

## **672 PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGON ARMADO MOLDEADAS IN SITU**

### **672.1 DEFINICION**

Se definen como pantallas continuas de hormigón armado moldeadas in situ las paredes construidas mediante la perforación en el terreno de zanjas profundas y alargadas, sin necesidad de entibaciones, y su relleno posterior de hormigón, constituyendo una estructura continua, capaz de resistir empujes laterales y cargas verticales.

Si las características del terreno lo exigen, la perforación de la zanja se realizará empleando lodos tixotrópicos. La ejecución de la pantalla se efectúa por paneles independientes e incluye las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Perforación de zanjas, con empleo eventual de lodos tixotrópicos.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
- Colocación de armaduras.
- Hormigonado de paneles.
- Extracción de encofrados de juntas.
- Demolición de cabezas de paneles.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Regularización y limpieza superficial del paramento visto de la pantalla, de acuerdo con lo previsto en el Proyecto.

También se incluye en esta unidad la ejecución de los apoyos provisionales o definitivos, tales como apuntalamientos, anclajes, banquetas, etc, necesarios para garantizar la estabilidad de la pantalla durante y después de las excavaciones previstas en sus proximidades.

### **672.2 MATERIALES**

#### **672.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, «Hormigones».

El hormigón para la pantalla propiamente dicha tendrá, al menos, las características exigidas al tipo H 175. Su consistencia, medida según la Norma UNE 7183, estará comprendida entre catorce a dieciocho centímetros (14 a 18 cm). La dosificación de cemento no será infe-

rior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) y el tamaño máximo del árido será de treinta milímetros (30 mm) si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm) si es de machaqueo.

Deberá estudiarse el tiempo de comienzo de fraguado del hormigón de forma que el tiempo necesario para su transporte y puesta en obra no supere el setenta por ciento (70 %) de aquél.

Si hiciera falta utilizar algún aditivo para que el hormigón cumpla las condiciones anteriores se comprobará su compatibilidad con el cemento y los efectos que produce, según la dosificación.

El hormigón para los muretes-guía tendrá, al menos, las características exigidas al tipo H 150. Su consistencia, medida según la Norma UNE 7183, será plástica. La dosificación de cemento no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $250 \text{ kg/m}^3$ ) y el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm).

### 672.2.2 Armaduras

Las armaduras podrán estar constituidas por redondos, de acero normal liso o de acero especial corrugado, y cumplirán lo especificado en el Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado», del presente Pliego.

### 672.2.3 Anclajes estabilizadores de la pantalla

Cuando se utilice este tipo de apoyo lateral de la pantalla, los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberán definir las siguientes características de los anclajes:

- Tipo estructural de anclaje, indicando:
  - Si es activo o pasivo.
  - Modo de anclaje: por bulbo, inyectado, por placa terminal, por casquillo, etc.
  - Si es provisional o definitivo.
- Carga de servicio y coeficiente de seguridad con respecto a la rotura.
- Variación admisible de la carga, en servicio.
- Deformación máxima admisible, en servicio.
- Protección contra la corrosión, para anclajes permanentes.
- Operaciones adicionales que debe permitir el anclaje, tales como: reinyección, retesado, recuperación de la cabeza, comprobación de tesado, etc.
- Longitud mínima libre del anclaje, entre cabeza y bulbo, por razones de proyecto.
- Longitud estimada del bulbo o zona de anclaje.
- Otras características de interés especial para la obra.

Antes de la ejecución de los anclajes, el Director de las obras deberá aprobar las restantes características que no hayan sido definidas en el Proyecto. Asimismo el Contratista deberá presentar la documentación técnica que acredite suficientemente el buen comportamiento del anclaje.

Una vez cumplimentado este requisito, se comprobará mediante ensayos in situ que los anclajes cumplen las condiciones de resistencia y deformabilidad requeridas. A estos efectos se indicará en el Proyecto el número y tipo de ensayos a efectuar. En su defecto, se realizarán los ensayos que indique el Director.

En obras de pequeña importancia se podrán omitir los ensayos previos in situ, si a juicio del Director se tiene suficiente experiencia del comportamiento del anclaje en ese tipo de terreno.

