

## **A N E J O   NÚM. 3**

### **PROPUESTA DE AUSCULTACIÓN**

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN:.....	2
2.	POSIBLES MÉTODOS DE AUSCULTACIÓN: .....	2
2.1.	Medida de desplazamientos horizontales en coronación del muro. ....	2
2.2.	Medida de los asentamientos de la cimentación del muro. ....	3
2.3.	Medida del desplome de los muros de cerramiento.....	3
2.4.	Medida de los movimientos en juntas.....	4
2.5.	Sistema de Auscultación de Geomos, con la estación Leica TS30 .....	4
3.	PROPUESTA DE AUSCULTACIÓN .....	5
3.1.	Medida de desplazamientos horizontales en coronación del muro. ....	5
3.2.	Medida de los asentamientos de la cimentación del muro. ....	5
3.3.	Medida del desplome de los muros de cerramiento.....	6
3.4.	Medida de los movimientos en juntas.....	6
4.	DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN:.....	6
5.	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MEDIDAS: .....	7

## **1. INTRODUCCIÓN:**

Con el fin de tener un control absoluto del comportamiento del conjunto obra-terreno, de garantizar la correcta ejecución de la propia obra y de detectar problemas en el funcionamiento del depósito con anterioridad a su puesta en servicio, se diseña una campaña de auscultación teniendo en cuenta y eligiendo entre todos los métodos utilizados para la toma de medidas para cada posible fallo de la obra.

En el diseño de la propuesta final se definen las magnitudes que se precisan para verificar que los esfuerzos/desplazamientos obtenidos con el modelo de cálculo son los que se producen en la realidad, los parámetros a auscultar para obtener dichas magnitudes y la instrumentación necesaria para controlarlas. Así mismo, la planificación de la campaña en la que se define en qué fases de la obra se debe medir y con qué intensidad se realizan las lecturas.

## **2. POSIBLES MÉTODOS DE AUSCULTACIÓN:**

### **2.1. Medida de desplazamientos horizontales en coronación del muro.**

Estación total y prismas.

Consiste en la construcción de dos pilares de observación. Estos puntos de observación han de estar situados lo suficientemente lejos del depósito como para no verse afectados por las cargas de llenado del depósito, pero lo suficientemente cerca para poder realizar observaciones con gran precisión.

Van provistos de un sistema de centrado forzoso que obliga al instrumento a estacionar siempre en la misma posición. De este modo eliminamos los errores de estacionamiento.

Desde los pilares se realizarán las observaciones sobre los puntos de control del muro perimetral. La materialización de puntos de control en depósito que queremos estudiar suele ser mediante dianas ancladas al muro.

Estos puntos se distribuyen estratégicamente por la superficie del citado muro y el control se realiza mediante observaciones topográficas periódicas sobre las dianas implantadas en la parte alta del muro.

Pondremos las dianas cerca de la coronación del muro, ya que si el movimiento es de vuelco, el desplazamiento será mayor en estos puntos.



## 2.2. Medida de los asentamientos de la cimentación del muro.

Este método puede utilizar el mismo sistema que en el caso de la medida de desplazamientos horizontales, ya que la estación total también mide niveles.

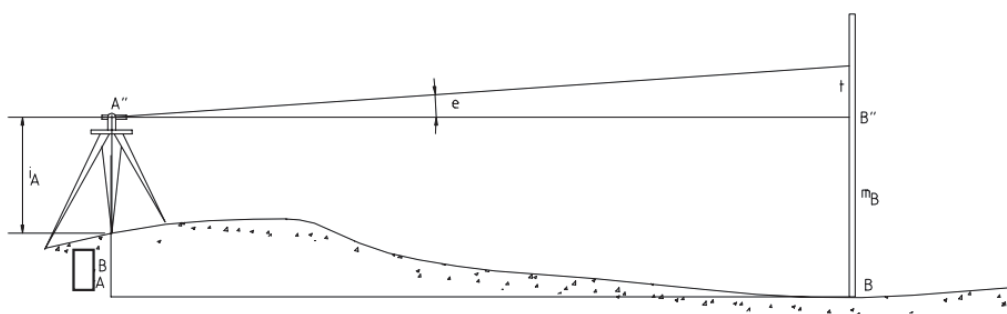
En este caso los puntos de control se materializarían mediante prismas fijados a una base profunda de nivelación que se ancla al extremo de la puntera del muro ménsula.

