



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO PANTALLA**

**TESINA**

Que para obtener el título de:

**ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN PESADA**

Presenta:

**ING. FRANCISCO ISRAEL CALLEJAS QUEZADA**

**DIRECTOR: M.I.LUIS CANDELAS RAMÍREZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# ÍNDICE

<b>I.-Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>II.- Objetivo.....</b>	<b>4</b>
<b>III.- Marco teórico.....</b>	<b>4</b>
3.1 Definición de muro Milán o muro pantalla.....	4
3.2 Usos.....	4
<b>IV.-Trabajos preliminares para la elaboración de muro pantalla...5</b>	
<b>V.-Procedimiento de construcción de muro Milán o muro pantalla.</b>	
5.1 Trazo y nivelación.....	8
5.1.1 Problemática usual en los trazos y niveles.....	8
5.2 Construcción de brocal o muro guía.....	8
5.2.1 Problemática en la construcción de brocales.....	9
5.3 Excavación.....	10
5.3.1 Fluido de excavación.....	10
5.3.2 Problemática en fluido de excavación.....	13
5.3.3 Paneles.....	13
5.3.3.1 Problemática en la logística de los paneles.....	17
5.3.4 Desarenado.....	17
5.3.4.1 Problemática de desarenado.....	18
5.3.5 Colocación de junta.....	18
5.3.5.1 Problemática de colocación de junta. ....	19



---

---

---

5.4 Colocación de acero de refuerzo.....	19
5.4.1 Problemática de colocación de acero de refuerzo.....	29
5.5 Colado del panel.....	29
5.5.1 Problemática en el colado del panel.....	30
<b>VI.-Control de calidad.</b>	
6.1 Control de calidad en acero y soldadura.....	32
6.2 Control de calidad en concreto.....	33
<b>VII.-Trabajos posteriores a la construcción del muro pantalla.....</b>	<b>35</b>
<b>VIII.- Conclusiones.....</b>	<b>38</b>
<b>IX.-Bibliografía.....</b>	<b>39</b>



---

---

## I.- Introducción

El presente trabajo se realizó conforme a las prácticas y normas vigentes, además de la experiencia que poco a poco he adquirido en los diferentes proyectos que he participado.

Esta información es extraída de proyectos que actualmente se están ejecutando en la Ciudad de México.

Así mismo se darán a conocer las causas y soluciones de problemas frecuentes a los que nos enfrentamos día a día.

El diseño de los muros pantalla dependerá no solo de las características del edificio sino también de la naturaleza del terreno.

Por lo tanto se deben de hacer estudios de mecánica de suelos, para poder conocer los empujes activos y pasivos, memorias de cálculo y planos de proyecto estructural para poder diseñar el muro pantalla.

Cabe mencionar que el promedio de consumo de acero y concreto es de 1000 ton y 6 000 m<sup>3</sup> respectivamente.



---

---

## II.- Objetivo

Con el presente trabajo se busca dar a conocer el procedimiento constructivo del muro pantalla, además de dar un panorama de los problemas y soluciones que se presentan en la construcción.



---

---

### III.-Marco teórico.

#### 3.1 Definición de muro Milán o muro pantalla.

Muro pantalla de concreto ( *in situ* concrete diaphragm wall; paroi moulée en béton; Ortbetonschlitzwand): Muro en concreto armado o no armado, moldeado en una zanja excavada en el suelo. El concreto se coloca en la zanja por bombeo a través de un tubo.

La cimentación puede definirse como el conjunto de elementos de cualquier edificación cuya misión es transmitir al terreno que soporta las acciones precedentes de la estructura.

#### 3.2 Usos

El muro Milán es una estructura de concreto armado, colado en sitio (*in situ*). Sirve principalmente como apoyo a las cimentaciones o para contener cortes verticales en excavaciones. Sus aplicaciones más utilizadas son; obras subterráneas y túneles urbanos (Metro), sótanos y cajones de cimentación de edificios, estacionamientos subterráneos, muelles, presas, silos, canales de gran sección y cárcamos de bombeo de gran capacidad sistemas de contención de agua subterránea en carreteras y túneles, son de gran ayuda cuando se hacen cortes de terreno en vías, donde la estabilidad del terreno es casi inexistente y para evitar deslizamientos.

Un muro pantalla o pantalla de hormigón *in situ* es una estructura de contención. Las dimensiones de los paneles que conforman los muros pantalla son entre 2.5 y 8 m de longitud, y 0.40 a 1.5 m de espesor. La longitud de la pantalla depende del dimensionamiento de la misma.

Cada elemento que conforma un muro pantalla trabaja independientemente, y entre ellos presentan juntas que han de ser estancas (evitar el paso de agua a través de las mismas).

El cálculo de las pantallas se suele realizar suponiendo que es una viga empotrada que soporta el empuje de tierras.

El panel es la parte de una pantalla de concreto en un solo bloque. Un panel puede ser rectilíneo, en forma de T o L o de cualquier forma.



---

---

## IV.-Trabajos preliminares para la elaboración de muro pantalla

Para el establecimiento de los planes de ejecución, es necesario obtener la siguiente información:

- Mediante una brigada de topografía, hacer el levantamiento topográfico del predio en el cual se van a ejecutar los trabajos concernientes al muro pantalla.
- Contar con información del uso de suelo anterior del predio.
- Realizar los estudios geotécnicos del predio.
- Obtener información sobre las construcciones adyacentes y tomar las precauciones necesarias para asegurar la estabilidad.
- Obtener datos, ubicación y estado de acometidas de agua, gas, electricidad, teléfono, ductos de combustible etc.
- Obtener información sobre obstáculos en el terreno, vestigios arqueológicos terrenos contaminados restricciones impuestas a la zona en la cual se van a ejecutar los trabajos (vibraciones, ruidos, horarios)
- Ubicación de tiros autorizados para la ubicación del material producto de la excavación.
- Además de la información antes mencionada será necesario obtener datos específicos.
- Niveles piezométricos de todas las capas freáticas.
- Presencia de suelos de grano grueso, muy permeables, con cavernas naturales o artificiales, que puedan producir pérdida de fluido de excavación en inestabilidad en la zanja, además de sobre volumen de concreto.
- Obtener la resistencia y deformabilidad de suelos blandos por medio de pruebas de laboratorio.
- Obtener la resistencia y dureza de suelos, rocas o cualquier material duro que puedan hacer una excavación difícil y tener que recurrir a herramientas especiales.

