

01146 5

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE PILAS**

**COLADAS EN EL LUGAR.**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA  
CONSTRUCCIÓN  
P R E S E N T A :  
ALBERTO VELÁZQUEZ VADILLO**

**ASESOR: M. en I. JAIME MARTÍNEZ MIER.**

**MÉXICO, D.F.**

**NOVIEMBRE DE 2002**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: ALBERTO VELÁZQUEZ  
VADILLO  
FECHA: 21 - NOV - 2002  
FIRMA: [Signature]

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# **AGRADECIMIENTOS.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**A mis padres:**

**Por haberme apoyado siempre en mi  
preparación.**

**A mi esposa e hijos:**

**Por su apoyo y motivación incondicional**

**A los profesores de la Maestría:**

**Por apoyarme con sus conocimientos y  
experiencias.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## ÍNDICE

	HOJA
INTRODUCCIÓN GENERAL	V
CAPÍTULO 1 CONSTRUCCIÓN DE PILAS - COLADAS EN EL LUGAR.	1
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 1	1
1. Descripción de los métodos de Construcción	2
1.1. Método seco.	2
1.2. Método con ademe metálico.	9
1.3. Método con lodo desplazado.	17
1.4. Método empleando polímeros.	26
1.5. Ventajas.	27
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1	28
REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 1	29
CAPÍTULO 2 SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN - DE PILAS.	30
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 2	30
2. Aspectos generales.	31
2.1. Materiales de construcción de las pilas.	32
2.1.1. Acero de refuerzo.	32
2.1.2. Concreto.	33
2.1.2.1. Agua.	33
2.1.2.2. Aditivos.	33
2.1.2.3. Agregados para concreto.	35
2.1.2.4. Cemento.	38
2.2. Procedimiento constructivo de las pilas.	39
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2	44
REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 2	45

II

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 3 COSTOS DE PILAS.	-	46
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 3	-	46
3.1 Costos de lodo bentonítico.	-	49
3.2 Costos de la perforación para la fabricación de pilas.	-	50
3.2.1. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo I	-	50
3.2.2. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo II	-	51
3.2.3. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo III	-	52
3.2.4. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo IV	-	53
3.2.5. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo V	-	55
3.2.6. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo VI	-	56
3.3 Ampliación en la base de pilas.	-	57
3.4 Colocación de acero y concreto en pilas.	-	58
3.5 Empate de varillas.	-	58
3.6 Fletes.	-	59
3.7 Análisis de costos directos.	-	59
3.7.1. Elaboración de lodos bentoníticos	-	59
3.7.2. Análisis de costos directos de la perforación para la fabricación de pilas.	-	61
3.7.2.1. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo I.	-	61
3.7.2.2. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo II.	-	63
3.7.2.3. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo III.	-	65
3.7.2.4. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo IV.	-	67
3.7.2.5. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo V.	-	69
3.7.2.6. Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo VI.	-	71
3.7.3. Análisis de costos directos para la ampliación de la base de pilas.	-	73
3.7.4. Análisis de costo directo de la colocación de acero y concreto en pilas.	-	74
3.7.5. Análisis de costo directo en el empate de varilla.	-	76
3.7.6. Análisis de costos directos de fletes.	-	76
CONCLUSIONES CAPÍTULO 3	-	79
REFERENCIAS CAPÍTULO 3	-	80

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	HOJA
CAPÍTULO 4 SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE PILAS	- 81
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 4	- 81
4.1. Seguridad	- 82
4.2. Accidentes	- 83
4.3. Salud e higiene	- 85
4.4. Incremento de la productividad mediante el control de riesgos	- 87
4.5. Actos inseguros	- 88
4.6. Medidas de seguridad durante la construcción de pilas	- 89
4.6.1. Perforación	- 90
4.6.2. Fabricación de pilas	- 92
4.6.3. Maniobras generales en obras de cimentación profunda	- 93
4.6.4. Equipo de protección personal	- 95
4.6.5. Recomendaciones para el manejo seguro de herramientas manuales	- 98
4.6.6. Precauciones con grúas	- 101
4.6.6.1. Recomendaciones generales	- 101
4.6.6.2. Reglas generales de seguridad	- 101
4.6.6.3. Trabajos cerca de líneas de alta tensión	- 106
4.6.6.4. Seguridad en la pluma de la grúa	- 108
4.6.7. Perforadoras	- 112
4.6.7.1. Perforadoras sobre grúas	- 114
4.6.8. Señalización en obras de construcción de pilas	- 117
CONCLUSIONES CAPÍTULO 4	- 125
REFERENCIAS CAPÍTULO 4	- 126
CONCLUSIONES GENERALES	- 127
BIBLIOGRAFÍA	- 129

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Los retos más importantes en la actualidad para la construcción en general, y particularmente para la de pilas coladas en el lugar son el tiempo, el costo y la calidad. La base para poder combinar de manera óptima los factores antes mencionados se encuentra en el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos.

Ese conocimiento y dominio permitirán solucionar los retos de tiempos de ejecución, ya que se emplearán los recursos necesarios para obtener los rendimientos óptimos y concluir en tiempo los trabajos. Los costos se verán beneficiados por la selección de los equipos adecuados, mano de obra calificada y aplicación de las medidas de seguridad necesarias en la ejecución de los trabajos. También la calidad de los trabajos será el reflejo de la correcta ejecución de los procedimientos constructivos.

Los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar están íntimamente ligados al comportamiento posterior que los elementos tendrán en su vida útil, por lo que debe tenerse en cuenta la importancia de su correcta ejecución. Por otra parte, esos procedimientos tienen ventajas en rapidez, fácil control, eliminación de vibraciones y de ruidos excesivos, en comparación con la construcción de otro tipo de cimentaciones profundas.

Esta Tesis pretende demostrar que el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos para pilas coladas en el lugar son la base para solucionar los problemas de tiempo, calidad y costo. Además se pretende con esta Tesis proporcionar una guía práctica de los métodos más comunes, señalando las etapas de los procedimientos constructivos y los posibles problemas que se pueden enfrentar en su realización. Se hace énfasis, además, en que la correcta construcción de las pilas conducirán a un comportamiento adecuado y previsto en el diseño.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La Tesis trata en forma descriptiva los distintos métodos de construcción de pilas coladas en el lugar, compara algunos procedimientos mal ejecutados y explica los resultados que se pueden obtener; además de mencionar ventajas con respecto a otros procedimientos constructivos de cimentaciones profundas.