#### **672.2.4 Lodo tixotrópico**

Si se emplea lodo tixotrópico en la perforación, éste deberá cumplir las siguientes características:

##### **A las veinticuatro horas (24 h) de la fabricación (lodo fresco):**

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Peso específico: el previsto en el apartado 672.3.4.1.

##### **Durante la perforación de la zanja:**

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: no deberá ser inferior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Peso específico: el necesario para asegurar la estabilidad de la pared.

El peso específico mínimo deberá ser fijado por el Director a propuesta del Contratista, atendiendo a las características del terreno atravesado.

##### **Durante el hormigonado:**

- Viscosidad medida en el cono Marsh: inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Material retenido en el tamiz 0,080 UNE: inferior al tres por ciento (3 %), en peso.

Las prescripciones anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla. En consecuencia, si el lodo no cumple estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

### **672.3 EJECUCION**

#### **672.3.1 Equipo necesario para la ejecución de las obras**

El equipo necesario para la ejecución de las obras deberá ofrecer las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Fabricación, almacenamiento y regeneración de lodos.
- Precisión en la perforación de la zanja.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad geométrica de la pantalla.

- Correcta colocación de armaduras.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Adecuada disposición y ejecución de los apoyos provisionales y definitivos.

Antes de la iniciación de los trabajos, el Contratista demostrará, a satisfacción del Director, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

### 672.3.2 Operaciones previas

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumple, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la perforación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc, que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la perforación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha perforación pueda comprometer la estabilidad de edificaciones contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

Establecida la plataforma de trabajo, deberá efectuarse, en primer lugar, el trabajo de replanteo, situando el eje de la pantalla y puntos de nivelación para determinar las cotas de ejecución.

### 672.3.3 Muretes-guía

A partir del eje de replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5 cm). Estos muretes, que no sólo sirven de guía a la maquinaria de perforación, sino que también colaboran a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20 cm) y una altura no inferior a setenta centímetros (70 cm), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes-guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la perforación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

### 672.3.4 Preparación del lodo tixotrópico

#### 672.3.4.1 Fórmula de trabajo

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco, teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 672.2.4 y con arreglo a lo que se indica a continuación.

Se darán los siguientes datos:

- Tipo y características del material básico utilizado para la fabricación del lodo.
- Aditivos previstos y características de los mismos.
- Dosificación ponderal de los materiales.
- Filtrado y espesor del residuo o «cake» obtenido en la filtroprensa.
- Peso específico del lodo.
- Viscosidad medida en el Cono Marsh.
- pH.

Asimismo se propondrá al Director el peso específico mínimo que deberá tener el lodo durante la perforación, según las características de los terrenos atravesados y la posición del nivel freático.

#### 672.3.4.2 Fabricación

En la mezcla del material o materiales secos con el agua deberán emplearse medios enérgicos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de una mezcla uniforme. Asimismo, el lodo de perforación deberá ser almacenado veinticuatro horas (24 h) antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficientes para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

#### 672.3.5 Control del lodo tixotrópico

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 672.2.4 y controlar la calidad de la ejecución se efectuarán durante la obra determinaciones periódicas de las siguientes características del lodo:

- Viscosidad.
- pH.
- Peso específico.

Además, inmediatamente antes de la colocación de encofrados laterales y armaduras, se comprobará el material retenido en el tamiz 0,080 UNE.

La determinación del pH en laboratorio se realizará mediante aparato medidor. Para las determinaciones en obra bastará el empleo de papel medidor de pH. El peso específico se determinará mediante picnómetro.

#### 672.3.6 Perforación de zanjas

La perforación correspondiente a cada panel se efectuará con los medios mecánicos apropiados, según el plan de ejecución dado en el Proyecto o, en su defecto, el establecido por el Contratista y aprobado por el Director.

Si las características del terreno lo requieren, el material extraído se irá reemplazando por lodos tixotrópicos que, durante todo el proceso, deberán permanecer por encima de la cota inferior del murete-guía.

