ANEJO Nº 02.
INVENTARIO DE LOS EQUIPOS ACTUALES DE AUSCULTACIÓN

ÍNDICE

1.- E53-PEÑAFLOR 1
1.1 VARIABLES EXTERIORES 2
1.1.1 Control del nivel del embalse 2
1.1.2 Control meteorológico 3
1.1.3 Control topográfico 4
1.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO 5
1.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN 6
1.3.1 Estado de variables exteriores 6
1.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 7
2.- E55-PUEBLACAZALLA 7
2.1 VARIABLES EXTERIORES 7
2.1.1 Control del nivel del embalse 7
2.1.2 Control meteorológico 8
2.1.3 Control topográfico 8
2.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO 8
2.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN 9
2.3.1 Estado de variables exteriores 9
2.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 10
3.- E56-HUESNA 10
3.1 VARIABLES EXTERIORES. 13
3.1.1 Control del nivel del embalse. 13
3.1.2 Control meteorológico 14
3.1.3 Control topográfico. 14
3.2 VARIABLES DE CONTROL. 16
3.2.1 Variables de control deformacional. 16
3.2.2 Variables de control hidráulico. 22
3.3 RESUMEN ESTADO DE EQUIPOS AUSCULTACIÓN 25
3.3.1 Estado control variables exteriores. 25
3.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 25
4.- E57-PINTADO 27
4.1 VARIABLES EXTERIORES. 29
4.1.1 Control del nivel del embalse. 29
4.1.2 Control meteorologico 29
4.1.3 Control topográfico. 30
4.2 VARIABLES DE CONTROL. 31
4.2.1 Variables de control deformacional. 31
4.2.2 Variables de control hidráulico. 34

4.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN 38
4.3.1 Estado control variables exteriores. 38
4.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 39
5.- E58-MELONARES 40
5.1 VARIABLES EXTERIORES 41
5.1.1 Control del nivel del embalse 41
5.1.2 Control meteorológico 42
5.1.3 Control topográfico 43
5.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL, TÉRMICO E HIDRÁULICO 45
5.2.1 Variables de control deformacional 45
5.2.2 Variables de control térmico 53
5.2.3 Variables de control hidráulico 55
5.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN. 56
5.3.1 Estado control variables exteriores. 56
5.3.2 Estado del control topográfico. 56
5.3.3 Estado de variables de control deformacional, térmico e hidráulico 56
6.- E61-ARACENA 59
6.1 VARIABLES EXTERIORES. 61
6.1.1 Control del nivel del embalse. 61
6.1.2 Control meteorológico 61
6.1.3 Control topográfico. 61
6.2 VARIABLES DE CONTROL. 61
6.2.1 Variables de control deformacional. 61
6.2.2 Variables de control hidráulico. 62
6.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN. 63
6.3.1 Estado control del nivel de embalse. 63
6.3.2 Estado control meteorológico 63
6.3.3 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 64
7.- E62-ZUFRE 64
7.1 VARIABLES EXTERIORES 67
7.1.1 Control del nivel del embalse 67
7.1.2 Control meteorologico. 69
7.1.3 Control topográfico 73
7.2 VARIABLES DE CONTROL 78
7.2.1 Variables de control deformacional 78
7.2.2 Variables de control hidráulico 82
7.3 RESUMEN ESTADO DE LOS EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN. 87
7.3.1 Estado del control de variables exteriores 87
7.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico 88

8.- E67-AGRIO 92
8.1 VARIABLES EXTERIORES 93
8.1.1 Control del nivel del embalse 93
8.1.2 Control meteorologico 93
8.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO 94
8.2.1 Variables de control deformacional 94
8.2.2 Variables de control hidráulico 95
8.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN 97
8.3.1 Estado de variables exteriores 97
8.3.2 Estado variables de control deformacional e hidráulico 97
9.- E68-TORREAGUILA 99
9.1 VARIABLES EXTERIORES 100
9.1.1 Control del nivel del embalse 100
9.1.2 Control meteorologico 101
9.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO 103
9.2.1 Variables de control deformacional 103
9.2.2 Variables de control hidráulico 104
9.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN 107
9.3.1 Estado de variables exteriores 107
9.3.2 Estado variable de control deformacional e hidráulico 107

TABLAS

Tabla 1.- Instrumentación de variables exteriores 1
Tabla 2.- Ternas de base 6
Tabla 3.- Instrumentación de las variables exteriores 11
Tabla 4.- Instrumentación de las variables de control deformacional 12
Tabla 5.- Instrumentación de las variables de control piezométrico 13
Tabla 6.- Instrumentación de las variables exteriores 27
Tabla 7.- Instrumentación de las variables de control deformacional 27
Tabla 8.- Instrumentación de las variables de control hidráulico 28
Tabla 9.- Instrumentación de las variables exteriores 40
Tabla 10.- Instrumentación de las variables de control hidráulico 40
Tabla 11.- Instrumentación de las variables de control deformacional 41
Tabla 12.- Instrumentación de las variables de control de la temperatura de la estructural 41
Tabla 13.- Denominación de las variables medidas por los péndulos 46
Tabla 14.- Denominación de las variables medidas por los medidores de juntas internos 48
Tabla 15.- Denominación de las variables medidas por los extensómetros de varillas 49
Tabla 16.- Denominación de las variables medidas por las rosetas extensométricas 53
Tabla 17.- Denominación de las variables medidas por los termorresistores 54
Tabla 18.- Instrumentación de las variables exteriores 59
Tabla 19.- Instrumentación de las variables de control deformacional 59
Tabla 20.- Instrumentación de las variables de control hidráulico 60
Tabla 21.- Instrumentación de las variables exteriores 65
Tabla 22.- Instrumentación de las variables de control deformacional 66
Tabla 23.- Instrumentación de las variables de control hidráulico 66
Tabla 24.- Descripción del sistema de auscultación topográfica desde coronación 75
Tabla 25.- Descripción del sistema de auscultación topográfica desde berma aguas abajo 77
Tabla 26.- Descripción de las células hidráulicas de asiento 80
Tabla 27.- Descripción de las células de presión total 88
Tabla 28.- Descripción del tubo inclinométrico 89
Tabla 29.- Descripción de los tubos telescópicos de asiento 89
Tabla 30.- Descripción de los piezómetros de cuerda vibrante 90
Tabla 31.- Descripción de los piezómetros hidráulicos 91
Tabla 32.- Descripción de los aforadores interiores 91
Tabla 33.- Instrumentación de las variables exteriores 92
Tabla 34.- Datos administrativos presa de El Agrio 92
Tabla 35.- Diagnóstico del estado de conservación y operatividad de los piezómetros de tubo Fuente: Informe de Estado del Sistema de Auscultación. Agosto 2018. 98

Tabla 36.- Instrumentación de las variables exteriores 99

Tabla 37.- Instrumentación de las variables de control deformacional 100

Tabla 38.- Instrumentación de las variables de control hidráulico..... 100

Tabla 39.- Distribución de los piezómetros de cuerda vibrante instalados 106

FIGURAS

Figura 1.- Esquema de ubicación de las ternas de clavos.....5

Figura 2.- Plano de ubicación de marcas para la auscultación de la presa.....9

Figura 3.- Planta sistema de auscultación de la presa..... 10

Figura 4.- Control del nivel del embalse..... 13

Figura 5.- Estación meteorológica..... 14

Figura 6.- Auscultación topográfica..... 15

Figura 7.- En la imagen de la izquierda se ve un hito de lectura y en la derecha un clavo de nivelación de los dispuestos en la coronación. 15

Figura 8.- Situación de la línea de extensómetro de suelo 16

Figura 9.- Situación de los 5 extensómetros en la cota 275 16

Figura 10.- Situación de los extensómetros situados en la sección central P-9 de la presa 17

Figura 11.- Central de lectura 2..... 17

Figura 12.- Situación de las sección SI-10..... 18

Figura 13.- Central de lecturas CL-4 18

Figura 14.- Situación de las Secciones GP1, P-9 Y GP-3 19

Figura 15.- En las imágenes se muestran los extensómetros de ambos márgenes. 19

Figura 16.- Situación de las secciones de control en el túnel del desagüe de fondo 20

Figura 17.- Situación de la sección central de presa P-9..... 21

Figura 18.- En las imágenes se muestran los cajetines de lectura 3 y 4. 21

Figura 19.- En estas imágenes se muestran el lector de cuerda vibrante y el CL-1 que contiene además de los 3 piezómetros, 6 extensómetros de gran base. 23

Figura 20.- Situación de los aforadores 23

Figura 21.- Ubicación de los puntos de nivelación y colimación. 30

Figura 22.- Ubicación de los péndulos directos en el cuerpo de presa. 32

Figura 23.- Ubicación de los aforadores en la galería inferior (AFO-I-MI y AFO-I-T) 34

Figura 24.- Localización Limnímetro. 42

Figura 25.- Distribución en planta de los Pilares para la Colimación. Y coordenadas de los puntos exteriores para la realización de intercesión directa son los siguientes. 44

Figura 26.- Distribución en alzado de bloques de las dianas de puntería. 44

Figura 27.- Distribución de los tornillos de nivelación en planta. 45

Figura 28.- Situación de los péndulos 46

Figura 29.- Situación de los medidores de juntas internos 47
Figura 30.- Situación de los extensómetros de varillas 49
Figura 31.- Situación de las rosetas extensométricas 50
Figura 32.- Situación de los termorresistores 53
Figura 33.- Situación de los piezómetros hidráulicos 55
Figura 34.- Situación de los aforos 56
Figura 35.- Sistema de auscultación instalado 60
Figura 36.- Esquema plancheta 62
Figura 37.- Ubicación del sistema del control topográfico. Coronación y berma 73
Figura 38.- Control topográfico desde berma aguas abajo 76
Figura 39.- Ubicación de las secciones de instalación de los piezómetros en la planta de la presa 106
Figura 40.- Situación de los medidores de juntas 108

FOTOGRAFÍAS

Fotografía.-1 Medidores de nivel: Escala de nivel y medidor display 2
Fotografía.-2 Esquema de la escala de nivel de embalse 2
Fotografía.-3 Estación del SAIH 3
Fotografía.-4 Tanque evaporímetro, Anemómetro, Termómetro e Higrómetro y pluviómetro SAIH 3
Fotografía.-5 Piranómetro 3
Fotografía.-6 Pluviómetro en la obra de toma (CHG) 4
Fotografía.-7 Base de nivelación e hito de referencia en la coronación de la presa 4
Fotografía.-8 Esquema de ubicación de las bases de nivelación e hitos 5
Fotografía.-9 Ternas de clavos para control de juntas 5
Fotografía.-10 Esquema de ubicación escala limnimétrica 8
Fotografía.-11 Balanza Rittmeyer 29
Fotografía.-12 PFC: Pilar Fijo de Referencia 31
Fotografía.-13 SFC: Señal Fija de Referencia 31
Fotografía.-14 Planchetas de lectura de los péndulos directos 32
Fotografía.-15 Medidor bidimensional. Junta de base de defórmetro 33
Fotografía.-16 Defórmetro digital 33
Fotografía.-17 Aforador AFO-INT a la salida al exterior. 35
Fotografía.-18 AFO-INT-MI en la galería 4 y aforador AFO-INT a la salida al exterior. 35
Fotografía.-19 En estas imágenes se muestra el punto de medida de los piezómetros 1 y 2 situado en la galería 4 y el cajetín de centralización de los 6 piezómetros en la cámara de válvulas interior, que se encuentra no operativo porque no le llega señal. 37
Fotografía.-20 Clavo de colimación-nivelación sin tapadera. Inicio de corrosión 38
Fotografía.-21 Escala limnimétrica (a las cotas hay que sumarle +5,15 m según indicaciones del personal de la presa) 67

Fotografía.-22 Balanza Rittmeyer (en la torre de toma del desagüe intermedio)..... 68

Fotografía.-23 Ubicación de la Estación Meteorológica de la CHG 70

Fotografía.-24 Central meteorológica del SAIH 71

Fotografía.-25 Ubicación de la Estación Meteorológica de SAIH 71

Fotografía.-26 Central meteorológica de Emasesa 72

Fotografía.-27 Pilar de observación M. D. 74

Fotografía.-28 Hito de observación topográfico en ladera de margen izquierda. No hay constancia de seguimiento de datos topográficos 74

Fotografía.-29 Clavos con caja de protección, situados en la coronación de la presa 74

Fotografía.-30 Señal de referencia fija para colimación 74

Fotografía.-31 Medición de nivel del contraembalse 93

Fotografía.-32 Estación meteorológica SAIH..... 94

Fotografía.-33 En la primera de las imágenes se ve el hito de lectura, en la segunda, un clavo de nivelación de los dispuestos en la coronación de la presa y en la tercera una placa de colimación. .. 95

Fotografía.-34 En las imágenes se muestra el punto de lectura inferior y el punto de lectura de la coronación de la presa. 95

Fotografía.-35 Imágenes de los aforadores tipo Thomson. La primera ilustración pertenece a la galería de inspección del plinto y la segunda a la galería longitudinal de los desagües de fondo..... 96

Fotografía.-36 Drenajes de la presa 97

Fotografía.-37 Balanza de HidroSanco instalada en la torre de tomas y Escala de nivel..... 101

Fotografía.-38 Estación meteorológica de la CHG y del SAIH 102

Fotografía.-39 Cajetín que indica el nivel de embalse..... 102

Fotografía.-40 Medidor de junta..... 103

Fotografía.-41 Se muestra en las imágenes uno de los inclinómetros y el aparato de lectura disponible en la presa. 104

Fotografía.-42 En la primera de las imágenes se ven los dos hitos situados en la margen derecha, en la segunda, una de las bases mixtas dispuestas en la coronación de la presa. 104

Fotografía.-43 Aforador..... 105

Fotografía.-44 Cuadro de lectura de los piezómetros y aparato de medida 107

1.- E53-Peñaflor

En el complejo de la presa y el embalse de Peñaflor, probablemente por la escasa elevación y anchura del azud, no existe instalado un sistema de auscultación completo, como sí correspondería para presas de mayor entidad. Se describen, a continuación, los equipos de los que se dispone para el seguimiento y vigilancia del comportamiento del azud de Peñaflor de las variables exteriores.

VARIABLES EXTERIORES			
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN	
Nivel del embalse	Escala manual	Obra de toma del canal del Bajo Guadalquivir	
	Medidor del nivel del embalse		
Temperatura	Termómetro	Estación meteorológica del SAIH. Peñaflor (E53)	
Precipitación	Pluviómetro		
Velocidad del viento	Anemómetro		
Evaporación	Evaporímetro		
Humedad del aire	Higrómetro		
Presión atmosférica	Barómetro		
Precipitación	Pluviómetro	En la Obra de Toma (CHG)	
Movimientos verticales y asientos	1 Pilar fijo de Colimación (PFC)	Hito en pila de estribo izquierdo	Presa de Peñaflor
	1 Señal fija de Colimación (SFC)	Hito en estribo derecho	
	13 clavos de colimación-nivelación (CCN)	Pilas en coronación de la Presa (aguas arriba)	
	15 clavos de nivelación (CN)	Muro margen izquierda y toma del canal	
Aperturas de juntas	14 Ternas de base de defórmetro (TBD)	Muro margen izquierda	

Tabla 1.- Instrumentación de variables exteriores

1.1 VARIABLES EXTERIORES

1.1.1 Control del nivel del embalse

Existe una escala graduada, para la medición manual del nivel de embalse en la obra de toma del canal del Bajo Guadalquivir



Fotografía.-1 Medidores de nivel: Escala de nivel y medidor display



Fotografía.-2 Esquema de la escala de nivel de embalse

1.1.2 Control meteorológico

En la actualidad los datos de la estación meteorológica se reciben a través de la red SAIH, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la cual está provista de anemómetro, barómetro, evaporímetro, higrómetro, pluviómetro y termómetro



Fotografía.-3 Estación del SAIH







Fotografía.-4 Tanque evaporímetro, Anemómetro, Termómetro e Higrómetro y pluviómetro SAIH





Fotografía.-5 Piranómetro

Además, se dispone de un pluviómetro en la obra de toma de la CHG



Fotografía.-6 Pluviómetro en la obra de toma (CHG)

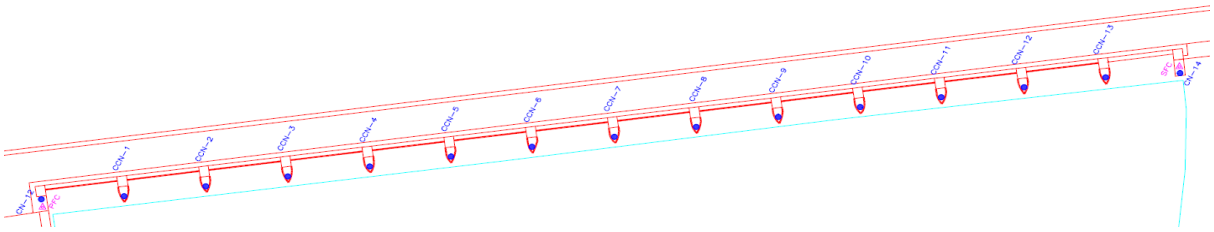
1.1.3 Control topográfico

Con objeto de poder llevar un control y seguimiento de los movimientos verticales en la coronación, hay 15 puntos de nivelación situados en cada una de las pilas de las que se compone el azud, para la nivelación de la coronación de la presa.

Existen además hitos de referencia en los estribos del azud.



Fotografía.-7 Base de nivelación e hito de referencia en la coronación de la presa



Fotografía.-8 Esquema de ubicación de las bases de nivelación e hitos

1.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO

En el complejo de la presa y el embalse de Peñaflor, existe únicamente instalado 14 ternas de base el control deformacional, y no se realizan control hidráulico.

1.2.1.1 Control deformacional: Ternas de bases

Sobre el muro de la margen izquierda se dispone de 14 ternas de clavos para el control de apertura de las juntas.



Fotografía.-9 Ternas de clavos para control de juntas

A continuación, se presenta un esquema de la ubicación de las ternas de los clavos

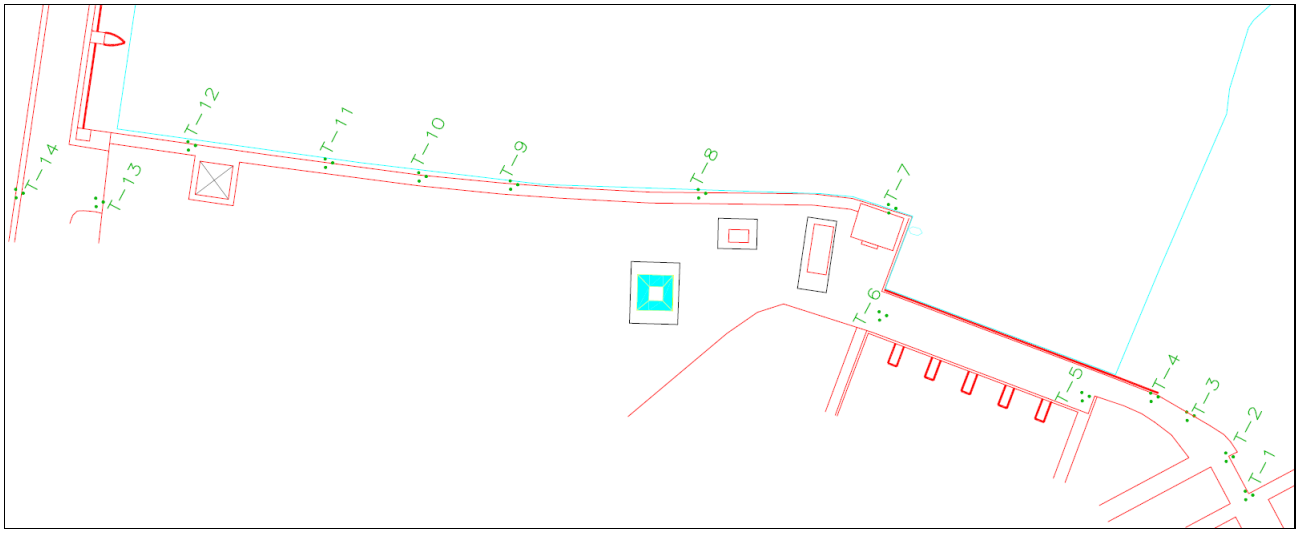


Figura 1.- Esquema de ubicación de las ternas de clavos

DESGLOSE DE LAS DIFERENTES TERNAS DE BASE			
Sensor	**Código SIPresas**	**Ubicación**	***Cota (msnm)**
T-01	CHG.E53-TDR01-AUS-T2D01	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-02	CHG.E53- TDR01-AUS-T2D02	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-03	CHG.E53- TDR01-AUS-T2D03	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-04	CHG.E53- TDR01-AUS-T2D04	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-05	CHG.E53- TDR01-AUS-T2D05	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-06	CHG.E53- TDR01-AUS-T2D06	Coronación azud del canal (Margen izquierda)	52,65
T-07	CHG.E53- øøø-AUS-T2D07	Margen izquierda del río	52.65
T-08	CHG.E53- øøø-AUS-T2D08	Margen izquierda del río	51,38
T-09	CHG.E53- øøø-AUS-T2D09	Margen izquierda del río	51,35
T-10	CHG.E53- øøø-AUS-T2D10	Margen izquierda del río	51,32
T-11	CHG.E53- øøø-AUS-T2D11	Margen izquierda del río	51,35
T-12	CHG.E53- øøø-AUS-T2D12	Margen izquierda del río	51,38
T-13	CHG.E53-ESI-AUS-T2D13	Estribo Margen Izquierda (Coronación de la presa)	52,50
T-14	CHG.E53-ESI-AUS-T2D14	Estribo Margen Izquierda (Coronación de la presa)	52,50
**Datos obtenidos en inspección visual realizada con fecha 02/02/2018* ***Cotas aproximadas obtenidas en documento XYZT y planos Estudio Batimétrico y Topográfico, 01/1999*			

Tabla 2.- Ternas de base

1.2.1.2 Control hidráulico

No existe ningún sistema instalado del que obtener variables de control tipo hidráulico.

1.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN

1.3.1 Estado de variables exteriores

1.3.1.1 Estado de Control del nivel del embalse

Las lecturas de la escala se leen con dificultad1, utilizándose directamente la lectura ofrecida por el display existente2.

1.3.1.2 Estado de Control meteorológico

El SAIH cuenta, por su parte, con una estación meteorológica automatizada completa3 y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, sólo dispone de un pluviómetro manual, que se encuentra en buen estado y del cual se tiene un registro diario de datos.

1 Con niveles bajos de nivel de embalse, se complica la lectura debido a las formaciones arbóreas que han crecido en la parte inferior del muro donde está ubicada la escala

2 La unidad de lectura es metros sobre el nivel del mar (msnm).

3 No hay registro de datos a partir del 17/09/2018 hasta el 30/06/2018

1.3.1.3 Estado de Control topográfico

La instalación de una nueva estructura metálica sobre las pilas de la presa impide la correcta visual de todos los clavos para la toma de lecturas. Por otra parte, se desconoce la fecha de la última vez que se llevó a cabo una medición.

1.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

1.3.2.1 Control deformacional: Ternas de bases

Las 14 ternas de base están en buen estado y están operativas, pero no se realizan mediciones.

1.3.2.2 Control hidráulico

No existe ningún sistema instalado del que obtener variables de control tipo hidráulico.

2.- E55-PueblaCazalla

En la actualidad el sistema de auscultación que originariamente contaba con péndulo directo, ternas de defórmetros, medidores tridimensionales de juntas, termómetros, clinómetros para el control de giros, extensómetros de varillas, piezómetros de cuerda vibrante, limnímetro y aforadores Thomson para control de filtraciones, **están fuera de servicio la mayoría**, y no se realiza toma de datos de ninguno de sus equipos, ya que precisarían una renovación total para volver a estas operativos.

Si se cuenta con:

- Ternas de base en coronación.
- Un sistema de medición del nivel del embalse.
- Una estación meteorológica situada en el poblado para el control ambiental.
- Dos (2) bases fijas en las laderas y veintiún (21) hitos de nivelación y colimación.

2.1 VARIABLES EXTERIORES

2.1.1 Control del nivel del embalse

Para el control de la cota del agua del embalse se dispone de:

- Escala limnimétrica, situada en la torre de toma que se encuentra situada en la margen izquierda, adosada al paramento.



Fotografía.-10 Esquema de ubicación escala limnimétrica

- Limnímetro automatizado (SAIH) cuyo cuadro de lectura de datos se ubica en la cámara de válvulas, en la margen izquierda.

2.1.2 Control meteorológico

Para el control ambiental está instalada en la presa una estación meteorológica cuyos datos se toman manualmente, situada en el poblado, con los siguientes aparatos de medidas:

- Dos pluviómetros, uno de ellos del SAIH
- Tanque evaporímetro
- Termómetros de máxima, mínima y media.

Los datos de la estación meteorológica se toman manualmente.

El sistema automático de control hidrológico (S.A.I.H.), se encuentra instalado en el interior de las oficinas de la presa.

2.1.3 Control topográfico

En la presa de La Puebla de Cazalla hay instalados para la medición de los desplazamientos los siguientes elementos situados en coronación y en el paramento de aguas abajo:

- 2 bases fijas en las laderas:
  - un pilar fijo en coronación (PFC) para el estacionamiento del teodolito
  - y una señal fija (SFC) para el estacionamiento de la mira.
- 21 hitos de nivelación y colimación
  - Clavos de colimación: existen 11 clavos a lo largo de la coronación formando una alineación de colimación. Nomenclatura CNN-1 a CNN-11.
  - Clavos de nivelación: hay instalados 10 clavos (5 en cada estribo), de los cuales hay 4 que se encuentran enterrados.

2.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO

En la actualidad el sistema de auscultación que originariamente contaba con péndulo directo, ternas de defórmetros, medidores tridimensionales de juntas, termómetros, clinómetros para el control de giros, extensómetros de varillas, piezómetros de cuerda

vibrante, limnímetro y aforadores Thomson para control de filtraciones, están fuera de servicio la mayoría, y no se realiza toma de datos de ninguno de sus equipos, ya que precisarían una renovación total para volver a estas operativos.

2.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN

2.3.1 Estado de variables exteriores

2.3.1.1 Estado de Control del nivel del embalse

- La escala limnimétrica, no se encuentra operativa puesto que se ve con dificultad por medio de unos prismáticos, distinguiendo únicamente las lecturas cada metro.
- El limnímetro automatizado del SAIH funciona correctamente y se tiene un registro diario del nivel del embalse. La unidad de lectura es metros sobre el nivel del mar (msnm) y funciona correctamente.

2.3.1.2 Estado del control meteorológico

El estado de conservación de la estación meteorológica es bueno, la caseta presenta un buen aspecto. La instrumentación, pluviómetros y tanque evaporímetro se encuentran automatizados y en buen estado.

2.3.1.3 Estado del control topográfico

En las bermas y en coronación, hay instalados 11 Clavos de Colimación-Nivelación (CCN).

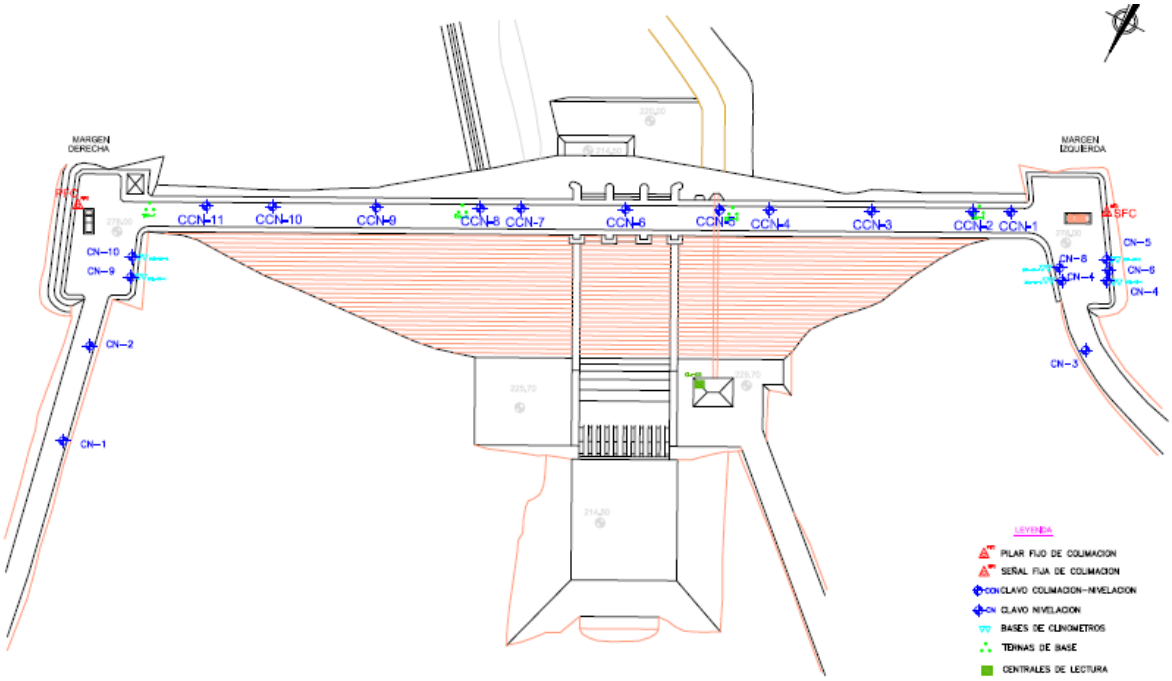


Figura 2.- Plano de ubicación de marcas para la auscultación de la presa.

2.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

Como se ha mencionado anteriormente, todos los equipos requieren de una renovación y automatización completa para su puesta en funcionamiento nuevamente, actualmente se encuentran inoperativos.