Los métodos de construcción de pilas coladas en el lugar, tratados son:

- Método seco.
- Método con ademe metálico.
- Método con lodo desplazado.
- Método empleando polímeros.

Como se mencionó anteriormente, la Tesis también pretende ser una guía práctica para supervisores dedicados a la construcción de pilas coladas en el lugar, por lo que dedica un capítulo a señalar los aspectos relevantes a tomar en cuenta de materiales de construcción y procedimientos constructivos.

En la Tesis se engloban los aspectos de costos de equipo, mano de obra y materiales que intervienen en la construcción de pilas coladas en el lugar, con datos relativamente recientes (año 2000), y se señala un factor de actualización de costos a el año 2002 de 1.30. Y se tratan los costos de:

- lodos bentoníticos,
- perforaciones en distintos tipos de suelos,
- ampliación en la base de las pilas,
- colocación de acero y concreto,
- fletes.

Es importante recalcar la necesidad de conocer todos los factores (mano de Obra, materiales y equipos) que participan en el costo de la construcción de pilas coladas en sitio y que deben estar integrados correctamente en los análisis de costo de sus conceptos. De ahí la importancia del capítulo de costos, que pretende mostrar en forma explícita los análisis y razonamientos para la integración de éstos, apegándose a los procedimientos ya descritos.

Por último para reafirmar que la seguridad en la construcción de las pilas coladas en el lugar aumentan la productividad y calidad de los mismos y señalar que debe tomarse como parte integral de los procedimientos constructivos, se dedica un capítulo a los siguientes aspectos:

- Seguridad
- Accidentes.
- Salud e Higiene.
- Incremento de la productividad mediante el control de riesgos.
- Actos inseguros.
- Medidas de seguridad durante la construcción de pilas.
- Señalización en las obras de construcción de pilas.

Debe hacerse énfasis en que este capítulo no puede entenderse como independiente a los procedimientos constructivos, ya que en la medida en que los profesionales de la construcción comprendan que la seguridad debe ser parte de cada actividad que se realiza en cualquier procedimiento, se obtendrán mejores resultados en productividad, calidad, costos y tiempos de ejecución. Estos conceptos son el objetivo principal de este capítulo y contribuyen a enriquecer los procedimientos constructivos ya mencionados.

Conjuntando todos los aspectos mencionados en esta Tesis, puede defenderse la propuesta que señala que el dominio y conocimiento pleno de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar son la base para alcanzar los objetivos de tiempo, costos y calidad, que este tipo de elementos enfrenta en la actualidad.

Para la elaboración de esta Tesis se consultaron fuentes de investigación obtenidas de la bibliografía existente en la Biblioteca de la Universidad Nacional y de la Cámara de la Industria de la Construcción, apuntes del curso de Construcción de Cimentaciones y la experiencia propia del autor.

# **CAPÍTULO 1: CONSTRUCCIÓN DE PILAS COLADAS EN EL LUGAR.**

## **INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO 1.**

La hipótesis que pretende defender este trabajo de investigación es la de señalar que los retos más importantes en la actualidad para la construcción de pilas coladas en el lugar son el tiempo, el costo y la calidad. Y la base para poder combinar de manera óptima los factores antes mencionados se encuentra en el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos.

Este capítulo tiene como objetivo el mostrar la descripción de los procedimientos constructivos de los métodos que se emplean en la construcción de pilas. Descripciones que son el resultado de el análisis y la comparación de los procedimientos propuestos por los autores que señala la bibliografía indicada al final de este trabajo y la experiencia propia del autor de esta Tesis. Y en donde podemos darnos cuenta de que la aplicación de un método en específico depende del tipo y las condiciones del suelo en donde se pretenda realizar los trabajos, ya que la secuencia principal de éstos es la misma y solo varía en actividades por el método que se este aplicando; y que son:

- lodos bentoníticos,
- perforaciones en distintos tipos de suelos,
- ampliación en la base de las pilas,
- colocación de acero y concreto,
- fletes.

Por lo que el presente capítulo aporta las bases para el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar; y por consiguiente es la base de esta Tesis.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Las pilas coladas en sitio se construyen en una perforación usualmente hecha con equipo especializado, colocando el refuerzo y llenándola con concreto fresco. El comportamiento de este tipo de cimentación está estrechamente ligado a los procedimientos constructivos. Entre las principales ventajas que tiene en comparación con otros procedimientos constructivos de cimentaciones profundas están la rapidez de ejecución, la disminución de vibraciones, ruidos y la disminución de asentamientos y expansiones.

## 1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN:

A continuación se describen los aspectos sobresalientes de cuatro métodos constructivos de pilas coladas en el lugar.

### 1.1.- Método seco

El método se aplica en suelos arcillosos homogéneos y firmes, arenas compactas cementadas y rocas blandas que se encuentren por arriba del nivel freático y donde no existe el peligro de derrumbe o socavación al hacer la perforación. También puede aplicarse al caso de suelos bajo nivel freático donde la permeabilidad es muy reducida y la filtración a la perforación es mínima mientras ésta permanece abierta, o bien se confina con ademe metálico.<sup>1</sup>

El equipo de perforación se coloca en el (los) punto (s) que señale (n) el proyecto (localización), para cada pila, asegurando la verticalidad del equipo que garantice también la verticalidad de la perforación. Es importante la adecuada selección de la broca y herramienta de limpieza que se vaya a utilizar