La profundidad de perforación superará al menos en veinte centímetros (20 cm) a la que vayan a alcanzar las armaduras. Este exceso de excavación tiene por objeto evitar que las armaduras apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la excavación y la limpieza de detritus es más difícil, según se indica en el apartado 672.3.8.

Desde el comienzo de la perforación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, no se permitirá apilar, en las proximidades de la pantalla, materiales cuyo peso ponga en peligro la estabilidad del terreno.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, se efectuará una limpieza del fondo de la perforación, extrayendo los elementos sueltos que hayan podido desprenderse de las paredes de la zanja, así como el detritus sedimentado.

### **672.3.7 Colocación de los encofrados de las juntas laterales**

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales, cuya misión es asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la futura pantalla y servir de guía al útil empleado en la perforación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y debidamente fijados o empotrados en el fondo, y tendrán una anchura igual al espesor de la pantalla.

### **672.3.8 Preparación y colocación de las armaduras**

Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud en horizontal del panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los Planos, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja. En la soldadura de aceros especiales, se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales u horizontales será de diez centímetros (10 cm), y el recubrimiento de siete centímetros (7 cm). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en la zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados ( $2 \text{ m}^2$ ) de pantalla, por lo menos.

Deben preverse armaduras de espera para el enlace con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) del fondo de la perforación. Durante el izado y la colocación de las jaulas, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

### **672.3.9 Hormigonado de paneles**

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería. Esta deberá tener un diámetro comprendido entre quince y treinta centímetros (15 y 30 cm), estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso hiciera falta levantar la tubería de hormigonado, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5 m), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3 m), para hormigonado en seco.

Cuando la longitud del panel sea superior a seis metros (6 m), se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente.

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado.

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30 cm). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

Después del hormigonado se procederá a la extracción de los elementos laterales dispuestos para moldear las juntas, pero nunca antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que la pared vertical se mantenga.

#### **672.3.10 Viga de atado de paneles**

Una vez terminada la ejecución de los paneles se demolerá la cabeza de los mismos en una profundidad suficiente para eliminar el hormigón contaminado por el lodo tixotrópico, y se construirá la viga de atado prevista en el Proyecto. Previamente se prolongarán las armaduras verticales de la pantalla en todo el canto de la viga de atado, enlazándolas con las barras longitudinales y transversales de ésta.

#### **672.3.11 Tolerancias de ejecución**

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía:  $\pm 5$  cm.
- Anchura de la herramienta de perforación:  $\pm 2$  cm sobre el ancho teórico.
- Longitud del panel:  $\pm 5$  cm sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel:  $\pm 5$  cm sobre la profundidad teórica.
- Verticalidad: desviación de la vertical inferior al 1,5 %.
- Sobre-espesores: inferiores a 10 cm. Cuando se trate de una zona de relleno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, el Director fijará la tolerancia admisible.

#### **672.3.12 Excavación del terreno adyacente a la pantalla**

Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el Proyecto o, en su defecto, fijado por el Director, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas.

#### 672.4 MEDICION Y ABONO

Las excavaciones se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), deducidos de los Planos, multiplicando la superficie de pantalla afectada por el espesor teórico de la misma. La profundidad de la pantalla se medirá desde el plano de trabajo hasta la profundidad teórica de las armaduras más veinte centímetros (20 cm). La longitud se medirá horizontalmente.

El hormigón se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) según volumen teórico, incluyendo los veinte centímetros (20 cm) de exceso en profundidad. El exceso por encima de estos veinte centímetros (20 cm) no se abonará.

El hormigón en sobre-espesores se abonará también en metros cúbicos ( $m^3$ ) de volumen real cuando existan causas que lo justifiquen y se haga constar expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las armaduras de acero se medirán y abonarán según se especifica en el Artículo 600 de este Pliego.

Las vigas de atado se medirán y abonarán según se especifica en el Artículo 630 de este Pliego.

Los anclajes se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutados. El precio unitario correspondiente incluirá todos los materiales y operaciones necesarios para la ejecución del anclaje.

La limpieza superficial del paramento visto de la pantalla se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) de paramento visto, medidos sobre Planos, cuando este trabajo esté previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No serán abonables las operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, ni cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono.