

# COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

## SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LA PRESA DE EL TOMILLAR (MALAGA)

Francisco Alaminos Camacho.<sup>1</sup>  
Enrique Ortega Santos.<sup>2</sup>  
Francisco Ortega Caballero.<sup>3</sup>

*RESUMEN: En 2001 la empresa titular de la presa de El Tomillar, EMASA, contrató los trabajos de seguimiento del comportamiento de dicha presa y la dirección de explotación a una empresa de servicios.*

*En esta comunicación se da cuenta del desarrollo de estos trabajos y de las conclusiones obtenidas. Asimismo se detalla la composición del equipo y los medios que se emplean.*

*Se estudian las filtraciones recogidas en los drenes situados en una galería de inspección construida bajo el cimiento de la presa y en los situados en la galería de servicio que aloja los conductos de desagüe de fondo. También las filtraciones recogidas por los drenes de una pantalla de impermeabilización de la ladera izquierda. Estos datos se obtienen una vez a la semana.*

*Asimismo se estudian los movimientos, sobre los tres ejes, de los contornos de la presa basándose en las mediciones topográficas sobre 46 hitos colocados según 5 alineaciones. También los datos recogidos por tres medidores electromagné-*

---

<sup>1</sup> Director de Explotación .EMASA. Pl. General Torrijos 2. 29016 Málaga.

<sup>2</sup> Director de explotación de la Presa. CONTRAT. Ingeniería y Obras S.A. C/ San Andrés 19. Edif. Contrat. 29002. Málaga

<sup>3</sup> Consultor. C/ Geranio 1. 29730 Rincón de la Victoria (Málaga).

*ticos de asiento y dos niveles de células hidráulicas. Estos datos se obtienen con carácter trimestral.*

*Además se hace un seguimiento topográfico sobre cinco grupos de hitos colocados en dos masas de terreno del embalse con peligro de inestabilidad.*

## **1. INTRODUCCION**

La presa de El Tomillar está situada en el término municipal de Campanillas (Málaga) cerrando el cauce del arroyo Pilonés, aunque su misión es retener caudales procedentes del Canal Principal de la Margen Izquierda del río Guadalhorce para abastecimiento de la ciudad de Málaga, actuando como depósito regulador de agua bruta.

Se trata de una presa de materiales sueltos, zonada en tres cuerpos: el de aguas arriba constituido por zahorras recubiertas de un manto de escollera, el segundo por pizarras descompuestas y el tercero por esas mismas pizarras pero con un grado menor de descomposición. Entre estas dos últimas zonas se intercala un conjunto filtro- dren que se prolonga hasta el pie de la presa con un manto filtrante compuesto. La altura de la presa es de 47,1 metros y su coronación tiene una longitud de 310 metros a la cota 104. Está dotada de un aliviadero de superficie de labio fijo a la cota 100,6 con una anchura de 15 m. y dos desagües de fondo con una capacidad de 15,5 m<sup>3</sup>/seg cada uno.

La presa se puso provisionalmente en servicio en 1996 y definitivamente en el año 2000. En vista de las dificultades que se ponían de manifiesto en el funcionamiento normal para un adecuado control del comportamiento de la presa, la empresa titular, EMASA, decidió contratar tanto los trabajos de seguimiento como la propia dirección de explotación a la empresa de servicios. En enero del año 2002 se iniciaron los trabajos de seguimiento creando el "Archivo Técnico de la Presa" e implantando un sistema de consulta y mantenimiento y se redactaron tanto un "Plan de explotación" como los preceptivos documentos de "Propuesta de clasificación" y "Plan de emergencia".



Figura 1

En esta comunicación se relatan las incidencias ocurridas desde la fecha antedicha hasta el día de hoy y se exponen las conclusiones obtenidas a partir de los datos recogidos en los diversos puntos de auscultación.

Se estudian por un lado los datos de las filtraciones recogidas en los drenes situados en una galería de inspección construida bajo el cimiento de la presa y los situados en la galería de servicio que aloja los conductos de los desagües de fondo. También se estudian los datos de las filtraciones recogidos por los drenes de la ladera izquierda de la presa que fue objeto de un trabajo de impermeabilización en el año 2000. Estos datos se obtienen una vez a la semana.

Por otro lado se estudian los movimientos, sobre los tres ejes, de los contornos de la presa basándose en las mediciones topográficas sobre 46 hitos colocados según 5 alineaciones sobre la presa. También los datos recogidos por tres medidores electromagnéticos de asiento y dos niveles de células hidráulicas. Todos estos datos se obtienen con carácter trimestral.