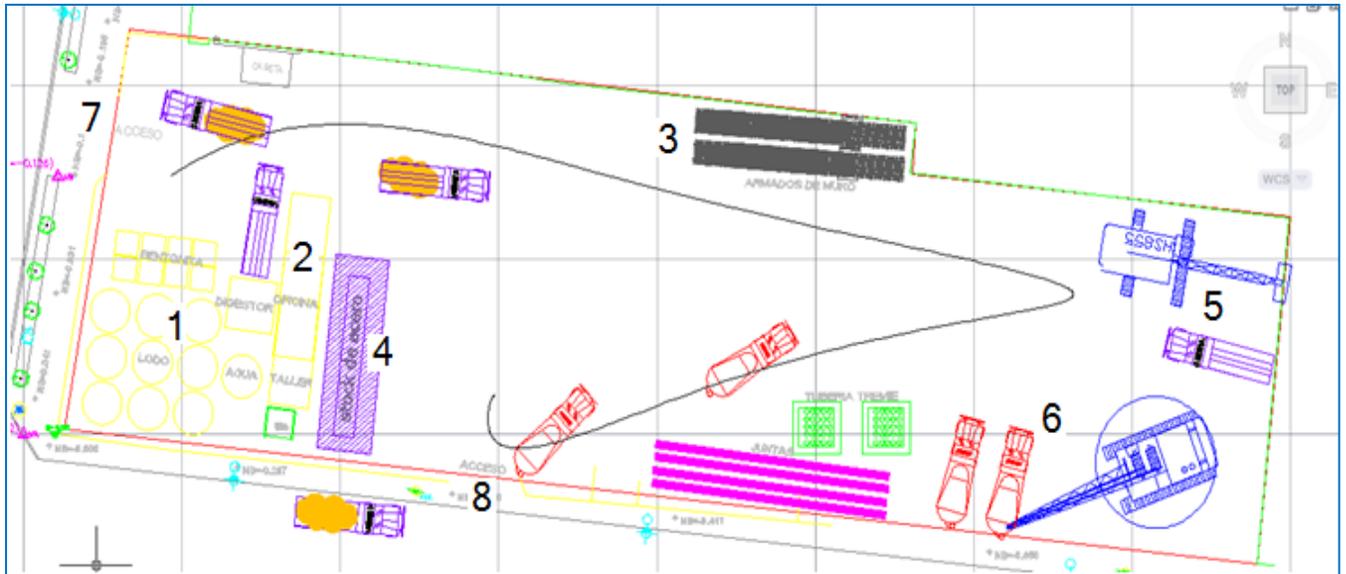


FIGURA NO. 1 Plano de logística de la obra

- 1.- Central de lodos
- 2.-Oficina
- 3.-Habilitado y armado de acero
- 4.-Bodega de materiales
- 5.-Excavación de muro pantalla
- 6.-Colado de muro pantalla
- 7.-Salida
- 8.-Acceso

FIGURA NO. 2 Configuración de la obra





---

---

## **V.-Procedimiento de construcción de muro Milán o muro pantalla.**

### **5.1 Trazo y nivelación.**

Consiste en marcar sobre el terreno las medidas que se han pensado en el proyecto. Para hacer el trazo y nivelación de la obra se toma como referencia alguno de los muros de las construcciones vecinas en casos de que las haya. Si no hay construcciones adyacentes, es necesario delimitar de forma precisa el terreno y tomar como referencia para el trabajo una de las líneas de colindancia, clavando dos estacas en sus extremos y tendiendo un hilo entre ellas, que no debe moverse en tanto se hace el trazado. Para el trazo se debe de respetar las medidas del terreno para evitar problemas.

Una vez hecho esto, se toma como base esta colindancia, marcando sobre ellas los puntos en los que se van a encontrar los muros perpendiculares a esta.

Para obtener datos con mayor precisión se debe de contar con una brigada de topografía que cuente con una estación total, para que después de obtener la poligonal del predio se pueda hacer un plano con los datos obtenidos.

#### **5.1.1 Problemática usual en los trazos y niveles**

La brigada de topografía no está exenta de errores, por lo tanto todos los trazos y niveles deben de corroborarse, porque en ocasiones se ha trazado mal los brocales o ejes aun en presencia de supervisión y se ha invadido terrenos vecinos. La forma de repararlo es trazar nuevamente o en casos extremos demoler el elemento que no esté bien trazado.

### **5.2 Construcción de brocal o muro guía**

Son pequeños muros paralelos de concreto armado provisionales que se construyen encima de donde se va a desplantar en muro pantalla. Tienen cuatro funciones principales:

- 1.- Evitar el hundimiento de la zanja en la zona de fluctuación del fluido de excavación.



- 2.- Ubicación y referencia de los paneles.
- 3.- Soporte de los armados y tubería tremie.
- 4.- Guiar la herramienta de excavación.

Para su construcción se deberá de contar con carpinteros para colocar la cimbra y equipo de topografía que dará el trazo y nivelación para su correcta ejecución.

El concreto deberá de tener una resistencia mínima de  $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ , porque este brocal deberá de contener el peso puntual de las armaduras.

### 5.2.1 Problemática en la construcción de brocales

Los brocales al estar en contacto directo con la almeja tienen un desgaste, y en ocasiones es tal el desgaste que se han roto, esto es un problema porque se colocan armados en el que el peso varía entre 8 y 60 ton. En una ocasión se tuvo que demoler el brocal y hacer otro porque de lo contrario el brocal no iba a resistir el peso del armado.



FIGURA NO. 3 Trazo para brocal



FIGURA NO. 4 Brocal



## 5.3 Excavación

### 5.3.1 Fluido de excavación

Para poder efectuar la excavación es necesario contar con una central de lodos. Esta deberá de estar situada dentro de la obra y su función es la fabricación, reciclado y desarenado del fluido de perforación.

La central de lodos debe de contar con tanques de almacenamiento de agua, silos o cárcamos para el almacenamiento del fluido de perforación, un digestor el cual tiene la función de mezclar a alta turbulencia el fluido de perforación, desarenador, bombas sumergibles de con gran carga hidráulica, tuberías, codos, té, manguera, conexiones de 4" de diámetro.

La bentonita es una arcilla que contiene principalmente montmorillonita o minerales similares. Y su función es la de mantener estables las paredes de la perforación durante el proceso de construcción de muro Milán.

Por el tipo de terreno y debido a las condiciones de la obra, se deberá de determinar la dosificación que se utilizará para la elaboración del fluido de perforación.

Este fluido se recicla y regenera y el material residuo se transporta en camiones pipa a tiraderos autorizados

La solución de bentonita tendrá un valor de cizallamiento suficiente para mantener las partículas de arena en suspensión y mantener estable la excavación.