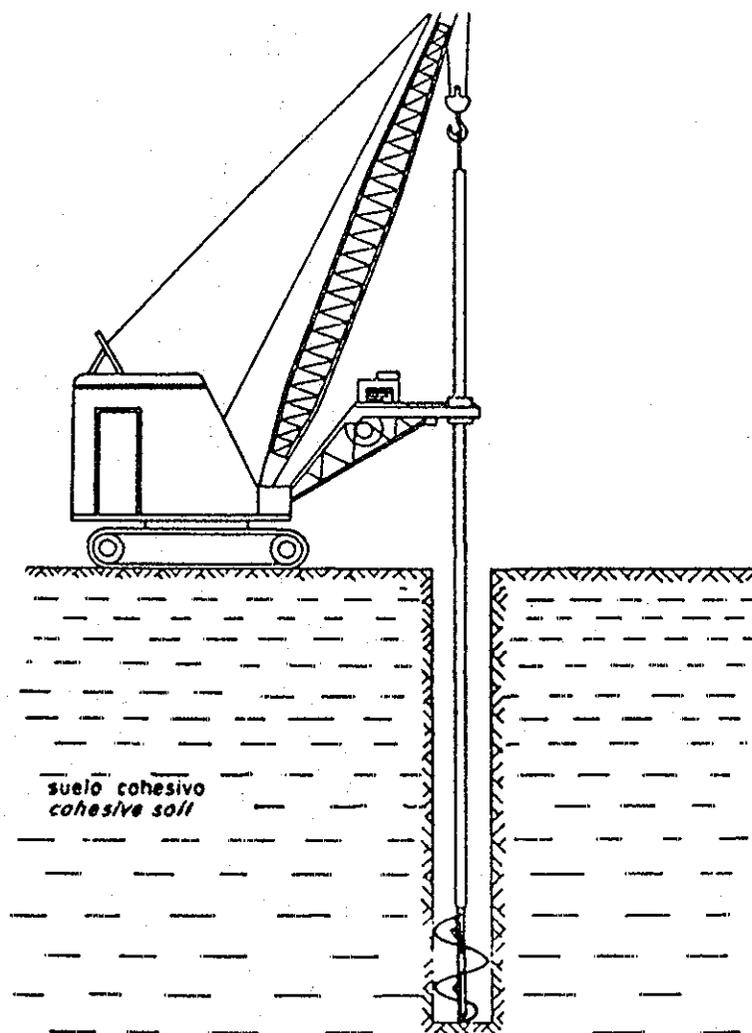
El barreno se lleva hasta la profundidad total especificada en el proyecto, verificando las condiciones de los suelos encontrado en la excavación y el estrato de apoyo. Un ejemplo del proceso de excavación se localiza en la Fig. 1.1.

---

<sup>1</sup> Cf. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976, 35 págs.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.1  
PROCESO DE EXCAVACIÓN



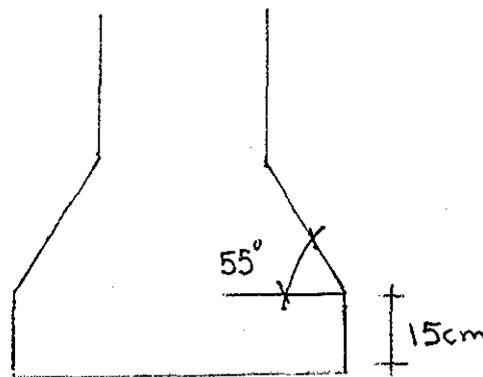
Fuente: Ejemplo de proceso de excavación, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El tiempo requerido para efectuar la excavación dependerá de las condiciones del suelo (materiales que deben atravesarse) y de la geometría de las perforaciones. Una perforación de diámetro grande y de gran profundidad requerirá más tiempo para su ejecución. Pueden efectuarse perforaciones hasta de 3.0 metros de diámetro y 35 m de profundidad.

En caso de que el proyecto señale campanas en la base de las pilas, una vez alcanzada la profundidad de perforación de las campanas, se emplearán ampliadores o ensanchadores para formar las campanas. Para la construcción deben tomarse en cuenta las siguientes especificaciones:<sup>2</sup>

Figura 1.1. a  
ESPECIFICACIONES DE CAMPANA.



Fuente: SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983

Se debe efectuar la completa limpieza del fondo de la perforación, ya que de no hacerlo el material suelto que queda en él puede ocasionar asentamientos posteriores no previstos en el diseño o contaminar el concreto, debilitando a la pila en ese punto.

<sup>2</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una vez limpio el fondo se coloca el acero de refuerzo que indique el proyecto, empleando el equipo adecuado para su introducción en una sola pieza. Además, deberá asegurarse el recubrimiento mínimo del acero y el centrado del mismo; esto se puede lograr con separadores cilíndricos de concreto (rodetes) los cuales ayudan a la colocación del acero sin provocar arrastres en las paredes de la perforación. Se debe fijar correctamente el acero, para que en la colocación del concreto éste no flote y se mueva de su posición definitiva. La Fig. 1.2 muestra aspectos de la colocación del acero de refuerzo.

Por último, se procede a la colocación del concreto dentro de la perforación, para lo cual debe emplearse un sistema de tolva y tuberías Tremie. Se debe verificar previamente la correcta unión entre los distintos tramos de tubos Tremie. El concreto se colocará sin disgregarlo ni contaminarlo; esto se logra colocando la tubería antes del colado a unos 30 cm de altura del fondo y empleando un balón de látex (diablito) al comenzar el vaciado del concreto. El concreto deberá tener un revenimiento mínimo de 15 cm para asegurar que fluya dentro de toda la excavación y un agregado máximo que pueda pasar por los espacios libres más pequeños del acero de refuerzo.<sup>3</sup>

El nivel final del concreto deberá corresponder al nivel del proyecto más 30 cm que se descabezarán.

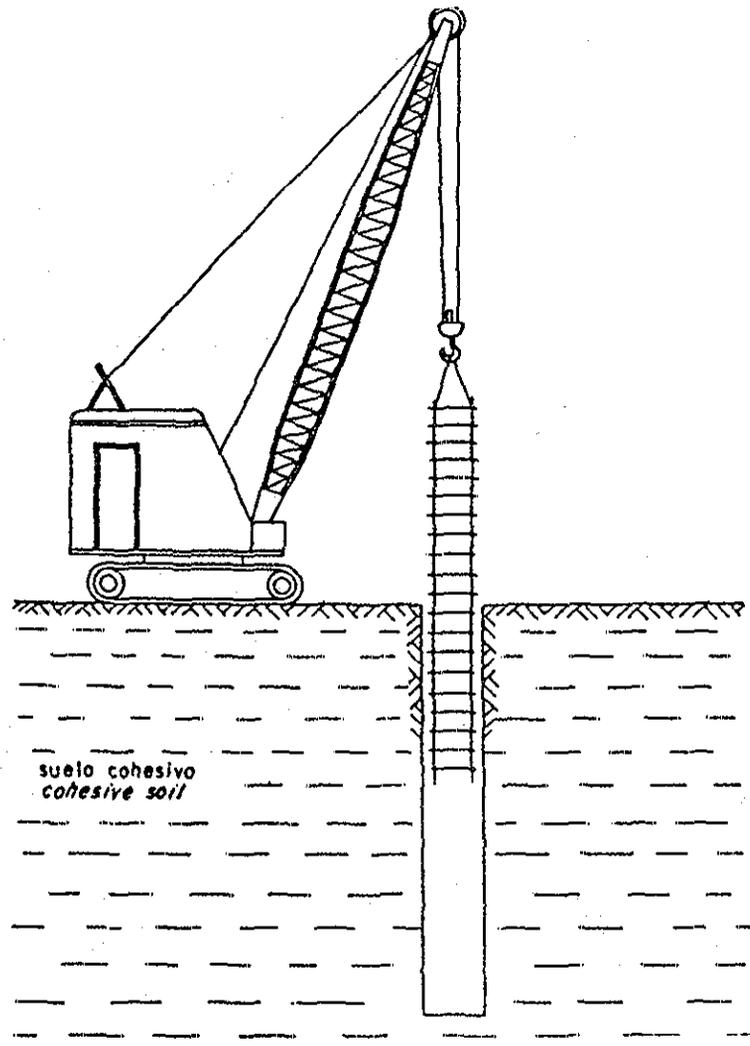
La Fig. 1.3 muestra la colocación del concreto en el método seco y la Fig. 1.4 muestra un ejemplo de pila terminada.

---

<sup>3</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig 1.2  
COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.



Fuente: Ejemplo de colocación de acero, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*. México, 1976

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 13  
COLOCACIÓN DE CONCRETO.

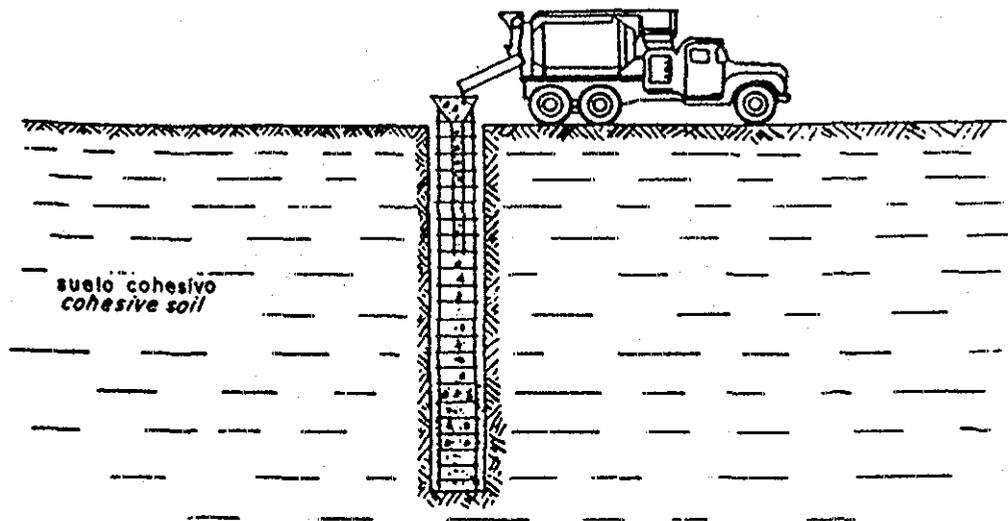
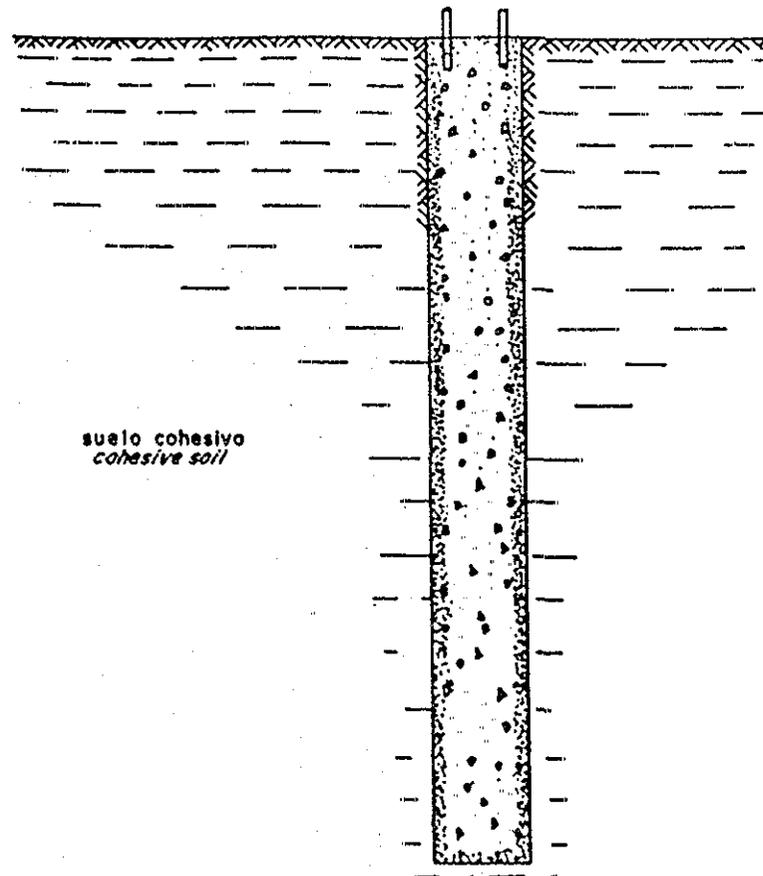


Fig. 13 Método seco, colado  
*Dry method, placing concrete*

Fuente: Ejemplo de colocación de concreto, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig 14  
PILA TERMINADA



Fuente: Ejemplo de pila terminada, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS,  
*Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 1.2.- Método con ademe metálico

El ademe metálico se emplea cuando por las condiciones del suelo pueden ocurrir derrumbes o deformaciones, excesivas de la perforación, como es el caso de suelos granulares (gravas, arenas, limos no plásticos) o cohesivos con lentes de suelos granulares, que en presencia de agua (nivel freático) pueden generar filtraciones y arrastre de partículas de suelo hacia el interior de la excavación haciendo inestables sus paredes. También se aplica en los mismos suelos sin presencia del nivel freático, pero que se encuentren muy sueltos, por lo que se ocasionan derrumbes y grandes huecos en la perforación que puedan alterar de manera importante las dimensiones de proyecto, además de constituir un gran riesgo del proceso constructivo.<sup>4</sup>

El ademe se emplea sin la ayuda de lodos o polímeros cuando el suelo que provoca la inestabilidad es relativamente superficial, de corta longitud y sin presencia de nivel freático, de manera que la zona inestable del suelo pueda ser cubierta en toda su longitud por el ademe.

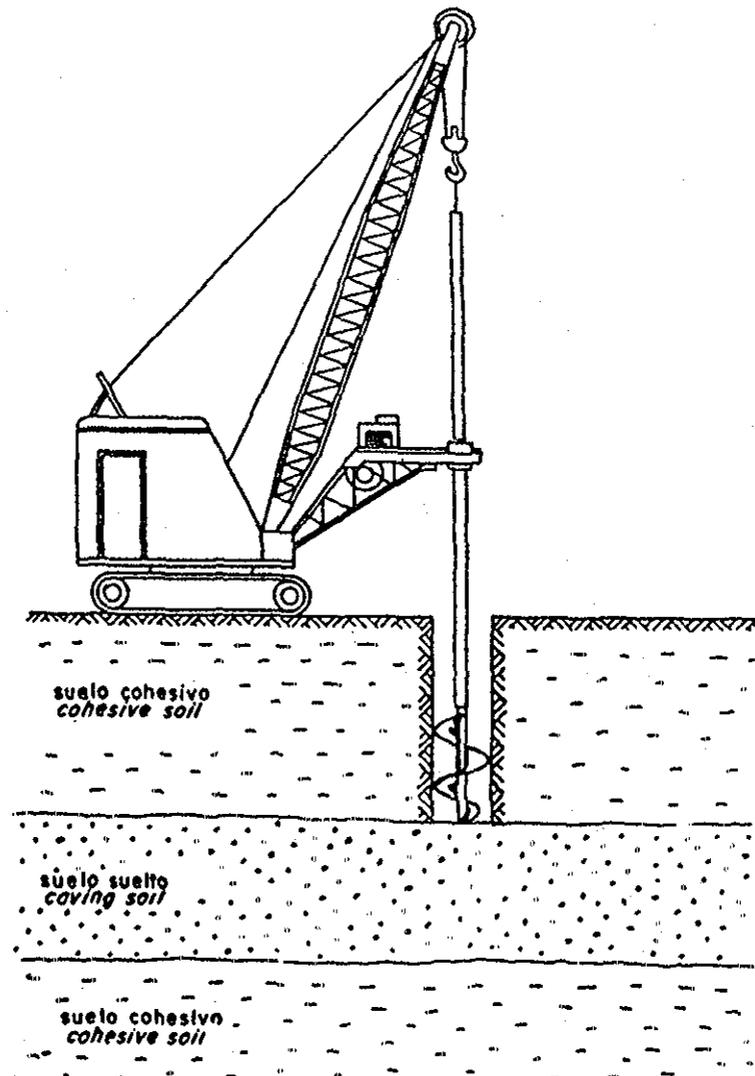
Se procede a la localización de la pila de acuerdo al proyecto y a la colocación del equipo de perforación ( Fig. 1.5 ), para comenzar ésta. Se deberá verificar la verticalidad del equipo. Una vez atravesado el estrato de suelo inestable se perfora una poca longitud en el material impermeable para posteriormente colocar el ademe ( Fig. 1.7 ), lo cual se efectúa de acuerdo al equipo disponible en obra. Puede colocarse por medio de la barra prismática giratoria (kelly), con equipo vibratorio (para lo cual debe verificarse cualquier efecto indeseable en las construcciones vecinas) o empleando una grúa para colocar un ademe de menor diámetro que el de la excavación. En este último caso se utilizará arena fina para rellenar los espacios que quedan entre el ademe y el suelo, lo que ayuda a no tener un consumo excesivo de concreto y a acercarse más a las dimensiones de proyecto.

---

<sup>4</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976, 35 págs.

Cfr. PECK B., Ralph, *Ingeniería de Cimentaciones*, 2ª edic., Limusa, México, 1994, 13 págs.

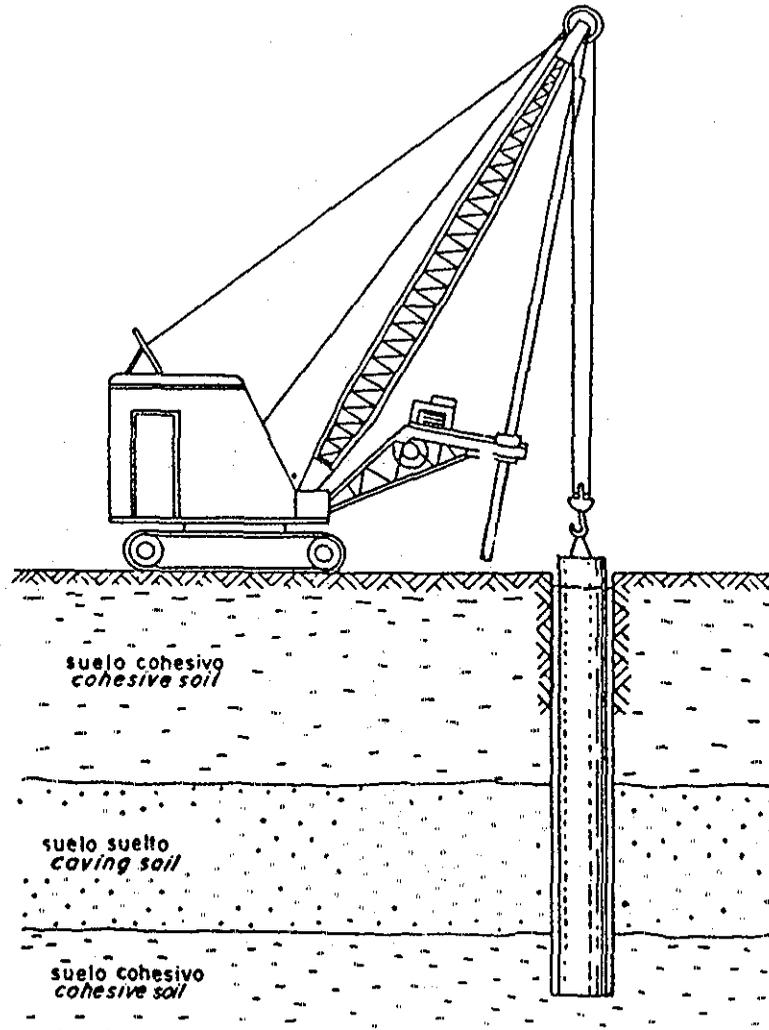
Fig. 1.5  
INICIO DE PERFORACIÓN PARA EMPLEAR ADEME.