Además se hace también un seguimiento topográfico sobre cinco grupos de hitos colocados en dos masas de terreno del embalse con peligro de inestabilidad.

## 2.-INSPECCIÓN

La inspección se realiza con tres frecuencias: diaria, semanal y anual.

La inspección diaria se limita a una medida del nivel de embalse y un recorrido por las galerías de inspección y de servicio leyendo los manómetros que marcan la presión en los drenes.

La semanal se realiza bajo un protocolo que detalla 89 puntos de inspección distribuidos en 13 zonas:

- a) Acceso a la presa
- b) Coronación
- c) Aliviadero
- d) Torre de toma
- e) Cuenco amortiguador
- f) Cámara de válvulas aguas abajo
- g) Galería de servicio
- h) Cámara de válvulas aguas arriba
- i) Galería de inspección
- j) Paramento aguas abajo
- k) Casetas de células de asiento
- l) Otros especificados
- m) Otros no especificados

En cada uno de estos 89 puntos se señalan y se describen las anomalías detectadas, si es que las hay.

La anual consiste en la comprobación del correcto funcionamiento de todas las compuertas, incluso con la apertura de los desagües de fondo (Figura 2).



Figura 2

### 3.-AUSCULTACIÓN HIDRÁULICA

En cada inspección semanal se lleva a cabo la auscultación hidráulica consistente en:

a) medir las presiones y los caudales en cada uno de los drenes tanto de la galería de inspección como de la galería de servicio

b) medir el caudal medio de las filtraciones no controladas, es decir, no recogidas por los drenes, desde la inspección anterior

c) medir los caudales medios de las filtraciones recogidas por los drenes de la pantalla de impermeabilización de la margen izquierda.

d) medir topográficamente el nivel del embalse.

e) medir los caudales totales de filtración







Todos estos puntos de inspección quedan reflejados en el croquis que se incluye como figura 3.

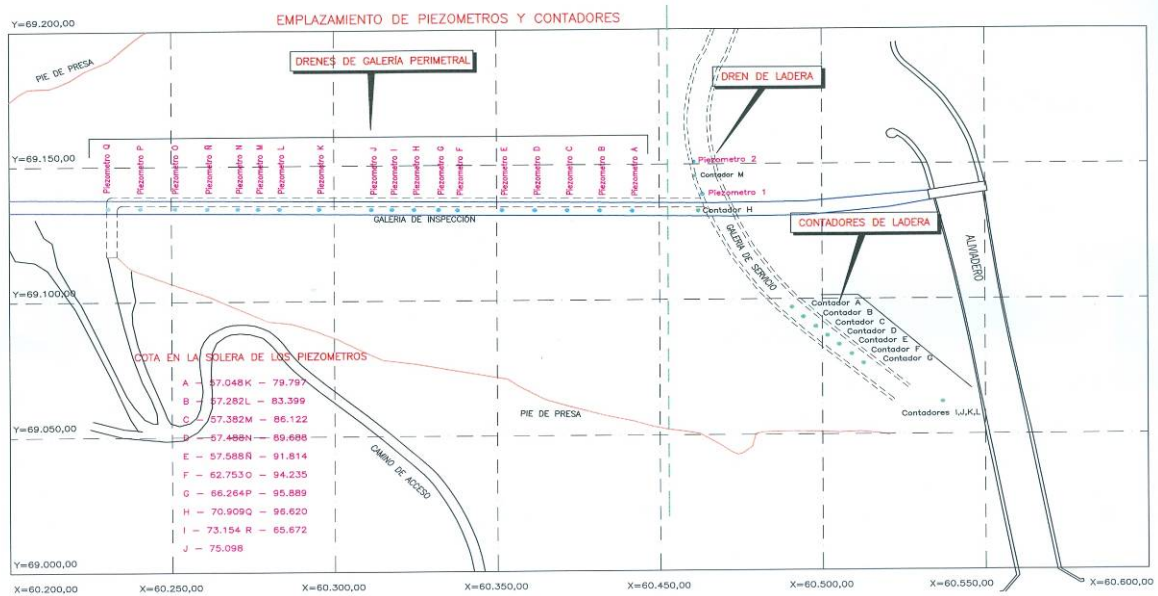


Figura 3

El resultado de estas mediciones da lugar a gráficos como el que se recoge en la figura 4 y que representan dren a dren la evolución de las presiones y de los caudales a los largo de los seis años en que ha tenido lugar el seguimiento.