Para que el fluido de excavación cumpla su función tendrá que cumplir con los siguientes parámetros:

**Tabla 1**  
**Características de suspensión de bentonita**

Parámetro	Caso de uso		
	Lodo fresco	Lodo listo para reemplazo	Lodo antes de hormigonar
Masa volumétrica (g/ml)	< 1,10	< 1,25	< 1,15
Viscosidad Marsh (s)	32 a 50	32 a 60	32 a 50
Filtración (ml)	< 30	< 50	No ha lugar
PH	7 a 11	7 a 12	No ha lugar
Contenido en arena %	No ha lugar	No ha lugar	< 4
Cake (mm)	< 3	< 6	No ha lugar



La viscosidad de Marsh, la filtración, el contenido de arena y el cake podrán medirse por medio de ensayos descritos en un documento publicado por el Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) Titulado “Recommended Practice Estándar Procedure for Field Testing Water-Based Drilling Fluids”

La viscosidad de Marsh corresponde a la duración en segundos del paso de un volumen de 946 ml por el orificio del cono.

La densidad corresponde a colocar una muestra de fluido en una balanza tipo Baroid y a través de esta se obtiene el valor de la densidad.

El ensayo de filtrado se realiza en un filtro prensa y corresponde a un volumen de agua que se extrae de una muestra de fluido sometida a presión de modo que se filtre el agua, se mide en ml.

El PH se obtiene por medio de papel indicador

El contenido de arena se obtiene a través de una muestra que se hace pasar por un recipiente que tiene una malla del No. 200 y el material retenido se coloca en un recipiente graduado que mide el porcentaje de arena.

El valor del cake se realiza en el mismo filtro prensa que la del ensayo de filtrado y corresponde a obtener el espesor en mm de la solución de bentonita.



FIGURA NO. 5 Densidad del fluido de excavación



FIGURA NO. 6 Porcentaje de arena



FIGURA NO. 7 P.H.



FIGURA NO. 8 Viscosidad



FIGURA NO. 9 Central de Lodo de excavación

(en esta imagen aparecen los silos desarenador, digestor, generador de energía, tarimas con bentonita)



### 5.3.2 Problemática en fluido de excavación

Cuando no se tiene cuidado con los parámetros anteriores se llegan a presentar problemas graves, la pérdida de fluido de excavación se debe a diferentes factores, en ocasiones no se tienen planos de tuberías de alcantarillado viejas y por ahí se escapa el fluido de excavación, este no es problema grave, una vez que se detecta la pérdida de fluido se deja bajar el nivel del fluido para buscar la tubería, una vez identificada se le coloca un tapón y se continúa la excavación.

Si el problema no es una tubería lo que procede es adicionar más bentonita y un aditivo especial a la dosificación, a fin de tener una mayor densidad y un mayor espesor de cake\*. Si el nivel de fluido de excavación sigue bajando se debe a que el fluido se está perdiendo por un estrato de gravas o boleos, lo que procede es rellenar parte de la excavación con una mezcla de arena y mortero y compactar este relleno dentro de la excavación con la almeja, esto ayudará a sellar parte del estrato y tener menor pérdida de fluido.

Este tipo de acciones se deben de tomar con rapidez, de lo contrario podemos correr el riesgo de que se presente un caído de material por la socavación y por el peso de la máquina se presente algún accidente.

### 5.3.3 Paneles

La perforación se realizará con equipo hidráulico guiado que presentan la particularidad de tener una almeja guiada por medio de un Kelly sobre los primeros metros de perforación, después se trabaja en forma de péndulo, la almeja queda suspendida con los cables de los malacates de la grúa.

Este equipo que se monta sobre una grúa de orugas de 100 ton. de capacidad, está equipado con una almeja de 2,700mm de largo y el espesor varía entre 600 mm a 1500mm, activada con el equipo hidráulico de la grúa, de 510 HP de potencia, que suministra la energía hidráulica al sistema.

Este equipo ofrece un sistema integrado de medición de la verticalidad que permite garantizar una desviación máxima de 0.8% a 1% de la profundidad.

\* El cake es una especie de costra que hace que la pared de la excavación sea



La longitud de los paneles debe ser tal que se asegure la estabilidad de la zanja durante la excavación.

La estabilidad de la zanja es debida a las fuerzas estabilizadoras del fluido de excavación que actúan sobre paredes de la zanja. Este efecto estabilizador se obtiene en suelos finos gracias a la formación de un cake de filtración, que actúa como una costra impermeable que no permite que la pared de la excavación se desmorone y que el agua subterránea no se infiltre a la excavación.

Los principales factores que afectan a la estabilidad durante la ejecución son los siguientes:

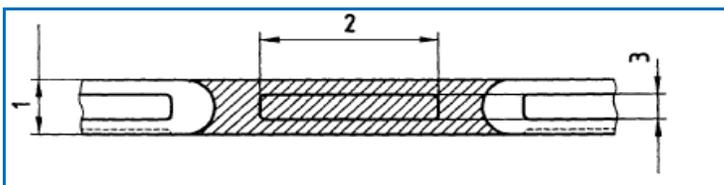
- Las propiedades del fluido de excavación.
- El nivel del fluido de excavación.
- La longitud de los paneles.
- La duración en la cual la zanja permanece abierta.
- La estratigrafía.
- Suelos gruesos, permeables o que el terreno contenga huecos.

La excavación se hace en paneles. La secuencia de excavación y la longitud de los paneles dependen de las condiciones del suelo, tamaño de la obra y del tipo de herramienta que se utiliza.

Los paneles se dividen en tres tipos:

- Primarios o de inicio.
- Secundarios o mixtos.
- Terciarios o de cierre.