3.- E56-Huesna

La presa de El Huesna cuenta con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos. En las siguientes tablas se reflejan la instrumentación instalada en la presa, actualizada con el informe de julio de 2018:

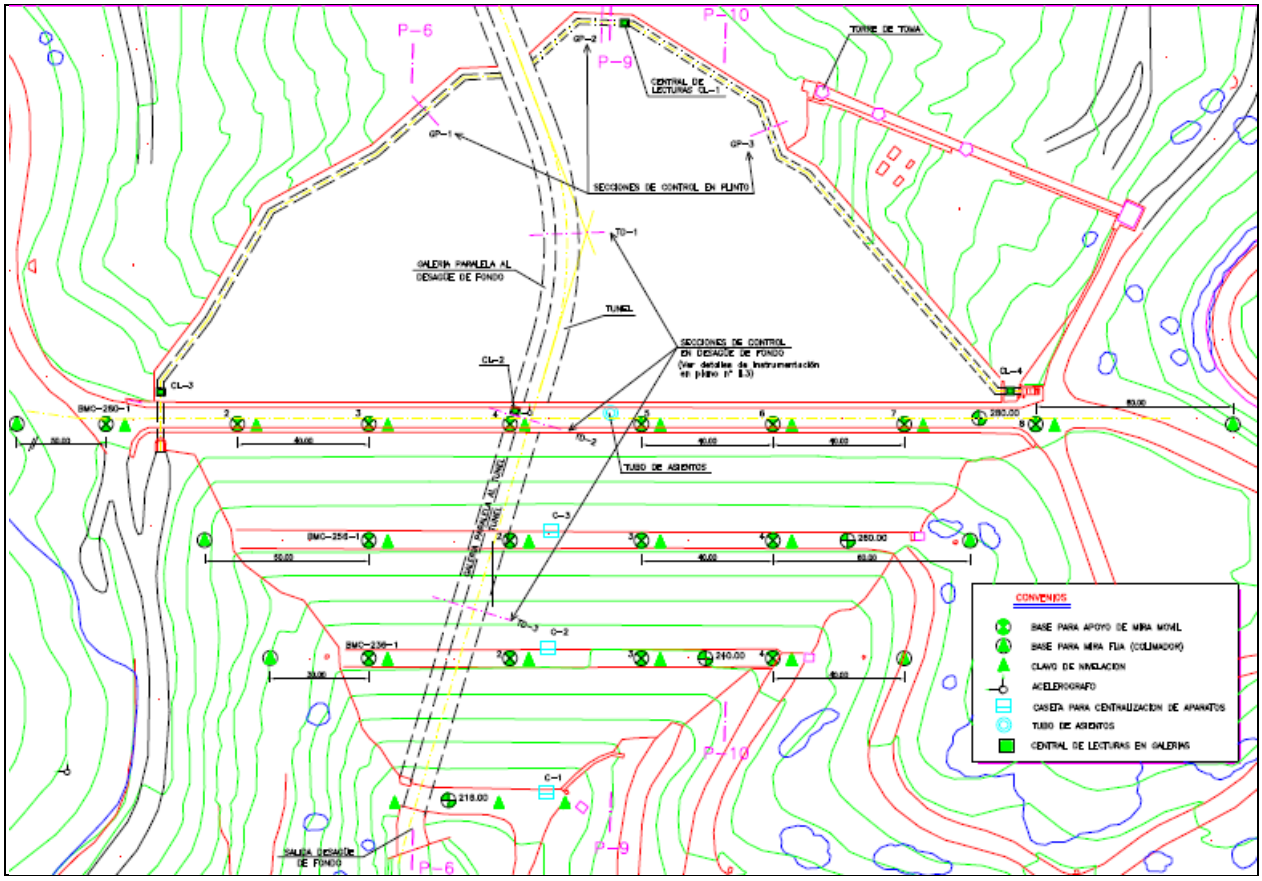


Figura 3.- Planta sistema de auscultación de la presa

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escalas manuales	Margen izquierda
	Sensor de presión. Balanza Rittmeyer	Caseta de acceso a la galería de tomas.
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del SAIH. Huesna (E56)
Precipitación	2 pluviómetros	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Evaporación	1 evaporímetro	
Humedad del aire	1 Higrómetro	
Movimientos verticales y asientos	18 clavos de colimación-nivelación (CCN)	Berma cota 216: 2 CCN
		Berma cota 240: 4 CCN
		Berma cota 260: 5 CCN
		Coronación presa: 7 CCN
	6 clavos de nivelación (CN)	Margen izquierda (ver figura adjunta)
	5 clavos fijos de nivelación	Margen izquierda (ver figura adjunta)
	3 señales fijas de colimación (SFN)	Berma cota 240 MD : SFC-3
		Berma cota 260 MD: SFC-2
		Coronación presa MD : SFC-1
	3 pilares fijos de nivelación (PFN)	Berma cota 240 MI : PFC-3
		Berma cota 260 MI: PFC-2
		Coronación presa MI : PFC-1

Tabla 3.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN			
		DEL SENSOR			DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Deformaciones de la escollera	7 extensómetros de gran base (ES)	5	a la cota 275	para el control de deformaciones longitudinales	Central de lecturas 1 (CL-1)
		1	a la cota 240 en la sección central de la presa (P-9)	para el control próximo a la pantalla asfáltica.	Central de lecturas 1 (CL-1)
		1	a la cota 216 en la sección central de la presa (P-9)	para el control de las deformaciones unitarias perpendiculares al plinto	Central de lecturas 2 (CL-2)
Deformaciones en túnel de desvío	4 extensómetros de cuerda vibrante (ECV)	Sección SI-10 del túnel de desagüe de fondo			Central de lecturas 4 (CL-4)
Asentamientos de la presa	3 extensómetros de varilla (EV)	Eje de la presa, galería perimetral margen derecha y margen izquierda (Secciones P-9, GP-1 GP-3)			
Control de carga y presiones	12 células de presión total (CPT) en el túnel de desagüe de fondo	4	en la sección SI-8		Central de lecturas 4 (CL-4)
		4	en la sección SI-10		
		4	en la sección SI-12		
	1 célula de presión total (CPT) en el plinto	1	situada a la cota 216, en la sección central del plinto (P-9)		Central de lecturas 2 (CL-2)
	2 células de presión total (CPT) en el cuerpo de presa	1	situada en la sección P-9, bajo la coronación, a cota 245		Central de lecturas 3 (CL-3)
		1	situada en la sección P-9 situada en el cuerpo de la presa, aguas abajo, a la cota 245		
Deformabilidad cuerpo de la presa	16 células hidráulicas de asiento (CH)	2	Sección P-6:	a la cota 260	
		2	Sección P-9	a la cota 260	
		4		a la cota 240	
		6		a la cota 216	
		2	Sección P-10	a la cota 260	

Tabla 4.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL PIEZOMÉTRICAS			
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN	
		DEL SENSOR	DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Control piezométrico (presiones intersticiales	7 piezómetros de cuerda vibrante (PCV)	3 en la sección GP-1 de la galería perimetral, MD. Cotas 221,7, 219,1 y 218,6	Central de lecturas 2 (CL-2)
		2 en la sección GP-2 de la galería perimetral, centro. Cotas 203,5 y 203,0	Central de lecturas 2 (CL-2)
		2 en la sección GP-3 de la galería perimetral, MI. Cotas 228,3 y 224,0	Central de lecturas 1 (CL-1)
Control de filtraciones	2 aforadores tipo Thomson (AF)	Cámara de válvulas	
		Confluencia del plinto con la galería de la margen izquierda	
Control del drenaje interior	1 cada 3 m	Galería perimetral	

Tabla 5.- Instrumentación de las variables de control piezométrico

3.1 VARIABLES EXTERIORES.

3.1.1 Control del nivel del embalse.

Para permitir la automatización del nivel de embalse, en la caseta de acceso a la galería de tomas hay colocada una balanza Rittmeyer, que permite la obtención automática del mismo.



Figura 4.- Control del nivel del embalse

Además, también se cuenta con una escala limnimétrica en la margen izquierda de la presa para tomar, de forma manual, los niveles del embalse.

3.1.2 Control meteorológico

Con el fin de realizar un seguimiento de la meteorológica en el embalse, existe una estación provista de Anemómetro, Evaporímetro, Higrómetro, 2 Pluviómetros y Termómetro, en la actualidad los datos de la estación meteorológica se reciben a través de la red SAIH, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.



Figura 5.- Estación meteorológica

3.1.3 Control topográfico.

Con objeto de poder llevar un control y seguimiento de los movimientos verticales en las bermas y en coronación, hay instalados clavos de nivelación -colimación cada 38 metros.

En la margen derecha están situadas las señales fijas de colimación: SFC-1 (coronación de la presa), SFC-2 (berma de la cota 260) y SFC-3 (berma de la cota 240). Mientras que en la margen izquierda están situados los pilares fijos de nivelación: PFC-1 (coronación de la presa), PFC-2 (berma de la cota 260) y PFC-3 (berma de la cota 240)

Respectos a los clavos de colimación y nivelación, hay 18 clavos de colimación-nivelación (CCN), 6 clavos de nivelación (CN), y 5 clavos fijos de nivelación (CFN).

En la berma de la cota 216 hay 2 clavos de colimación-nivelación, CCN-4-1 y CCN-4-2.

En la berma de la cota 240 hay 4 clavos de colimación-nivelación, CCN-3-1, CCN-3-2, CCN-3-3 y CCN-3-4.

En la berma de la cota 260 se encuentran los 5 clavos de colimación-nivelación, CCN-2-1, CCN-2-2, CCN-2-3, CCN-2-4 y CCN-5.

En la coronación de la presa hay 7 clavos de colimación-nivelación, CCN-1-1, CCN-1-2, CCN-1-3, CCN-1-4, CCN-15, CCN-6 y CCN-7.

Los clavos de nivelación (CN) y clavos fijos de nivelación (CFN) se encuentran situados en la margen izquierda, como se observa en la figura adjunta.



Figura 6.- Auscultación topográfica



Figura 7.- En la imagen de la izquierda se ve un hito de lectura y en la derecha un clavo de nivelación de los dispuestos en la coronación.

Desde junio de 2004 no se han realizado campañas topográficas, por lo que no se tienen datos.

3.2 VARIABLES DE CONTROL.

3.2.1 Variables de control deformacional.

3.2.1.1 Control deformaciones en escollera.

Para realizar el seguimiento de las posibles deformaciones de la escollera se han instalado 7 extensómetros de suelo (de gran base).

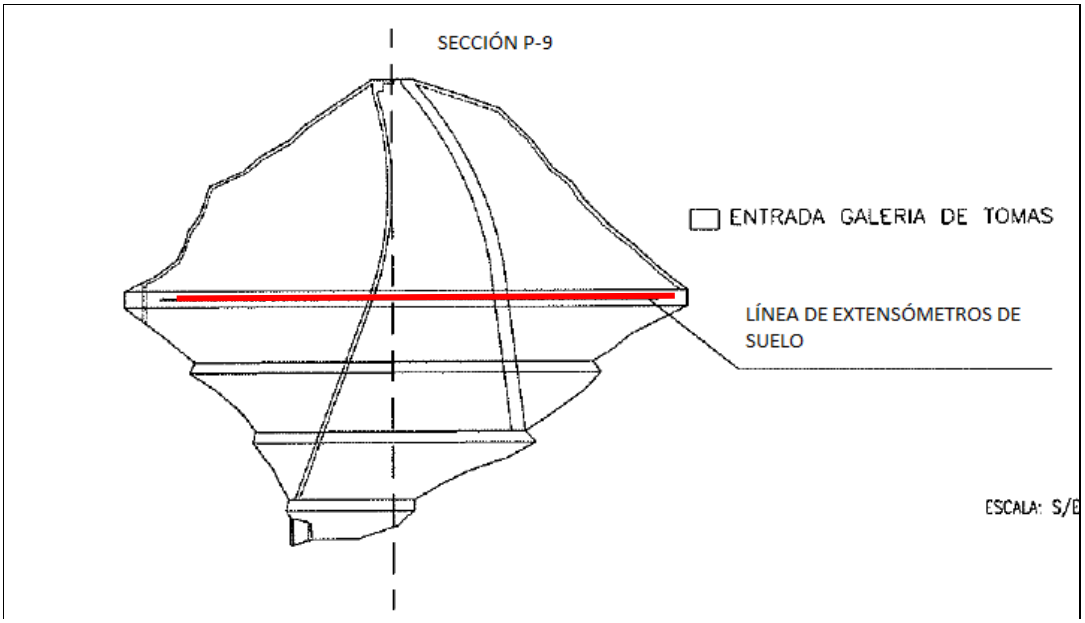


Figura 8.- Situación de la línea de extensómetro de suelo

Para el control de las deformaciones longitudinales hay situados 5 extensómetros en la cota 275.

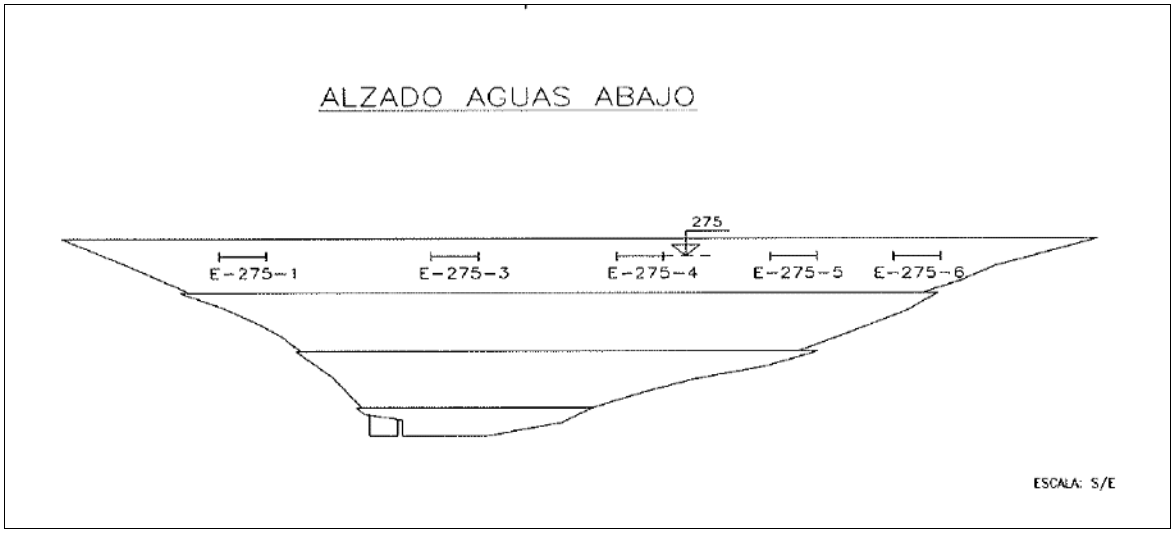


Figura 9.- Situación de los 5 extensómetros en la cota 275

Para el control de las deformaciones transversales al plinto, hay situado un extensómetro en la cota 240 próxima a la pantalla asfáltica y otro en el plinto a cota 216, ambos en la sección central de la presa P-9, tal y como se muestra en la imagen adjunta.

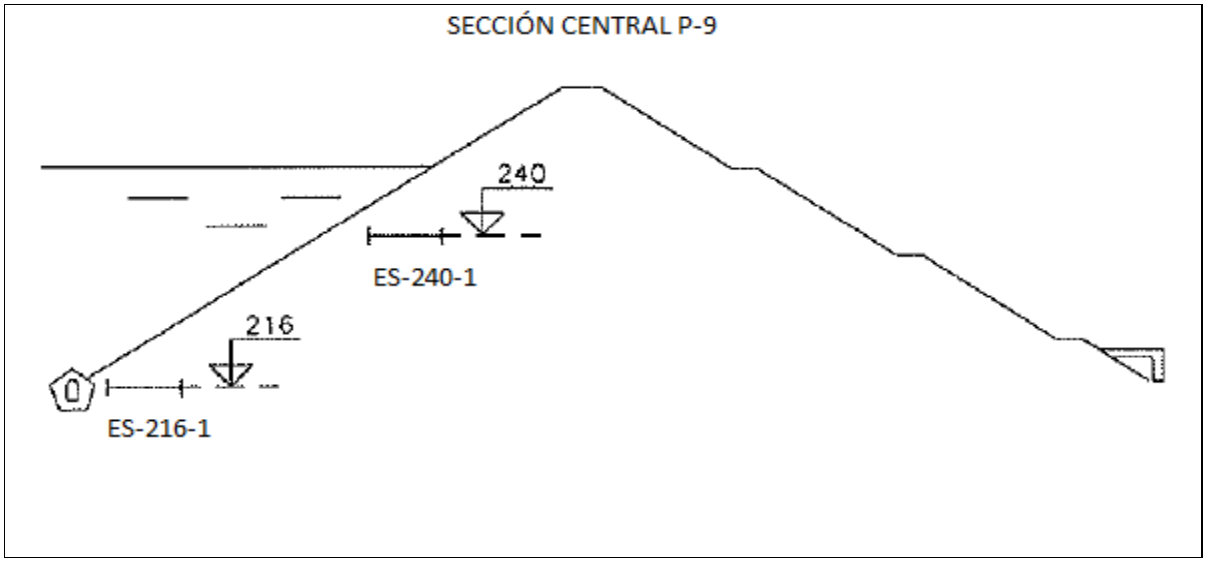


Figura 10.- Situación de los extensómetros situados en la sección central P-9 de la presa

El sistema de automatización de adquisición de datos se encuentra en la central de lecturas CL-1, en el caso de los extensómetros situados a la cota 275 y cota 240, y en la central de lecturas CL-2, en el caso del extensómetro situado a la cota 216, que corresponde a la segunda de las imágenes.



Figura 11.- Central de lectura 2

3.2.1.2 Control deformaciones en túnel de desvío

Para realizar el seguimiento de las posibles deformaciones del túnel de desvío hay colocados 4 extensómetros de cuerda vibrante en la sección SI-10 del túnel de desagüe de fondo.

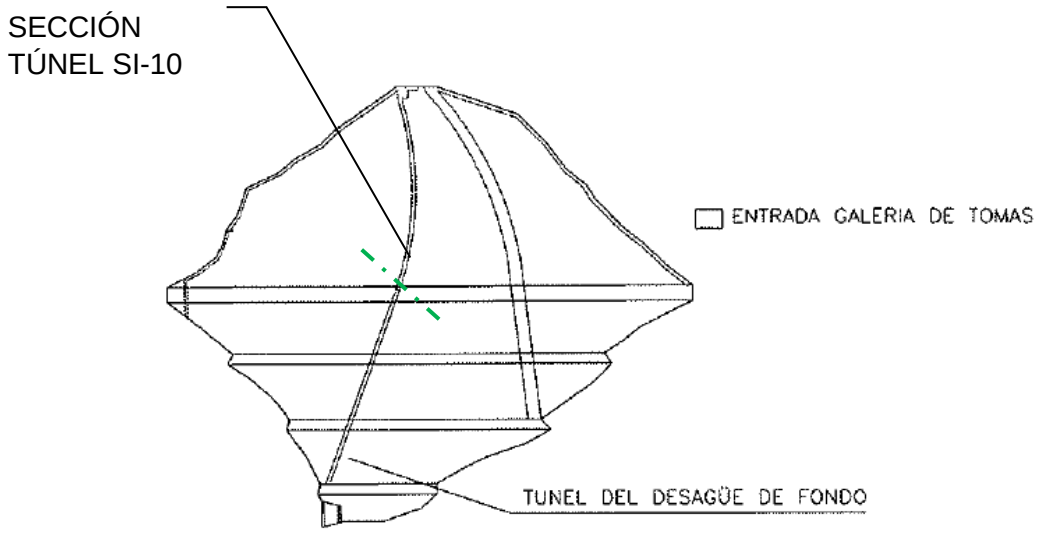


Figura 12.- Situación de las sección SI-10

El sistema de automatización de adquisición de datos se encuentra en la central de lecturas CL-4, situada en la galería del túnel de desvío que conduce hasta la cámara de válvulas de los desagües de fondo.



Figura 13.- Central de lecturas CL-4

3.2.1.3 Control asentamientos de la presa

Con el fin de realizar un seguimiento del asentamiento de la presa se instalaron 3 extensómetros de varilla, uno de ellos en el eje de la presa aproximadamente (sección P-9), y los otros dos en el margen derecha y margen izquierda a una cota superior (secciones GP-1 Y GP-3 respectivamente. Se encuentran automatizados, pero no funcionan.

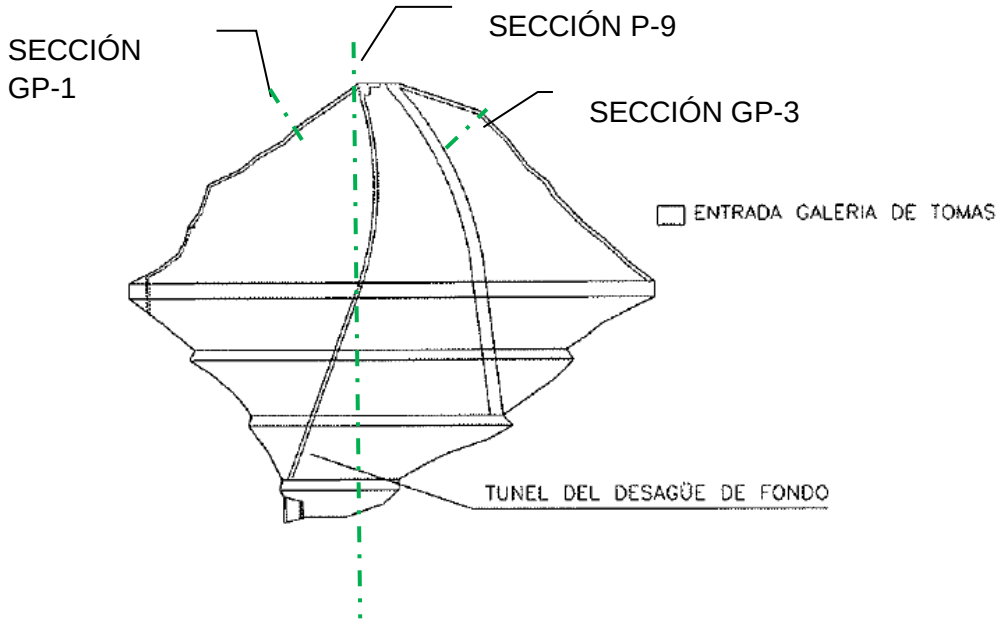


Figura 14.- Situación de las Secciones GP1, P-9 Y GP-3



Figura 15.- En las imágenes se muestran los extensómetros de ambos márgenes.

3.2.1.4 Control mediante células de presión total

Con el fin de determinar la carga puntual en diferentes puntos de la presa, se instalan 15 células de presión total.

En el túnel de desagüe de fondo hay 12 células de presión total distribuidas en 4 grupos correspondientes a 3 secciones de control del túnel de desagüe de fondo, la SI-8, SI-10 y SI-12, tal y como se muestra en la imagen.

El sistema de automatización de adquisición de datos se encuentra en la central de lecturas CL-4

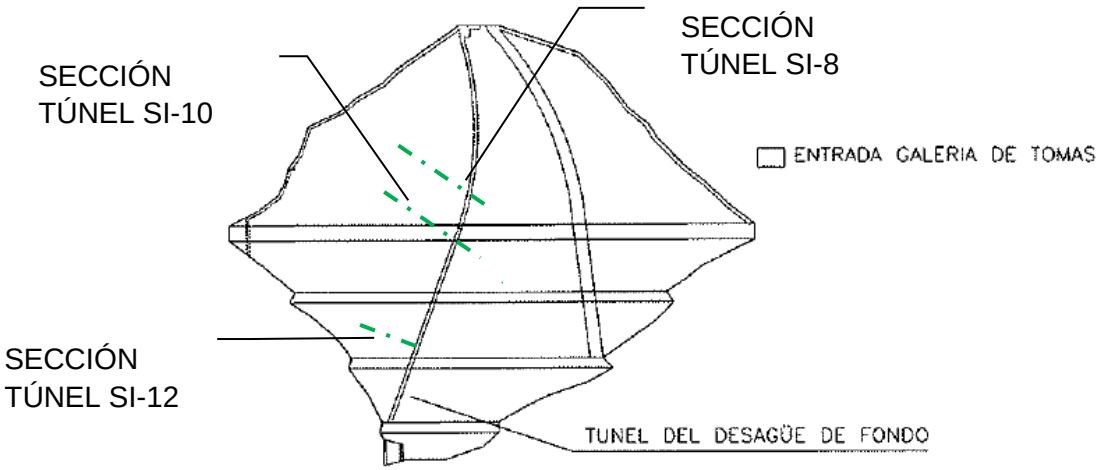


Figura 16.- Situación de las secciones de control en el túnel del desagüe de fondo

En la sección central, P-9, existen otras 2 células de presión total, distribuidas de la siguiente forma: una de ellas está situada en el cuerpo de la presa, bajo la coronación, a la cota 245, y la otra está situada en el cuerpo de la presa en la zona de aguas abajo a la cota 245.

El sistema de automatización de adquisición de datos de estas 2 células se encuentra en la central de lecturas CL-3

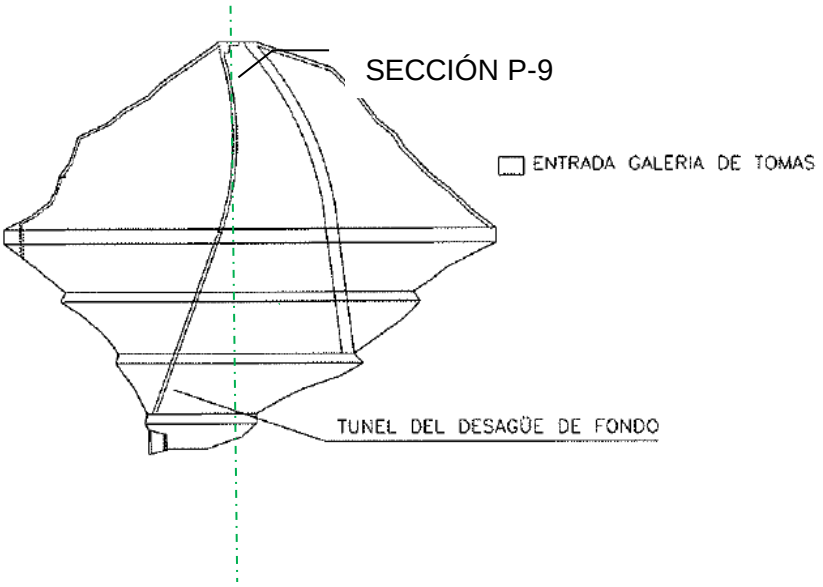


Figura 17.- Situación de la sección central de presa P-9

Existe una última célula de presión total situada en la cota 216 en la sección central del plinto. Esta célula mide las presiones normales al hastial aguas abajo del plinto. El sistema de automatización de adquisición de datos de esta célula se encuentra en la central de lecturas CL-2.



Figura 18.- En las imágenes se muestran los cajetines de lectura 3 y 4.

3.2.1.5 Control deformabilidad cuerpo de presa.

En las presas de materiales sueltos una de las magnitudes más importantes a la hora de establecer un control de auscultación, es la deformabilidad del cuerpo de presa, para hacer un seguimiento de los asientos de la presa se instalaron 18 células hidráulicas de asiento distribuidas en grupos de 6 en casetas situadas en las cotas 216, 240 y 260 en la margen izquierda.



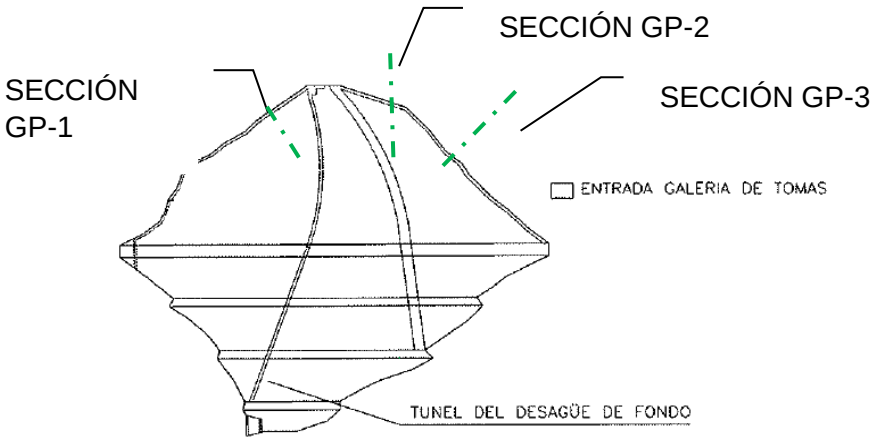


3.2.2 Variables de control hidráulico.

3.2.2.1 Control piezométrico.

Con el fin de controlar las presiones intersticiales en el terreno la presa dispone de 7 piezómetros de cuerda vibrante, repartidos en tres secciones, GP-1, GP-2, GP-3, de la zona baja del plinto.

- En la sección GP-1 (M.D.), se encuentran los piezómetros PCV-1-1, PCV-1-2 y PCV-1-3, a las cotas 221,7, 219,1 y 218,6 respectivamente.
- En la sección GP-2 (centro), se encuentran los piezómetros PCV-2-1 y PCV-2-2, a las cotas 203,5 y 203,0 respectivamente.
- En la sección GP-3 (MI), se encuentran los piezómetros PCV-3-1 y PCV-3-2, a las cotas 228,3 y 224,0 respectivamente.



El sistema de automatización de adquisición de datos se encuentra en la central de lecturas CL-2, en el caso de los piezómetros situados en la sección GP-1 y GP-2. Y en la central de lecturas CL-1, en el caso de los piezómetros situados en la sección GP-3



Figura 19.- En estas imágenes se muestran el lector de cuerda vibrante y el CL-1 que contiene además de los 3 piezómetros, 6 extensómetros de gran base.

3.2.2.2 Control de filtraciones.

Para la medida de filtraciones se dispone de 2 aforadores del tipo vertedero de pared delgada, tipo Thomson.

Uno de ellos está situado en la cámara de válvulas y recoge las filtraciones de la margen derecha. El otro se encuentra en la confluencia del plinto con la galería de la margen izquierda y mide las filtraciones de este margen.

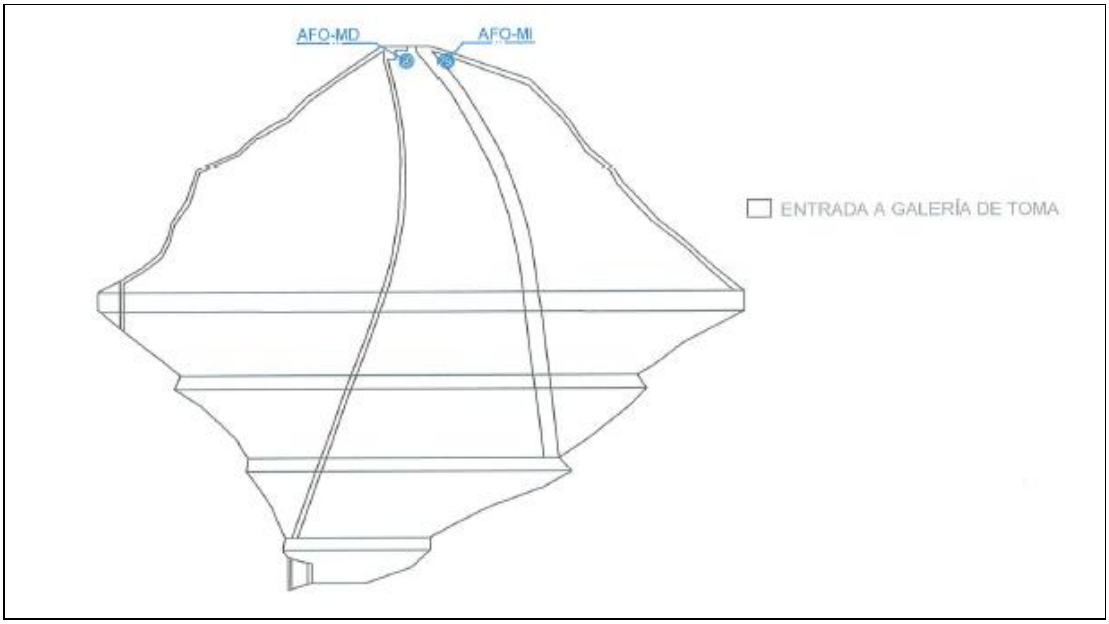


Figura 20.- Situación de los aforadores



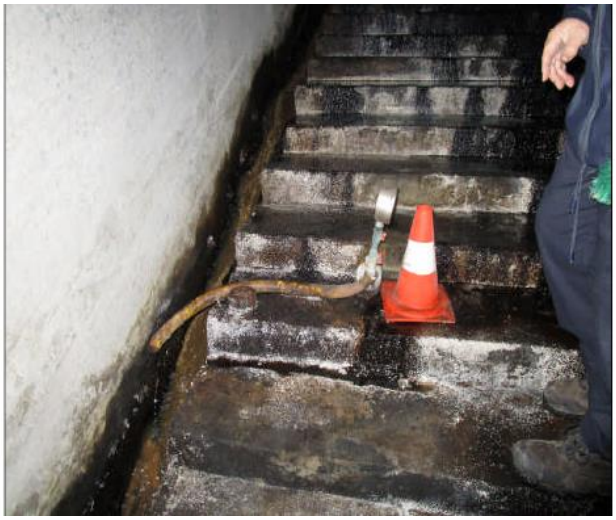


Imágenes de los aforadores tipo Thomson MI y MD. En la primera ilustración vemos el sistema de automatización que está dispuesto en cada uno de los aforadores.