Fuente: Ejemplo de inicio de perforación para emplear ademe, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.7  
COLOCACIÓN DE ADEME EN LA PERFORACIÓN



Fuente: Ejemplo de colocación de ademe en la perforación, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

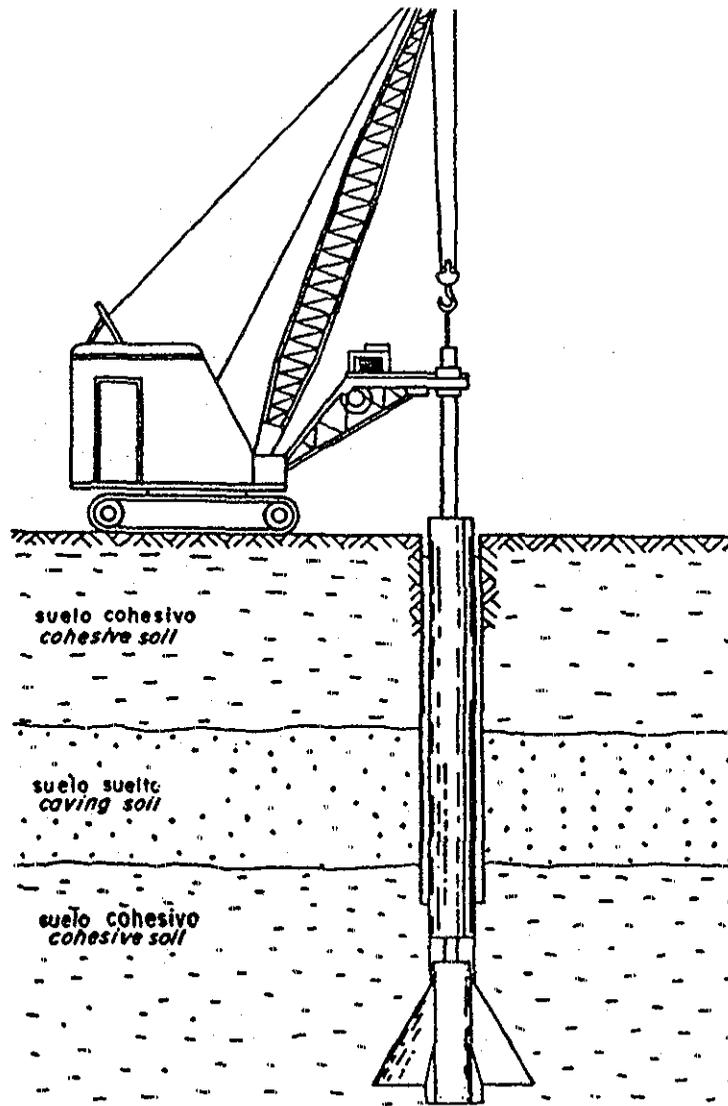
Una vez colocado el ademe, se continua la perforación hasta alcanzar la capa de apoyo de proyecto; en su caso se puede ensanchar la base con un bote ampliador ( Fig. 1.10 ).

Se continúa con la limpieza del fondo de la excavación para posteriormente colocar el acero de refuerzo y del concreto, de una manera similar a la que se señalo en el método seco ( Fig. 1.11 ).

Enseguida se procede a recuperar el ademe (Fig. 1.12 ). Este proceso se puede iniciar desde el procedimiento de colocación del concreto, ya que una vez colocado parte del concreto, puede aflojarse un poco el ademe para asegurar su recuperación; luego de terminado el colado se recupera totalmente el ademe. En el proceso debe tenerse mucho cuidado de no contaminar el cuerpo de la pila, ya que un movimiento brusco en el ademe puede provocar que las paredes de la perforación en las zonas de mayor inestabilidad penetren en el cuerpo de la pila contaminándola y formando una discontinuidad del elemento.

También debe cuidarse el tiempo de colocación de concreto, ya que de prolongarse mucho, el ya colocado puede empezar a fraguar haciendo más difícil la maniobra de recuperación del ademe. En la Fig. 1.13 se muestra la pila terminada.

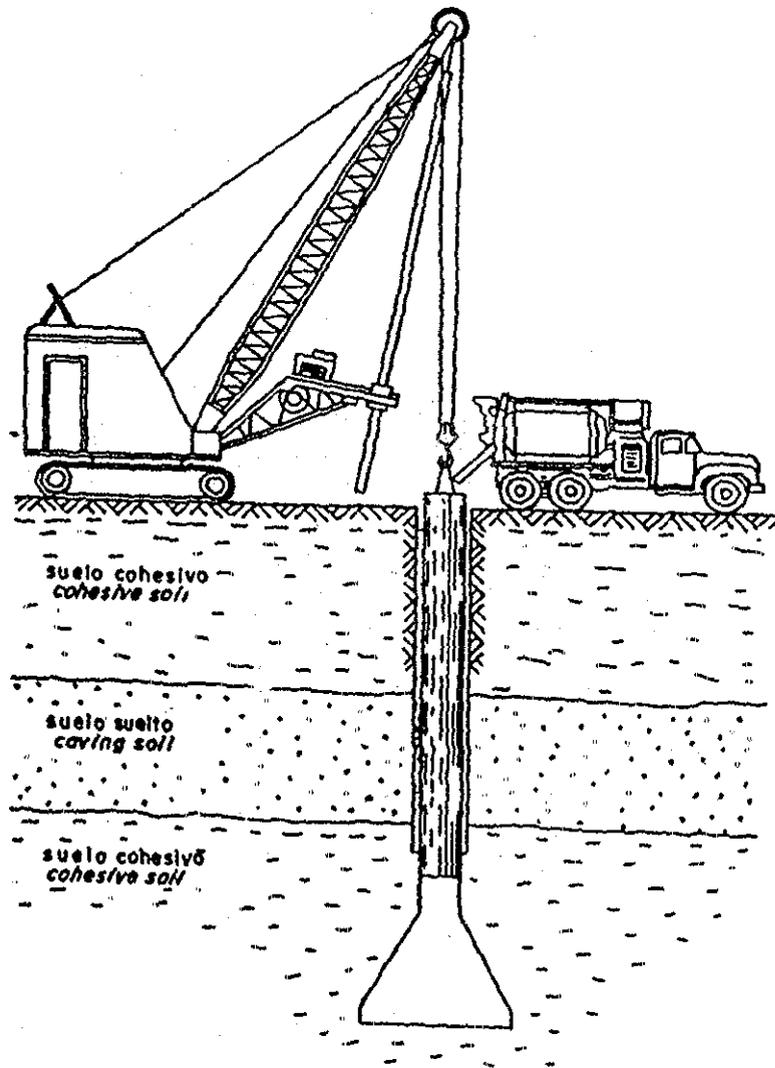
Fig. 1.10  
EMPLEO DE EQUIPO PARA FORMACIÓN DE CAMPANA.