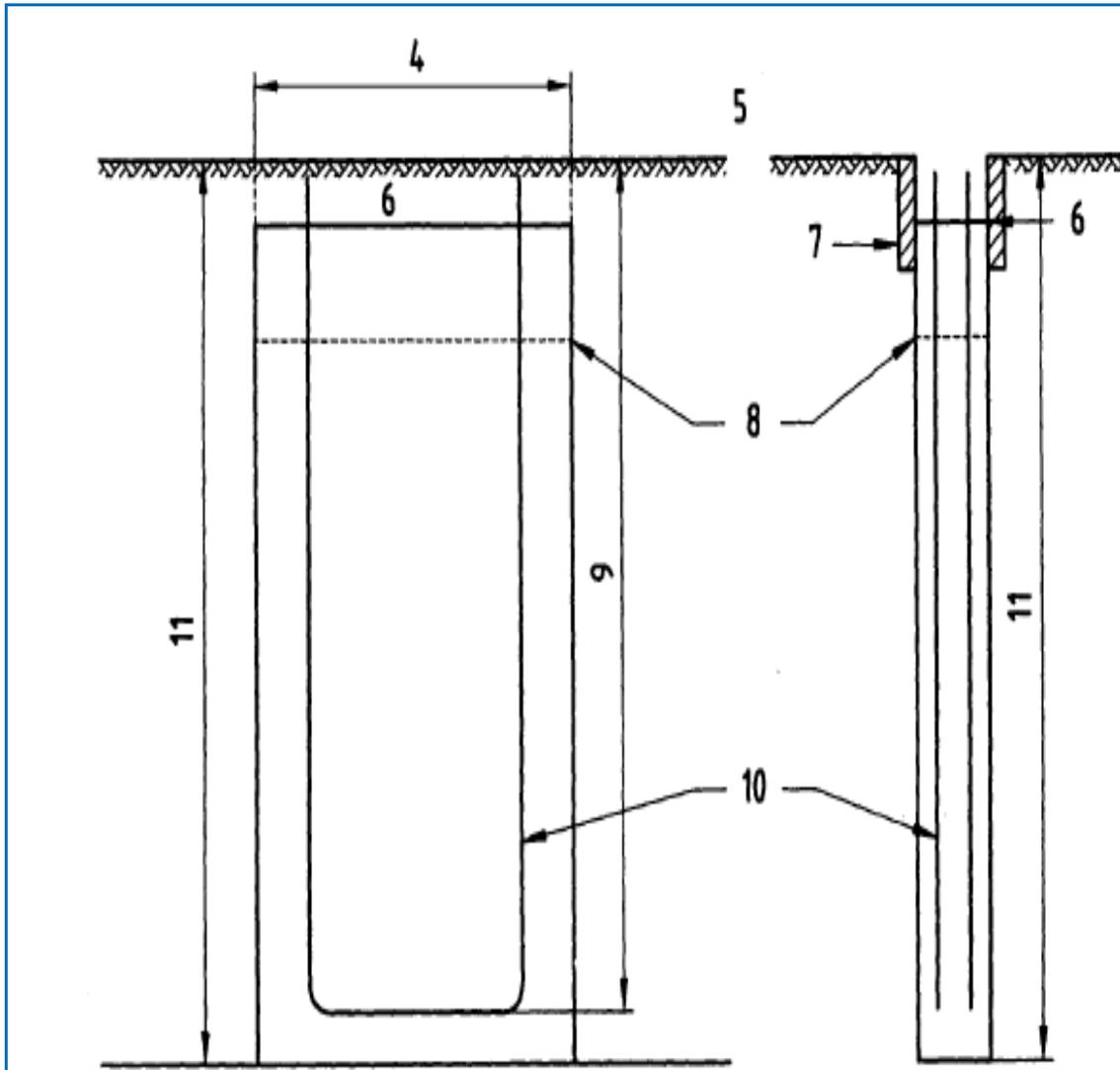
A continuación se muestra un ejemplo esquemático de diferentes tipos de paneles y juntas.



- 1 Ancho de la pantalla.
- 2 Longitud de la jaula de armaduras.
- 3 Anchura de la jaula de armado.



Fig. 10 Distribución del panel:



4 Longitud del panel.

5 Nivel plataforma de trabajo

6 Nivel concreto sano

7 Brocal

8 Nivel de concreto colado.

9 Leche superior de rzo.

10 Caja de armadura.

11 Profundidad de la excavación.



1 Panel comienzo

2 Panel intermedio

3 Panel de cierre



La excavación de un panel se compone de tres posiciones, la posición 1 y posición 2 con una longitud delimitada por la herramienta de excavación que es de 2.70 m, que se sitúan a los costados del panel y una central o merlón\*. La posición central o merlón tiene una longitud variable dependiendo de la longitud del panel.

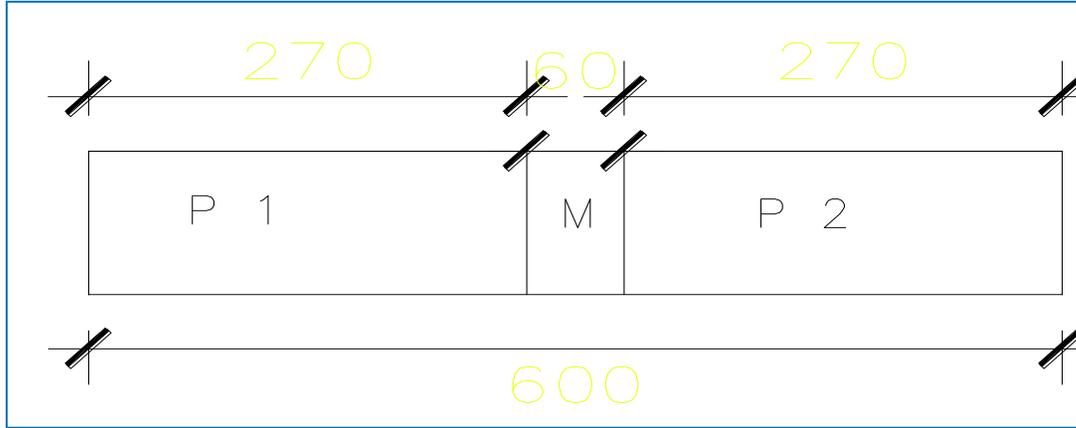
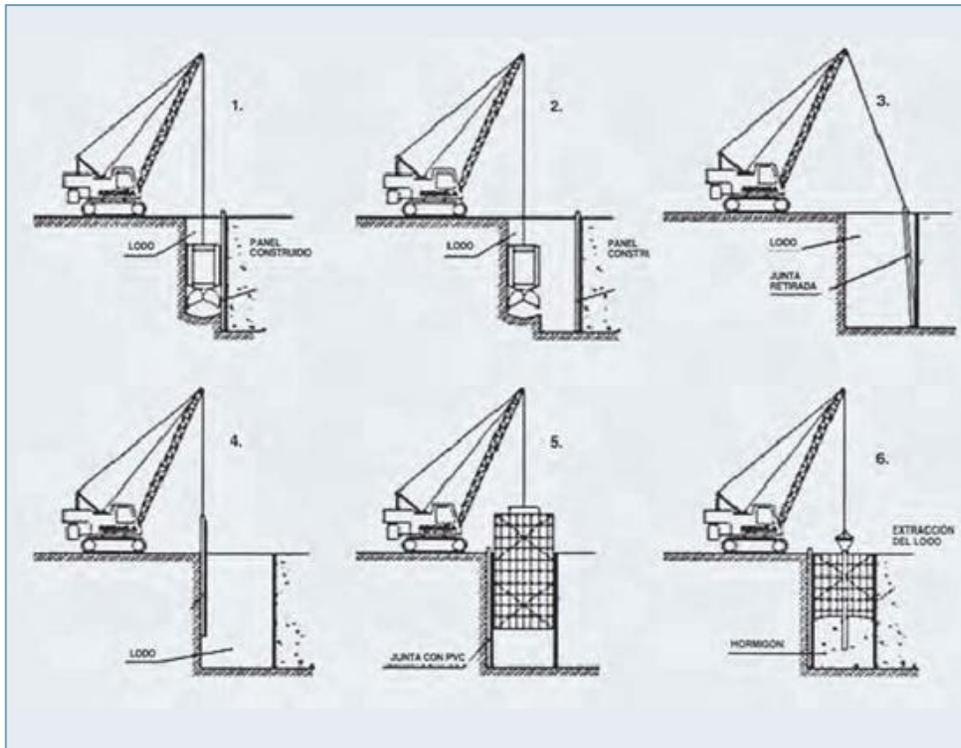