3.2.2.3 Control del drenaje interior de la presa.

Con el fin de realizar un seguimiento del drenaje en el interior de la presa se han distribuido drenes en la galería perimetral, situados uno cada 3 m.





3.3 RESUMEN ESTADO DE EQUIPOS AUSCULTACIÓN

3.3.1 Estado control variables exteriores.

3.3.1.1 Estado control del nivel de embalse.

Tanto la balanza Rittmeyer, que registra de forma automática los niveles de embalse diarios, como la escala limnimétrica, se encuentran disponibles y en buen estado.

3.3.1.2 Estado control meteorológico

La estación meteorológica con la que cuenta la presa se encuentra en buen estado a nivel de conjunto. La caseta donde se encuentra la instrumentación presenta buen aspecto y las herramientas de medición se encuentran operativas

3.3.1.3 Estado del control topográfico

En cuanto a las bases y clavos de colimación y nivelación en coronación se encuentran en buen estado, aunque no se encuentran numeradas y etiquetadas para su correcto reconocimiento.

En las bermas de aguas abajo, por el contrario, nos encontramos con bases y clavos operativos, pero en mal estado por falta de limpieza o degradación.

3.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

3.3.2.1 Estado del control deformacional

3.3.2.1.1 Deformaciones en la escollera

De los 5 extensómetros instalados a cota 275 solamente da lectura el ES-275-3.

El extensómetro instalado a cota 240 está operativo y el de cota 216 no funciona.

Actualmente no se toman lecturas.

3.3.2.1.2 Deformaciones en túnel de desvío

Actualmente no se toman lecturas a pesar de encontrarse la instrumentación, en su mayoría, operativa.

3.3.2.1.3 Asentamientos de la presa

La instrumentación se encuentra automatizada, pero no funciona.

3.3.2.1.4 Células de presión total

En la presa no se dispone de aparato de medición y no se realizan lecturas. A pesar de ello, se comprueba que están operativas 9 de las 15 células de presión total.

3.3.2.1.5 Deformaciones en el cuerpo de presa

Solo se pueden verificar las situadas en la caseta 1 (cota 216) debido a la falta de las llaves de las otras dos casetas. No está operativa ninguna de las células hidráulicas de asiento.

3.3.2.2 Estado del control hidráulico

3.3.2.2.1 Control piezométrico

De los 5 piezómetros que se encuentran en el CL-2, solo funciona el PCV-1-3.

En la presa no se dispone de equipo para ejecutar estas medidas.

Según el personal de la presa la última lectura se hizo alrededor del 2007.

3.3.2.2.2 Control de filtraciones

El sistema de automatización que está dispuesto en cada uno de los aforadores no funciona.

No se realizan lecturas.

3.3.2.2.3 Control del drenaje interior de la presa

Aproximadamente 20 de ellos disponen de manómetro, pero solo 4 están operativos.

No se realizan medición de las filtraciones.

El agua que emana de dichos drenes se observa que es clara sin arrastre de sedimentos.

4.- E57-Pintado

La presa de El Pintado cuenta con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos.

En las siguientes tablas se resume la instrumentación instalada y las variables medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escala de nivel	En la margen izquierda sobre los escalones de la zona de embarcadero
	Balanza Rittmeyer (SAIH)	En la torre de maniobras
	Limnímetro manual	Perteneciente a la pres
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Precipitación	1 pluviómetro	
Evaporación	1 evaporímetro tanque y 1 piche	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Dirección del viento	1 Veleta	
Humedad relativa del aire	1 higrómetro	
Insolación	1 heliógrafo	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Movimientos verticales y asientos desde coronación	18 clavos de colimación-nivelación (CCN)	En coronación
	1 pilar fijo de colimación (PFC)	Uno en cada estribo de la presa en coronación
	1 Señal fija de colimación (SFN)	

Tabla 6.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN		
		DEL SENSOR		PUNTO DE LECTURA
Control de los movimientos horizontales	3 péndulos directos	1	En el pozo de inspección de la junta J-1, entre los bloques de la torre de maniobras y nº 1	La lectura se realiza en tres niveles correspondiendo a cada una de las galería.
		1	Se sitúa en el pozo de inspección de la junta J-4, entre los bloques nº 3 y 4.	
		1	Se sitúa en el pozo de inspección de la junta J-7, entre los bloques 6 y 7	La lectura sólo se realiza en dos niveles.
Control de movimientos entre juntas	44 medidores bimensionales de juntas con defórmetro	16	En 1ª Galería o Galería Superior	En 1ª Galería o Galería Superior
		13	2ª Galería o intermedia superior	2ª Galería o intermedia superior
		9	En 3ª Galería o intermedia inferior	En 3ª Galería o intermedia inferior
		6	En 4ª Galería o galería inferior	En 4ª Galería o galería inferior

Tabla 7.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN DEL SENSOR			SISTEMA O ZONA DE MEDICIÓN
Control piezométrico (presiones intersticiales)	6 piezómetros de cuerda vibrante (PCV)	2 en la sección Junta 1 (Aliviadero MD)	1 1	PCV-1: situada a cota 248,0 msnm PCV-2: situada a cota 251,56 msnm	La lectura manual se hace mediante lector de cuerda vibrante. Se lee de forma digital con el aparato correspondiente de lectura en el armario de centralización existente en la presa.
		2 en la sección Junta 4 (Aliviadero Centro)	1	PCV-3: situada a cota 258,27 msnm	
			1	PCV-4: situada a cota 259,63 msnm	
		2 en la sección Junta 7 (Aliviadero MI)	1	PCV-5: situada a cota 258,27 msnm	
			1	PCV-6: situada a cota 259,63 msnm	
Control de filtraciones	3 aforadores tipo Thomson (AF)	AFO-INT-MI:	Está situado sobre la cuneta de la galería 4ª.		Recoge las filtraciones de presa y cimientos correspondientes a la margen izquierda.
		AFO-INT:	Se sitúa sobre en la cuneta de la galería “T” en su extremo de aguas abajo.		Su medición se corresponde al total de las filtraciones cuerpo de presa y cimientos.
		AFO-EXT:	Se dispone en el exterior de la presa en el paramento de aguas abajo sobre el bloque nº3.		Recoge las filtraciones tanto del interior de la presa, recogidas por medio de una tubería a la salida de la galería en “T”, como las exteriores procedentes de unas cunetas de hormigón dispuestas a lo largo del pie de la presa.
	2 Puntos de aforo	Estribo izquierdo	Estribo de la margen izquierda en la galería 2		Medición manual del caudal en el estribo de la margen izquierda en la galería 2.
		J-10	Junta nº 10.		Medición manual de una fuga existente en la junta nº 10

Tabla 8.- Instrumentación de las variables de control hidráulico

4.1 VARIABLES EXTERIORES.

4.1.1 Control del nivel del embalse.

Para el control del nivel del embalse se dispone de los siguientes medios:

- Balanza Rittmeyer propiedad del S.A.I.H., cuyo cuadro se encuentra en la torre de maniobras. Esta medida se contrasta ocasionalmente con un limnímetro manual perteneciente a la presa.
- En margen izquierda se sitúa una escala de nivel sobre los escalones de la zona de embarcadero en la que se puede observar el nivel del embalse con poca precisión.



Fotografía.-11 Balanza Rittmeyer

4.1.2 Control meteorologico

Para el control ambiental está instalada en la presa una estación meteorológica, situada en la azotea del centro operativo, que realiza el control de los siguientes parámetros:

- Temperatura ambiente
- Pluviometría
- Evaporación
- Velocidad y dirección del viento
- Humedad relativa del aire
- Insolación

Los datos de la estación meteorológica se toman manualmente y no se reciben a través de la red SAIH.

La presa de El Pintado está conectada al Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca del Guadalquivir (S.A.I.H.). Este sistema dispone de comunicación vía satélite que envía los datos registrados de pluviometría a la central del SAIH en Sevilla.

Las variables registradas por instrumentos del SAIH son las siguientes:

- Precipitación: registrada por un pluviómetro automático ubicado en la cubierta de la torre de maniobras.
- Nivel del embalse: registrado mediante una balanza de Rittmeyer dispuesta en la torre de maniobras.
- Posicionamiento de las siguientes válvulas y compuertas:
  - Compuertas de paramento del desagüe regulador: señal abierta o cerrada
  - Válvulas compuertas del desagüe regulador: señal abierta o cerrada
  - Válvulas Larner-Johnson del desagüe regulador: señal porcentaje de apertura.
  - Compuertas Taintor aliviadero: señal porcentaje de apertura.

4.1.3 Control topográfico.

El control de desplazamientos horizontales entre presa y terreno y asientos se realiza mediante el control de movimientos de una serie de hitos colocados en coronación y en las bermas de la presa.

En total hay:

- 18 clavos de colimación-nivelación dispuestas sobre la coronación según se muestra en la figura.
- 1 PFC: Pilar fijo de colimación (fijo del terreno)
- 1 SFC: Señal fija de nivelación (fijo del terreno)

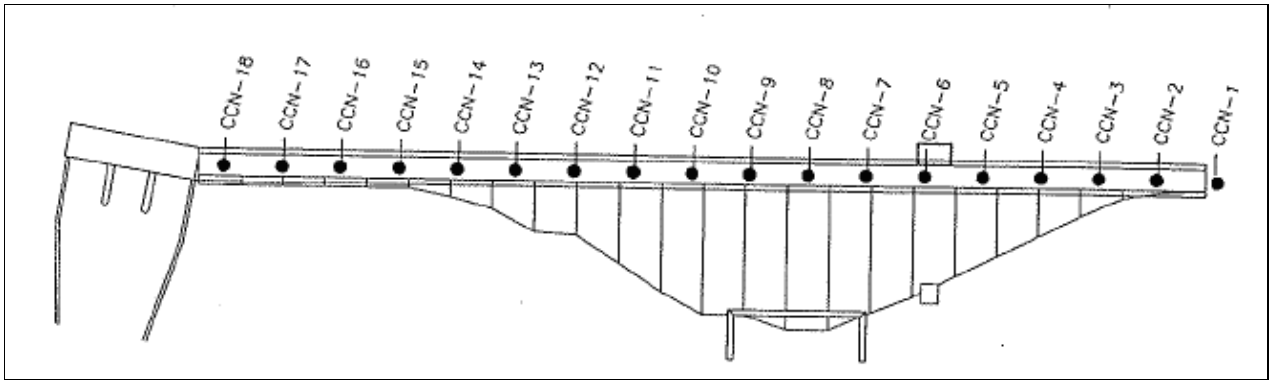
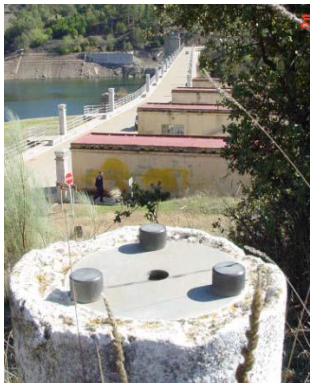


Figura 21.- Ubicación de los puntos de nivelación y colimación.



Fotografía.-12 PFC: Pilar Fijo de Referencia



Fotografía.-13 SFC: Señal Fija de Referencia

4.2 VARIABLES DE CONTROL.

4.2.1 Variables de control deformacional.

4.2.1.1 Control de movimientos horizontales mediante péndulos directos

Los péndulos directos instalados empezaron a registrar datos a partir del 5 de septiembre del 2006 hasta la actualidad.

El control de movimientos horizontales en la presa de El Pintado, se realiza a partir de **3 péndulos directos** anclados a la altura de la galería 1ª en las juntas J-1, J-4 y J-7 sin existir un control topográfico del punto de anclaje.

El **péndulo PD-1** se dispone en el pozo de inspección de la junta J-1, entre los bloques de la torre de maniobras y nº 1.

El anclaje se sitúa en la Galería Superior ó 1ª Galería (cota solera 330,55 msnm)

El depósito de flotación en el Galería Inferior ó 4ªGalería (cota solera 274,50 msnm).

La lectura se realiza en tres niveles correspondiendo a las galerías 2ª, 3ª y 4ª

El **péndulo PD-2** se sitúa en el pozo de inspección de la junta J-4, entre los bloques nº 3 y 4.

El anclaje se sitúa en la Galería Superior ó 1ª Galería (cota solera 330,55 msnm)

El depósito de flotación está en la 3ª galería (cota solera 294,00 msnm)

La lectura se realiza en dos niveles correspondiendo a las galerías 2ª y 3ª.

El **péndulos PD-3**, se sitúa en el pozo de inspección de la junta J-7, entre los bloques 6 y 7.

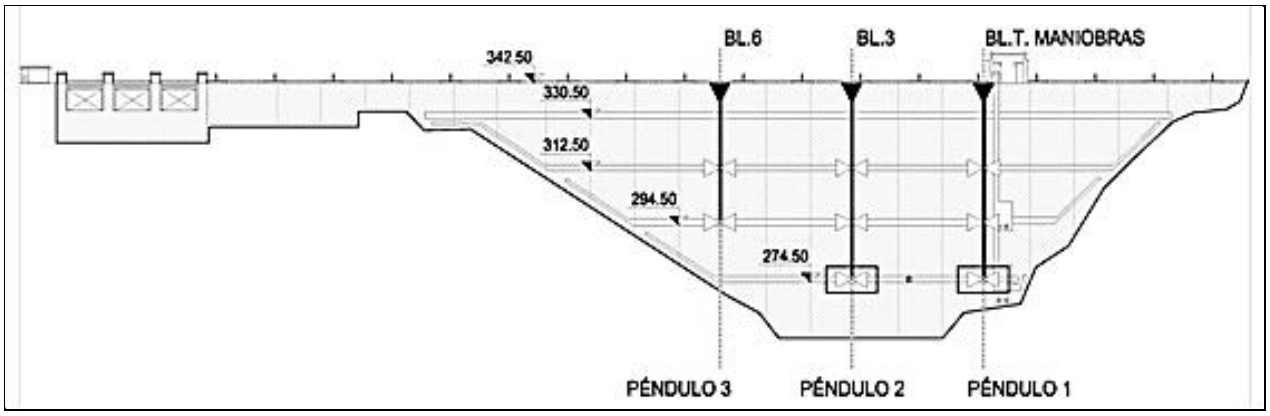
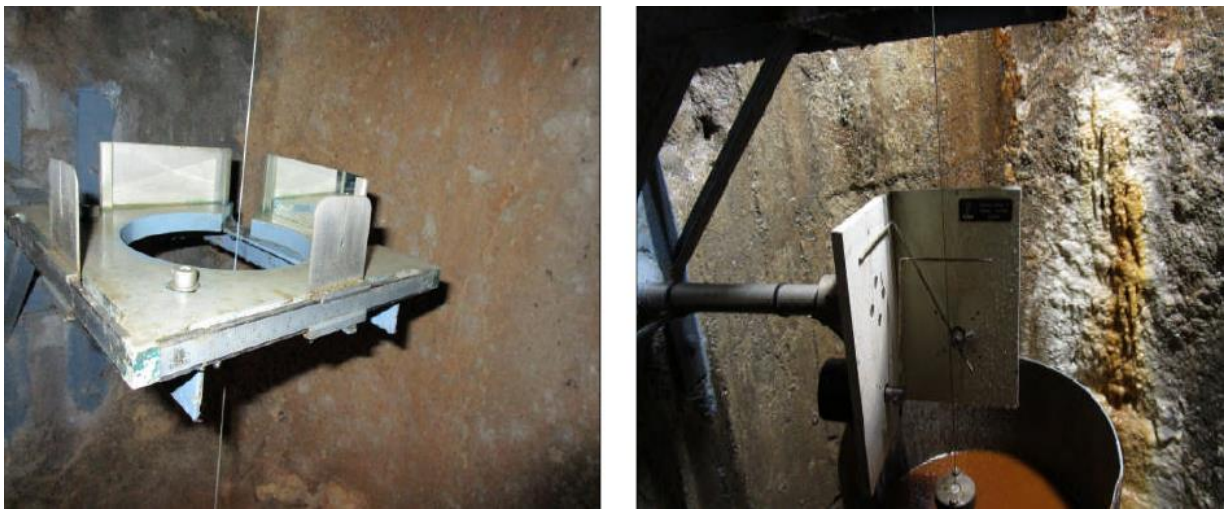


Figura 22.- Ubicación de los péndulos directos en el cuerpo de presa.

Las lecturas que se toman son radiales (en el sentido aguas arriba y aguas abajo) y tangenciales (paralelas al eje de la presa).



Fotografía.-14 Planchetas de lectura de los péndulos directos

4.2.1.2 Control de movimientos entre juntas. Medidores bidimensionales de base de defórmetro

Existen **44 medidores bidimensionales de juntas de base de defórmetro**, colocados en todas las juntas en cada una de las cuatro galerías. La denominación de los medidores es la siguiente GX-J-Y donde "X" es la galería e "Y" la junta donde están emplazados.

1ª GALERÍA	1ª GALERÍA. MARGEN IZQUIERDA	G1-J-3´ G1-J-2´ G1-J-1´	G1-J-1 G1-J-2 G1-J-3
	1ª GALERÍA. MARGEN DERECHA	G1-J-4 G1-J-5 G1-J-6 G1-J-7 G1-J-8	G1-J-9 G1-J-10 G1-J-11 G1-J-12 G1-J-13
2ª GALERÍA	2ª GALERÍA. MARGEN IZQUIERDA	G2-J-1 G2-J-1´ G2-J-2	G2-J-2´ G2-J-3 G2-J-3´
	2ª GALERÍA. MARGEN DERECHA	G2-J-4 G2-J-5 G2-J-6 G2-J-7	G2-J-8 G2-J-9 G2-J-10
3ª GALERÍA	GALERÍA Nº 3 MARGEN IZQUIERDA	G3-J-1´ G3-J-1	G3-J-2 G3-J-3
	GALERÍA Nº 3 MARGEN DERECHA	G3-J-4 G3-J-5 G3-J-6	G3-J-7 G3-J-8
4ª GALERÍA	GALERÍA Nº 4 MARGEN IZQUIERDA	G4-J-1 G4-J-2	G4-J-3
	GALERÍA Nº 4 MARGEN DERECHA	G4-J-4 G4-J-5	G4-J-6



Fotografía.-15 Medidor bidimensional. Junta de base de defórmetro



Fotografía.-16 Defórmetro digital

4.2.2 Variables de control hidráulico.

4.2.2.1 Control de filtraciones.

Se cuenta con los datos de filtraciones desde el año 2.008, incluyéndose a continuación la descripción y el estado de los aforadores instalados:

Se realizan mediante aforadores Thompson en **tres puntos** y mediante tomas de caudal manuales en **otros dos puntos**. Al no existir galería perimetral que una los distintos niveles de galerías, las filtraciones van de una galería a otra a través de drenes que las conectan.

- **AFO-INT-MI:** Está situado sobre la cuneta de la galería 4ª y recoge las filtraciones de presa y cimientos correspondientes a la margen izquierda.
- **AFO-INT:** Se sitúa sobre en la cuneta de la galería "T" en su extremo de aguas abajo. Su medición se corresponde al total de las filtraciones cuerpo de presa y cimientos.
- **AFO-EXT:** Se dispone en el exterior de la presa en el paramento de aguas abajo sobre el bloque nº3. Recoge las filtraciones tanto del interior de la presa, recogidas por medio de una tubería a la salida de la galería en "T", como las exteriores procedentes de unas cunetas de hormigón dispuestas a lo largo del pie de la presa.

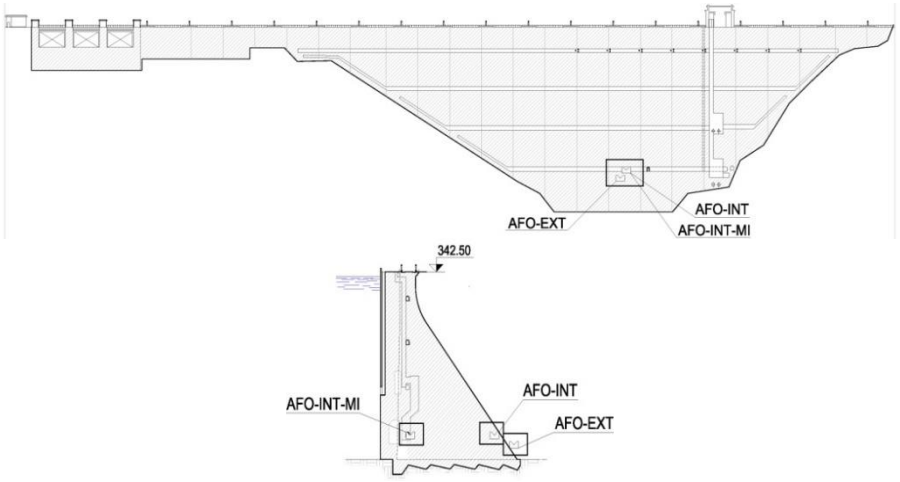
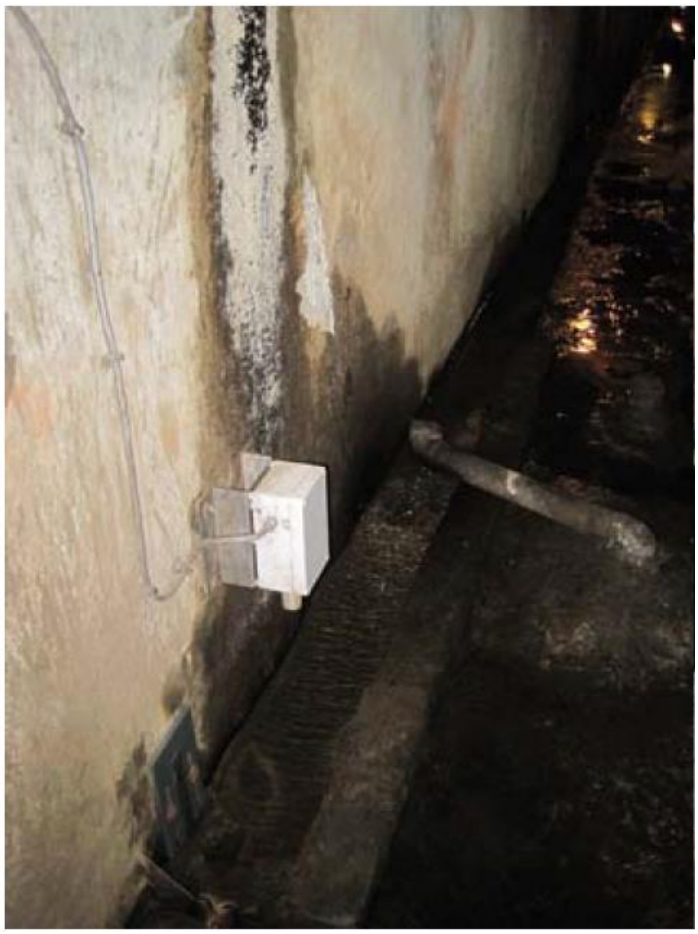


Figura 23.- Ubicación de los aforadores en la galería inferior (AFO-I-MI y AFO-I-T)

- Además, se toman, de forma manual, la medición de caudales en el **estribo de la margen izquierda en la galería 2** y de una fuga existente en la **junta nº 10** en la segunda galería.



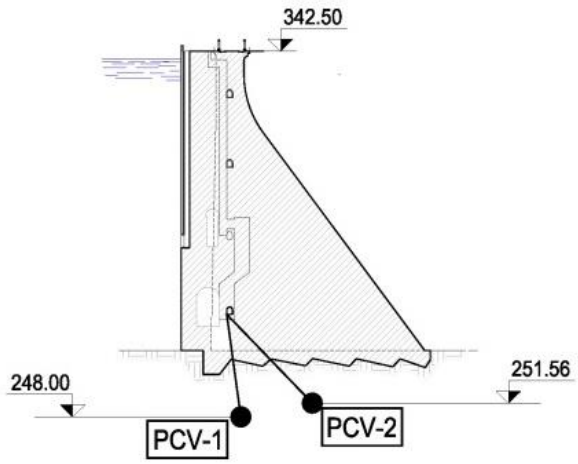
Fotografía.-17 Aforador AFO-INT a la salida al exterior.



Fotografía.-18 AFO-INT-MI en la galería 4 y aforador AFO-INT a la salida al exterior.

4.2.2.2 Control piezométrico. Piezómetros de cuerda vibrante

La evaluación de los niveles piezométricos bajo la presa que permiten conocer el valor de las subpresiones en el cimiento, se realiza a partir de un total de 6 piezómetros de cuerda vibrante dispuestos en tres grupos de dos:



1º.- Sección Junta 1: lecturas desde la 4ª galería

PCV-1: situada a cota 248,0 msnm

PCV-2: situada a cota 251,56 msnm

2º.- Sección Junta 4: lecturas desde la 4ª galería

PCV-3: situada a cota 258,27 msnm

PCV-4: situada a cota 259,63 msnm

3º.- Sección Junta 7: lecturas desde la 3ª galería

PCV-5: situada a cota 258,27 msnm

PCV-6: situada a cota 259,63 msnm

La toma de datos se hace mediante:

- un equipo de lectura a acoplar en las cajas de lectura existentes
- con un lector manual pero falta revisar los piezómetros para poder retomar las lecturas





Fotografía.-19 En estas imágenes se muestra el punto de medida de los piezómetros 1 y 2 situado en la galería 4 y el cajetín de centralización de los 6 piezómetros en la cámara de válvulas interior, que se encuentra no operativo porque no le llega señal.

4.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN

4.3.1 Estado control variables exteriores.

4.3.1.1 Estado control nivel de embalse

Tanto el medidor automático de nivel de embalse como la escala de nivel situada en la margen de la presa se encuentran en buen estado.

Cabe destacar que la escala de medida de nivel compuesta por escalones no tiene graduación centesimal, por lo que es poco precisa. En caso de fallo del medidor automático, la toma de datos manual no se haría de forma adecuada, recomendando así, la colocación de una graduación centesimal en cada escalón.

4.3.1.2 Estado control meteorológico

Toda la instrumentación de la estación meteorológica se encuentra en buen estado y bien conservadas, obteniendo datos diarios de temperaturas, precipitación y evaporación.

4.3.1.3 Estado del control topográfico

Tanto los clavos como las bases instaladas en la coronación y bermas de la presa presentan buen estado de conservación en general, encontrándose todas operativas. Se recomienda la numeración y limpieza de los clavos e hitos para su correcta identificación y continuación del correcto mantenimiento y la reposición de algunas tapas ausentes en la actualidad que provocan corrosión en los clavos.



Fotografía.-20 Clavo de colimación-nivelación sin tapadera. Inicio de corrosión

4.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

4.3.2.1 Estado control deformacional

4.3.2.1.1 Estado control de movimientos horizontales mediante péndulos.

Las lecturas de los tres péndulos en las galerías 3ª y 4ª se encuentran preparadas para su lectura automática, aunque actualmente no están operativos y la lectura se realiza de forma manual por los operarios de la presa con una frecuencia quincenal.

Los nichos de los péndulos tenían unas plataformas metálicas para acceder a la plancheta, la cual se encontraba muy oxidada con riesgo evidente para el personal de explotación.

No existe protección en las planchetas inferiores frente a las filtraciones que caen por el orificio del péndulo, deteriorando los materiales y dificultando la toma de datos.

Los soportes de las planchetas se encuentran operativos pero oxidados.

Las teleplanchetas existente en la galería nº4 no están operativas.

4.3.2.1.2 Estado del control de movimientos entre juntas.

Todas ellas se miden manualmente mediante un defórmetro digital, con una frecuencia mensual y se encuentran en buen estado.

4.3.2.2 Estado control hidráulico

4.3.2.2.1 Estado control de filtraciones.

Los aforadores Thompson tienen instalados sensores ultrasonidos para su automatización, aunque en la actualidad no se encuentran operativos.

La medición de caudales la efectúa el personal de la presa mediante la rejilla adjunta al aforador con una periodicidad semanal.

Averiado el display en el aforador exterior aguas abajo AF-3.

4.3.2.2.2 Estado control piezométrico.

El sistema de adquisición de datos centralizado, no se encuentra operativo, aunque se pueden adquirir los datos de forma manual.

Actualmente no se realizan medidas.

5.- E58-Melonares

La presa de Los Melonares cuenta con un completo sistema de auscultación que permite realizar un control exhaustivo de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos.

En el presente apartado se describe la información existente sobre los distintos dispositivos de auscultación y elementos de control dispuestos en la presa de Los Melonares.

En las siguientes tablas se refleja la instrumentación instalada y las variables medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escala limnimétrica	
	Balanza hidrostática Rittmeyer (SAIH)	Colocada en la galería perimetral MI bloque 5
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Humedad	1 Higrómetro	
Precipitación	1 pluviómetro	
Evaporación	1 tanque evaporímetro	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Dirección del viento	1 Veleta	
Radiación solar	1 Medidor de radiación solar	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Movimientos verticales y asientos desde coronación	5 hitos para control topográfico	2 en la margen derecha y otros
		3 en la margen izquierda
	2 puntos externos	En la margen izquierda
	21 dianas	En el paramento de la presa
	8 tonillos de nivelación	A lo largo de la coronación

Tabla 9.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN DEL SENSOR		SISTEMA O ZONA DE MEDICIÓN
Control piezométrico (presiones intersticiales)	11 piezómetros de cuerda vibrante	4	En los bloques 4, 2 0 y 1 (zona central)	Lectura automatizada
		4	En los bloques 16, 12, 8, y 6 (Margen Dcha.)	La lectura manual se hace mediante manómetro
		3	En los bloques 3, 5 y 9 (Margen Izq.)	
Control de filtraciones	2 aforadores tipo Thomson (AF)	AF-MI	En galería perimetral, Bloque 0	Recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen izquierda
		AF-MD		Recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen derecha.
Control del drenaje interior	uno cada 3 m	En cuerpo de presa y cimentación		

Tabla 10.- Instrumentación de las variables de control hidráulico

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN	LOCALIZACIÓN

	UTILIZADA		
Control de los movimientos horizontales	5 conjuntos de péndulo directo-inverso	5 péndulos directos	Salen desde la coronación en los bloques 1, 2, 7, 8 y 14
		5 péndulos inversos	Colocados desde la galería de aguas arriba hacia abajo.
Control de la apertura y deslizamiento de juntas	32 medidores de juntas internos, del tipo cuerda vibrante	4	Junta 02
		3	Junta 03
		3	Junta 05
		4	Junta 06
		3	Junta 07
		3	Junta 08
		3	Junta 10
		2	Junta 11
		2	Junta 14
		1	Junta 15
		2	Junta 18
		1	Junta 19
		1	Junta 22
	29 medidores de juntas tridimensionales externos	Distribuidos a lo largo de la galería perimetral	
Control de los movimientos en el cimiento	6 extensómetros de varillas	2 en B4	1 inclinado hacia Aguas Abajo 1 vertical. Aguas arriba
		1 en B10	Aguas abajo
		2 en B3	Inclinado hacia Aguas Abajo Vertical Aguas arriba
		1 en B7	Aguas abajo
Control de tensiones en el hormigón	30 rosetas de 4 extensómetros de cuerda vibrante (ECV) y 1 termistor	7 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B1
		2 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B11
		4 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B14
		2 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B18
		7 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B2
		4 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B7
		4 rosetas	Situados a diferentes cotas en el B8

Tabla 11.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL DE LA TEMPERATURA DE LA ESTRUCTURA				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN		
Control de la temperatura de la estructura	76 Termorresistores	72	15	Distribuidos en el Bloque 1
			15	Distribuidos en el Bloque 2
			9	Distribuidos en el Bloque 5
			9	Distribuidos en el Bloque 6
			10	Distribuidos en el Bloque 9
			10	Distribuidos en el Bloque 10
			4	Distribuidos en el Bloque 14
		2	En el exterior	
		2	En el agua	

Tabla 12.- Instrumentación de las variables de control de la temperatura de la estructural

5.1 VARIABLES EXTERIORES

5.1.1 Control del nivel del embalse

El control del nivel de embalse se realiza mediante:

- Una escala limnimétrica, de forma manual, colocada en el paramento de aguas arriba, en la zona que se especifica a continuación.