Fuente: Ejemplo de formación de campana, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

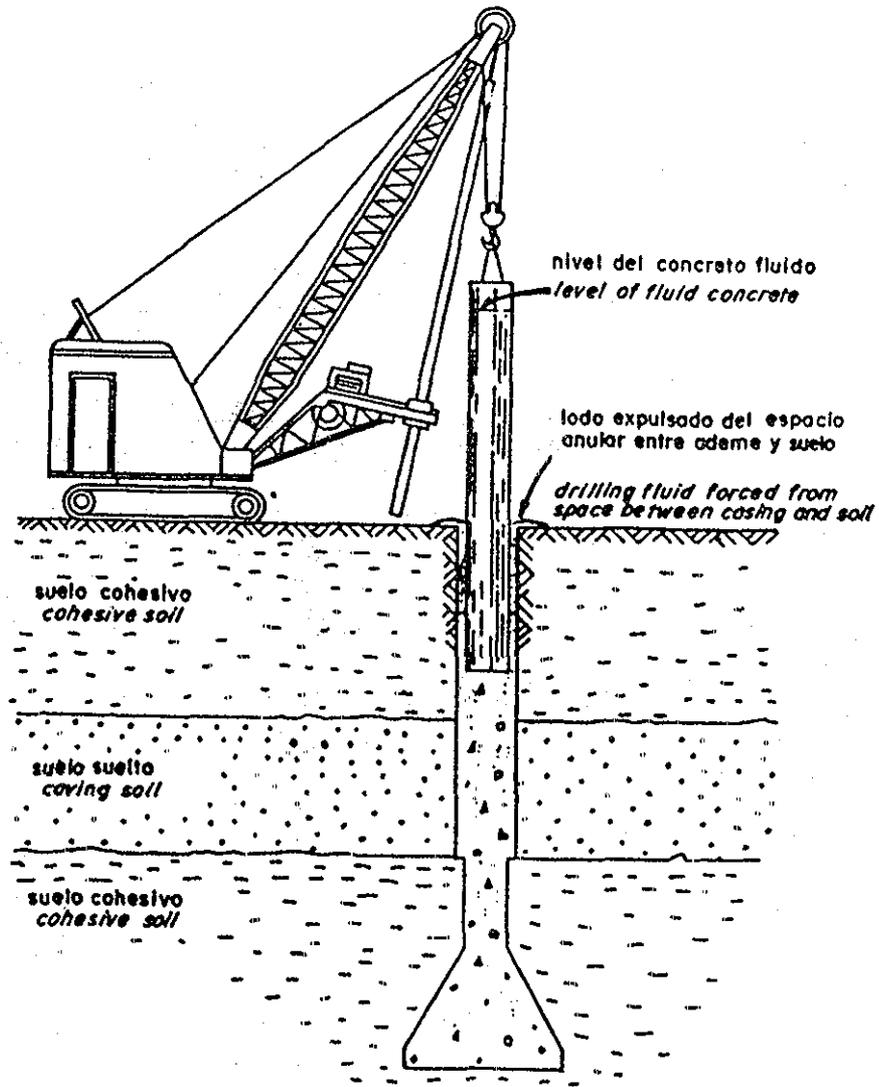
Fig. 111  
COLOCACIÓN DE CONCRETO EN PILA CON ADEME.



Fuente: Ejemplo de colocación de concreto en pila con ademe, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

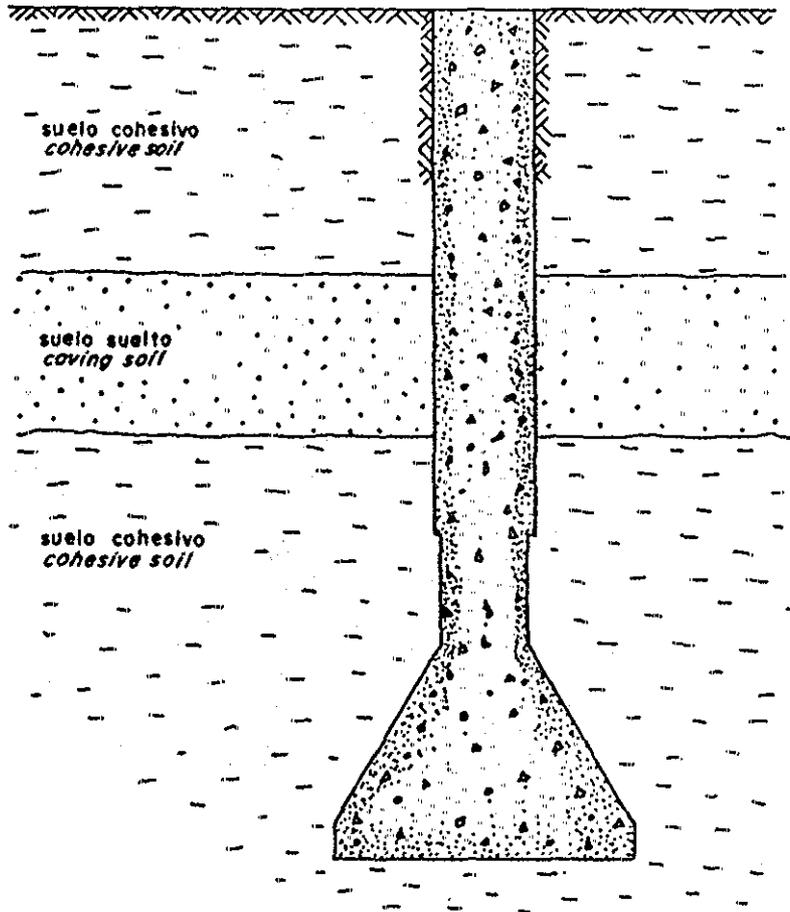
Fig 1 12  
RECUPERACIÓN DEL ADEME METÁLICO



Fuente: Ejemplo de recuperación de ademe, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.13  
PILA CON CAMPANA TERMINADA.