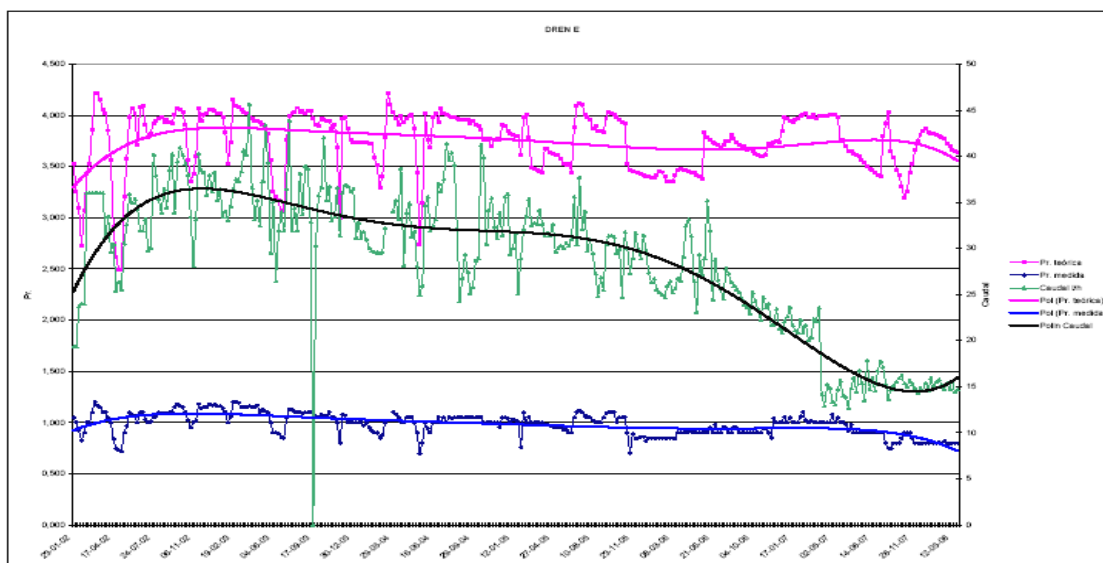


Figura 4

#### 4.- CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LAS FILTRACIONES.

El valor medio de las filtraciones recogidas en los drenes de la presa es del orden de 150 l/h (0,041/seg). El de las recogidas en los drenes del contacto entre el núcleo de la presa y la galería de servicio del orden de 200 l/h (0,06 l/seg). El de las no controladas por drenes de 350 l/h (0,09 l/seg). Por consiguiente las filtraciones que se producen aguas arriba del eje de la presa suponen unos 700 l/h (0,19 l/seg).

La presión en los drenes sigue con bastante exactitud el movimiento del nivel de embalse con pérdidas de carga que nunca bajan del 50% y que en casi todos ellos supera el 70%

Por otra parte el drenaje de la ladera izquierda que controla una pantalla impermeable realizada en el estribo izquierdo en el año 2000, solo recoge alguna filtración cuando el nivel del embalse está por encima de la cota 95 con un caudal medio del orden de 1600 l/h (0,44 l/seg).

#### 5.-AUSCULTACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA PRESA

Como se ha dicho la presa dispone de 46 hitos distribuidos en cinco alineaciones paralelas a su eje situadas a las cotas 85 y 95 aguas arriba, en coronación, y a las cotas 85 y 95 aguas abajo. Estos hitos se disponen definiendo, cada cinco de ellos, perfiles transversales de la presa como se ve en la figura 5.