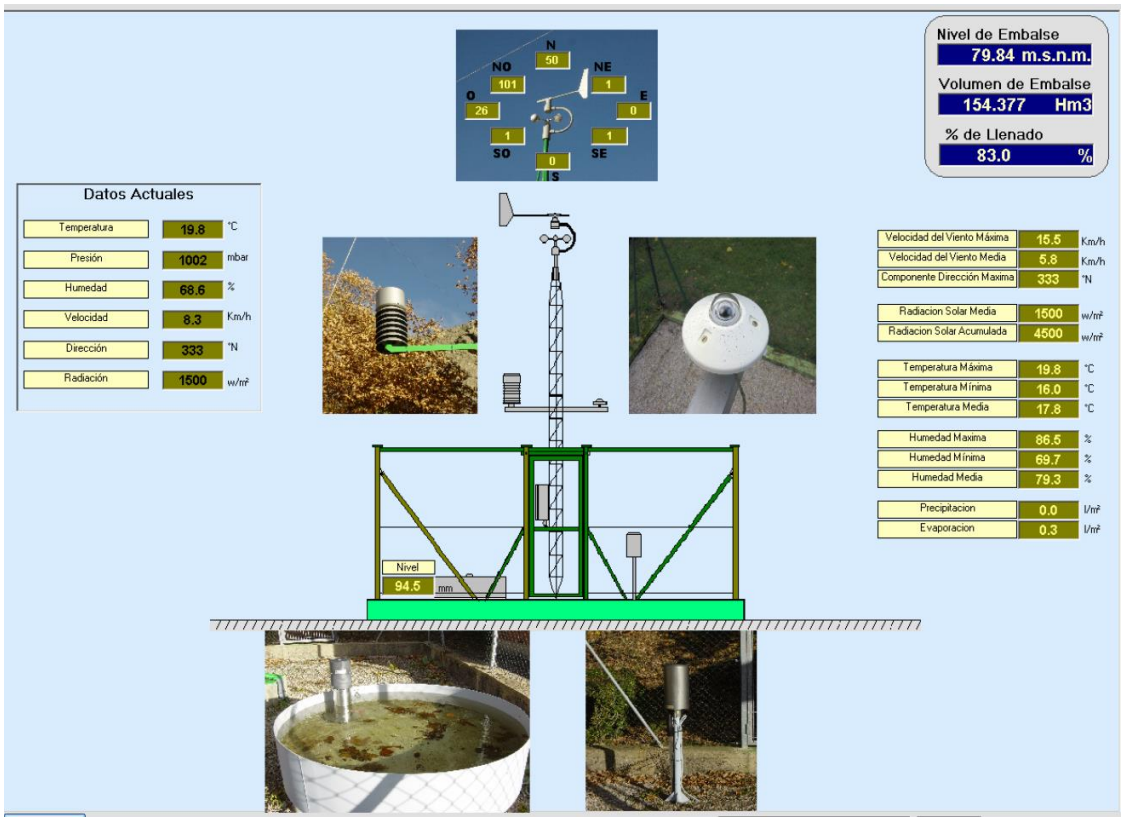
Figura 24.- Localización Limnímetro.

- Una balanza hidrostática *Rittmeyer*, que permite la recepción automática de los datos, y que está colocada en la galería perimetral MI bloque 5. (SAIH)

5.1.2 Control meteorológico

Para el control meteorológico se dispone de dos sistemas automatizados de registro de datos:

- Estación meteorológica de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (SCADA) que cuenta con un termómetro, higrómetro, pluviómetro, tanque evaporímetro, anemómetro, veleta y medidor de la radiación solar.



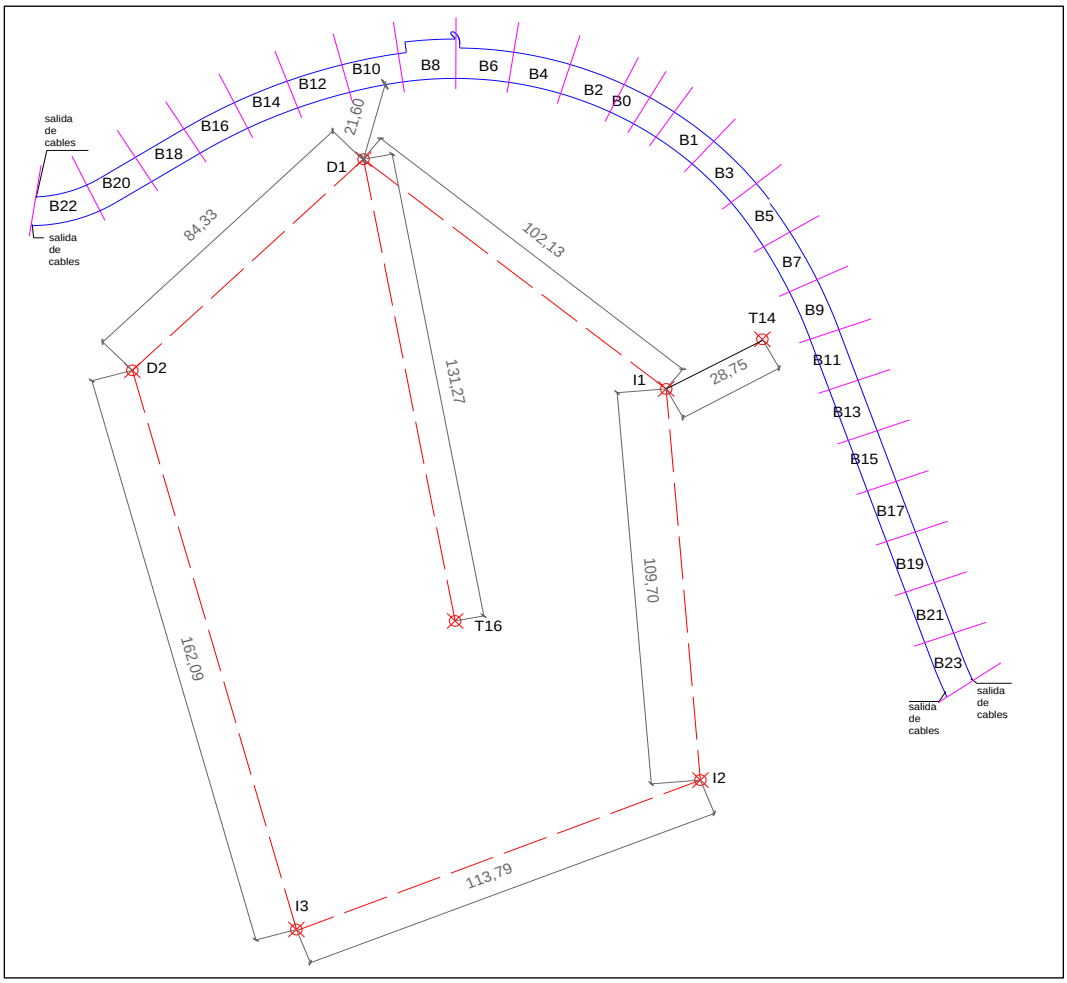
- Estación Meteorológica del SAIH, de la que actualmente se recibe la información para el control de las variables meteorológicas, que toma de forma autónoma lo registros de las principales variables climáticas y son transmitidas al Centro de Control de la oficina de la CHG en Sevilla. Está provista de un anemómetro, barómetro, evaporímetro, higrómetro, pluviómetro y termómetro.
  Además de los registros climáticos, el SAIH está programado para registrar de manera autónoma variables de nivel de embalse y alarma de nivel, apertura y final de carrera de las válvulas aguas debajo de los desagües de fondo y tomas de agua y final de carrera de las válvulas aguas arriba de ambos desagües, y el caudal ecológico.

5.1.3 Control topográfico

Con objeto de poder llevar un control y seguimiento de los movimientos verticales en coronación existen:

- 5 hitos de topografía, dos en la margen derecha y otros tres en la margen izquierda
- 2 puntos externos en la margen izquierda
- 21 dianas, estas señales de referencia de puntería fija en el paramento de la presa, consisten en una pieza metálica inoxidable, que define un punto geométrico con la mayor precisión posible y que es fácilmente visible desde lejos.
- 8 tornillos de nivelación para la colocación del prisma.

A continuación, se muestra los puntos externos para la toma de coordenadas de las dianas, así como la distribución en planta de los pilares para la colimación.



CODIGO	X	Y	Z
D1	245.954,960	4.179.177,697	71,131
D2	245.894,384	4.179.118,675	85,642
I1	246.034,272	4.179.113,483	62,081
I2	246.043,222	4.179.004,148	85,020
I3	245.937,375	4.178.962,388	52,656
T14	246.059,457	4.179.127,353	74,899
T16	245.978,969	4.179.048,642	52,361

Figura 25.- Distribución en planta de los Pilares para la Colimación. Y coordenadas de los puntos exteriores para la realización de intercesión directa son los siguientes.

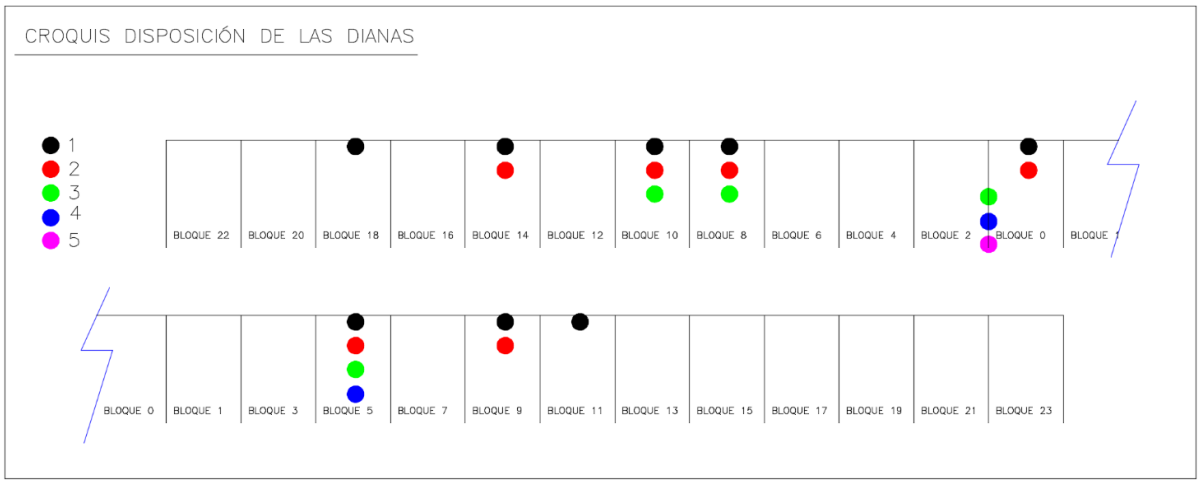


Figura 26.- Distribución en alzado de bloques de las dianas de puntería.

En el siguiente esquema aparecen a lo largo de la coronación de presa, los tornillos de nivelación distribuidos a lo largos de los distintos bloques.

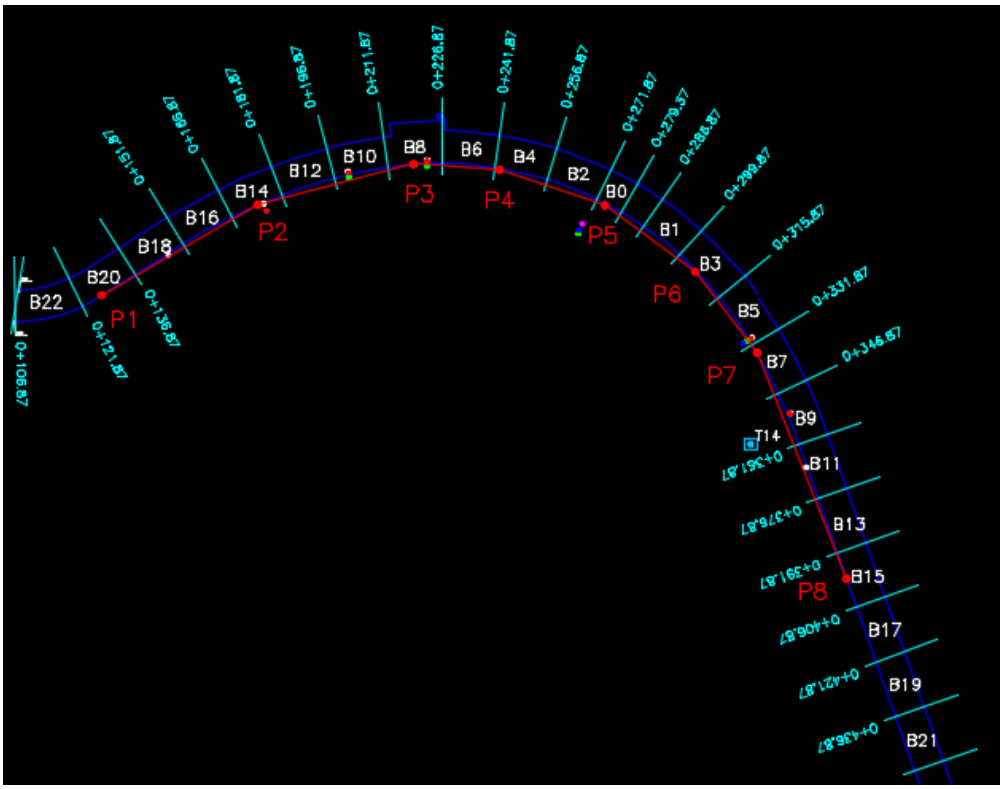


Figura 27.- Distribución de los tornillos de nivelación en planta.

5.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL, TÉRMICO E HIDRÁULICO

5.2.1 Variables de control deformacional

5.2.1.1 Control de movimientos horizontales mediante péndulos

Para realizar el seguimiento de los posibles desplazamientos horizontales en la presa, existen instalados en las secciones de los bloques 1, 2, 7, 8 y 14:

- 5 péndulos directos que salen desde la coronación
- 5 péndulos inversos, colocados desde la galería de aguas arriba hacia abajo con longitudes que varían entre 10 y 20 metros.

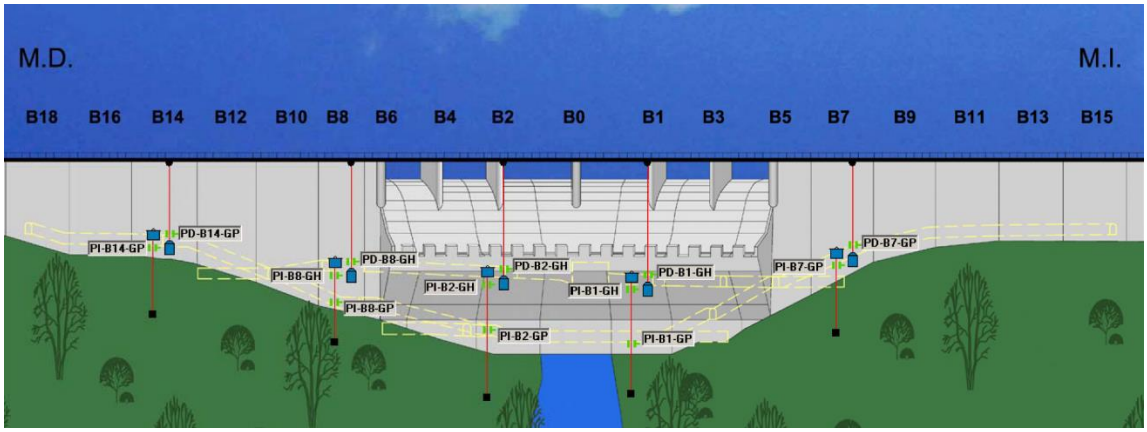


Figura 28.- Situación de los péndulos

SECCION	DESCRIPCION PÉNDULOS DIRECTOS	NOMBRESENS	UNIDAD
Bloque 01	Radial. Galería horizontal	PD-B1-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B1-GH-LT	mm
	Radial. Galería horizontal	PD-B1-GH-R	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B1-GH-T	mm
Bloque 02	Radial. Galería horizontal	PD-B2-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B2-GH-LT	mm
	Radial. Galería horizontal	PD-B2-GH-R	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B2-GH-T	mm
Bloque 07	Radial. Galería perimetral	PD-B7-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PD-B7-GP-LT	mm
	Radial. Galería perimetral	PD-B7-GP-R	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PD-B7-GP-T	mm
Bloque 08	Radial. Galería horizontal	PD-B8-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B8-GH-LT	mm
	Radial. Galería horizontal	PD-B8-GH-R	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PD-B8-GH-T	mm
Bloque 14	Radial. Galería perimetral	PD-B14-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PD-B14-GP-LT	mm
	Radial. Galería perimetral	PD-B14-GP-R	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PD-B14-GP-T	mm
SECCION	**DESCRIPCION PÉNDULOS INVERTIDOS**	**NOMBRESENS**	**UNIDAD**
Bloque 01	Radial. Galería horizontal	PI-B1-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PI-B1-GH-LT	mm
	Radial. Galería perimetral	PI-B1-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PI-B1-GP-LT	mm
Bloque 02	Radial. Galería horizontal	PI-B2-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PI-B2-GH-LT	mm
	Radial. Galería perimetral	PI-B2-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PI-B2-GP-LT	mm
Bloque 07	Radial. Galería perimetral	PI-B7-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PI-B7-GP-LT	mm
Bloque 08	Radial. Galería horizontal	PI-B8-GH-LR	mm
	Tangencial. Galería horizontal	PI-B8-GH-LT	mm
	Radial. Galería perimetral	PI-B8-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PI-B8-GP-LT	mm
Bloque 14	Radial. Galería perimetral	PI-B14-GP-LR	mm
	Tangencial. Galería perimetral	PI-B14-GP-LT	mm

Tabla 13.- Denominación de las variables medidas por los péndulos

5.2.1.2 Control de movimientos entre juntas

Para estudiar el comportamiento de las juntas de construcción se realiza dos tipos de controles: internos y externos. Con ello se controlan los desplazamientos relativos entre bloques en puntos inaccesibles intermedios y las intersecciones de las juntas con las diversas galerías.

5.2.1.2.1 Control interno de juntas mediante extensómetros de cuerda vibrante

Para el control de los movimientos de apertura y cierre de las juntas en puntos no accesibles se instalaron un total de **32 medidores de juntas internos, del tipo extensómetros de cuerda vibrante de 3 varillas**, que se sitúan embebidos en hormigón en los bloques adyacentes a la junta, tal como aparecen en la figura siguiente:

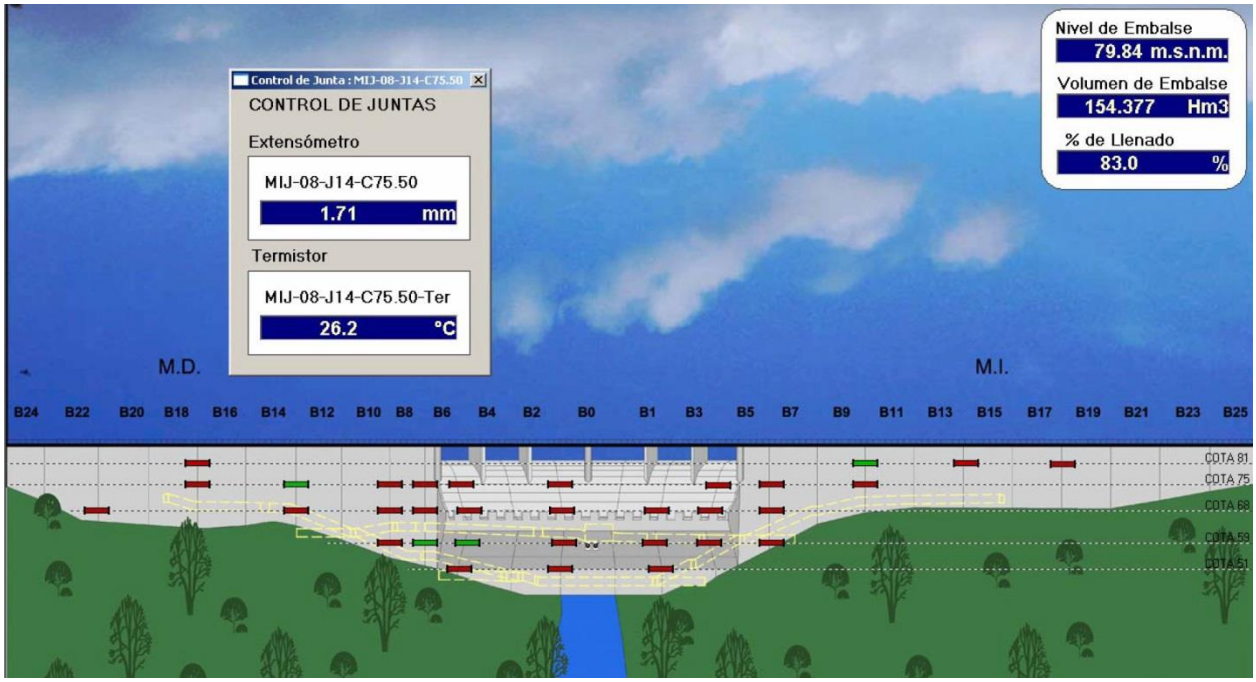


Figura 29.- Situación de los medidores de juntas internos

Los medidores de juntas internos están conectados por cable a la caja de centralización más cercana, situada en la galería, en la que se efectúan las lecturas con un lector portátil de cuerda vibrante.

SECCION	NOMBRESENS	UNIDAD	COTA
Junta 02	MIJ-29-J2-C75.24	mm	75,24
	MIJ-28-J2-C69.70	mm	69,70
	MIJ-20-J2-C59.65	mm	59,65
	MIJ-03-J2-C51.20	mm	51,20
Junta 03	MIJ-19-J3-C69.41	mm	69,41
	MIJ-15-J3-C59.75	mm	59,75
	MIJ-10-J3-C51.26	mm	51,26
Junta 05	MIJ-25-J5-C75.25	mm	75,25
	MIJ-23-J5-C67.56	mm	67,56
	MIJ-17-J5-C59.75	mm	59,75
Junta 06	MIJ-16-J6-C75.25	mm	75,25
	MIJ-11-J6-C68.70	mm	68,70
	MIJ-07-J6-C59.50	mm	59,50
	MIJ-01-J6-C50.70	mm	50,70
Junta 07	MIJ-24-J7-C75.25	mm	75,25
	MIJ-22-J7-C67.56	mm	67,56
	MIJ-18-J7-C59.99	mm	59,99
Junta 08	MIJ-32-J8-C75.25	mm	75,25
	MIJ-30-J8-C68.40	mm	68,40
	MIJ-26-J8-C59.70	mm	59,70
Junta 10	MIJ-33-J10-C75.25	mm	75,25
	MIJ-31-J10-C68.40	mm	68,40
	MIJ-27-J10-C60.00	mm	60,00
Junta 11	MIJ-05-J11-C80.20	mm	80,20
	MIJ-04-J11-C76.10	mm	76,10
Junta 14	MIJ-08-J14-C75.50	mm	75,50
	MIJ-06-J14-C67.90	mm	67,90
Junta 15	MIJ-02-J15-C81.04	mm	81,04
Junta 18	MIJ-14-J18-C80.35	mm	80,35
	MIJ-13-J18-C76.00	mm	76,00
Junta 19	MIJ-09-J19-C80.85	mm	80,85
Junta 22	MIJ-12-J22-C68.70	mm	68,70

Tabla 14.- Denominación de las variables medidas por los medidores de juntas internos

5.2.1.2.2 Control externo de juntas mediante medidores de juntas tridimensionales

Por otra parte, y para controlar distorsiones locales que puedan sufrir las juntas en su cruce con las galerías, se disponen de medidores tridimensionales de junta para la medida con comparador digital, que midan los movimientos de apertura y cierre, desplazamiento vertical y transversal de las mismas, instalándose un total de **29 medidores de juntas tridimensionales externos**, distribuidos a lo largo de la galería perimetral.

5.2.1.3 Control de deformaciones en el cimiento mediante extensómetros de varillas

Para observar el comportamiento del cimiento, hay colocados **6 extensómetros de varillas** con tres anclajes cada uno con profundidades de 25,15 y 6 m bajo el contacto de cimentación.

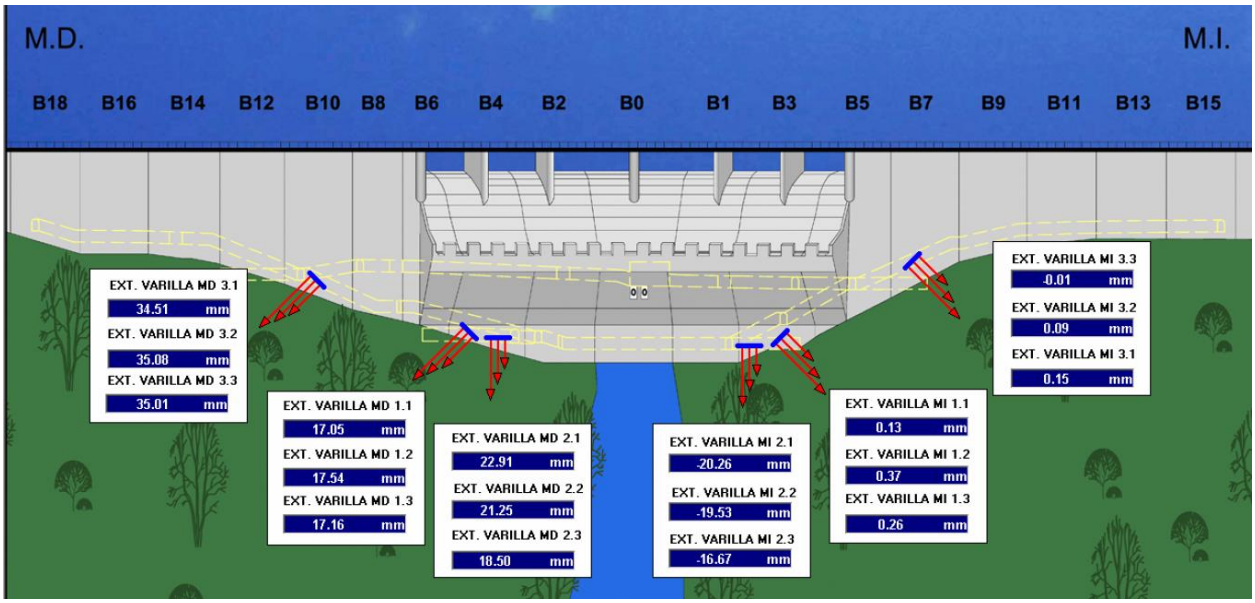


Figura 30.- Situación de los extensómetros de varillas

	BLOQUE	NOMBRESENS	UNIDAD	DESCRIPCION	COTA
MARGEN DERECHA	B4	EXT. VARILLA MD 1.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-29,4
		EXT. VARILLA MD 1.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-19,4
		EXT. VARILLA MD 1.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-10,4
	B4	EXT. VARILLA MD 2.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical. Aguas arriba	-29,4
		EXT. VARILLA MD 2.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical. Aguas arriba	-19,4
		EXT. VARILLA MD 2.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical. Aguas arriba	-10,4
	B10	EXT. VARILLA MD 3.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Aguas abajo	-28,4
		EXT. VARILLA MD 3.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico Aguas abajo	-18,4
		EXT. VARILLA MD 3.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico Aguas abajo	-9,4
MARGEN IZQUIERDA	B3	EXT. VARILLA MI 1.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-29,4
		EXT. VARILLA MI 1.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-19,1
		EXT. VARILLA MI 1.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Inclinado hacia Aguas Abajo	-10,1
	B3	EXT. VARILLA MI 2.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical Aguas arriba	-29,4
		EXT. VARILLA MI 2.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical Aguas arriba	-19,4
		EXT. VARILLA MI 2.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico. Vertical Aguas arriba	-10,4
	B7	EXT. VARILLA MI 3.1	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico Aguas abajo	-30,4
		EXT. VARILLA MI 3.2	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico Aguas abajo	-20,4
		EXT. VARILLA MI 3.3	mm	Extensómetro de varilla tipo potenciométrico Aguas abajo	-12,4

Tabla 15.- Denominación de las variables medidas por los extensómetros de varillas

5.2.1.4 Control de tensiones en el hormigón mediante rosetas extensométricas

Con este control se conoce el comportamiento tensional de la estructura, haciendo posible la separación de los efectos debidos a peso propio, acción térmica y carga hidrostática. Se lleva a cabo indirectamente mediante la medición de las deformaciones unitarias.

Los aparatos más idóneos para ello son los **extensómetros de cuerda vibrante** y se han instalado un total de **30 rosetas de 4 extensómetros de cuerda vibrante y 1 termistor** en aquellos puntos de las secciones principales instrumentadas.