Esta base profunda de nivelación nos permite medir los desplazamientos verticales del cimiento del muro aun cuando el relleno de tierras de la puntera se haya ejecutado.

Se dispone en este punto porque si el fallo del muro es un vuelco, aquí es donde se medirán mayores desniveles.

Otro sistema válido para efectuar el control de los desplazamientos verticales es el nivel geométrico de alta precisión con micrómetro y mira invar (resolución 0.01mm), utilizando el método del punto extremo.

Estacionando en los pilares de nivelación y observando cada uno de los prismas fijados en las bases profundas de nivelación.



## 2.3. Medida del desplome de los muros de cerramiento.

Un método utilizado en edificación para comprobar los desplomes en paramentos verticales es el uso de tuberías inclinométricas ancladas a las fachadas con un inclinómetro de alta precisión en su interior. Este método nos puede ayudar a determinar el fallo por vuelco del muro ménsula.

Con las medidas tomadas por la estación total o nivel geométrico sobre las dianas de nivelación colocadas en la coronación del muro y sobre los prismas fijados en la base de nivelación de la puntera de este, se puede determinar fácilmente si el fallo que se está produciendo es un deslizamiento, un asentamiento regular o un vuelco.

## **2.4. Medida de los movimientos en juntas**

Para la comprobación de los movimientos en las juntas, el método más utilizado son los fisurómetros manuales de regleta, que consiste en una regla de plástico compuesta por dos piezas que se sujetan cada una de ellas a uno de los dos lados de la fisura y que lleva incorporada una escala graduada que permite llevar un seguimiento de su evolución, con una precisión de 0,5 mm.

Los defórmetros se utilizan para un control óptimo de las grietas. Consiste en una pieza metálica extensible que posee un comparador en la parte central que capta las variaciones de longitud. La medición se realiza instalando dos tetones fijados permanentemente a uno y otro lado de la grieta y colocando los extremos del defórmetro sobre ellos. Se obtiene información sobre el aumento o disminución de la distancia que los separa.

La cinta extensiométrica (resolución 0.01mm) es muy utilizada en la auscultación de túneles, donde mide el estrechamiento de la sección del túnel. Este método puede ser útil en nuestro caso para determinar si hay desplazamientos relativos entre muros, pilares o entre muros y pilares. Es una forma de comprobar si las vigas de atado cumplen la función para la que se han ejecutado.

## **2.5. Sistema de Auscultación de Geomos, con la estación Leica TS30**

Es un sistema de auscultación monitorizada, que mide desplazamientos horizontales y verticales de manera continua y avisa mediante sms o email si se sobrepasan las tolerancias en los movimientos a controlar.

Está diseñado para obras de edificación que pueden causar daños a estructuras vecinas, donde la auscultación tiene que ser continua.

La estación se coloca en una jaula de centrado forzoso donde se calculan las coordenadas mediante 5 prismas GPR 112 colocados fuera de la zona de afección de la obra.

A su vez se colocan los prismas GMP 104 necesarios en el muro a controlar, formando una retícula en los muros, así no solo se controlan los movimientos en cada prisma, sino que se comprueban todos los movimientos del muro.

El Geomos almacena todos los desplazamientos de los prismas y calcula los desplazamientos que pueden haber sufrido los muros.

### 3. PROPUESTA DE AUSCULTACIÓN

Los desplazamientos que se pretenden analizar en el plan de auscultación son:

- El horizontal en la parte alta del muro perimetral, y con esto determinamos si sigue desplazando o volcando.
- El vertical en la puntera del muro, para comprobar si asienta más de lo normal, se produce el vuelco, o el deslizamiento profundo.
- Y el movimiento en juntas para comprobar el deslizamiento relativo entre los tramos de muro o entre muro, solera y pilares.

#### 3.1. Medida de desplazamientos horizontales en coronación del muro.

Llevaremos a cabo el sistema de estación total y prismas de nivelación.

Se construirán dos pilares de observación en los puntos marcados en la figura del apartado 4 de este anejo. La situación de estos pilares garantiza la no afección por las cargas del depósito y la precisión necesaria para la toma de medidas.

En los pilares se colocará un sistema de centrado forzoso que permite que la estación total estacione siempre en la misma posición. De este modo eliminamos los errores de estacionamiento.

En los puntos que queremos controlar se instalará una diana de nivelación anclada mediante pernos al paramento vertical. Estos puntos se distribuyen estratégicamente por la superficie del citado muro tal como se indica en la figura del siguiente apartado.