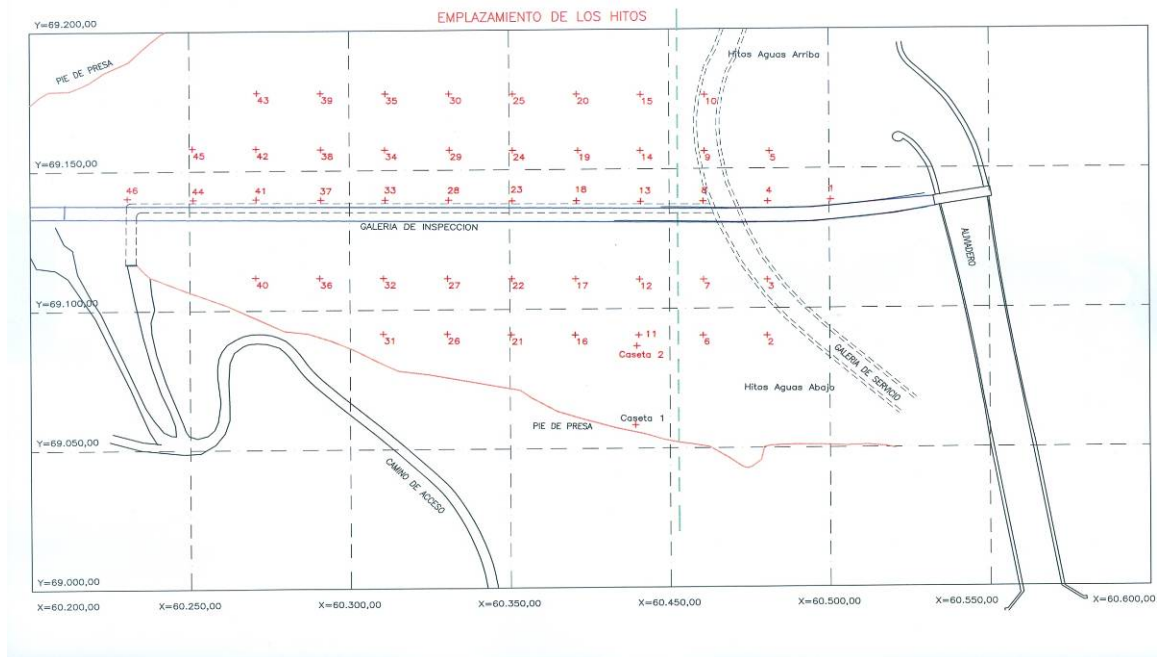


Figura 5

Una vez cada tres meses se toman las coordenadas de estos hitos desde varias bases situadas en el exterior de la presa. De los datos obtenidos se hace un análisis en el que se estudian varias facetas: deformación de las alineaciones según cada uno de los ejes de coordenadas y relación de estas deformaciones con el nivel de embalse, deformación de los perfiles transversales, evolución de los módulos y argumentos de la deformación en planta de cada uno de los hitos.

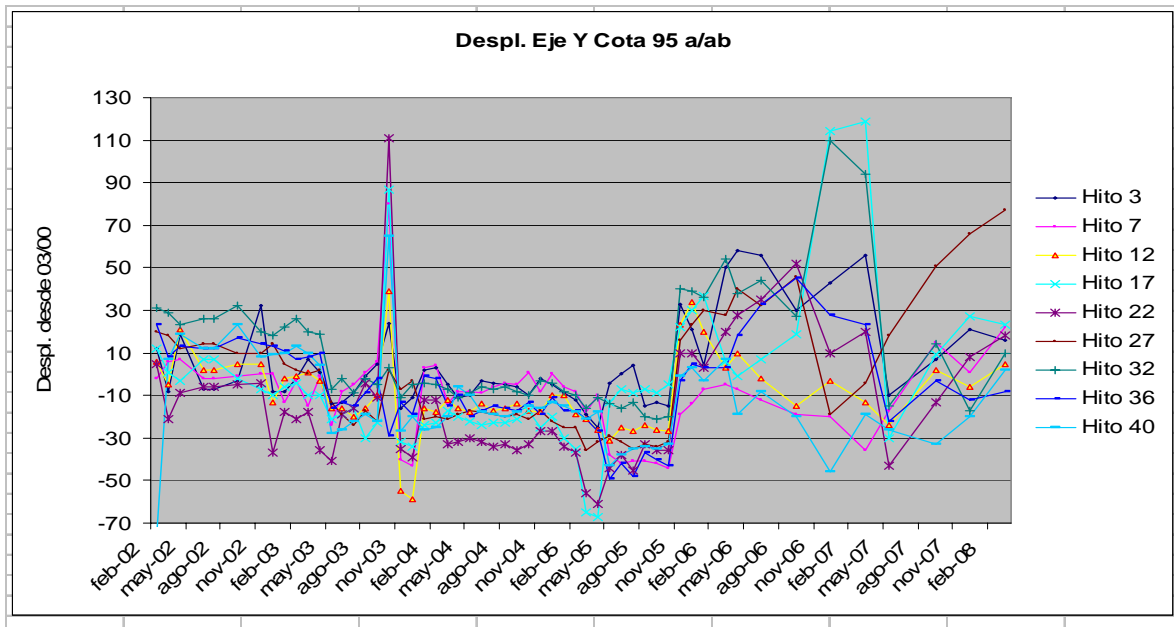


Figura 6



En la figura n°6 se recoge, como ejemplo, la evolución de la alineación situada a la cota 95 aguas abajo de la presa.