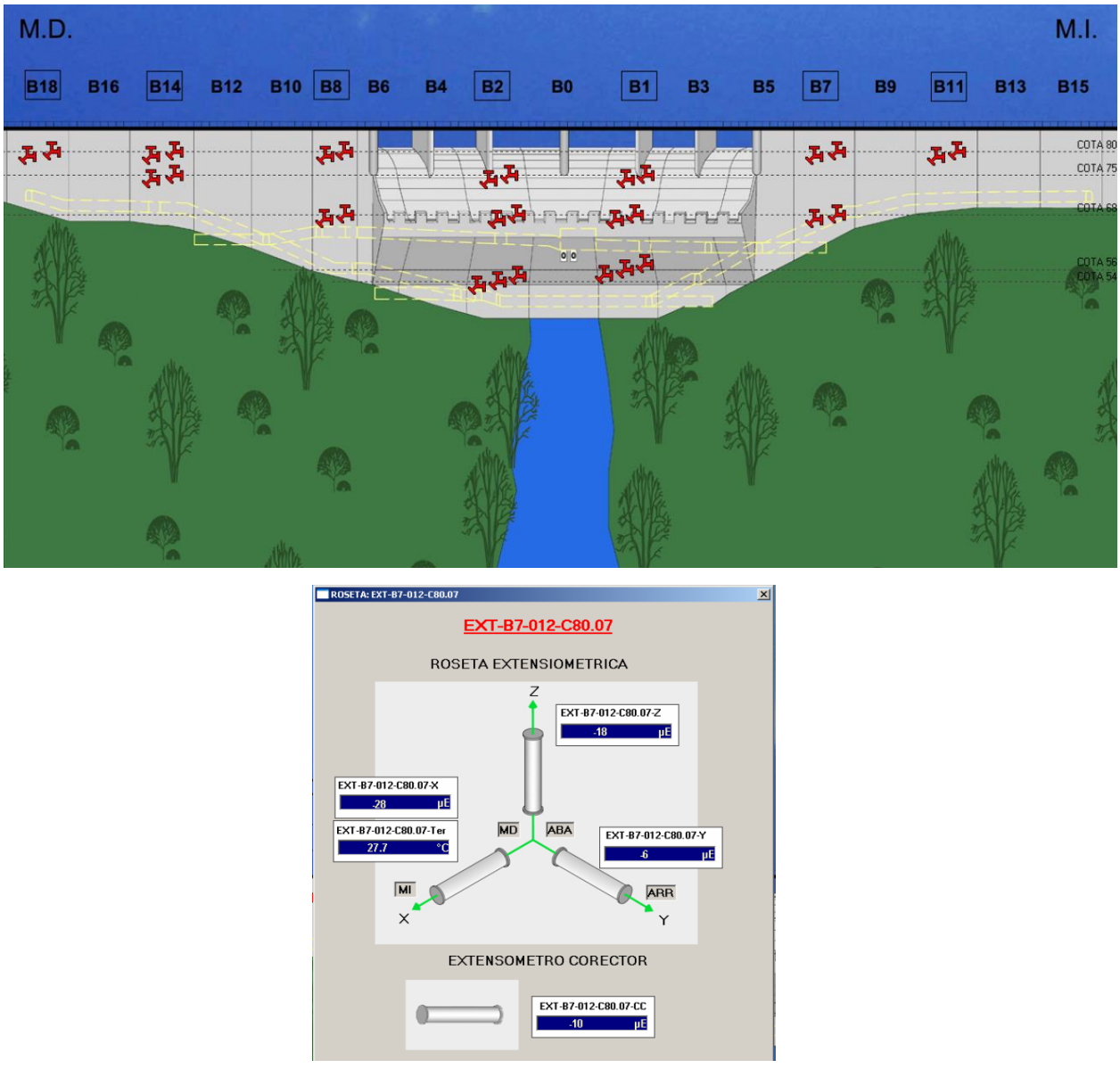


Figura 31.- Situación de las rosetas extensométricas

NOMBRE BASE	NOMBRESENS	DESCRIPCION	UNIDAD	COTA	SITUACION
EXT-B1-008	EXT-B1-008-C56.10-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	56,10	
	EXT-B1-008-C56.10-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	56,10	
	EXT-B1-008-C56.10-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	56,10	
	EXT-B1-008-C56.10-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	56,10	
	EXT-B1-008-C56.10-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	56,10	
EXT-B1-009	EXT-B1-009-C56.10-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	56,10	
	EXT-B1-009-C56.10-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	56,10	
	EXT-B1-009-C56.10-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	56,10	
	EXT-B1-009-C56.10-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	56,10	
	EXT-B1-009-C56.10-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	56,10	
EXT-B1-010	EXT-B1-010-C56.10-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	56,10	
	EXT-B1-010-C56.10-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	56,10	
	EXT-B1-010-C56.10-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	56,10	
	EXT-B1-010-C56.10-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	56,10	
	EXT-B1-010-C56.10-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	56,10	
EXT-B1-019	EXT-B1-019-C68.36-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,36	Aguas abajo
	EXT-B1-019-C68.36-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,36	Aguas abajo
	EXT-B1-019-C68.36-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,36	Aguas abajo
	EXT-B1-019-C68.36-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,36	Aguas abajo
	EXT-B1-019-C68.36-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,36	Aguas abajo
EXT-B1-020	EXT-B1-020-C68.36-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,36	Aguas arriba
	EXT-B1-020-C68.36-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,36	Aguas arriba
	EXT-B1-020-C68.36-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,36	Aguas arriba
	EXT-B1-020-C68.36-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,36	Aguas arriba
	EXT-B1-020-C68.36-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,36	Aguas arriba
EXT-B1-023	EXT-B1-023-C75.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,56	Aguas abajo
	EXT-B1-023-C75.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,56	Aguas abajo
	EXT-B1-023-C75.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,56	Aguas abajo
	EXT-B1-023-C75.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,56	Aguas abajo
	EXT-B1-023-C75.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,56	Aguas abajo
EXT-B1-024	EXT-B1-024-C75.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,56	Aguas arriba
	EXT-B1-024-C75.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,56	Aguas arriba
	EXT-B1-024-C75.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,56	Aguas arriba
	EXT-B1-024-C75.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,56	Aguas arriba
	EXT-B1-024-C75.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,56	Aguas arriba
EXT-B11-001	EXT-B11-001-C80.80-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,80	
	EXT-B11-001-C80.80-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,80	
	EXT-B11-001-C80.80-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,80	
	EXT-B11-001-C80.80-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,80	
	EXT-B11-001-C80.80-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,80	
EXT-B11-002	EXT-B11-002-C80.80-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,80	
	EXT-B11-002-C80.80-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,80	
	EXT-B11-002-C80.80-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,80	
	EXT-B11-002-C80.80-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,80	
	EXT-B11-002-C80.80-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,80	
EXT-B14-015	EXT-B14-015-C75.15-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,15	Aguas abajo
	EXT-B14-015-C75.15-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,15	Aguas abajo
	EXT-B14-015-C75.15-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,15	Aguas abajo
	EXT-B14-015-C75.15-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,15	Aguas abajo
	EXT-B14-015-C75.15-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,15	Aguas abajo
EXT-B14-016	EXT-B14-016-C75.15-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,15	Aguas arriba
	EXT-B14-016-C75.15-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,15	Aguas arriba
	EXT-B14-016-C75.15-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,15	Aguas arriba
	EXT-B14-016-C75.15-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,15	Aguas arriba
	EXT-B14-016-C75.15-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,15	Aguas arriba
EXT-B14-017	EXT-B14-017-C81.00-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	81,00	Aguas abajo
	EXT-B14-017-C81.00-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	81,00	Aguas abajo
	EXT-B14-017-C81.00-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	81,00	Aguas abajo
	EXT-B14-017-C81.00-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	81,00	Aguas abajo
	EXT-B14-017-C81.00-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	81,00	Aguas abajo
EXT-B14-018	EXT-B14-018-C81.00-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	81,00	Aguas arriba
	EXT-B14-018-C81.00-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	81,00	Aguas arriba
	EXT-B14-018-C81.00-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	81,00	Aguas arriba
	EXT-B14-018-C81.00-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	81,00	Aguas arriba
	EXT-B14-018-C81.00-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	81,00	Aguas arriba
EXT-B18-025	EXT-B18-025-C81.65-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	81,65	
	EXT-B18-025-C81.65-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	81,65	
	EXT-B18-025-C81.65-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	81,65	

NOMBRE BASE	NOMBRESENS	DESCRIPCION	UNIDAD	COTA	SITUACION
	EXT-B18-025-C81.65-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	81,65	
	EXT-B18-025-C81.65-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	81,65	
EXT-B18-026	EXT-B18-026-C81.65-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	81,65	
	EXT-B18-026-C81.65-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	81,65	
	EXT-B18-026-C81.65-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	81,65	
	EXT-B18-026-C81.65-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	81,65	
	EXT-B18-026-C81.65-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	81,65	
EXT-B2-005	EXT-B2-005-C54.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	54,56	
	EXT-B2-005-C54.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	54,56	
	EXT-B2-005-C54.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	54,56	
	EXT-B2-005-C54.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	54,56	
	EXT-B2-005-C54.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	54,56	
EXT-B2-006	EXT-B2-006-C54.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	54,56	
	EXT-B2-006-C54.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	54,56	
	EXT-B2-006-C54.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	54,56	
	EXT-B2-006-C54.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	54,56	
	EXT-B2-006-C54.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	54,56	
EXT-B2-007	EXT-B2-007-C54.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	54,56	
	EXT-B2-007-C54.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	54,56	
	EXT-B2-007-C54.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	54,56	
	EXT-B2-007-C54.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	54,56	
	EXT-B2-007-C54.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	54,56	
EXT-B2-013	EXT-B2-013-C68.00-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,00	
	EXT-B2-013-C68.00-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,00	
	EXT-B2-013-C68.00-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,00	
	EXT-B2-013-C68.00-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,00	
	EXT-B2-013-C68.00-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,00	
EXT-B2-014	EXT-B2-014-C68.00-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,00	
	EXT-B2-014-C68.00-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,00	
	EXT-B2-014-C68.00-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,00	
	EXT-B2-014-C68.00-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,00	
	EXT-B2-014-C68.00-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,00	
EXT-B2-021	EXT-B2-021-C75.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,56	
	EXT-B2-021-C75.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,56	
	EXT-B2-021-C75.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,56	
	EXT-B2-021-C75.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,56	
	EXT-B2-021-C75.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,56	
EXT-B2-022	EXT-B2-022-C75.56-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	75,56	
	EXT-B2-022-C75.56-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	75,56	
	EXT-B2-022-C75.56-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	75,56	
	EXT-B2-022-C75.56-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	75,56	
	EXT-B2-022-C75.56-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	75,56	
EXT-B7-003	EXT-B7-003-C68.37-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,37	Aguas abajo
	EXT-B7-003-C68.37-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,37	Aguas abajo
	EXT-B7-003-C68.37-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,37	Aguas abajo
	EXT-B7-003-C68.37-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,37	Aguas abajo
	EXT-B7-003-C68.37-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,37	Aguas abajo
EXT-B7-004	EXT-B7-004-C68.37-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,37	Aguas arriba
	EXT-B7-004-C68.37-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,37	Aguas arriba
	EXT-B7-004-C68.37-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,37	Aguas arriba
	EXT-B7-004-C68.37-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,37	Aguas arriba
	EXT-B7-004-C68.37-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,37	Aguas arriba
EXT-B7-011	EXT-B7-011-C80.07-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,07	Aguas abajo
	EXT-B7-011-C80.07-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,07	Aguas abajo
	EXT-B7-011-C80.07-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,07	Aguas abajo
	EXT-B7-011-C80.07-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,07	Aguas abajo
	EXT-B7-011-C80.07-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,07	Aguas abajo
EXT-B7-012	EXT-B7-012-C80.07-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,07	Aguas arriba
	EXT-B7-012-C80.07-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,07	Aguas arriba
	EXT-B7-012-C80.07-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,07	Aguas arriba
	EXT-B7-012-C80.07-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,07	Aguas arriba
	EXT-B7-012-C80.07-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,07	Aguas arriba
EXT-B8-027	EXT-B8-027-C68.40-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,40	Aguas abajo
	EXT-B8-027-C68.40-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,40	Aguas abajo
	EXT-B8-027-C68.40-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,40	Aguas abajo
	EXT-B8-027-C68.40-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,40	Aguas abajo
	EXT-B8-027-C68.40-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,40	Aguas abajo
EXT-B8-028	EXT-B8-028-C68.40-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	68,40	Aguas arriba
	EXT-B8-028-C68.40-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	68,40	Aguas arriba
	EXT-B8-028-C68.40-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	68,40	Aguas arriba

NOMBRE BASE	NOMBRESENS	DESCRIPCION	UNIDAD	COTA	SITUACION
	EXT-B8-028-C68.40-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	68,40	Aguas arriba
	EXT-B8-028-C68.40-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	68,40	Aguas arriba
EXT-B8-029	EXT-B8-029-C80.15-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,15	Aguas arriba
	EXT-B8-029-C80.15-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,15	Aguas arriba
	EXT-B8-029-C80.15-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,15	Aguas arriba
	EXT-B8-029-C80.15-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,15	Aguas arriba
	EXT-B8-029-C80.15-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,15	Aguas arriba
EXT-B8-030	EXT-B8-030-C80.15-CC	Extensómetro CV / Cuba Compensación	µE	80,15	Aguas abajo
	EXT-B8-030-C80.15-Ter	Termistor-EXTENSÓMETRO CV	°C	80,15	Aguas abajo
	EXT-B8-030-C80.15-X	Extensómetro CV + Termistor / Eje X	µE	80,15	Aguas abajo
	EXT-B8-030-C80.15-Y	Extensómetro CV / Eje Y	µE	80,15	Aguas abajo
	EXT-B8-030-C80.15-Z	Extensómetro CV / Eje Z	µE	80,15	Aguas abajo

Tabla 16.- Denominación de las variables medidas por las rosetas extensométricas

5.2.2 Variables de control térmico

Existen instalados termorresistores en distintos bloques representativos de la presa, de forma que se pueda conocer la temperatura en diferentes puntos, tanto en la masa del hormigón como en el aire y en el agua del embalse.

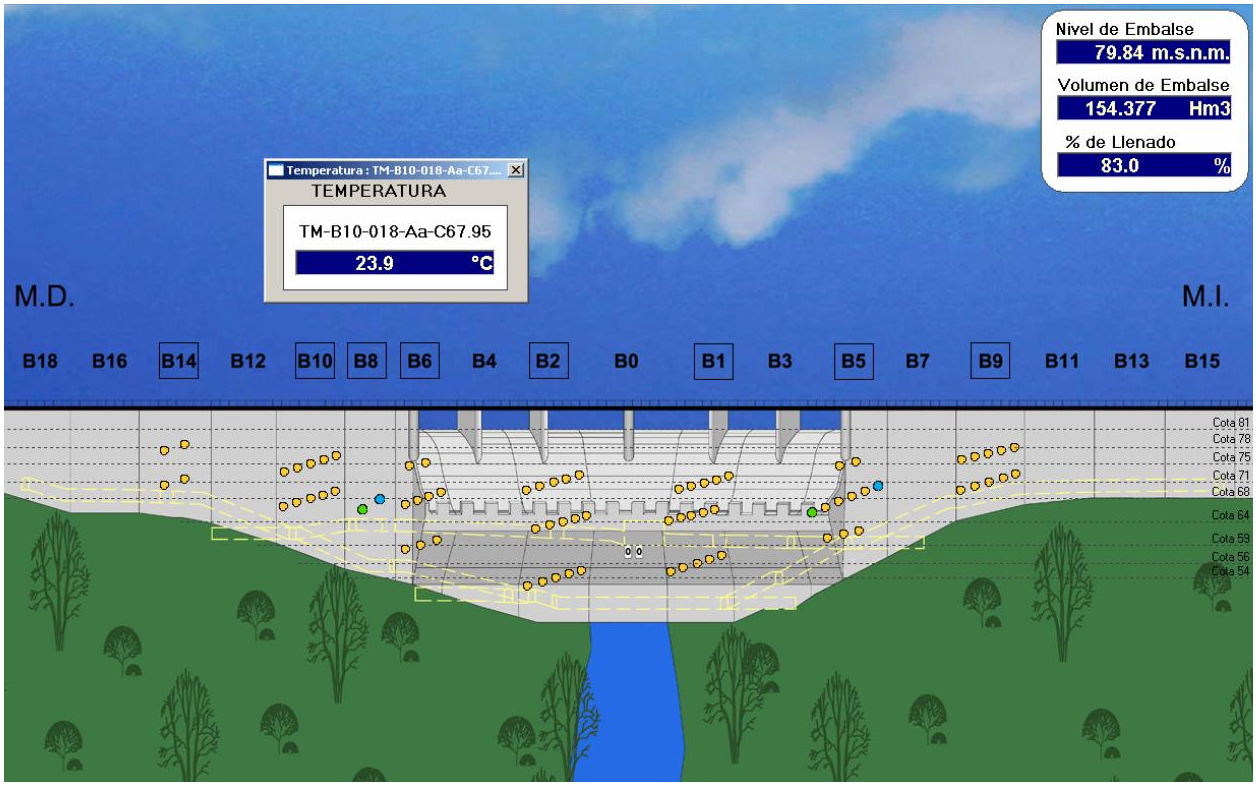


Figura 32.- Situación de los termorresistores

SECCION	NOMBRESENS	NOMBRE BASE	UNIDAD	SITUACION
Bloque 01	TM-B1-029-Ao-C56.11	TM-B1-029	°C	Aguas abajo
	TM-B1-030-Ao-C56.11	TM-B1-030	°C	Aguas abajo
	TM-B1-031-C-C56.11	TM-B1-031	°C	Centro
	TM-B1-032-Aa-C56.11	TM-B1-032	°C	Aguas arriba
	TM-B1-033-Aa-C56.11	TM-B1-033	°C	Aguas arriba
	TM-B1-047-Ao-C65.81	TM-B1-047	°C	Aguas abajo
	TM-B1-048-Ao-C65.81	TM-B1-048	°C	Aguas abajo
	TM-B1-049-C-C65.81	TM-B1-049	°C	Centro
	TM-B1-050-Aa-C65.81	TM-B1-050	°C	Aguas arriba
	TM-B1-051-Aa-C65.81	TM-B1-051	°C	Aguas arriba
	TM-B1-059-Ao-C71.67	TM-B1-059	°C	Aguas abajo
	TM-B1-060-Ao-C71.57	TM-B1-060	°C	Aguas abajo
	TM-B1-061-C-C71.57	TM-B1-061	°C	Centro

SECCION	NOMBRESENS	NOMBRE BASE	UNIDAD	SITUACION
	TM-B1-062-Aa-C71.57	TM-B1-062	°C	Aguas arriba
	TM-B1-063-Aa-C71.67	TM-B1-063	°C	Aguas arriba
Bloque 02	TM-B2-019-Ao-C54.56	TM-B2-019	°C	Aguas abajo
	TM-B2-020-Ao-C54.56	TM-B2-020	°C	Aguas abajo
	TM-B2-021-C-C54.56	TM-B2-021	°C	Centro
	TM-B2-022-Aa-C54.56	TM-B2-022	°C	Aguas arriba
	TM-B2-023-Aa-C54.56	TM-B2-023	°C	Aguas arriba
	TM-B2-036-Ao-C64.50	TM-B2-036	°C	Aguas abajo
	TM-B2-037-Ao-C64.50	TM-B2-037	°C	Aguas abajo
	TM-B2-038-C-C64.50	TM-B2-038	°C	Centro
	TM-B2-039-Aa-C64.50	TM-B2-039	°C	Aguas arriba
	TM-B2-040-Aa-C64.50	TM-B2-040	°C	Aguas arriba
	TM-B2-052-Ao-C70.62	TM-B2-052	°C	Aguas abajo
	TM-B2-053-Ao-C70.62	TM-B2-053	°C	Aguas abajo
	TM-B2-054-C-C70.62	TM-B2-054	°C	Centro
	TM-B2-055-Aa-C70.62	TM-B2-055	°C	Aguas arriba
	TM-B2-056-Aa-C70.62	TM-B2-056	°C	Aguas arriba
Bloque 05	TM-B5-064-Ao-C60.50	TM-B5-064	°C	Aguas abajo
	TM-B5-065-C-C60.50	TM-B5-065	°C	Centro
	TM-B5-066-Aa-C60.50	TM-B5-066	°C	Aguas arriba
	TM-B5-067-Ao-C67.56	TM-B5-067	°C	Aguas abajo
	TM-B5-068-Ao-C67.56	TM-B5-068	°C	Aguas abajo
	TM-B5-069-Aa-C67.56	TM-B5-069	°C	Aguas arriba
	TM-B5-070-Aa-C67.56	TM-B5-070	°C	Aguas arriba
	TM-B5-071-AIRE-C67.57	TM-B5-071	°C	Aguas abajo
	TM-B5-072-AGUA-C67.56	TM-B5-072	°C	Aguas arriba
	TM-B5-073-Ao-C74.84	TM-B5-073	°C	Aguas abajo
	TM-B5-074-Aa-C74.84	TM-B5-074	°C	Aguas arriba
Bloque 06	TM-B6-011-Ao-C59.10	TM-B6-011	°C	Aguas abajo
	TM-B6-012-C-C59.10	TM-B6-012	°C	Centro
	TM-B6-013-Aa-C59.10	TM-B6-013	°C	Aguas arriba
	TM-B6-041-Ao-C68.00	TM-B6-041	°C	Aguas abajo
	TM-B6-042-Ao-C68.00	TM-B6-042	°C	Aguas abajo
	TM-B6-043-Aa-C68.00	TM-B6-043	°C	Aguas arriba
	TM-B6-044-Aa-C68.00	TM-B6-044	°C	Aguas arriba
	TM-B6-057-Ao-C74.84	TM-B6-057	°C	Aguas abajo
	TM-B6-058-Aa-C74.84	TM-B6-058	°C	Aguas arriba
Bloque 08	TM-B8-075-AIRE-C68.40	TM-B8-075	°C	Aguas abajo
	TM-B8-076-AGUA-C68.40	TM-B8-076	°C	Aguas arriba
Bloque 09	TM-B9-001-Ao-C69.39	TM-B9-001	°C	Aguas abajo
	TM-B9-002-Ao-C69.39	TM-B9-002	°C	Aguas abajo
	TM-B9-003-C-C69.39	TM-B9-003	°C	Centro
	TM-B9-004-Aa-C69.39	TM-B9-004	°C	Aguas arriba
	TM-B9-005-Aa-C69.39	TM-B9-005	°C	Aguas arriba
	TM-B9-006-Ao-C76.00	TM-B9-006	°C	Aguas abajo
	TM-B9-007-Ao-C76.00	TM-B9-007	°C	Aguas abajo
	TM-B9-008-C-C76.00	TM-B9-008	°C	Centro
	TM-B9-009-Aa-C76.00	TM-B9-009	°C	Aguas arriba
	TM-B9-010-Aa-C76.00	TM-B9-010	°C	Aguas arriba
Bloque 10	TM-B10-014-Ao-C67.95	TM-B10-014	°C	Aguas abajo
	TM-B10-015-Ao-C67.95	TM-B10-015	°C	Aguas abajo
	TM-B10-016-C-C67.95	TM-B10-016	°C	Centro
	TM-B10-017-Aa-C67.95	TM-B10-017	°C	Aguas arriba
	TM-B10-018-Aa-C67.95	TM-B10-018	°C	Aguas arriba
	TM-B10-024-Ao-C75.15	TM-B10-024	°C	Aguas abajo
	TM-B10-025-Ao-C75.15	TM-B10-025	°C	Aguas abajo
	TM-B10-026-C-C75.15	TM-B10-026	°C	Centro
	TM-B10-027-Aa-C75.15	TM-B10-027	°C	Aguas arriba
	TM-B10-028-Aa-C75.15	TM-B10-028	°C	Aguas arriba
Bloque 14	TM-B14-034-Ao-C71.55	TM-B14-03	°C	Aguas abajo
	TM-B14-035-Aa-C71.55	TM-B14-03	°C	Aguas arriba
	TM-B14-045-Ao-C77.70	TM-B14-04	°C	Aguas abajo
	TM-B14-046-Aa-C77.70	TM-B14-04	°C	Aguas arriba

Tabla 17.- Denominación de las variables medidas por los termorresistores

Este control permite tener un conocimiento térmico global de la estructura, permitiendo establecer la red de isotermas y conocer los gradientes de temperatura.

5.2.3 Variables de control hidráulico

5.2.3.1 Control piezométrico

El control general de subpresiones se realiza mediante 11 piezómetros hidráulicos.

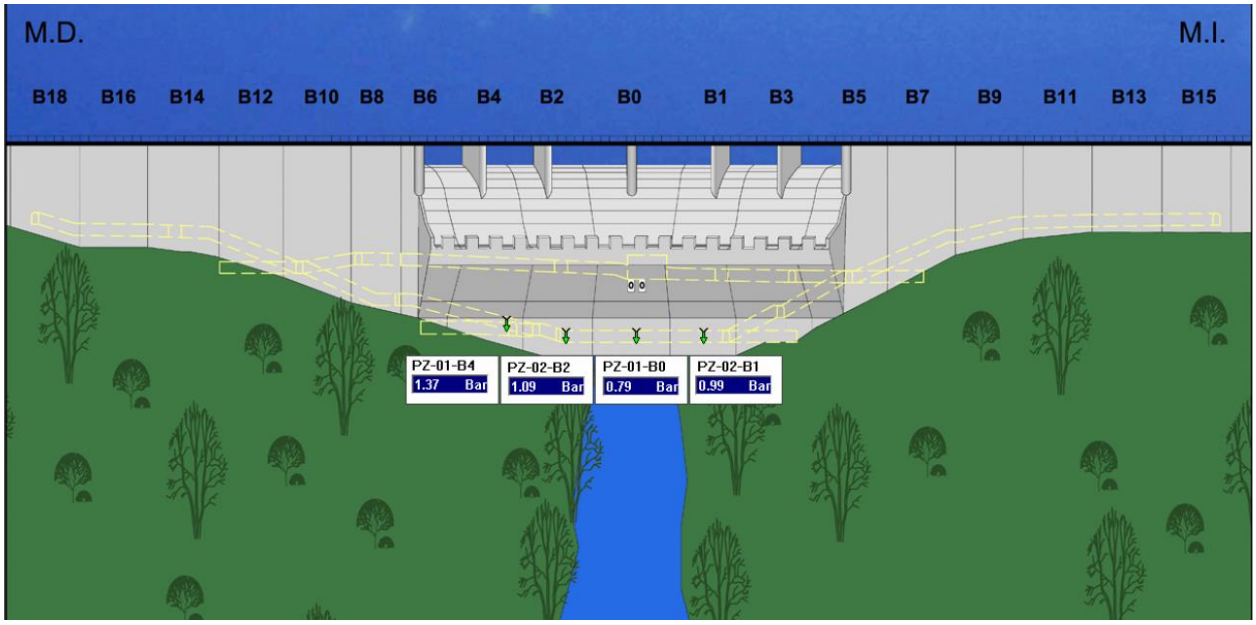


Figura 33.- Situación de los piezómetros hidráulicos

5.2.3.2 Control de filtraciones

Para facilitar el drenaje de las posibles filtraciones que se puedan producir en el hormigón se han realizado, desde las galerías del cuerpo de presa, una pantalla de drenaje con drenes cada tres metros que van a desembocar a la galería inferior.

Para la medida de filtraciones se dispone de 2 aforadores de vertedero de pared delgada, tipo *Thomson*. Están situados en la galería de aguas abajo y uno se encarga de recoger las filtraciones del margen derecho y el otro las filtraciones del margen izquierdo.

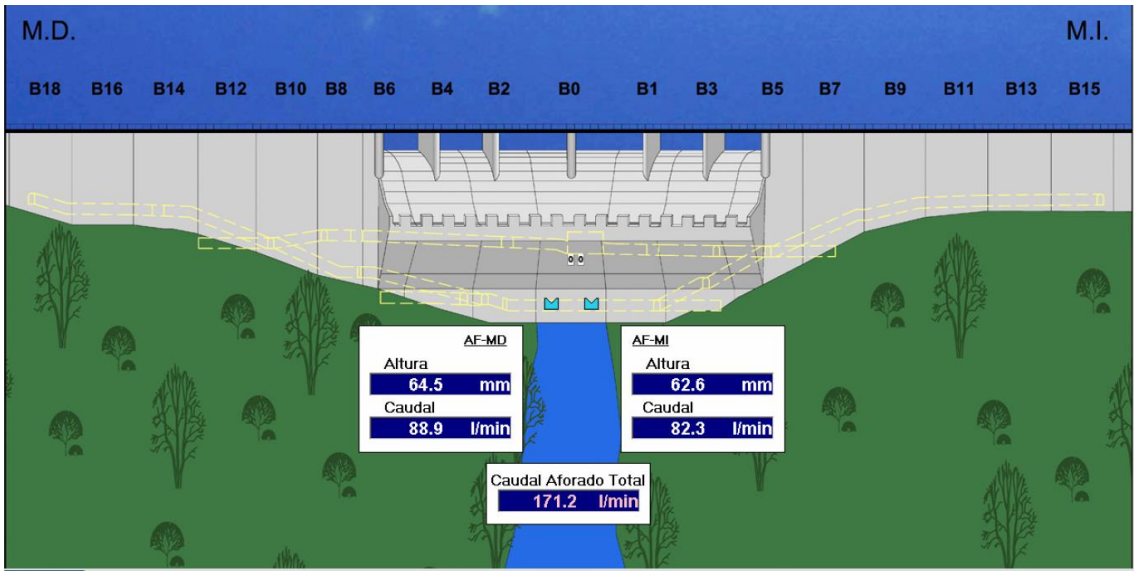


Figura 34.- Situación de los aforos

5.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN.

5.3.1 Estado control variables exteriores.

5.3.1.1 Estado de Control del nivel del embalse

La balanza *Rittmeyer* y la escala limnmétrica aguas arriba de la presa se encuentra en operativas y en buen estado, aunque conviene realizar las tareas de mantenimiento pertinentes.

5.3.1.2 Estado del control Meteorológico.

El estado de conservación de la estación meteorológica es bueno. La caseta presenta buen estado, encontrándose pintada y con los cuidados necesarios. Toda la instrumentación se encuentra operativa y automatizada.

5.3.2 Estado del control topográfico.

El estado de conservación de la instrumentación para el control topográfico es aceptable y han permitido realizar campañas topográficas con periodicidad hasta la fecha. Se aconseja el mantenimiento adecuado de los clavos y bases que permitan seguir con la dinámica de campañas periódicas.

5.3.3 Estado de variables de control deformacional, térmico e hidráulico

5.3.3.1 Estado control deformacional

5.3.3.1.1 Estado del control de movimientos horizontales mediante péndulos

Todos los péndulos disponen de un sistema de lectura automatizado y funcionan correctamente.

5.3.3.1.2 Estado del control interno de movimientos entre juntas

5.3.3.1.2.1 Medidores de la junta 02

Los 4 medidores de junta internos se encuentran automatizados, pero no funcionan correctamente los situados en las cotas intermedias dan lecturas erróneas y el sensor colocado a menor cota apenas registra movimientos

5.3.3.1.2.2 Medidores de la junta 03

Los 3 medidores de junta internos se encuentran automatizados y funcionan correctamente.

5.3.3.1.2.3 Medidores de la junta 05

En esta junta los 3 sensores muestran lecturas erróneas. Uno de ellos no registra lecturas y los otros dos ofrecen valores erráticos.

5.3.3.1.2.4 Medidores de la junta 06

Los 4 medidores de junta internos se encuentran automatizados, pero no funcionan correctamente los situados en la cota superior y la cota inferior. Los situados en cotas intermedias dan lecturas pero uno de ellos da valores muy dispersos desde enero de 2015

5.3.3.1.2.5 Medidores de la junta 07

Los 3 medidores de junta internos se encuentran automatizados, de ellos funciona correctamente el situado en la cota más elevada.

5.3.3.1.2.6 Medidores de la junta 08

Actualmente los 3 medidores de junta internos se encuentran automatizados, pero no funcionan correctamente.

5.3.3.1.2.7 Medidores de la junta 10

Actualmente los 3 medidores de junta internos se encuentran automatizados, pero no funcionan correctamente, aunque se aprecian tendencias en dos de ellos

5.3.3.1.2.8 Medidores de la junta 11

Actualmente los 2 medidores de junta internos se encuentran automatizados, pero sólo funciona correctamente el superior.

5.3.3.1.2.9 Medidores de la junta 14

Los 2 medidores de junta internos se encuentran automatizados y funcionan correctamente.

5.3.3.1.2.10 Medidores de la junta 15

El único sensor instalado da lecturas erráticas.

5.3.3.1.2.11 Medidores de la junta 18

Los 2 medidores de junta internos se encuentran automatizados y no funcionan correctamente.