El control se realiza mediante observaciones topográficas periódicas sobre las dianas implantadas en la parte alta del muro. La frecuencia de medida se detalla en el apartado 5 de este anejo.

#### 3.2. Medida de los asentamientos de la cimentación del muro.

Llevaremos a cabo el sistema de estación total y prismas de nivelación, como en el caso anterior.

En este caso los puntos de control se materializarían mediante prismas fijados a una base profunda de nivelación que se ancla al extremo de la puntera del muro ménsula.

La base profunda de nivelación nos permite medir los desplazamientos verticales del cimiento del muro aun cuando el relleno de tierras de la puntera se haya ejecutado.

Estos puntos de control se distribuyen a lo largo del muro perimetral tal como se indica en la figura del apartado siguiente.

La frecuencia de medida de este movimiento será la misma que el caso anterior, aprovechando así la instalación de la estación total.

### **3.3. Medida del desplome de los muros de cerramiento.**

Si el muro falla por vuelco, mediante las mediciones del desplazamiento horizontal en coronación del muro y el vertical en puntera, se puede determinar el desplome que sufre el alzado de dicho muro.

### **3.4. Medida de los movimientos en juntas.**

Para la determinación de los movimientos en las juntas, utilizaremos fisurómetros manuales de regleta, que se colocarán en aquellas juntas donde en las primeras inspecciones se observó la patología por el exterior del depósito y a una altura moderada para poder hacer las comprobaciones sin ayuda de medio auxiliares.

La disposición de estos instrumentos queda indicada en la figura del apartado 4.

La lectura de los desplazamientos en las regletas se hará en cada fase de llenado del depósito, cuando este esté lleno y después de su vaciado, con el fin de obtener una magnitud del desplazamiento elástico y del plástico.

## **4. DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN:**

Se deberán instalar y quedar fijados a la estructura una serie de elementos de auscultación que nos permitirán poder llevar a cabo las medidas:

- Dianas de nivelación ancladas en la coronación del muro ménsula.
- Dianas de nivelación en bases profundas ancladas al talón del muro.
- Fisurómetros manuales de regleta allí donde se prevean los mayores desplazamientos en juntas.
- Pilares de observación fuera del rango de afección de las cargas.
- Sistema de centrado forzoso sobre los pilares de observación.

En el Documento Nº2 Planos de este trabajo se especifica el lugar exacto de situación de cada uno de estos elementos y se ilustra el sistema de instalación.

## 5. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MEDIDAS:

La lectura mediante topografía se realizará con la siguiente frecuencia, según la fase de ejecución:

- Cada dos días durante la fase de relleno tierras.
- Una vez por semana hasta que empiece la fase de llenado del depósito.
- El llenado del depósito se realizará en varias fases, para controlar su comportamiento de una manera segura.

1º Llenado del depósito hasta 1/3 de su capacidad.

Se estará midiendo continuamente durante el llenado, para percibir movimientos peligrosos a tiempo. Al finalizar el llenado y a las 24 horas después de esta operación.

2º Llenado del depósito hasta 2/3 de su capacidad.

Se procederá de igual manera que en el caso anterior.

3º Llenado del depósito al 100%.

Se procederá igual que en las otras ocasiones, y además se medirá otra vez pasados 3 días desde la última medición.

Finalmente se comprobará cada elemento cada dos semanas hasta que se estabilicen los movimientos.

El proceso de prueba del depósito quedará constituido por:

- Proceso de carga progresiva
- Proceso estabilización
- Proceso de descarga progresiva
- Proceso de recuperación

Se seguirá esta secuencia de actuaciones en las tres fases de control.

La medición de los fisurómetros que quedan en el exterior de las juntas del depósito se realizará cuando el depósito esté estabilizado en carga y otra vez cuando el depósito esté vacío. Repitiendo el proceso en cada fase de llenado.

Las tolerancias en los desplazamientos tanto verticales como horizontales se diferencian por las fases de control:

1 cm tras el relleno de tierras.

1 cm tras el llenado de 1/3 del depósito.

2 cm tras el llenado de 2/3 del depósito.

2,5 cm tras el llenado del 100% del depósito.

Si se superan estas tolerancias en alguna fase de carga, puede que se haya producido algún fallo en la fase de ejecución de las actuaciones y por tanto se realizará un estudio para determinar las causas y se valorará la solución más óptima.