FIGURA NO. 11 Descripción de un panel

A continuación se muestra una secuencia de la excavación de un panel.



FIGURA

NO. 12

Secuencia de excavación

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1.-Excavación de la posición 1 | 4.-Colocación de junta plana 2 |
| 2.-Excavación de posición 2    | 5.-Colocación de armado        |
| 3.-Colocación de junta plana 1 | 6.-Colado del panel            |

\*Merlón es el terreno que queda entre dos mordidas de la almeja.



### 5.3.3.1 Problemática en la logística de los paneles

Se debe de buscar un plan de logística para ubicar los paneles a excavar, a fin de que las máquinas no se estorben entre sí y tratar de que estén lo más lejos posible, programar los colados con tiempo, anticiparse a todas las actividades concernientes a la excavación con el propósito de no dejar en espera a la maquinaria, porque esta es la que nos da el avance. Se debe de tener especial cuidado en las esquinas de los predios por que se disminuye el radio de giro de las maquinas, y esto puede provocar que el contrapeso de la maquina golpee a los edificios colindantes o a los camiones.

### 5.3.4 Desarenado

Una vez que se termino de excavar el panel se procede a desarenar la excavación. Esto consiste en sustituir el fluido de excavación por fluido nuevo. Se recicla o sustituye el lodo que fue utilizado para la perforación, para cumplir con las características indicadas en la tabla 1.

Esta operación se realiza con una bomba sumergible acoplada en la tubería tremie y colocada en el fondo de la excavación, haciendo variar su posición.

El lodo así bombeado se envía a la unidad de desarenación y, un lodo sano se incorpora al mismo flujo en la parte alta del panel.



FIGURA NO. 13 Desarenado de muro pantalla

FIGURA NO. 14 Desarenado de muro pantalla





FIGURA NO. 15 Desarenado de muro pantalla

#### 5.3.4.1 Problemática de desarenado

Si no se tiene especial cuidado con los parámetros en el desarenado del panel se pueden presentar problemas de calidad en el muro, se crea una junta de lodo entre los paneles y eso puede producir filtraciones de agua. Estos problemas no reflejan de primera vista, se reflejan en el momento que se realiza la excavación y lo que procede es retirar el lodo entre paneles y si inyecta un aditivo especial y se rellena con concreto.

#### 5.3.5 Colocación de junta

La junta deberá tener una resistencia adecuada y ser muy recta en toda su longitud. En esta junta metálica se colocará una banda de neopreno (water-stop) continua y sin uniones que se debe de desplantar hasta por lo menos 1 metro por debajo del última losa. Todo esto con el fin de crear estanquidad entre los paneles.

Se coloca la mitad de la sección de la junta de sección “machi-hembrada” en una ranura soldada sobre el perfil metálico. Esta operación se realiza en la obra, antes



de colocar el perfil en el panel ya perforado, de manera que cuando se realice el colado del panel la banda de neopreno quede embebida en el concreto.



FIGURA NO. 16 Junta metálica con banda de neopreno

#### **5.3.5.1 Problemática de colocación de junta**

Si una junta “wáter stop” no se colocó adecuadamente se presentan problemas de filtraciones, este problema se soluciona con aditivos y concreto.

#### **5.4 Colocación de acero de refuerzo**

Los armados de los paneles no descansaran sobre el fondo de la excavación sino que se deberán de suspender en los brocales.

Los armados serán habilitados en la obra según las especificaciones de los planos aprobados por el cliente.

Las armaduras tendrán una sección diseñada para permitir proteger las juntas "water-stop" ya colocadas.



Una vez armados, se colocarán los ganchos de izaje y de colocación así como los aceros de rigidez que van a permitir levantar las armaduras sin dañarlas.

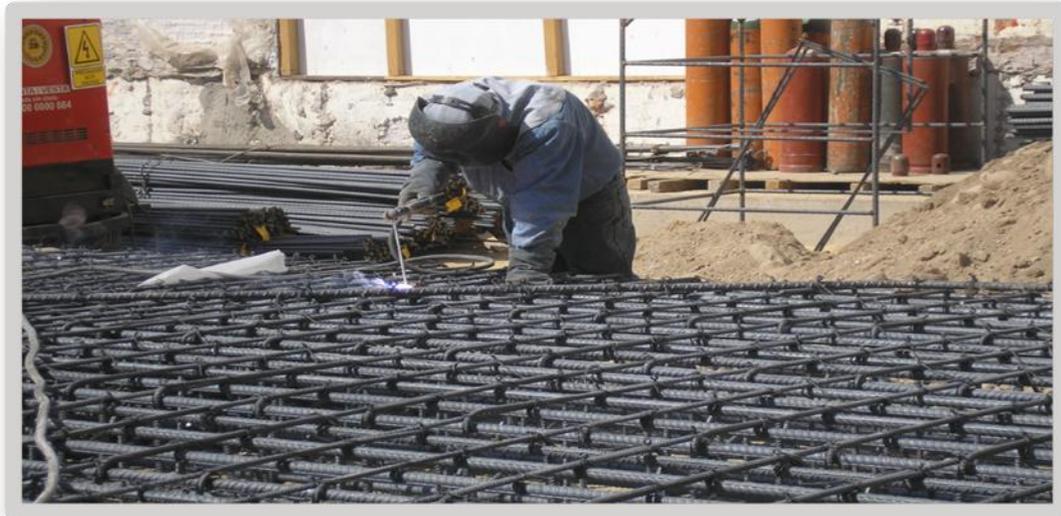
Deberán de contar con soldadura de campo en las secciones de traslape, elementos de rigidez y azas de izaje.

Cada armado será verificado y etiquetado para poder identificarlo.