En la figura n°7 se aprecia la lectura y comprobación topográfica de hitos.



Figura 7

## 6.- CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES

En primer lugar hay que señalar que, en conjunto, cuando el nivel de embalse sube, la presa se mueve hacia aguas abajo y hacia el estribo izquierdo y hacia aguas arriba y el estribo derecho cuando baja.

Después de los primeros llenados las deformaciones en planta han tenido un valor medio de 30mm. y los asentos se han mantenido también en los 30mm.

## 7.- MOVIMIENTOS INTERNOS.

La presa dispone de tres tubos para la medición de asentos mediante medidor electromagnético y de células hidráulicas de asiento en dos niveles. Trimestralmente se hacen lecturas de estos aparatos y se comparan, en la medida de lo posible, con los asentos obtenidos mediante el control topográfico con resultados no siempre concordantes.

El mayor asiento medido, desde su colocación, en las células de asiento ha sido de 200 mm. en el plano a la cota 85.



## 8.-TALUDES EN EL EMBALSE.

La medición por procedimientos topográficos de los movimientos de dos zonas de taludes en los que se aprecia cierta inestabilidad ha llegado a detectar movimientos, aproximadamente paralelos al eje de la presa, del orden de 100 mm en un caso y de unos 50 mm en el otro.



## 9.-EQUIPOS.

La inspección diaria se lleva a cabo por parte de dos personas del equipo de mantenimiento del sistema.

La inspección semanal corre a cargo de dos o tres personas de la empresa de servicios que emiten el preceptivo informe de inspección que a veces da lugar a un aviso de corrección que el Director de explotación dirige al representante del titular de la presa.

La auscultación hidráulica se hace por las mismas personas que se ocupan de la inspección semanal. Los datos recogidos, salvo que se detecte alguna anomalía, son remitidos a los servicios técnicos para su inclusión en el Informe Trimestral.

En la auscultación topográfica, de carácter trimestral, intervienen los mismos inspectores acompañados por un ingeniero topógrafo que realiza las lecturas y los cálculos necesarios. Estos datos también se envían a los servicios técnicos para su inclusión en el informe trimestral.

También con carácter trimestral y por los inspectores mencionados se hacen las lecturas de los medidores de asiento mediante detector electromagnético y de las células de asiento.

## 10.- INFORMES.

10.1.- Al final de cada trimestre el Director de explotación de la presa emite un informe en el que se recogen:

- a) Todos los informes semanales de inspección.
- b) Nota del director de explotación en que se resumen las anomalías detectadas, sus posibles causas y las acciones que se recomiendan acometer.
- c) Todos los datos de la auscultación hidráulica (nivel de embalse, presiones y caudales en todos los drenes, caudales medios de los drenes del terreno de la ladera izquierda y caudales medios de los contadores totalizadores)
- d) Todos los datos de la auscultación topográfica con inclusión de planos en los que se representa la situación en planta de los puntos auscultados, respecto al origen, y se indican los respectivos asentos.
- e) Los datos obtenidos de las lecturas de los medidores internos

10.2.- Una vez editado ese informe se hace un análisis de los resultados, por un consultor independiente, en el que se estudia la evolución de los distintos parámetros y se hace una valoración de los resultados, proponiendo medidas correctoras, si es que son necesarias, o mejoras a introducir en los sistemas de seguimiento.

## 11.-INCIDENCIAS.

Durante el periodo de seguimiento se han producido dos incidencias reseñables: una avenida de cierta consideración y una filtración de cierta entidad en el terreno de la ladera izquierda.

La riada tuvo lugar el día 28 de marzo de 2004 y llegó a aportar un caudal de 30 m<sup>3</sup>/seg. Aunque el Plan de Emergencia no ha sido aún aprobado se siguieron los procedimientos que en él se establecen. Sólo fue necesario abrir los desagües de fondo y con ello se consiguió que el aliviadero no llegara a verter, aunque se alcanzó la cota 99,800.

La filtración ha aparecido en una arqueta del sistema de elevación de aguas a una depuradora situada aguas abajo de la presa en la ladera izquierda y fundamentalmente ha sido detectada por el seguimiento del nivel de embalse y el balance de entradas, salidas y evaporación. Ya se está determinando su origen y preparando la adopción de medidas correctoras.