5.3.3.1.2.12 Medidores de la junta 19

El único sensor instalado funciona correctamente.

5.3.3.1.2.13 Medidores de la junta 22

El único sensor instalado no da lecturas.

5.3.3.1.3 Estado del control externo de movimientos entre juntas.

La lectura de los medidores de junta externos se realiza de manera manual mediante un comparador en los medidores tridimensionales.

No se disponen de registros

5.3.3.1.4 Estado del control de deformaciones en el cimiento mediante extensómetros de varillas

Todos los extensómetros de cuerda vibrante y de varillas se encuentran automatizados.

5.3.3.1.5 Estado de Control de tensiones en el hormigón mediante rosetas extensométricas

5.3.3.1.5.1 Rosetas extensométricas Bloque 01

Las 7 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas. y funcionan correctamente.

5.3.3.1.5.2 Rosetas extensométricas Bloque 02

Las 7 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas pero las rosetas B2-021 y B2-022 registran datos muy dispersos.

5.3.3.1.5.3 Rosetas extensométricas Bloque 07

Las 4 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas. Desde enero de 2014 no se dispone de datos del sensor EXT-B7-011-C80.07-CC.

5.3.3.1.5.4 Rosetas extensométricas Bloque 08

Las 4 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas. y funcionan correctamente.

5.3.3.1.5.5 Rosetas extensométricas Bloque 11

Las 2 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas. y funcionan correctamente.

5.3.3.1.5.6 Rosetas extensométricas Bloque 14

Las 4 rosetas extensométricas se encuentran automatizadas. y funcionan correctamente.

5.3.3.1.5.7 Rosetas extensométricas Bloque 15

Los sensores no ofrecen datos congruentes.

5.3.3.2 Estado del control térmico

Todos los termorresistores se encuentran automatizados.

5.3.3.3 Estado control hidráulico

5.3.3.3.1 Estado del control piezométrico.

Sólo se dispone de lecturas automatizadas para 4 piezómetros hidráulicos. De ellos el PZ-B2 no registra datos y el PZ-B3 registran valores muy pequeños.

De los que no se encuentran automatizados, en 3 de ellos se pueden realizan mediciones “in situ” mediante los manómetros que se encuentran acoplados al cuerpo del mismo.

5.3.3.3.2 Estado del control de filtraciones.

La medida de los aforadores está automatizada y funciona correctamente.

6.- E61-Aracena

La presa de Aracena cuenta con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos.

En las siguientes tablas se refleja la instrumentación instalada y las variable medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escala limnimétrica	Próximo al embarcadero
	Balanza neumática de Hidrosanco (SAIH)	Torre de toma
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Precipitación	1 pluviómetro	
Evaporación	1 evaporímetro tanque y 1 piche	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Dirección del viento	1 Veleta	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Movimientos verticales y asientos desde coronación	21 clavos de colimación-nivelación (CCN)	En coronación
	4 clavos de nivelación (CN)	En la carretera de acceso a la presa, dos a cada lado
	2 pilares fijos de colimación (SFN)	Uno en cada estribo de la presa en coronación

Tabla 18.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN		
		DEL SENSOR		PUNTO DE LECTURA
Control de los movimientos horizontales	2 péndulos directos	1	En la margen derecha de la presa entre el IX y el X contrafuerte. La cota de anclaje superior es la 345,5	Situado a cota 306,9 m en el interior de la caseta de lectura.
		1	En la margen izquierda de la presa entre el XIII y el XIV contrafuerte. La cota de anclaje superior es la 345,5	Situado a cota 306,3 m en el interior de la caseta de lectura.
Control de la apertura y deslizamiento de juntas	39 ternas de bases con defórmetro	10	En la galería de cimientos	En la galería de cimientos
		19	En la galería central	En la galería central
		10	En la galería de alzado	En la galería de alzado

Tabla 19.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN DEL SENSOR			SISTEMA O ZONA DE MEDICIÓN
Control piezométrico (presiones intersticiales)	6 piezómetros de cuerda vibrante (PCV)	2 en la sección AA (Aliviadero MD)	1 1	Aguas arriba (285,40 msnm). Aguas abajo (281,90 msnm).	La lectura manual se hace mediante lector de cuerda vibrante. Se lee de forma digital con el aparato correspondiente de lectura en el armario de centralización existente en la presa.
		2 en la sección BB (Aliviadero Centro)	1	Aguas arriba (285,70 msnm).	
			1	Aguas abajo (282,70 msnm).	
		2 en la sección CC (Aliviadero MI)	1	Aguas arriba (285,50 msnm	
			1	Aguas abajo (282,0 msnm).	
Control de filtraciones	6 aforadores tipo Thomson (AF)	AF-I	Aforador de la galería de cimiento		Recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen izquierda
		AF-2	Aforador de la galería de cimiento		Recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen derecha.
		AF-3:	Aforador de la galería intermedia		Recoge las filtraciones de la margen derecha.
		AF-4	Aforador de la galería intermedia que		Recoge las filtraciones de la margen izquierda.
		AF-5	Aforador de la galería superior		Recoge las filtraciones que llegan al interior de la presa por la margen izquierda.
		AF-6	Aforador de la galería superior		Recoge las filtraciones que llegan al interior de la presa por la margen izquierda
Control del drenaje interior	uno cada 3 m	Galería del cimiento			

Tabla 20.- Instrumentación de las variables de control hidráulico

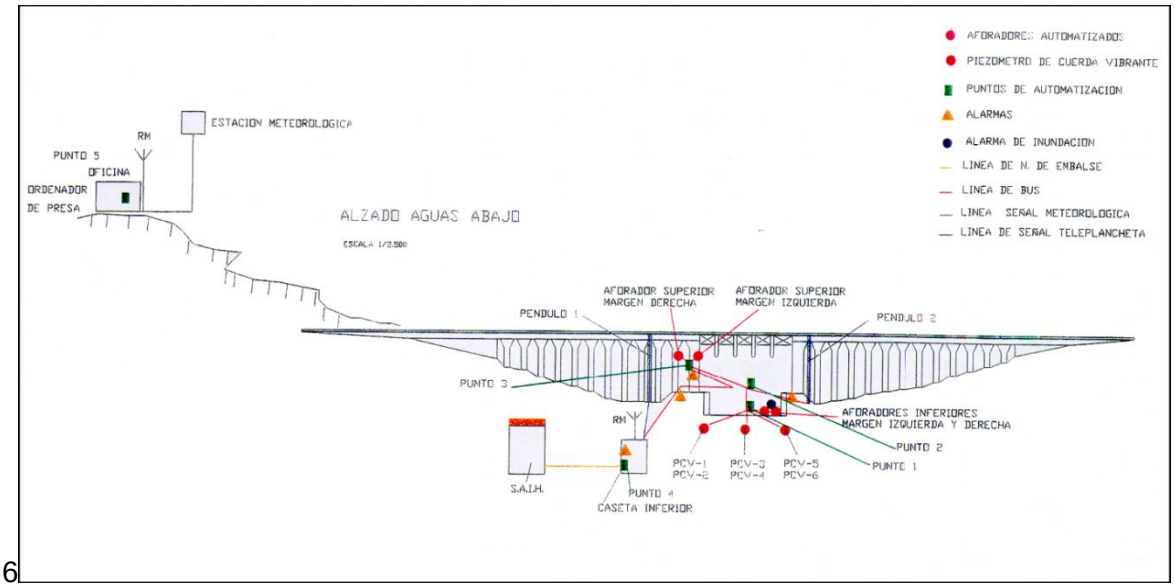


Figura 35.- Sistema de auscultación instalado

6.1 VARIABLES EXTERIORES.

6.1.1 Control del nivel del embalse.

Para permitir la automatización del nivel de embalse, en coronación hay colocada una balanza neumática de Hidrosanco, que permite la obtención automática del nivel de embalse.

Además, se cuenta con una escala limnimétrica ubicada en uno de los aliviaderos.

6.1.2 Control meteorológico

Para el control ambiental está instalada en la presa una estación meteorológica, situada aguas arriba de la presa en la margen derecha, que realiza el control de los siguientes parámetros:

- Temperatura ambiente
- Pluviometría
- Evaporación
- Velocidad
- Dirección del viento
- Presión atmosférica
- Humedad relativa del aire
- Insolación

Los datos de la estación meteorológica se toman manualmente y no se reciben a través de la red SAIH.

Además de la estación meteorológica descrita anteriormente se cuenta con un sistema automático de control hidrológico (S.A.I.H.), instalado en una caseta en el pie de presa en la margen derecha, donde se registran automáticamente las siguientes variables:

- Nivel del embalse.
- Señal de un pluviómetro

6.1.3 Control topográfico.

En la presa de Aracena hay instalados un total de 21 hitos de nivelación y colimación, de los cuales se toman lectura a partir de los puntos de referencia situados en el terreno fuera de la zona de influencia de la presa, con la nomenclatura siguiente:

- Clavos CCN-1-1 a CCN-21 en la coronación, que forman la alineación de colimación y nivelación.
- Clavos CN-1 a CN-4 en la carretera de acceso a la presa, dos a cada lado, utilizados como clavos de nivelación exclusivamente.
- Dos pilares fijos de colimación, uno en cada estribo de la presa en coronación, para estación de teodolito de colimación y colocación de mira fija de colimación.
- Mira fija y mira móvil para colimación.

6.2 VARIABLES DE CONTROL.

6.2.1 Variables de control deformacional.

6.2.1.1 Control de movimientos horizontales mediante péndulos.

Para controlar los movimientos horizontales en la Presa de Aracena, hay instalados dos péndulos directos, con la siguiente disposición:

- Péndulo 1: En la margen derecha de la presa entre el IX y el X contrafuerte, la cota de anclaje superior es la 345,5 y el punto de lectura situado a cota 306,9 m en el interior de la caseta de lectura.
- Péndulo 2: En la margen izquierda de la presa entre el XIII y el XIV contrafuerte, la cota de anclaje superior es la 345,5 y el punto de lectura situado a cota 306,3 m en el interior de la caseta de lectura.

Los péndulos directos son modelo PDO-002 de 40,25 m de longitud, con planchetas modelo KINAX, instalados en tubos de PCV de 250 mm de diámetro.

Los péndulos disponen de lecturas automatizadas de desplazamiento situadas en las casetas de emplazamiento de los mecanismos de dichos péndulos

.

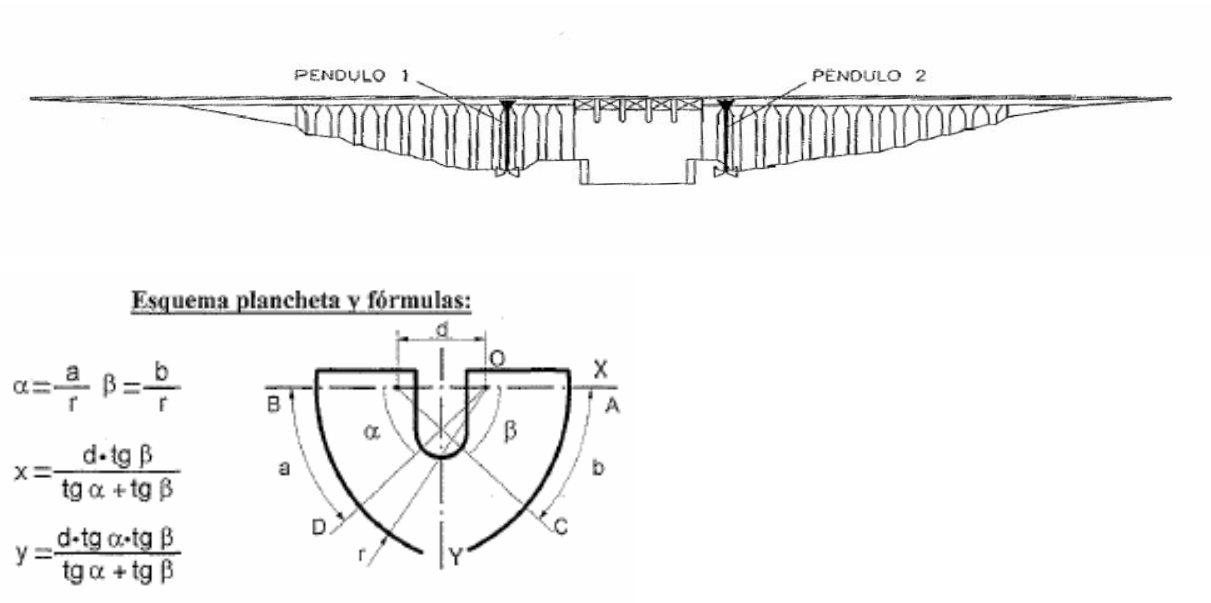


Figura 36.- Esquema plancheta

6.2.1.2 Control de movimientos entre juntas.

Para el control de la apertura y deslizamiento de juntas se dispone de 39 ternas de bases con defórmetro, instaladas en todas las juntas a lo largo de las galerías de la presa.

Las ternas son de 250 mm de base de medida y se denominan TBD-1H a TBD-15H y TBD-1C a TBC-15C.

Se localizan 10 en la galería de cimientos, 19 en la galería central y 10 en la galería de alzado.

6.2.2 Variables de control hidráulico.

6.2.2.1 Control de filtraciones.

El control de filtraciones se realiza en las obras de recogida y canalización de las filtraciones de la presa. Para el control de filtraciones de disponen de 6 aforadores del tipo vertedero de pared delgada, tipo Thompson.

- AF-I: Aforador de la galería de cimiento que recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen izquierda.

- AF-2: Aforador de la galería de cimiento que recoge las filtraciones del cuerpo de presa y de los cimientos por la margen derecha.
- AF-3: Aforador de la galería intermedia que recoge las filtraciones de la margen derecha.
- AF-4: Aforador de la galería intermedia que recoge las filtraciones de la margen izquierda.
- AF-5: Aforador de la galería superior que recoge las filtraciones que llegan al interior de la presa por la margen izquierda.
- AF-6: Aforador de la galería superior que recoge las filtraciones que llegan al interior de la presa por la margen izquierda

Con el fin de realizar un seguimiento del drenaje en el interior de la presa se han distribuido drenes en la galería de cimiento, situados uno cada 3 m.

6.2.2.2 Control piezométrico.

El control de las subpresiones en la presa de Aracena se realiza mediante los piezómetros de cuerda vibrante instalados en 6 puntos de control repartidos en tres secciones en la zona central de la presa siguiente manera:

- PCV-1: Sección A (Aliviadero MD) Aguas arriba (285,40 msnm).
- PCV-2: Sección A (Aliviadero MD) Aguas abajo (281,90 msnm).
- PCV-3: Sección B (Aliviadero Centro) Aguas arriba (285,70 msnm).
- PCV-4: Sección B (Aliviadero Centro) Aguas abajo (282,70 msnm).
- PCV-5: Sección C (Aliviadero MI) Aguas arriba (285,50 msnm).
- PCV-6: Sección C (Aliviadero MI) Aguas abajo (282,00 msnm).

La adquisición o lectura de datos puede ser manual o automática. La lectura manual se hace mediante lector de cuerda vibrante y se lee de forma digital con el aparato correspondiente de lectura en el armario de centralización existente en la presa.

6.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN.

6.3.1 Estado control del nivel de embalse.

Tanto la balanza neumática de Hidrosanco, que registra de forma automática los niveles de embalse diarios, como la escala limnimétrica, se encuentran disponibles y en buen estado.

6.3.2 Estado control meteorológico

La estación meteorológica con la que cuenta la presa se encuentra en buen estado a nivel de conjunto. La caseta donde se encuentra la instrumentación presenta buen aspecto y las herramientas de medición se encuentran operativas

6.3.2.1 Estado del control topográfico.

Los clavos de colimación-nivelación se encuentran en buen estado, aunque debido a la humedad existe capas de óxido y suciedad, que dificultan su apertura.

No se realizan lecturas de nivelación del cuerpo de presa desde noviembre del 2.007.

6.3.3 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

6.3.3.1 Estado control deformacional

6.3.3.1.1 Estado del control de movimientos horizontales mediante péndulos.

El estado de los equipos de lectura automática no funciona. Las lecturas se realizan de modo manual, desde que finalizó la construcción de la presa. Actualmente estas lecturas se hacen con una periodicidad quincenal.

6.3.3.1.2 Estado del control de movimientos entre juntas.

Todas ellas se miden manualmente mediante un defórmetro con periodicidad quincenalmente desde mayo de 2.015.

6.3.3.2 Estado control hidráulico

6.3.3.2.1 Estado del control de filtraciones.

El sistema de automatización está dispuesto en cuatro de los aforadores, pero no funciona en ninguno de ellos. Por ello las lecturas se realizan manualmente con periodicidad quincenal.

En cuanto a los drenes, debido a que apenas dan filtraciones, las lecturas se hacen muy esporádicamente, la última data del 2.012.

6.3.3.2.2 Estado del control piezométrico.

Se realizan lecturas desde julio del 1992 de manera periódica excepto desde el 29/12/2000 hasta 30/09/2005.

Las lecturas se realizan manualmente con una periodicidad quincenal desde el 29/04/2015 ya que la lectura de datos automática no está operativa.

Los piezómetros PCV-5 y PCV-6 parecen estar averiados o los aparatos de lectura no tienen la suficiente sensibilidad, ya que no dan lecturas o éstas son erráticas.

7.- E62-Zufre

La presa de Zufre cuenta con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos.

En las siguientes tablas se refleja la instrumentación instalada y las variable medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escala limnimétrica	Margen izquierda
	Sensor de presión. Balanza Rittmeyer	Caseta de la torre de tomas
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Precipitación	1 pluviómetro	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Evaporación	1 evaporímetro tanque 1 evaporímetro Piché	

Dirección del viento	1 Veleta	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Evaporación	1 evaporímetro tanque	
Precipitación	1 pluviómetro	Central meteorológica de Emasesa
Movimientos verticales y asientos desde coronación	14 clavos de colimación-nivelación (CN)	En coronación
	1 señal fija de colimación (SFN)	Situado en el vial de acceso a coronación de la presa en la margen derecha
	1 diana de referencia	Situada en la ladera de la margen izquierda
Movimientos verticales y asientos desde berma aguas abajo	7 clavos de colimación-nivelación (CN)	Berma
	1 señal fija de colimación (SFN)	Situado en la margen izquierda de la berma aguas abajo
	1 diana de referencia	Situado en la margen derecha de la berma aguas abajo.

Tabla 21.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN			
		DEL SENSOR			DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Control de carga y presiones	11 células de presión total neumáticas	3 en la sección A-A	1	Cota: 206,57	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			2	Cota: 222,52	
		2 en la sección B-B	1	Cota: 206,44	
			1	Cota: 234,27	
		1 en la sección A-A, B-B	1	Cota: 222,57 Cota: 222,64	
		4 en la sección C-C	2	Cota: 201	
			2	Cota: 222,44	
		1 Sin identificar	1	-	
	5 células de presión total de cuerda vibrante	3 en la sección B-B	2	Cota: 192,85	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			1	Cota: 196,25	
		1 en la sección A-A, C-C	1	Cota: 206,57 Cota: 201,00	
		1 Sin identificar	1	-	
Deformabilidad cuerpo de la presa	9 células hidráulicas de asiento (CH)	9 Sección B-B	9	Cota: 219,58	-
Control de los movimentos de la presa	1Tubo inclinométrico	en la sección B-B	1	FUERA DE USO	
Control de los movimentos verticales	3 tubos telescópicos de asiento	en la sección A-A	1	FUERA DE USO	
		en la sección B-B	1		
		en la sección C-C	1		

Tabla 22.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN			
		DEL SENSOR			DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Control piezométrico (presiones intersticiales)	12 piezómetros de cuerda vibrante (PCV)	7 en la sección B-B	3	Cota: 187,05	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			3	Cota: 192,85	
			1	Cota: 200,15	
		5 en la sección C-C	1	Cota: 191,63	
			1	Cota: 198,55	
			1	Cota: 191,63	
			1	Cota: 199,99	
			1	Cota: 198,69	
	11 piezómetros hidráulicos	3 en la sección A-A	1	Cota: 222,67	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			1	Cota: 222,36	
			1	Cota: 247,55	
		5 en la sección B-B	1	Cota: 234,24	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			1	Cota: 234,29	
			1	Cota: 247,83	
			1	Cota: 206,29	Central de lecturas en la galería perimetral
			1	Cota: 206,42	
		3 en la sección C-C	1	Cota: 247,96	Central de lecturas en la cámara de los desagües de fondo
			1	Cota: 222,23	Central de lecturas en la galería perimetral
			1	Cota: 222,66	
Control de filtraciones	4 aforadores tipo Thomson (AFO)	En galería de acceso a Cámara de Compuertas y/o centralización de medidores de auscultación			
		Margen derecha. En galería de acceso a galería perimetral			
		En galería perimetral, a la izquierda de la cámara de achique			
		En galería perimetral, a la derecha de la cámara de achique			
Control del drenaje interior	30	Galería perimetral			

Tabla 23.- Instrumentación de las variables de control hidráulico

7.1 VARIABLES EXTERIORES

7.1.1 Control del nivel del embalse

Para el control de la cota del agua del embalse se dispone de:

- Escala limnimétrica, situada en la margen izquierda, adosada al paramento del aliviadero
- Balanza *Rittmeyer* Limnímetro automatizada (SAIH) cuyo cuadro de lectura de datos se ubica en la caseta de la torre de tomas en la margen derecha



Fotografía.-21 Escala limnimétrica (a las cotas hay que sumarle +5,15 m según indicaciones del personal de la presa)



Fotografía.-22 Balanza Rittmeyer (en la torre de toma del desagüe intermedio)

7.1.2 Control meteorologico.

Con el fin de realizar un seguimiento de la meteorología en el embalse existen tres estaciones meteorológicas.

Central meteorológica de CHG

Se encuentra situada en la margen izquierda entre la presa y el poblado. El recinto está delimitado por un vallado de 6,0 x 6,0 m en planta en el que se encuentran los siguientes equipos:

Veleta, anemómetro, evaporímetro de dos tipos (tanque y Piché), pluviómetro y termómetro.

El personal de mantenimiento de la presa es el responsable de tomar lecturas diarias que ofrecen los distintos equipos de la estación. Está operativa y se tiene un registro diario de datos (Tªmáx, Tªmin, lluvia acumulada y evaporación potencial).







Fotografía.-23 Ubicación de la Estación Meteorológica de la CHG

Central meteorológica del SAIH

Los equipos del SAIH se encuentran alojados en la caseta inferior del desagüe intermedio.

En esta caseta se encuentran los siguientes equipos:

- Armario de tele-transmisión
- Equipo rectificador de corriente
- Grupo de acumuladores para fuente de energía alternativa.

Entre los equipos de que dispone el SAIH en esta presa tienen instalado un pluviómetro situado en el tejado de la caseta de válvulas del desagüe intermedio y un tanque evaporímetro.

La toma de datos se realiza de forma automática.



Fotografía.-24 Central meteorológica del SAIH



Fotografía.-25 Ubicación de la Estación Meteorológica de SAIH

Central meteorológica de Emasesa

La empresa metropolitana de aguas Emasesa dispone de su propia central meteorológica. Esta se encuentra situada junto al acceso a la torre de toma del desagüe intermedio. La toma de datos se realiza de forma automática, a través del sistema de comunicaciones implantado.



Fotografía.-26 Central meteorológica de Emasesa

7.1.3 Control topográfico

7.1.3.1 Control topográfico desde coronación

El sistema instalado para el control de los desplazamientos verticales y horizontales de la coronación de la presa por colimación y nivelación topográfica, está compuesto por 14 clavos con caja de protección situados en la coronación de la presa y utilizable para colimación y nivelación topográfica con numeración CN-01 a CN-14. Se completa con un hito de referencia situado en el vial de acceso a coronación de la presa en la margen derecha y una diana de referencia situada en la ladera de la margen izquierda.

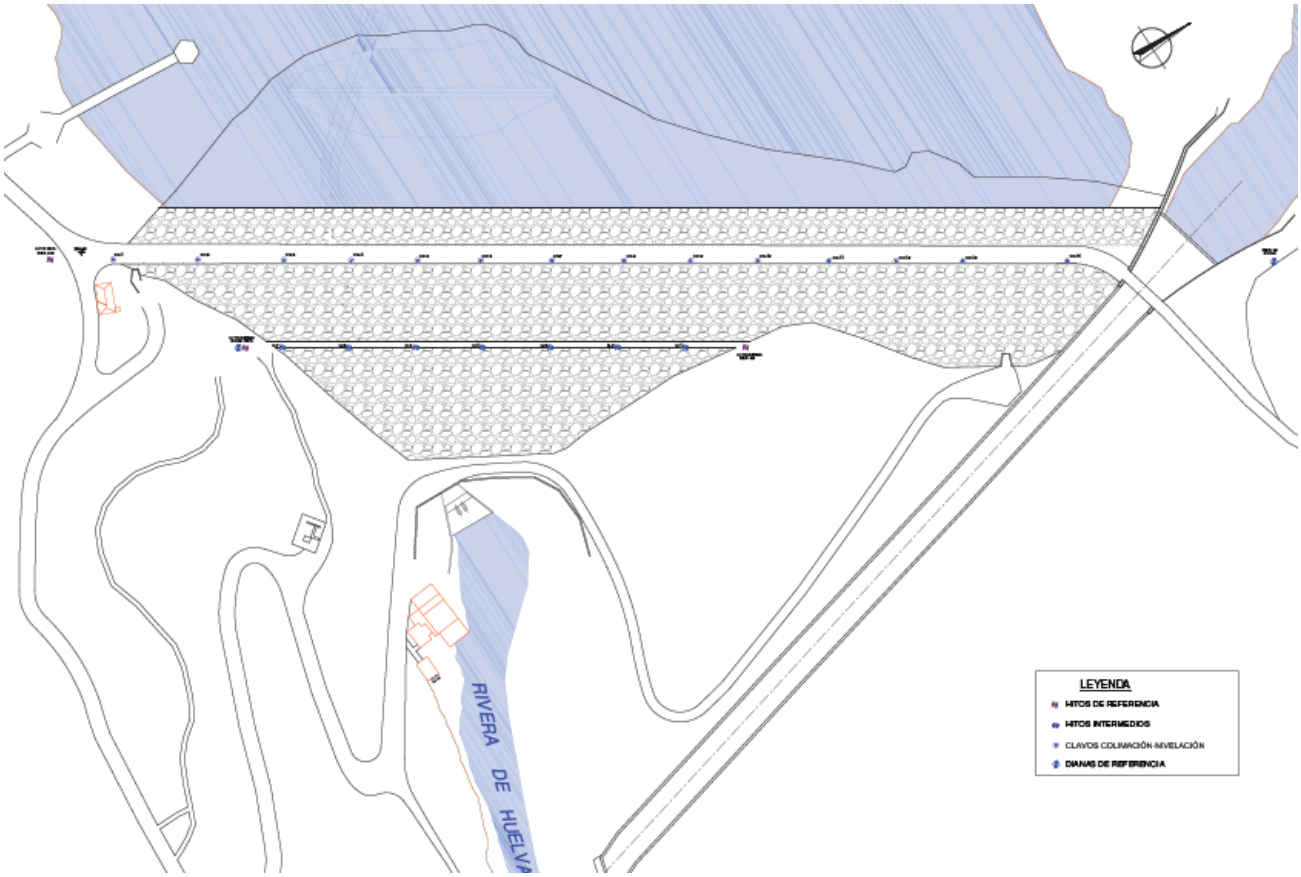


Figura 37.- Ubicación del sistema del control topográfico. Coronación y berma



Fotografía.-27 Pilar de observación M. D.



Fotografía.-28 Hito de observación topográfico en ladera de margen izquierda. No hay constancia de seguimiento de datos topográficos





Fotografía.-29 Clavos con caja de protección, situados en la coronación de la presa



Fotografía.-30 Señal de referencia fija para colimación

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AUSCULTACIÓN TOPOGRÁFICA DESDE CORONACIÓN				
Sensor	**Distancia entre clavos**	**Localización**	**Operativo**	**Estado de conservación**
Ref. M.D.	< 30 m	HITO JUNTO A VIAL DE ACCESO A CORONACIÓN M.D.	SI	BUEN ESTADO
CN-01	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-02	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-03	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-04	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-05	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-06	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-07	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-08	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-09	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-10	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-11	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-12	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-13	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
CN-14	30 m	CORONACIÓN	SI	BUEN ESTADO
Ref. MI	> 30 m	DIANA EN MURO DE TALUD EN M.I.	SI	MAL ESTADO DE LA CAJA QUE ALBERGA LA DIANA DE PUNTERÍA
No se toman lecturas actualmente				

Tabla 24.- Descripción del sistema de auscultación topográfica desde coronación

7.1.3.2 Control topográfico desde berma aguas abajo

El sistema de control topográfico para el control de los desplazamientos verticales y horizontales por colimación y nivelación topográfica desde la berma situada aguas debajo de la presa está compuesto por 7 hitos. Se competa con un hito de referencia para equipo topográfico situado en la margen izquierda de la berma aguas abajo y un hito para apoyo de diana de referencia situado en la margen derecha de la berma aguas abajo.

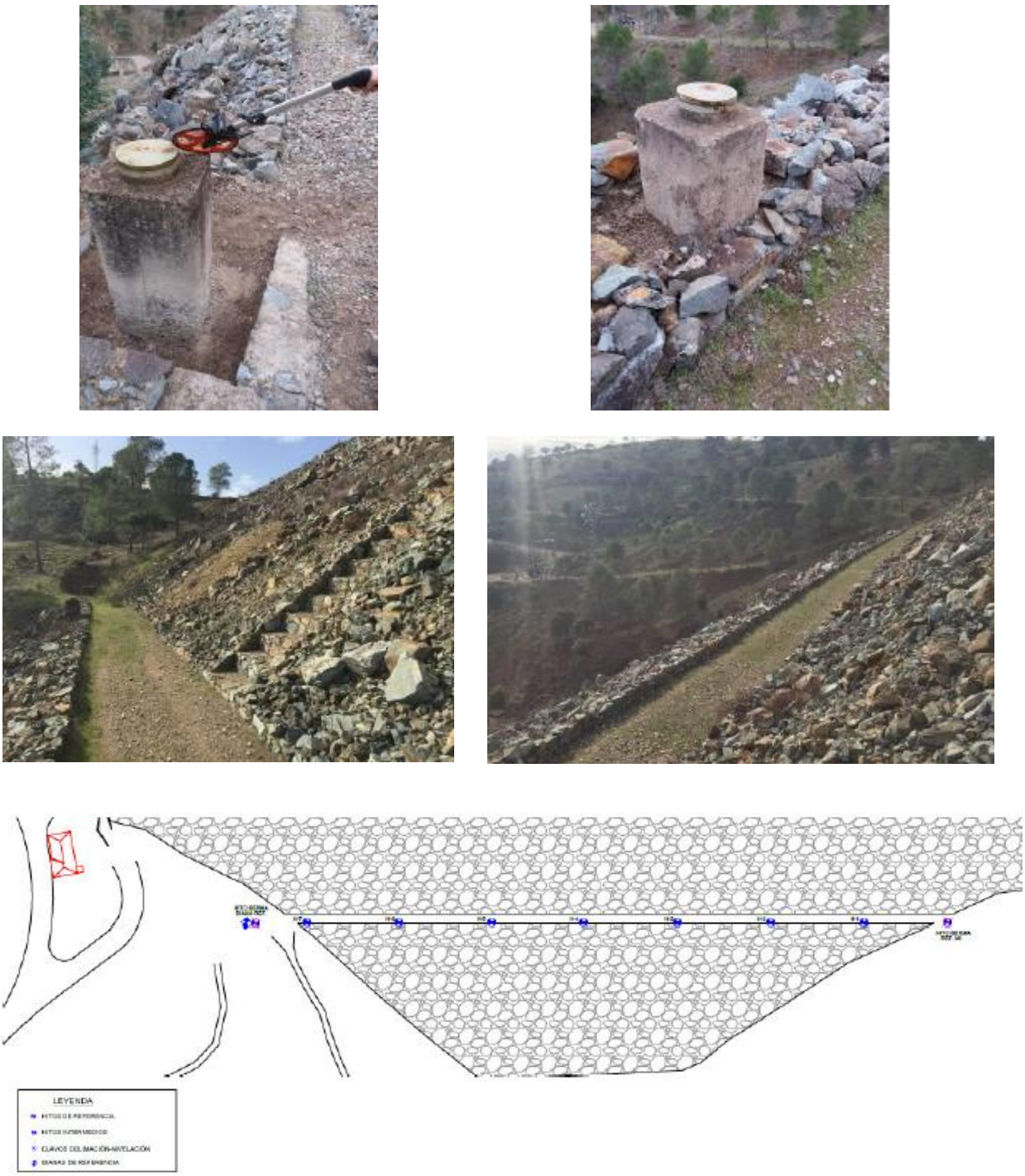


Figura 38.- Control topográfico desde berma aguas abajo

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AUSCULTACIÓN TOPOGRÁFICA DESDE BERMA AGUAS ABAJO				
Sensor	**Distancia entre hitos**	**Localización**	**Operativo**	**Estado de conservación**
Ref. M.I.	< 20 m	HITO DE REFERENCIA PARA EQUIPO TOPOGRÁFICO.	SI	MAL ESTADO
HITO-01	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -02	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -03	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -04	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -05	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -06	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
HITO -07	20 m	HITO INTERMEDIO	SI	MAL ESTADO
Ref. MD	> 30 m	HITO PARA APOYO DE DIANA DE REFERENCIA	SI	MAL ESTADO
No se toman lecturas actualmente				

Tabla 25.- Descripción del sistema de auscultación topográfica desde berma aguas abajo

7.2 VARIABLES DE CONTROL

7.2.1 Variables de control deformacional

7.2.1.1 Células de presión total

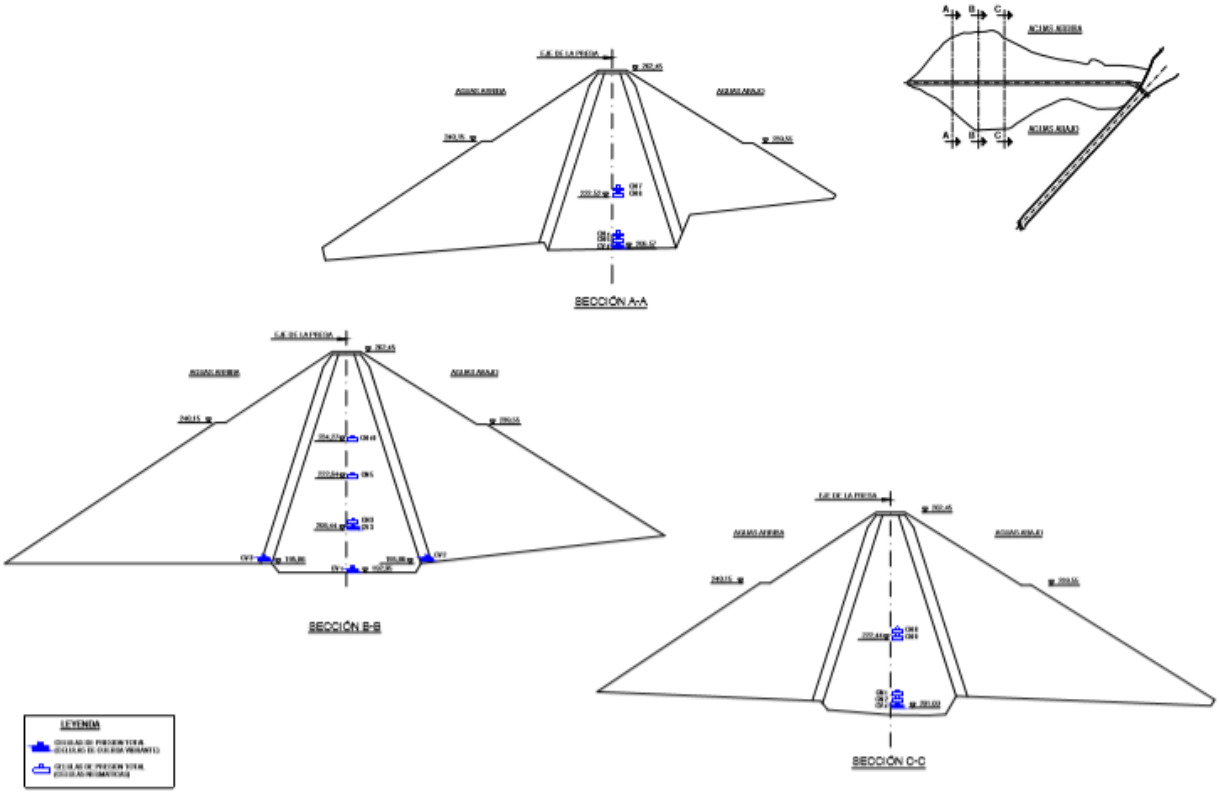
Se dispone de 11 células de presión total neumáticas y de 5 células de presión total de cuerda vibrante para el control de movimientos de la presa.







Caja de centralización para lectura de sensores ubicada en la sala de cámara de válvulas.



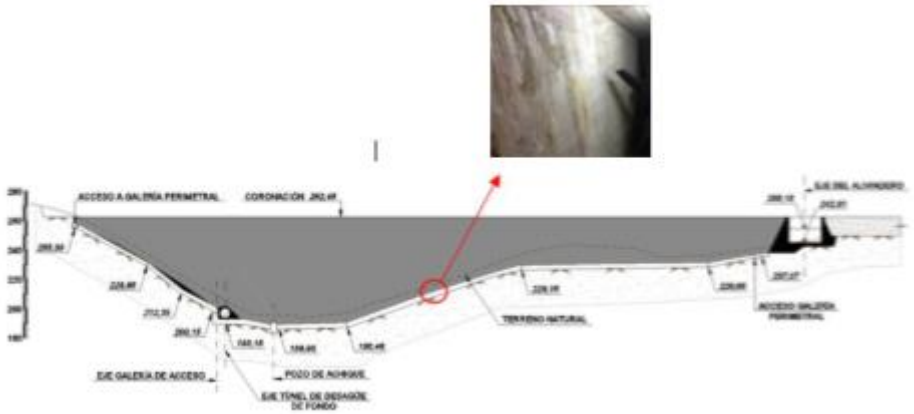
Esquema de ubicación de las células de presión total

7.2.1.2 Células hidráulicas de asiento

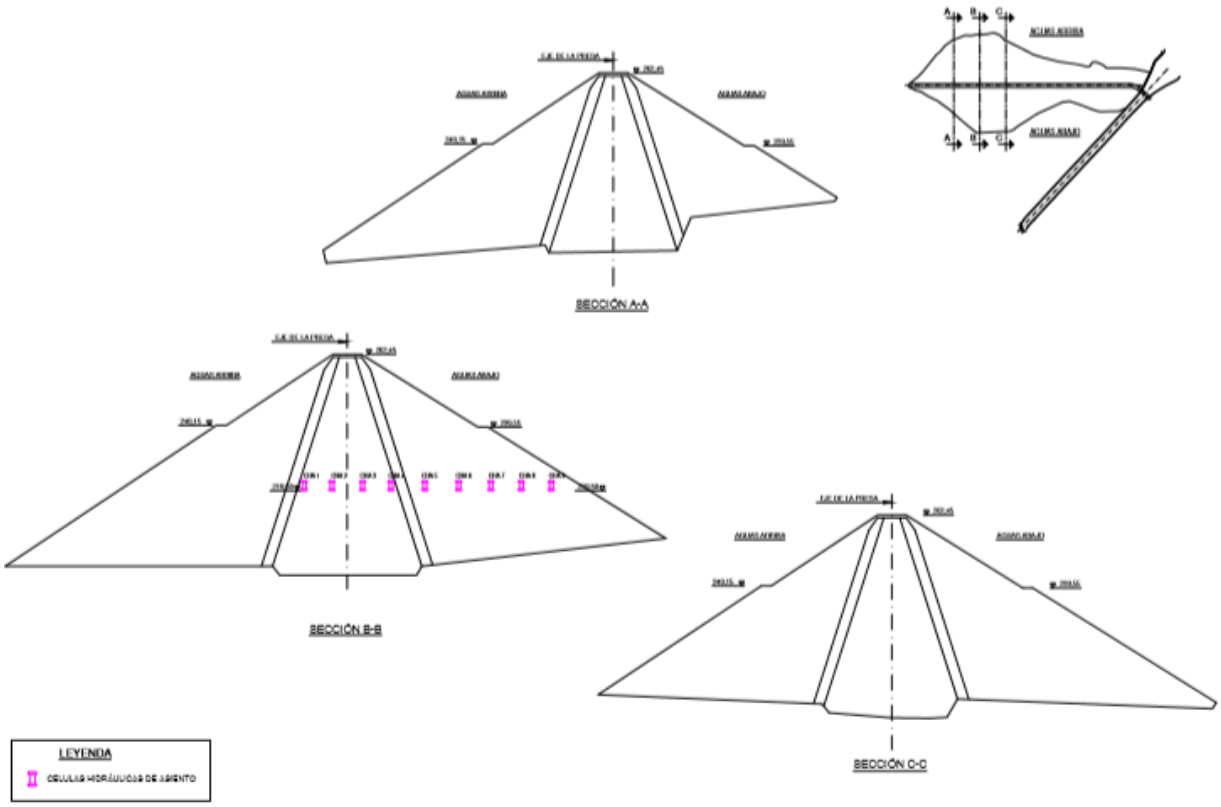
Con el fin de controlar los movimientos de la presa se dispone también de 9 células hidráulicas de asiento.

DESCRIPCIÓN DE LAS CÉLULAS HIDRÁULICAS DE ASIENTO		
Sensor	**Ubicación**	**Cota**
CHA-1	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-2	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-3	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-4	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-5	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-6	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-7	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-8	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
CHA-9	Cuerpo de presa (Sección B-B)	219,58
Todas las cotas de ubicación de los sensores han sido modificadas elevándose +5,15 m su antigua cota siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa.		

Los paneles de medida de las células hidráulicas de asiente fueron desmontadas y abandonado el correspondiente seguimiento de toma de lecturas.



Antigua ubicación de los paneles de lectura de las células hidráulicas de asiento



Esquema de ubicación de las células hidráulicas de asiento

Tabla 26.- Descripción de las células hidráulicas de asiento

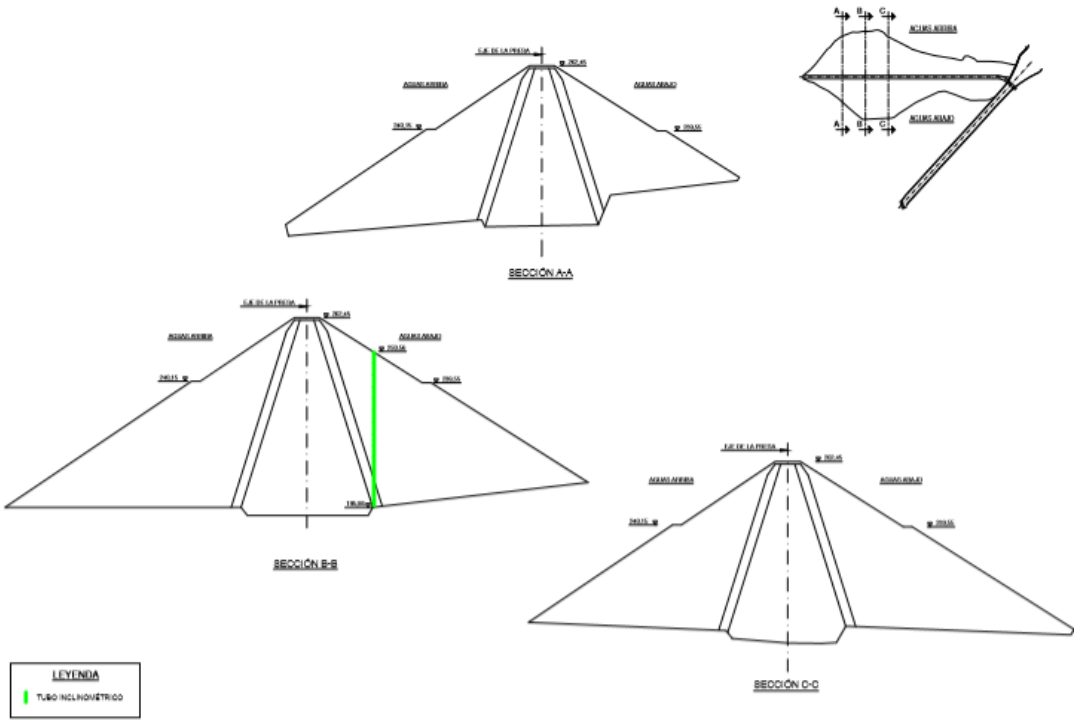
7.2.1.3 Tubo inclinométrico

Con el fin de controlar movimientos en el cuerpo de la presa se dispone de un tubo inclinométrico, ubicado en el cuerpo de la presa, aguas abajo.





Tubo inclinométrico. Ubicación

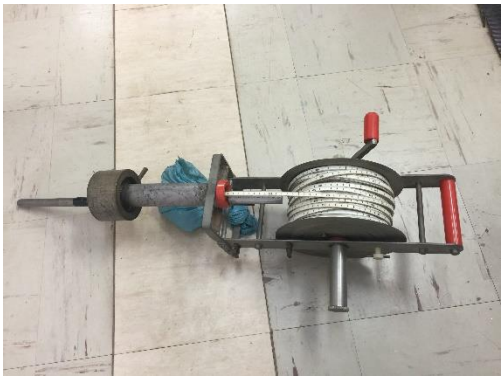


Esquema de ubicación del tubo inclinométrico

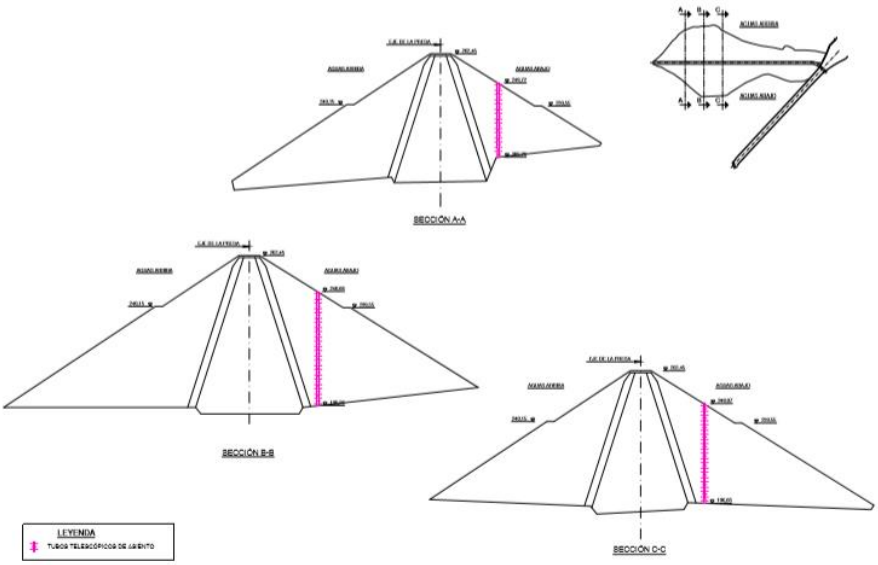
7.2.1.4 Tubos telescópicos de asientos

Con el fin de controlar movimientos verticales en el cuerpo de la presa se dispone de 3 tubos telescópicos de asientos.





Tubos telescópico de asiento y equipo de medida



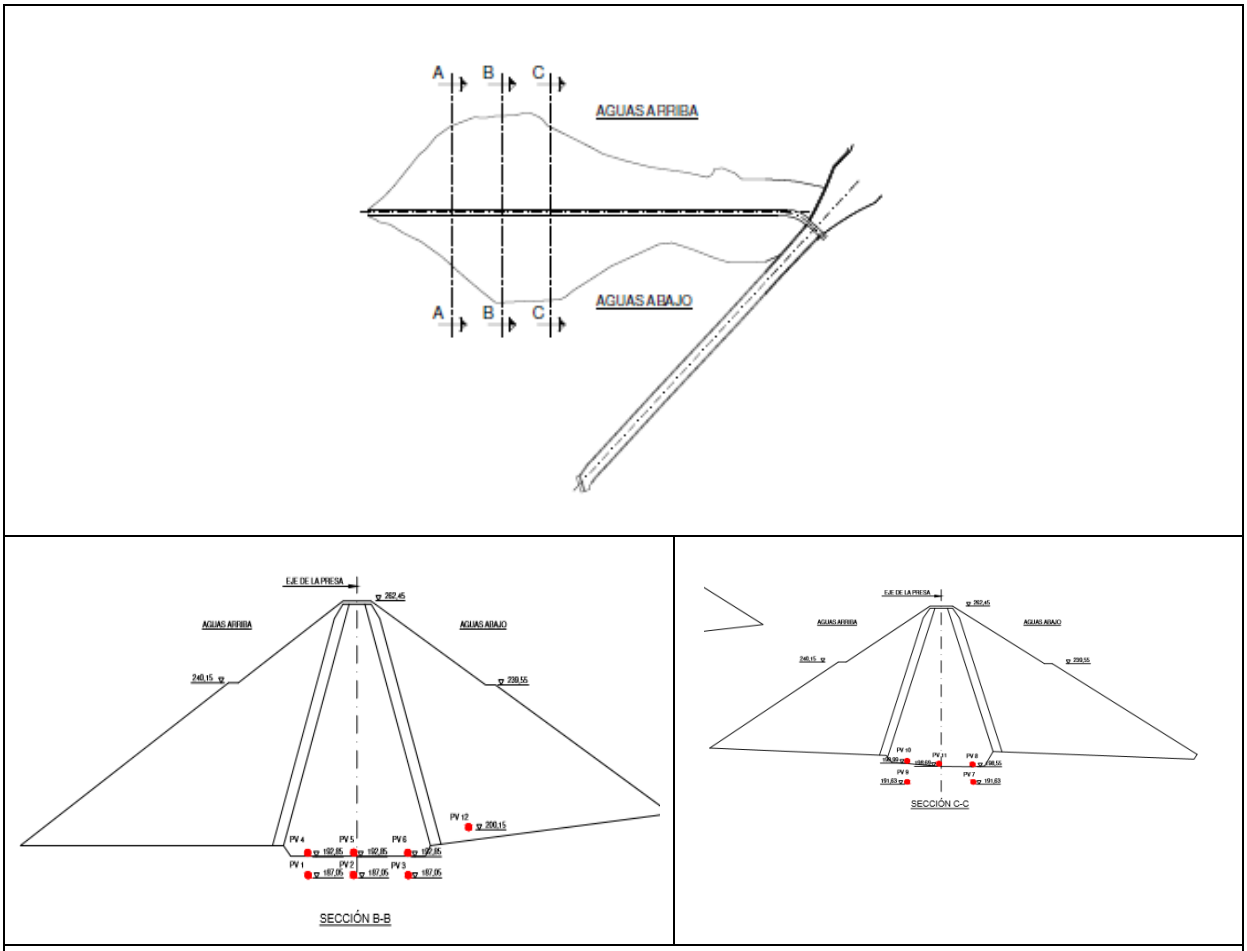
Esquema de ubicación de los tubos telescópicos

7.2.2 Variables de control hidráulico

7.2.2.1 Piezómetros de cuerda vibrante

Con el fin de controlar las presiones intersticiales en el terreno se dispone de 36 piezómetros de cuerda vibrante. En la cámara de válvulas de los desagües de fondo, existe una caja de centralización donde se leen estos doce piezómetros.

Sólo hay 10 piezómetros operativos de los 36 piezómetros instalados inicialmente.



Esquema de ubicación de los piezómetros de cuerda vibrante

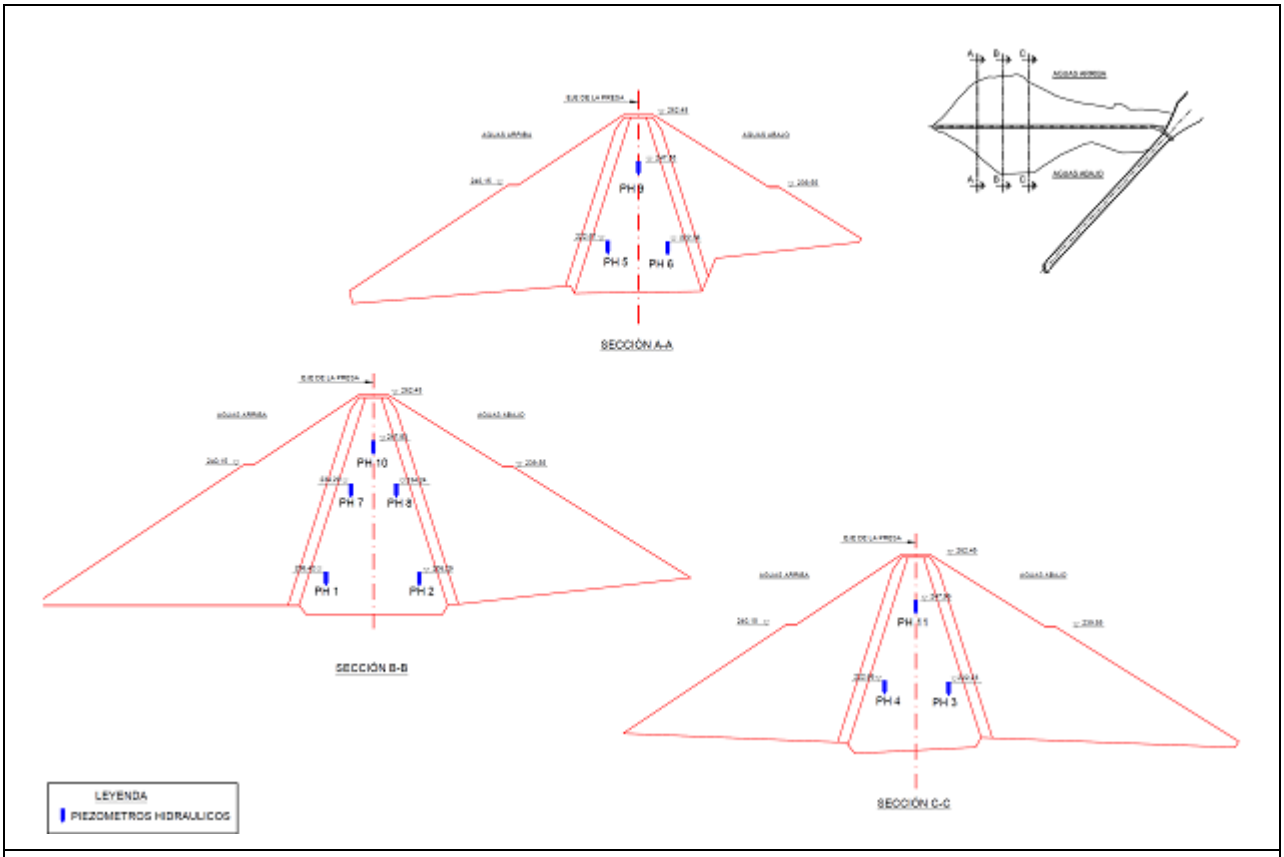
7.2.2.2 Piezómetros hidráulicos

Se dispone de 11 piezómetros hidráulicos ubicados en las secciones del cuerpo de la presa que se adjuntan en las imágenes siguientes.

En la cámara de válvulas de los desagües de fondo, existe una caja de centralización donde se leen 7 de los piezómetros. El resto se lee en una caja de centralización situada en la galería perimetral.



Paneles de medida



Esquema de ubicación de los piezómetros hidráulicos

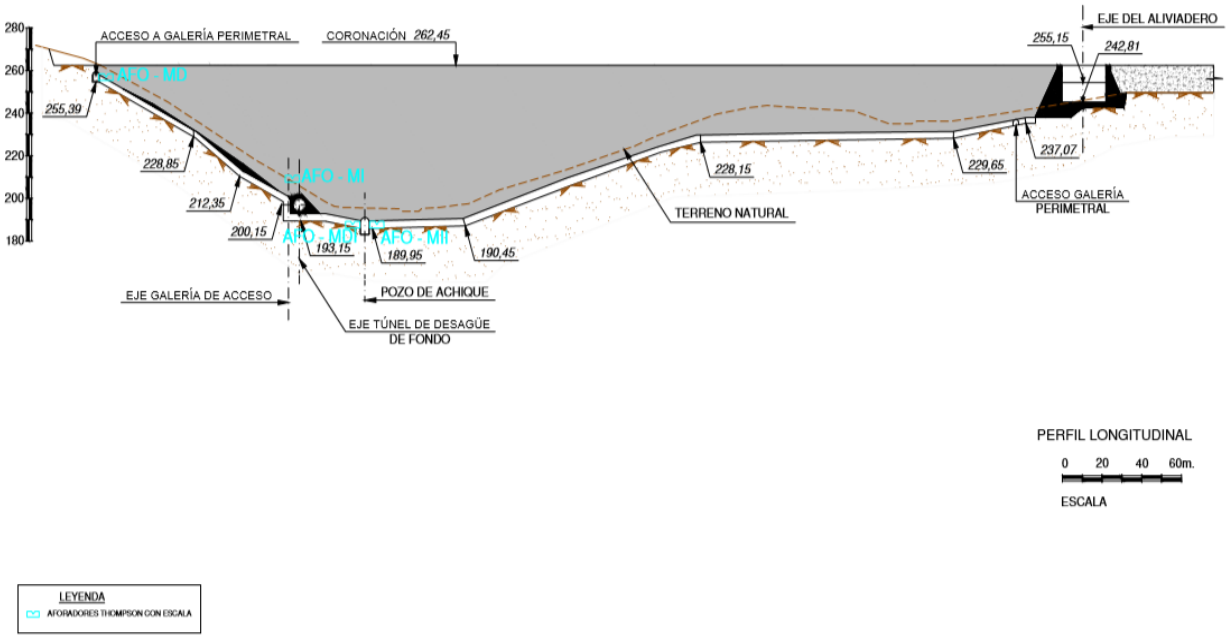
7.2.2.3 Aforadores

Con el fin de realizar un seguimiento de las filtraciones internas de la presa se dispone de 4 aforadores Thomson en las galerías de las presas, ubicado según las imágenes y tablas siguientes.





Aforadores Thomson



Esquema de ubicación de los aforadores Thomson

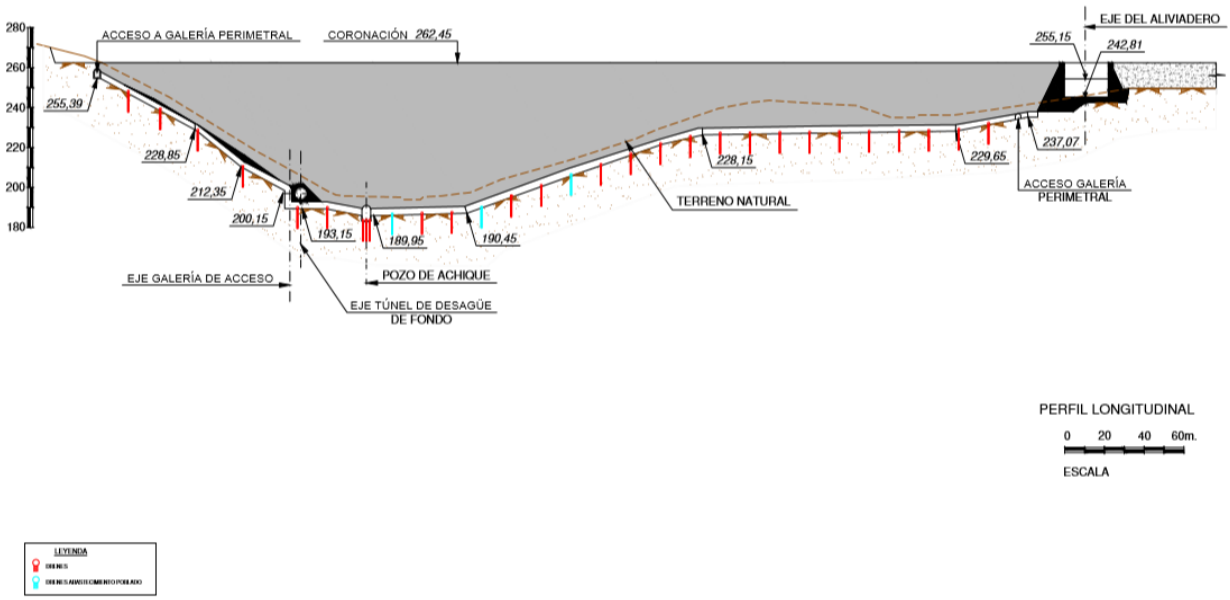
7.2.2.4 Drenes

Con el fin de realizar un seguimiento de las presiones intersticiales de la presa, se dispone de un total de 30 drenes ubicados en la galería perimetral de la presa con una separación aproximada de 15 m. Sólo 3 drenes se encuentran en uso, los cuales se encuentran conectados a una red de abastecimiento para suministro al poblado de la presa de Zufre.





Drenes ubicados en la galería perimetral de la presa



Esquema de ubicación de los drenes

7.3 RESUMEN ESTADO DE LOS EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN

7.3.1 Estado del control de variables exteriores

7.3.1.1 Estado del control del nivel del embalse

Tanto la balanza Rittmeyer como las escala limnimétrica se encuentran en buen estado de conservación y se toman datos diarios del nivel de embalse. La unidad de medida es msnm.

7.3.1.2 Estado del control meteorológico

La estación del CHG se encuentra, en su conjunto, en buen estado de conservación, registrando datos diarios de Tª, lluvia y evaporación.

Las estaciones del SAIH y de EMASESA se encuentran también operativas.

7.3.1.3 Estado del control topográfico

En lo referido a la nivelación de la coronación, los clavos se encuentran en buen estado salvo la caja que alberga la diana de puntería de la margen izquierda, que se recomienda renovar.
Por el contrario, en la instrumentación de la berma de aguas abajo, todos los clavos se encuentran en mal estado por algunos desplazamientos ocurridos y la corrosión de las placas metálicas.

7.3.2 Estado de variables de control deformacional e hidráulico

7.3.2.1 Estado del control de variables deformacionales

7.3.2.1.1 Estado del control de las células de presión total

DESCRIPCIÓN DE CÉLULAS DE PRESIÓN TOTAL					
CÉLULAS NEUMÁTICAS					
Sensor	**Cota sensor**	**Sección en planos**	**Central de lectura**	**Operativo**	**Estado de conservación panel de lectura**
CPT-CN1	201	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN2	201	C-C	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CPT-CN3	206,44	B-B	Cámara de válvulas	NO	ABANDONO
CPT-CN4	206,57	A-A	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN5	222,57 222,64	A-A, B-B	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CPT-CN6	222,52	A-A	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CPT-CN7	222,52	A-A	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN8	222,44	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN9	222,44	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN10	234,27	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CN11	-	-	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CÉLULAS DE CUERDA VIBRANTE					
CPT-CV1	192,85	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CV2	196,25	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
CPT-CV3	196,25 206,44	B-B	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CPT-CV4	206,57 201,00	A-A, C-C	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
CPT-CV5/1	Sin identificar	Sin identificar	Cámara de válvulas		ACEPTABLE
Todas las cotas de ubicación de los sensores han sido modificadas elevándose +5,15 m su antigua cota siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa. Actualmente no se realizan lecturas					

Tabla 27.- Descripción de las células de presión total

7.3.2.1.2 Estado del control de células hidráulicas de asiento

Este tipo de instrumentación se abandonó, que, si bien fue importante en el momento de construcción de la presa, actualmente la información que podría proporcionar sobre los posibles movimientos de la presa es mucho más fiable adquirirla mediante topografía por campañas de nivelación en coronación y en la berma de aguas abajo.

7.3.2.1.3 Estado de los tubos inclinométricos

DESCRIPCIÓN DEL TUBO INCLINOMÉTRICO					
Sensor	**Cota sensor**	**Sección en planos**	**Lectura**	**Operativo**	**Estado de conservación**
TBI-01	250,56	B-B	Sin lectura	NO	ABANDONO. El tubo se encuentra obturado, lo que impide la toma de datos.
La cota de ubicación del tubo ha sido modificada elevándose +5,15 m su antigua cota siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa.					

Tabla 28.- Descripción del tubo inclinométrico

7.3.2.1.4 Estado de los tubos telescópicos de asiento

DESCRIPCIÓN DE LOS TUBOS TELESCÓPICOS DE ASIENTOS					
Sensor	**Cota boca del sensor**	**Sección en planos**	**Lectura**	**Operativo**	**Estado de conservación**
TTA-01	249,72	A-A	Sin lectura	SI	ABANDONO
TTA-02	246,66	B-B	Sin lectura	SI	ABANDONO
TTA-03	248,07	C-C	Sin lectura	SI	ABANDONO
Las cotas de ubicación de los sensores han sido modifcadas elevándose +5,15 m su antigua cota siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa. Actualmente no se toman medidas.					

Tabla 29.- Descripción de los tubos telescópicos de asiento

7.3.2.2 Estado del control de variables hidráulicas

7.3.2.2.1 Estado de los piezómetros de cuerda vibrante

DESCRIPCIÓN DE LOS PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE					
Sensor	**Cota sensor**	**Sección en cuerpo de presa**	**Central de lecturas**	**Operativo**	**Estado de conservación panel de lectura**
PV1	187,05	B-B	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
PV2	187,05	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV3	187,05	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV4	192,85	B-B	Cámara de válvulas	NO	ACEPTABLE
PV5	192,85	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV6	192,85	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV7	191,63	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV8	198,55	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV9	191,63	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV10	199,99	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV11	198,69	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PV12	200,15	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
Todas las cotas de ubicación de los sensores han sido modificadas elevándose +5,15 m su antigua cota, siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa. Actualmente no se toman lecturas					

Tabla 30.- Descripción de los piezómetros de cuerda vibrante

7.3.2.2.2 Estado de los piezómetros hidráulicos.

DESCRIPCIÓN DE LOS PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS					
Sensor	**Cota sensor**	**Sección en cuerpo de presa**	**Central de lecturas**	**Operativo**	**Estado de conservación panel de lectura**
PH-1	206,42	B-B	Galería perimetral	SI	ACEPTABLE
PH-2	206,29	B-B	Galería perimetral	SI	ACEPTABLE
PH-3	222,23	C-C	Galería perimetral	SI	ACEPTABLE
PH-4	222,66	C-C	Galería perimetral	SI	ACEPTABLE
PH-5	222,67	A-A	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-6	222,36	A-A	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-7	234,29	B-B-	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-8	234,24	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-9	247,55	A-A	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-10	247,83	B-B	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
PH-11	247,96	C-C	Cámara de válvulas	SI	ACEPTABLE
Todas las cotas de ubicación de los sensores han sido modificadas elevándose +5,15 m su antigua cota, siguiendo indicaciones del personal encargado de la presa. Actualmente no se toman lecturas					

Tabla 31.- Descripción de los piezómetros hidráulicos

7.3.2.2.3 Estado aforadores

AFORADORES INTERIORES				
Sensor	**Ubicación**	**Tipo**	**Operativo**	**Estado de conservación**
AFO-MI	En galería de acceso a cámara de compuertas y/o centralización de medidores de auscultación	Thomson	SI	Buen estado, pero necesita renovación en sistema de medida
AFO-MD	Margen derecha. En galería de acceso a galería perimetral	Thomson	SI	Buen estado, pero necesita renovación en sistema de medida
AFO-MII	En galería perimetral, ubicado en galería a la izquierda de la cámara de achique	Thomson	SI	Buen estado, pero necesita renovación en sistema de medida
AFO-MDI	En galería perimetral, ubicado en galería a la derecha de la cámara de achique	Thomson	SI	Buen estado, pero necesita renovación en sistema de medida
Ninguno de los vertederos *Thomson* está automatizado. Se realizan lecturas manuales cada 15 días.				

Tabla 32.- Descripción de los aforadores interiores

7.3.2.2.4 Estado de los drenes

El estado de conservación se puede clasificar como de abandono, los drenes se encuentran enrasados con la solera de la galería y sin ningún tipo de obturador con tubo y manómetro para su control hidráulico

8.- E67-Agrio

La presa de El Agrio cuenta con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos.

En las siguientes tablas se refleja la instrumentación instalada y las variable medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse y contraembalse	2 Escalas graduadas	margen derecha, aguas arriba
		aguas abajo, en la torre de acceso a la cámara de válvulas del desagüe regulador
	Sensor de presión Balanza Rittmeyer	Caseta de lectura está instalada en la margen derecha de la presa, junto al estribo de aguas arriba
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Precipitación	1 pluviómetro	
Evaporación	1 evaporímetro tanque 1 evaporímetro Piché	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Presión	1 barómetro	
Humedad	1 higrómetro	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Movimientos verticales y asientos en estribos	8 puntos de nivelación	Viga de aguas arriba
	13 placas para colimación	Viga de aguas arriba
	2 hitos	Uno en cada margen

Tabla 33.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN DEL SENSOR		
Control piezométrico (presiones intersticiales)	3 piezómetros de tipo sonda	Estribo izquierdo	P-1 (superior)	En el contacto espaldón-terreno.
			P-2 (intermedio)	En el contacto espaldón-terreno.
			P-3 (inferior)	En el contacto espaldón-terreno.
Control de filtraciones	4 aforadores tipo Thomson	2 en la galería del plinto	1	recoge las filtraciones de la galería del plinto de la margen derecha
			1	Recoge las filtraciones de la galería del plinto de la margen izquierda
		2 en las dos canaletas que recorren longitudinalmente la galería de la conducción del desagüe de fondo, justo antes del pozo de recogida de filtraciones.		
	1 horómetro manual,	Mide los caudales recogidos en el pozo de filtraciones localizado en la galería de conducción. Se registran sus lecturas en la caseta de válvulas.		

Tabla 34.- Datos administrativos presa de El Agrio

8.1 VARIABLES EXTERIORES

8.1.1 Control del nivel del embalse

El control del nivel de embalse se realiza mediante:

- 1 Limnímetro (balanza Rittmeyer): la lectura de las señales provenientes del sensor instalado por el SAIH. La caseta de lectura está instalada en la margen derecha de la presa, junto al estribo de aguas arriba.
- 2 escalas graduadas.
    - La medición del nivel de embalse se realiza mediante la escala ubicada en la margen derecha, aguas arriba
    - la medición del nivel del contraembalse desde la escala ubicada aguas abajo, en la torre de acceso a la cámara de válvulas del desagüe regulador.





Fotografía.-31 Medición de nivel del contraembalse

8.1.2 Control meteorologico

Con el fin de realizar un seguimiento de la meteorológica en el embalse, existe una estación provista de

- pluviómetro
- termómetro
- 2 evaporímetros (tanque y piché)
- anemómetro
- barómetro
- higrómetro

Todos los aparatos son analógicos, de lectura manual y diaria y en la actualidad los datos de la estación meteorológica no se reciben a través de la red SAIH, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

El sistema SAIH se encuentra instalado en una caseta existente en el estribo derecho de la presa, próxima a la cancela de entrada del camino de acceso a la berma. Únicamente registra automáticamente las medidas de un pluviómetro.



Fotografía.-32 Estación meteorológica SAIH

8.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO

8.2.1 Variables de control deformacional

La presa del El Agrio únicamente dispone de control topográfico el cual se está renovando en la fecha de redacción de este informe.

8.2.1.1 Control topográfico

El control de desplazamientos horizontales entre presa y terreno y asientos se realiza mediante el control de movimientos de una serie de hitos colocados en coronación de la presa.

- Nivelación de coronación: mediante 8 puntos de nivelación situados en la viga de aguas arriba.
- Colimación del eje de la presa: mediante 13 placas emplazadas en la misma viga de coronación.

Existen dos hitos en la margen derecha, uno en coronación que es el usado en las lecturas, y otro aguas abajo que no se sabe si se usa de referencia o si ha sido usado en algún sistema antiguo.



Fotografía.-33 En la primera de las imágenes se ve el hito de lectura, en la segunda, un clavo de nivelación de los dispuestos en la coronación de la presa y en la tercera una placa de colimación.

8.2.2 Variables de control hidráulico

8.2.2.1 Control piezométrico

Con el fin de controlar el nivel freático se instalaron 3 piezómetros tipo sonda en el margen izquierdo de la presa. Uno en la berma del espaldón de aguas abajo, otro intermedio y otro en la coronación.

- P-1 (superior): En coronación.
- P-2 (intermedio): Estribo izquierdo, en el contacto espaldón-terreno.
- P-3 (inferior): En la berma.



Fotografía.-34 En las imágenes se muestra el punto de lectura inferior y el punto de lectura de la coronación de la presa.

8.2.2.2 Control de filtraciones

El control de filtraciones se realiza en las obras de recogida y canalización de las filtraciones de la presa. Se dispone de:

- Cuatro (4) aforadores tipo Thomson, situados:

- Dos (2) en cada una de las dos canaletas existentes en la galería del plinto, la que recoge las filtraciones de la galería del plinto de la margen derecha y las de la galería del plinto de la margen izquierda.
    - Aforador del estribo margen derecha.
    - Aforador del estribo margen izquierda.
- Otros dos (2) en las dos canaletas que recorren longitudinalmente la galería de la conducción del desagüe de fondo, justo antes del pozo de recogida de filtraciones.
    - Aforador galería margen derecha.
    - Aforador galería margen izquierda.



Fotografía.-35 Imágenes de los aforadores tipo Thomson. La primera ilustración pertenece a la galería de inspección del plinto y la segunda a la galería longitudinal de los desagües de fondo.

- Un horómetro manual4, para la medición de caudales en el pozo de filtraciones localizado en la galería de conducción. Se registran sus lecturas en la caseta de válvulas.

4 Un horómetro es un dispositivo que registra el número de horas que las bombas han funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo.

8.2.2.3 Control del drenaje interior de la presa

Con el fin de realizar un seguimiento del drenaje en el interior de la presa se han distribuido drenes cada 5 m a lo largo de la galería perimetral.



Fotografía.-36 Drenajes de la presa

8.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN

8.3.1 Estado de variables exteriores

8.3.1.1 Estado del control del nivel del embalse

En la margen izquierda, aguas arriba de la presa, se localizan escalas de medida, por cada metro se dispone una escala de medida graduada con su correspondiente identificación de cota. Se encuentran en general en buen estado, excepto una de ellas para la que se recomienda su reposición.

8.3.1.2 Estado del control meteorológico

Todos los aparatos de la estación meteorológica funcionan correctamente y se han registrado diariamente los datos del pluviómetro del SAIH.

8.3.2 Estado variables de control deformacional e hidráulico

8.3.2.1 Estado del control de variables deformacionales

8.3.2.1.1 Estado del control topográfico

Las placas de colimación están en muy mal estado y a fecha de redacción de este documento.

8.3.2.2 Estado del control de variables hidráulicas

8.3.2.2.1 Estado del control piezométrico

Los piezómetros P-1 y P-3 se encuentran operativos. El piezómetro P-2 es de difícil acceso y se desconoce si funciona correctamente.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y OPERATIVIDAD						
PIEZÓMETROS DE TUBO						
SENSOR	**UBICACIÓN**	***COTA DE LA BOCA**	***LECTURAS (M)**		**OPERATIVO**	**ESTADO DE CONSERVACIÓN**
PZM-1	Coronación de la presa	110,300	23,160	87,140	SI	Estado Aceptable. Tapa antigua y oxidada.
PZM-2	Berma aguas abajo	94,813	13,520	81,293	SI	Estado Aceptable. Dificultad de acceso. Sin tapa
PZM-3	Distancia intermedia entre Berma y Coronación, en estribo de Margen Izquierda	79,800	13,480	66,320	SI	Estado Aceptable. Tapa antigua y oxidada.
*Últimos datos disponibles tomados el 11/09/2005, con cota de nivel de embalse de 90,35 msnm y cota de nivel de contraembalse de 75,01 msnm.						

Tabla 35.- Diagnóstico del estado de conservación y operatividad de los piezómetros de tubo
Fuente: Informe de Estado del Sistema de Auscultación. Agosto 2018.

Según el personal de la presa la última lectura se hizo alrededor del 2002. Actualmente no se dispone de equipo para efectuar medidas.

8.3.2.2.2 Estado del control de filtraciones

8.3.2.2.2.1 Aforadores

Las canaletas que conducen a los aforadores se encuentra conectadas entre ellas, lo que hace que los aforadores tomen medidas erróneas.

No se realizan lecturas con una periodicidad determinada. Los datos de los aforadores no se toman desde junio de 2.011.

8.3.2.2.2.2 Horómetro

La medición de caudales la efectúa el personal de la presa mediante horómetro manual con una periodicidad diaria.

8.3.2.2.2.3 Estado del control del drenaje interior de la presa

El estado de conservación se puede clasificar como “de abandono”, los drenes se encuentran enrasados con la solera de la galería y sin ningún tipo de control hidráulico con tubo y manómetro para su control hidráulico.

9.- E68-TorreAguila

El sistema de auscultación de la presa fue renovado en su totalidad en el marco del "Proyecto de Aprovechamiento Energético Limpio y Sostenible y Optimización de los Recursos Hídricos de la Interconexión Canal Bajo del Guadalquivir – Embalse de Torre del Águila- TTMM. Utrera (Sevilla)" llevados a cabo por Construcciones Sando S.A. durante los años 2012-2014.

La presa de Torre del Águila cuenta pues con un sistema de auscultación que permite realizar un control de distintas variables exteriores e interiores y cubrir diferentes objetivos. En las siguientes tablas se refleja la instrumentación instalada y las variable medidas en la presa:

VARIABLES EXTERIORES		
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN
Nivel del embalse	Escala limnimétrica	En el centro del paramento aguas arriba sobre el talud
	Sensor de presión. Balanza HidroSanco	Caseta de la torre de tomas
Temperatura	1 termómetro	Estación meteorológica del CHG
Precipitación	1 pluviómetro	
Evaporación	1 evaporímetro tanque 1 evaporímetro Piché	
Velocidad del viento	1 anemómetro	
Dirección del viento	1 Veleta	
Precipitación	1 pluviómetro	Estación meteorológica del SAIH
Evaporación	1 evaporímetro tanque	

Tabla 36.- Instrumentación de las variables exteriores

VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL				
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN		
		DEL SENSOR		DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Control de movimientos en juntas	2 ternas	en la galería superior	Cota 41,00	Edificio de control
	10 ternas		Cota 47,50	-
Control de los movimientos horizontales	4 Inclinómetro	2 Margen derecha	No se toman registros	
		2 Margen izquierda		
Movimientos verticales y asientos en estribos	3 Bases de referencia de nivelación	En estribo derecho		
	2 Pilares de estacionamiento (hitos de nivelación			
	2 miras fijas	En estribo izquierdo		
Movimientos verticales y asientos en galería	6 Bases de referencia de nivelación	2 en puertas	Galería cota 31	
		4 en interior de galería		
	7 Bases de referencia de nivelación	2 en puertas	Galería cota 41:	
		5 en interior de galería		
	8 Bases de referencia de nivelación	2: en puertas y	Galería cota 47	
		6 en interior de galería		
Movimientos verticales y asientos en berma aguas arriba	7 Bases conjuntas de nivelación-colimación	Berma aguas arriba		
Movimientos verticales y asientos en berma aguas arriba	5 Dianas reflectantes de punterías	Pasarela torre de toma		

Tabla 37.- Instrumentación de las variables de control deformacional

VARIABLES DE CONTROL HIDRÁULICO					
VARIABLES	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA	LOCALIZACIÓN			
		DEL SENSOR			DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
Control de filtraciones	1 aforadores tipo Thomson	Junto a la salida del desagüe de fondo.			Edificio de control
Control piezométrico (presiones intersticiales)	58 piezómetros de cuerda vibrante (PCV)	12 en la Sección 1	3	Vertical A	Caseta de instrumentación situada en el estribo izquierdo y lo transmite al edificio de control
			5	Vertical B	
			4	Vertical c	
		13 en la Sección 2	3	Vertical A	
			6	Vertical B	
			4	Vertical c	
		13 en la Sección 3	3	Vertical A	
			6	Vertical B	
			4	Vertical c	
		12 en la Sección 4	3	Vertical A	
			5	Vertical B	
			4	Vertical c	
		8 en la Sección 5	3	Vertical A	
			3	Vertical B	
			2	Vertical c	

Tabla 38.- Instrumentación de las variables de control hidráulico

9.1 VARIABLES EXTERIORES

9.1.1 Control del nivel del embalse

La medición del embalse se encuentra automatizada mediante una balanza de HidroSanco instalada en la torre de tomas.

Adicionalmente en el centro del paramento aguas arriba se sitúa una escala de nivel sobre el talud en la que se puede observar el nivel del embalse, aunque se encuentra muy deteriorada.



Fotografía.-37 Balanza de HidroSanco instalada en la torre de tomas y Escala de nivel

9.1.2 Control meteorologico

Para el control ambiental está instalada en la presa una estación meteorológica, situada en el poblado, que realiza el control de los siguientes parámetros:

- Temperatura ambiente
- Pluviometría
- Velocidad y dirección del viento
- Evaporación

También se dispone de una estación conectada al Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca del Guadalquivir (S.A.I.H.). Este sistema dispone de comunicación vía satélite que envía los datos registrados a la central del SAIH en Sevilla.

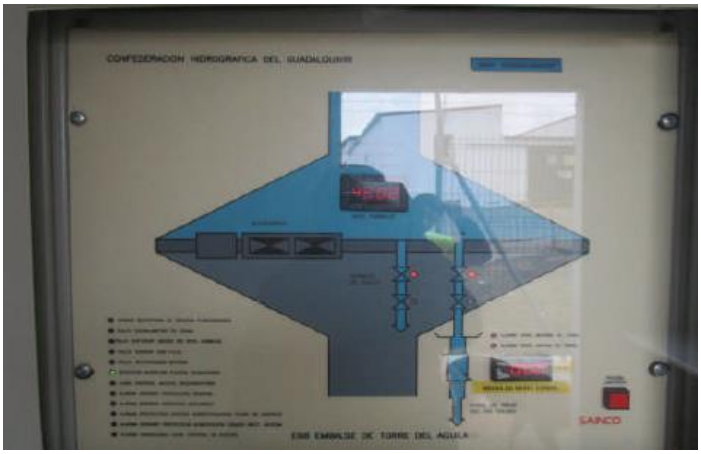
- Nivel de embalse y alarma de nivel
- Pluviómetro
- Termómetro
- Apertura de las compuertas del desagüe superficial
- Apertura de las válvulas del desagüe de fondo y toma de riego
- Caudal de riego

Los datos de la estación meteorológica de la CHG se toman automáticamente y no se envían través de la red SAIH.



Fotografía.-38 Estación meteorológica de la CHG y del SAIH

Se muestra a continuación el cajetín que indica el nivel de embalse.



Fotografía.-39 Cajetín que indica el nivel de embalse

9.2 VARIABLES DE CONTROL DEFORMACIONAL E HIDRÁULICO

9.2.1 Variables de control deformacional

9.2.1.1 Control de movimientos entre juntas

Existen Dos (2) sensores de movimiento (medidores XYZ) desde finales de julio de 2014 en la galería superior, cota 41.

Los sensores son de tipo potenciométrico y están conectados al sistema automático de auscultación de la presa.

La denominación de los medidores es la siguiente:

- MJA-1 Aguas Arriba. y
- MJA -2 Aguas Abajo



Fotografía.-40 Medidor de junta

9.2.1.2 Control de movimientos horizontales mediante inclinómetros.

El control de movimientos horizontales en la presa, se realiza a partir de 4 inclinómetros instalados en agosto de 2.014. Dos de ellos en la margen derecha y los otros dos en la margen izquierda, aguas arriba y aguas abajo.





Fotografía.-41 Se muestra en las imágenes uno de los inclinómetros y el aparato de lectura disponible en la presa.

9.2.1.3 Control topográfico.

El control de los desplazamientos transversales y de los movimientos verticales de la coronación, galerías y berma de aguas arriba se realiza mediante colimación topográfica.

Para este fin la presa tiene instalados los siguientes dispositivos:

- ESTRIBO DERECHO: 3 Bases de referencia de nivelación BRN3, 4 y 5
- ESTRIBO DERECHO: Hitos de nivelación 2 Pilares de estacionamiento PE-1 y PE-2
- ESTRIBO IZQUIERDO: 2 Miras Fijas MF-B y C
- GALERÍA COTA 31: 2 Bases de referencia de nivelación en puertas BRNG3-1 y BRNG3-2 y 4 en interior de galería BNG3-1 a 3-4
- GALERÍA COTA 41: 2 Bases de referencia de nivelación en puertas BRNG2-1 y BRNG2-2 y 5 en interior de galería BNG2-1 a 2-5
- GALERÍA COTA 47 2: Bases de referencia de nivelación en puertas BRNG1-1 y BRNG1-2 y 6 en interior de galería BNG1-1 a 1-6
- BERMA AGUAS ARRIBA: 7 Bases conjuntas de nivelación-colimación BNC1-B a BNC7-B
- CORONACIÓN: 9 Bases conjuntas de nivelación y colimación BNC
- PASARELA TORRE DE TOMA: Dianas reflectantes de punterías DPR-1 a 5; soporte de estación SE-1





Fotografía.-42 En la primera de las imágenes se ven los dos hitos situados en la margen derecha, en la segunda, una de las bases mixtas dispuestas en la coronación de la presa.

9.2.2 Variables de control hidráulico

9.2.2.1 Control de filtraciones

Para el control de las filtraciones existentes en la presa, se utiliza la infraestructura de recogida y canalización de todas las filtraciones hasta el pie de aguas abajo de la presa, junto a la salida del desagüe de fondo. En la salida de esta canalización está instalado un vertedero Thompson y un sensor ultrasónico para el control automático de las filtraciones, estando éste conectado, vía cable, al sistema automático de auscultación.



Fotografía.-43 Aforador

Como vemos en las imágenes el aforador se encuentra a la intemperie en una arqueta localizada en aguas debajo de la presa.

9.2.2.2 Control piezométrico.

La evaluación de los niveles piezométricos bajo la presa que permiten conocer el valor de las subpresiones en el cimiento se realiza a partir de un sistema de auscultación instalado en agosto de 2.014 y consta de los siguientes sensores:

Cincuenta y ocho (58) piezómetros de cuerda vibrante en el cuerpo de presa y cimientos para control de las presiones intersticiales.

Están distribuidos en cinco secciones transversales de la presa, S1, S2, S3, S4 y S5 (numeradas en sentido creciente del estribo izquierdo al estribo derecho). En la siguiente figura se muestra la ubicación de las secciones en una sección en planta de la presa.

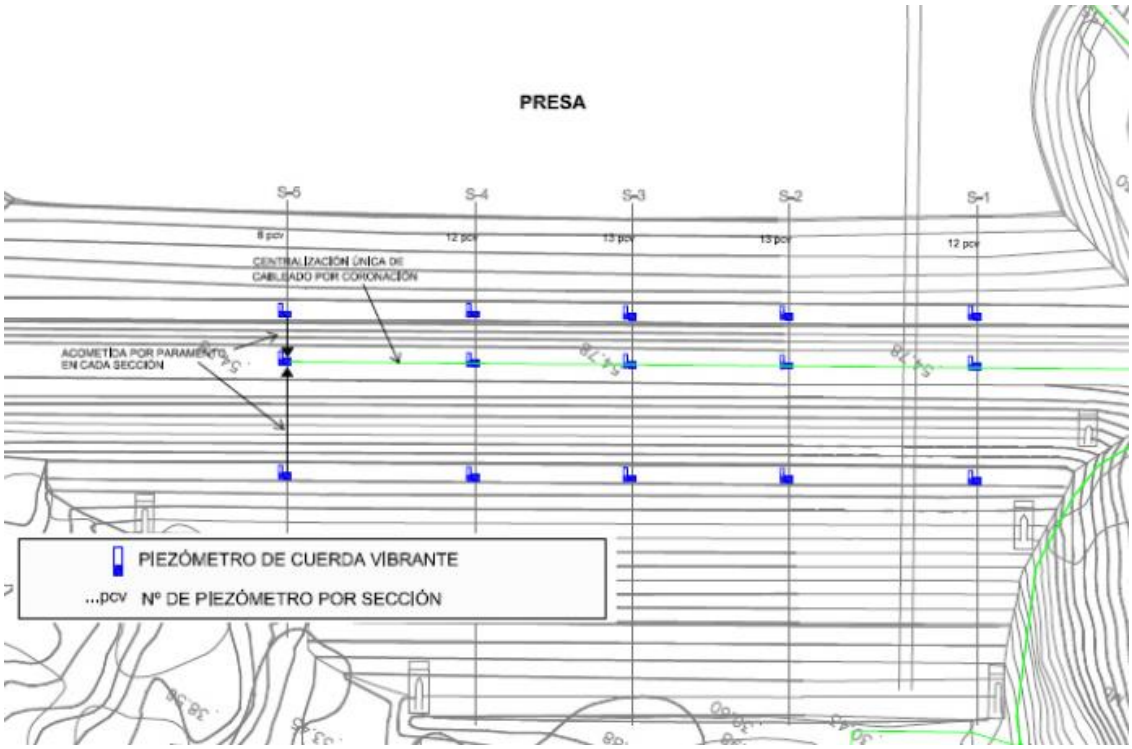


Figura 39.- Ubicación de las secciones de instalación de los piezómetros en la planta de la presa

En cada una de estas secciones se instalaron piezómetros de cuerda vibrante en tres verticales diferentes:

- 1ª vertical: ejecutando los taladros desde la berma de cota 51 de aguas arriba en el lado de aguas debajo de la pantalla con objeto de controlar el funcionamiento de la misma (piezómetros Zona A).
- 2ª vertical: desde la coronación de la presa recrecida (cota 55 msnm) para control de las presiones intersticiales inmediatamente aguas abajo del núcleo (piezómetros Zona B).
- 3ª vertical: ejecutada desde la berma de cota 45 aguas abajo para control de las presiones intersticiales en la zona central de aguas abajo (piezómetros Zona C).

En base a esta disposición la nomenclatura adoptada para los piezómetros de cuerda vibrante fue la siguiente: PZ-X-Y-Z

Siendo:

- PZ: abreviatura utilizada para indicar que son piezómetros.
- X: sección de control en la que está instalado el piezómetro (varía por tanto entre 1 y 5).
- Y: vertical en la que está instalado el piezómetro (A, B o C).
- Z: número de orden del piezómetro dentro del taladro (creciente con la profundidad).

La siguiente tabla muestra la disposición de piezómetros de cuerda vibrante en cada vertical y en cada sección:

Sección	Vertical			TOTAL
	A	B	C	
1	3	5	4	12
2	3	6	4	13
3	3	6	4	13
4	3	5	4	12
5	3	3	2	8
TOTAL	15	25	18	58

Tabla 39.- Distribución de los piezómetros de cuerda vibrante instalados

La toma de datos se centraliza automáticamente. Se miden mediante cableado instalados en cada perfil, que discurren por coronación hasta la caseta de instrumentación situada en el estribo izquierdo y desde esta al edificio de control. También se pueden realizar medidas manuales mediante el lector que aparece en la imagen.





Fotografía.-44 Cuadro de lectura de los piezómetros y aparato de medida

9.3 RESUMEN ESTADO EQUIPOS AUSCULTACIÓN

9.3.1 Estado de variables exteriores

9.3.1.1 Estado de Control del nivel del embalse

La escala de nivel sobre el talud se encuentra muy deteriorada y la balanza de HidroSanco instalada en la torre de toma registra lecturas con una frecuencia diaria.

9.3.1.2 Estado de Control meteorologico

Los datos de la estación meteorológica se toman automáticamente, y se visualizan en la pantalla del ordenador que está en el edificio de control, pero no se almacenan.

La estación del SAIH, funciona correctamente.

9.3.2 Estado variable de control deformacional e hidráulico

9.3.2.1 Estado del control de movimientos horizontales mediante inclinómetros.

La instalación de los tubos inclinométricos aparentemente se encuentran en buen estado y durante el año hidrológico en estudio no se han tomado lecturas.

9.3.2.2 Estado del control de movimientos entre juntas.

Actualmente de los 12 Medidores de Juntas Tridimensionales existentes, solamente 2 de ellos, miden automáticamente y los datos son transmitidos mediante fibra óptica hasta el edificio de control.

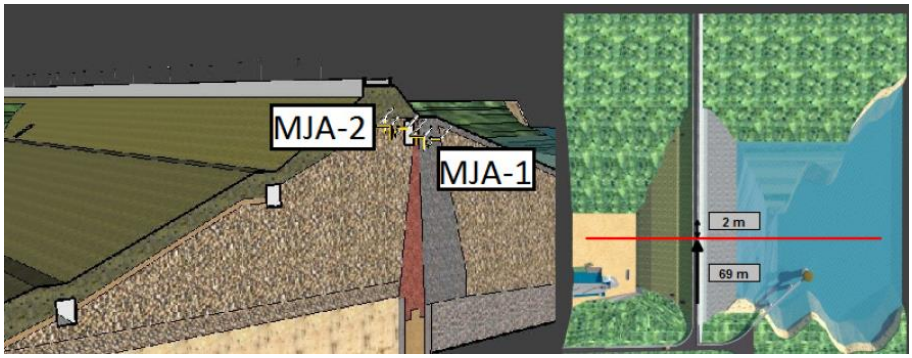


Figura 40.- Situación de los medidores de juntas

9.3.2.3 Estado del control topográfico

El estado de conservación se puede considerar como aceptable, y durante el año hidrológico 2017-2018 se ha realizado una única campaña en junio del 2018.

9.3.2.4 Estado del control de filtraciones.

El aforador AFO-DF Thompson tiene instalados sensores ultrasonidos para su automatización y se encuentra operativo.

9.3.2.5 Estado del control piezométrico.

El sistema de adquisición de datos centralizado automatizado se encuentra operativo. Se toman datos desde octubre de 2.014.