Los armados se bajarán uno después del otro y se quedarán suspendidas en los brocales. (las armaduras de dos o más tramos se traslapan)



FIGURA NO. 17 Habilitado de armado de muro pantalla



**FIGURA NO. 18 Trabajos de soldadura en el armado**

A continuación se muestra la secuencia de izaje y colocación del armado.

1 Armado

2 Balancín. En este elemento se colocan las cadenas que se enganchan a las asas de izaje del armado.

3 Patesca. En este elemento trabaja el cable primario de la grúa.

4 Eslingas con poleas. En este elemento trabaja el cable auxiliar.



**FIGURA NO. 19 Izaje de armado**

**FIGURA NO. 20 Izaje de armado**

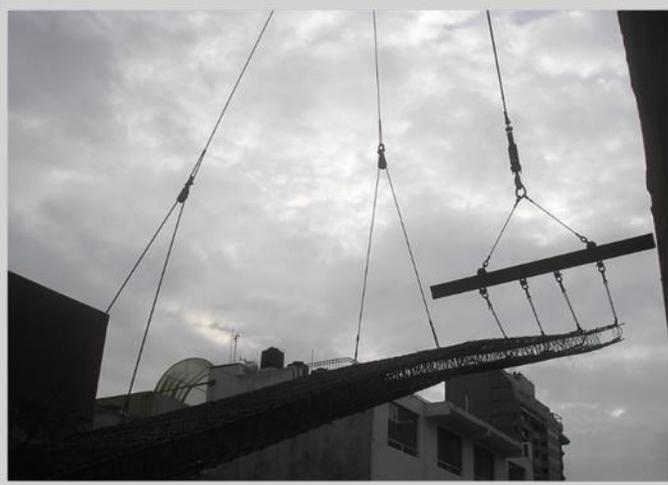




**FIGURA NO. 22 Izaje de armado**



**Una vez que se colocaron los elementos de izaje se procede a levantar el armado.**



**FIGURA NO. 23 Izaje de armado**



**FIGURA NO. 24 Izaje de armado**



Después se coloca el armado encima de la excavación y se procede a meterlo, cuidando que quede centrado.

FIGURA NO. 25 Izaje de armado



FIGURA NO. 27 Izaje de armado

FIGURA NO. 26 Izaje de armado





FIGURA NO. 28 Traslape de armado

Una vez que se realizo el izaje del segundo elemento, se coloca el armado en cima del otro para hacer el empalme.



FIGURA NO. 29 Traslape de armado

Una vez que se hizo el empalme se aplica soldadura a las varillas.



FIGURA NO. 30 Soldadura en traslape de armado.

Después de aplicar la soldadura se procede a bajar el armado



FIGURA NO. 31 Colocación de armado



FIGURA NO. 32 Colocación de armado



FIGURA NO. 33 Posición final de armado





Una vez que los armados se colocaron en su posición se procede a colocar la tubería tremie.

En esta imagen se observa: tubería tremie, freno de tubería, sonda para medir el nivel de concreto.(fig.35)



FIGURA NO. 36 Colocación de embudos

Se colocan los embudos de tubería tremie y se procede a colar.



FIGURA NO. 36 Colocación de embudos

FIGURA NO. 37 Colado de panel

### 5.4.1 Problemática de colocación de acero de refuerzo



Se debe de tener especial cuidado con los izajes de los armados, revisar exhaustivamente la soldadura de los elementos de izaje y traslapes, colocar tarjetas que identifiquen al armado en los cuales se incluya el panel a que pertenecen, si se tienen traslapes, el peso, y si se libero por parte de la supervisión. Se han presentado problemas de ruptura de soldadura de los elementos de izaje cuando están próximos a colocarse en su posición, y lo que procede es bajar el armado para colocar nuevamente soldadura o colocar más elementos de izaje, esta maniobra es de mucho cuidado, ya que el armado al no tener ese elemento de izaje no su puede manipular de la misma manera, en ocasiones no se puede bajar el armado y se tiene que pedir una grúa de apoyo para realizar esta maniobra tan delicada.

### 5.5 Colado del panel

La tubería tremie se acoplará y se introducirá en los espacios designados dentro de la jaula del armado, procurando anotar la longitud de cada uno de los tubos, esto es para saber cuántos metros de tubería se tienen dentro del concreto fresco.

El concreto se colocará a través de tubería tremie, de manera que se evite la segregación. Este tubo debe de estar limpio y estanco, su diámetro interior deberá ser superior o igual a 0.15 m y el diámetro exterior deberá ser tal que el tubo se mueva libremente dentro de la jaula del armado. El número de tuberías a utilizar en un mismo panel se limitara a un recorrido horizontal del concreto a 2.5 m, o tener una tubería tremie por cada armado que se coloque en el panel. Cuando se utilicen varios tubos es preciso alimentarlos de manera que el concreto se distribuya de manera uniforme.



Antes de empezar a c **FIGURA NO. 38 Rack de tubería tremie** e sobre el fondo de la excavación y se subirá a, ..... necesario evitar la mezcla



de concreto con el fluido de excavación, disponiendo de un tapón que se colocará en el embudo, una vez que el concreto este por llenar el embudo, se quitará el tapón rápidamente (el tapón es una placa redonda de acero provista de una asa y se extraerá con la grúa, este tapón se coloca en el embudo) para que el concreto fluya continuamente y desplace los sedimentos que se encuentran en el fondo de la excavación.

La tubería tremie deberá de estar sumergida al menos 3 metros en el concreto fresco.



FIGURA NO. 39 Colado de panel

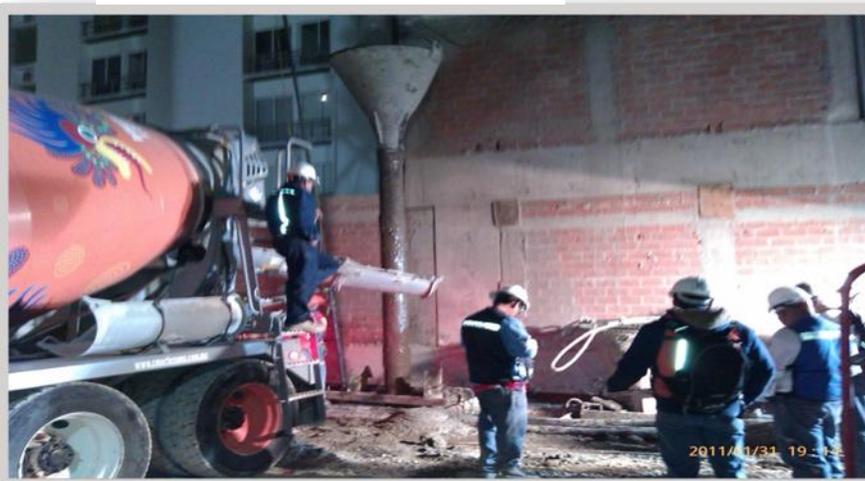


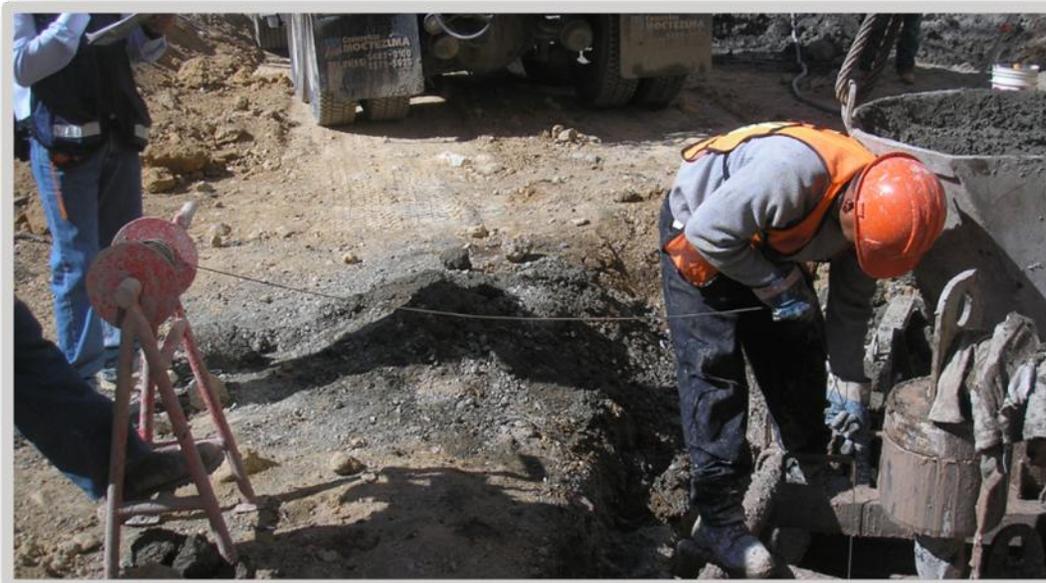
FIGURA NO. 40 Corte de tubería



FIGURA NO. 42 Corte de tubería



FIGURA NO. 41 Corte de tubería



Para revisar el nivel del concreto se introduce una sonda, la cual está provista de nudos, cada nudo es un metro y en la parte baja se coloca un peso, se anota el nivel y se compara en una grafica que contiene en sus ejes volumen en m<sup>3</sup> de concreto contra la profundidad del panel. Este documento sirve para tener un control y saber cuántos metros de tubería puede ser extraída, cuidando que siempre quede sumergida la tubería por lo menos 3 m dentro del concreto, para



---

---

asegurar que el concreto sea sano y no se mezcle con la bentonita, además para saber el sobre volumen de concreto que se colocó.

Una vez que se llegó al nivel de concreto de proyecto, se extrae la tubería y se limpia para ser colocada nuevamente en el rack.

### **5.5.1 Problemática en el colado del panel**

Existen diversos problemas que se pueden presentar durante el colado, entre ellos es que la planta de concreto presente fallas mecánicas, por lo tanto antes de empezar un colado se debe de asignar una planta alterna, que al estar realizando el colado se tape la tubería, esto ocurre por una mala dosificación, un bajo revenimiento o por una mala permanencia del concreto, lo que procede es subir y bajar la tubería con ayuda de la grúa, si esta operación no funciona lo que procede es sacar la tubería para destaparla, una vez que se destapo se debe de colocar un plástico a la parte baja de la tubería, (a fin de que el fluido de excavación no entre dentro de la tubería y contamine el concreto), se introduce la tubería dentro del concreto y se continúa el vaciado de concreto, el peso del concreto desplazará el plástico y se realizará el colado normalmente.

Se debe de contar con una gráfica que represente el volumen teórico, para identificar si se presenta algún sobre volumen.

Además se debe de tener cuidado con el nivel de concreto, tanto para que no quede por encima ni por debajo del nivel de concreto requerido en proyecto. Ha ocurrido que el nivel de concreto queda muy por encima del nivel de proyecto y la forma de repararlo es demolerlo, pero esto causa sobre costos que se deben de evitar.

## **VI.-Control de calidad**

Definiremos **calidad**, como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie.



---

---

Así pues entendemos que control de calidad es la verificación con la que se comprueba que la obra, el producto, o la partida de obra tienen las características de calidad especificadas en el proyecto.

El personal encargado de cualquier fase de la obra, sin lugar a dudas es el primer eslabón de la cadena del control de calidad, puesto que cualquier fallo de la persona restará calidad a la obra. Así pues existen certificaciones de control de calidad para las personas.

Fichas de control de ejecución: Para poder llevar de forma controlada los controles de calidad de las partidas de obra.

Fotos de la partida de obra: Se considera necesario llevar un álbum de fotos de la obra, pero de una manera preestablecida con método y rigor.

Ensayos: La calidad de un material viene definida por una serie de características, las cuales deben ser sometidas a control durante su fabricación. Si están de acuerdo con la normativa vigente podrán tener sellos de calidad. El ensayo es una operación técnica que consiste en determinar si una o varias características de un producto, proceso o servicio están de acuerdo con un procedimiento especificado. Los ensayos se pueden llevar a cabo tanto en el laboratorio como a pie de obra, dependiendo del elemento a comprobar.

La exigencia de un control de calidad debería implantarse como norma general, para evitar no solo la insatisfacción del usuario, sino riesgos y pérdidas debido al poco o inexistente control de calidad en las obras de construcción.

El Control de calidad en una obra de construcción debe contemplarse desde tres aspectos diferentes:

1. Control de calidad del proyecto: planteamiento, planos, cálculos etc.
2. Control de calidad de los Materiales.
3. Control de Calidad de la Ejecución.

La autoridad competente tiene el derecho de ordenar el ensayo de cualquier material empleado en las obras, a fin de determinar si es de la calidad especificada. Un registro completo de los ensayos de materiales y del concreto debe estar siempre disponible para revisión durante el desarrollo de la obra y por 2



años después de terminado el proyecto, y debe ser conservado para este fin por el inspector.

La Norma ISO 9004 define estos costos de calidad, que van en función de la tipología de la obra (dimensiones, uso, cliente, etc.). Estos costes normalmente van entre 1% y 3% del coste de la obra.

Los siguientes controles de calidad son los que se realizan para cada una de las actividades y materiales que competen al muro pantalla.

## 6.1 Control de calidad en acero y soldadura

El refuerzo debe ser corrugado, excepto en espirales o acero de pre esfuerzo en los cuales se puede utilizar barras lisas. La soldadura de las barras de refuerzo debe estar de acuerdo con “Structural Welding Code Reinforcing Steel”

La ubicación y tipo de los empalmes soldados y otras soldaduras requeridas en las barras de refuerzo deben estar indicados en los planos de diseño o en las especificaciones del proyecto.

No debe soldarse cuando: las superficies estén húmedas, expuestas a la lluvia, nieve, existan altas velocidades del viento ó cuando los soldadores estén expuestos a condiciones inclementes. Las superficies que van a soldarse deben estar lisas, uniformes y libres de rebabas, fisuras, grietas u otras imperfecciones que puedan afectar la calidad o resistencia de la soldadura; las superficies que van a soldarse y las adyacentes a la soldadura también deben estar libres de cascarilla suelta, escoria, humedad, grasa u otro material extraño que pueda evitar una soldadura apropiada o produzca humos perjudiciales.



FIGURA NO. 44 Soldadura en asas

## 6.2 Control de calidad en concreto



Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener durante toda la obra, esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto.

El agua empleada en el mezclado del concreto debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo.

### Resistencia

Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, deben elaborarse especímenes de acuerdo con la NMX-C-160.

El número de muestras se considera como mínimo dos especímenes a la edad especificada de la muestra obtenida, según la NMX-C-161.

El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se observó una deficiencia de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se tomen y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba. No es motivo para rechazar el espécimen el que se obtenga una resistencia inferior a la especificada.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez cada 120 m<sup>3</sup> de concreto, ni menos de una vez cada 500 m<sup>2</sup> de superficie de losas o muros.

Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas.

A continuación se mencionan las actividades a revisar en los trabajos de muro pantalla, que deberán de tener un formato en cada una de las actividades.

Fabricación de lodo: Densidad, viscosidad, contenido de arena, P.H., filtración, cake.

Excavación: Verticalidad, profundidad, nivel de lodo en la perforación.

Habilitado y armado de acero: Ensayes de laboratorio de esfuerzo a la tensión, verificación e inspección de los armados, soldadura en asas de izaje, identificación y liberación con firma de la supervisión.



Colado del panel: Calidad de los agregados por parte de la concretera, revenimiento, ensayos de resistencia a la compresión a 7 14 y 28 días, prueba de permanencia, verificación del nivel de concreto sano, tiempo de vaciado.



FIGURA NO. 45 Prueba de revenimiento

1.13.2011



FIGURA NO. 46 Cilindros de concreto

Además de esto el laboratorio debe de estar certificado ante “EMA” Entidad Mexicana de Acreditación

## VII.-Trabajos posteriores

Una vez que se terminó la construcción del muro pantalla se construirá la trabe liga o trabe de coronamiento.

Dependiendo del sistema constructivo se hará excavación a cielo abierto o por medio de sistema top-down (de arriba hacia abajo).



En los lugares que se tenga exceso de concreto se hará demolición por medio de fresado.

Si existe alguna junta en la cual existan filtraciones se harán las reparaciones pertinentes.

Además dependiendo del proyecto se pueden colocar anclas al muro pantalla. Por medio de la perforación, colocación de torones, tensado de torones e inyección.

Cuando se va a colar un panel nuevo a un lado de un panel viejo se hace una inyección de lechada para evitar filtraciones.

Colocación de pozos para abatir el nivel freático y poder hacer la excavación.



**FIGURA NO. 47 Perforación para colocar anclas en muro pantalla**



**FIGURA NO. 48 Descabece de muro pantalla**

**FIGURA NO. 49 Armado de trabe de coronamiento**



FIGURA NO. 50 Excavación a cielo abierto



## VIII.- Conclusiones

FIGURA NO. 51 Pozo de abatimiento de nivel freático

Para la realización de este tipo de obra, se debe de hacer una planeación y programa de obra, la previsión de los materiales, de los equipos y personal especializado, así como estar al pendiente del flujo de efectivo, estimaciones, trabajos extraordinarios, gastos no previstos, trato y conciliación con el cliente, trato con los vecinos, y estar al corriente con los respectivos permisos de construcción.

Hacer mantenimiento preventivo a la maquinaria para disminuir los paros por falla mecánica. Cuando se haya tenido un buen avance dar incentivos al personal.

Se debe de pedir los certificados de calidad de todos los materiales así como hacer los ensayos pertinentes, verificando que se realicen con los métodos competentes. Contar con proveedores serios, responsables y con capacidad de respuesta.

Además se debe de realizar todos los trabajos con todas las medidas de seguridad, cuidando que todo el personal tenga su equipo de protección personal,



revisión y certificación de grúas y elementos que intervengan en los izajes tales como eslingas, anillos, pernos ganchos, cadenas, balancines, cables de acero, etc.

Exigir que los proveedores que se encargan del retiro de residuo de materiales peligrosos (desperdicio de varilla, producto de excavación y demás residuos provenientes de la obra) se depositen y manejen con forme a las normas y leyes correspondientes. Tanto para cuidar el medio ambiente como para obtener certificaciones “LEED” (Leadership in Energy & Environmental Design)

Aunado a esto se debe de dar capacitación al personal, tanto en métodos constructivos como en calidad, seguridad y medio ambiente.

Los equipos que generalmente se utilizan son: Grúas con orugas, excavadoras, retroexcavadoras, bombas sumergibles, planta generadoras, plantas de soldar, silos de agua, martillos hidráulicos y neumáticos, compresores de aire. Considerando lo anterior se debe de prever personal capacitado para operar y reparar los equipos, a fin de que no existan paros por problemas mecánicos.

Todos los problemas que se tienen en la obra se pueden resolver de diferentes maneras, pero siempre cuidando la integridad del personal y tomar decisiones con ética profesional, cuidar la imagen de la empresa y la imagen del ingeniero.

Todo esto es para cumplir con la construcción en tiempo, costo y calidad.

## **IX.- Bibliografía**

1.- NORMA EUROPEA (EN 1538) - EXECUTION OF SPECIAL GEOTECHNICAL WORKS. DIAPHRAGM WALLS 2000.

2.- AMERICAN WELDING SOCIETY – WELDING INSPECTION HANDBOOK 2000.

3.- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE-FIELD TESTING WATER-BASED DRILLING FLUIDS.

4.- NMX-C-160-1987- ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES DE CONCRETO.

5.- NMX-C-156-1997-ONNCCE-DETERMINACIÓN DE REVENIMIENTO.

6.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.