que pueden cortar el caudal a valores aceptables cuando el pantano esté próximo a su cota de embalse (Fotos 15 y 16)



**FOTO 15. Reconducción de la filtración**



**FOTO 16. Represa en el colchón para controlar la inyección de la fuente.**