Fuente: Ejemplo de pila con campana terminada, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1. 3. Método con lodo desplazado.

Este método se utiliza cuando existen depósitos de suelos granulares inestables bajo el nivel freático (NF) y se pueden presentar de los siguientes casos:

1.- El estrato inestable de material granular, es relativamente superficial y esta muy suelto. Las propiedades del lodo ayudan a sostener las paredes de las perforaciones.<sup>5</sup>

2.- el estrato inestable se encuentra muy profundo o se presenta intermitentemente a lo largo de la perforación, en forma de lentes entre suelos impermeables, por lo que no es posible tener un ademe de toda la longitud de la perforación. Por la longitud e inestabilidad de las paredes será necesario utilizar lodo para mantener la estabilidad de sus paredes, incluso antes de introducir un ademe.

El proceso constructivo se inicia como en el método seco (verificando la localización y verticalidad) hasta encontrar la formación de suelo inestable. A esa profundidad, la estabilidad de la perforación, de las paredes de la excavación se asegurará introduciendo el lodo bentonítico, cuidando que este tenga la altura necesaria para asegurar una presión determinada sobre las paredes. Luego se continua la perforación vaciando lodo a medida que se avanza en aquella.

La perforación debe mantenerse en todo momento llena del lodo, de manera que la columna de éste ejerza la presión necesaria para poder mantener la estabilidad en las paredes de la perforación.

El lodo debe cumplir con los valores de viscosidad, densidad, contenido de arena y pH especificados en la Tabla 1.1.

---

<sup>5</sup> Cf. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976, 45 pág

**Tabla 1.1 Propiedades y rangos de valor de los lodos de estabilización**

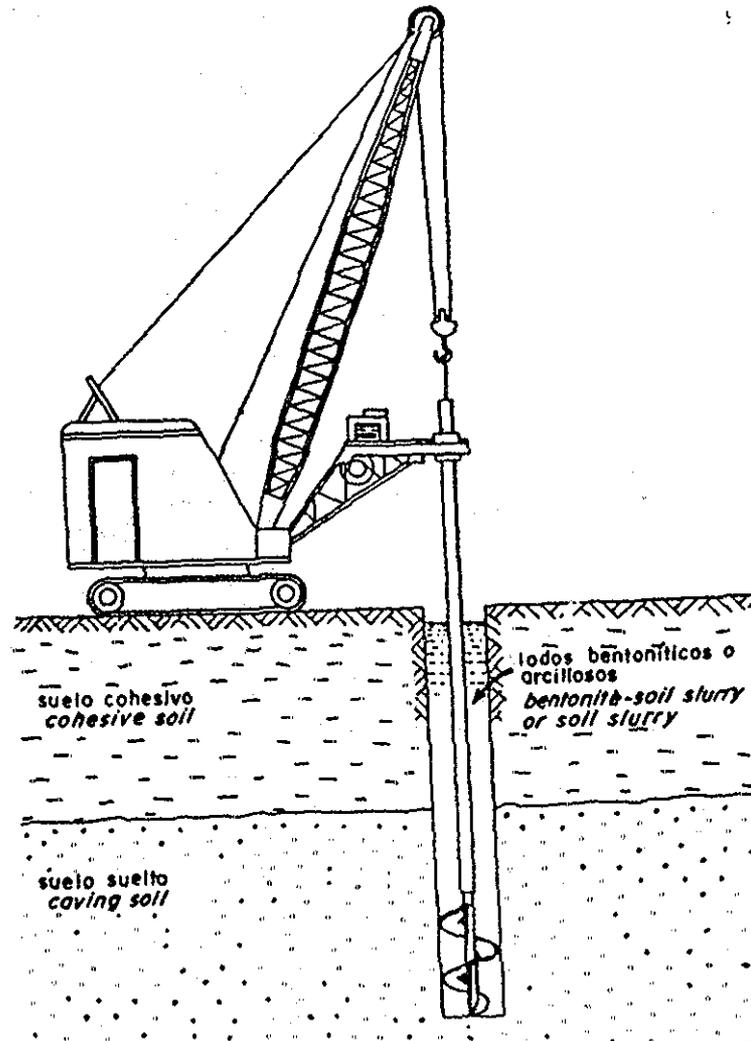
Propiedad.	Equipo de Medición.	Rango de Valores.
1.- Densidad	Balanza de Lodos.	1.02 a 1.04 gr/cm <sup>3</sup>
2.- Viscosidad Marsh.	Cono Marsh.	35 a 60 segundos.
3.- Viscosidad Plástica.	Viscosímetro rotacional	10 a 25 centipoises.
4.- Contenido de arena.	Malla # 200	menor al 3%
5.- pH	Papel Indicador	de 7 a 10

Fuente: Propiedades y rangos de valor de los lodos de estabilización, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

El lodo deberá verificarse periódicamente antes de reutilizarse en una nueva perforación, ya que de no cumplir con las propiedades antes citadas deberá desecharse en un lugar autorizado por las autoridades de la SEMARNAP, previamente determinado. Además, debe tenerse cuidado en el equipo utilizado, ya que de ser necesario perforar un estrato de arcilla, se escogerá una broca y una barrena que permitan el libre flujo del lodo con el fin de evitar la formación de un vacío debajo de la broca y el consecuente derrumbe de las paredes de la excavación. La Fig. 1.14 muestra un ejemplo de la perforación en lodos.

Terminada la perforación, y realizada la limpieza del fondo, se procederá a colocar el acero de refuerzo en la perforación llena de lodo. La colocación del acero debe cumplir con lo especificado en los procedimientos anteriores (recubrimiento, centrado y acero de proyecto); pero además deberá tomar en cuenta que no podrán transcurrir más de cuatro horas después de la colocación del acero para efectuar la colocación del concreto; de no hacer esto, se corre el riesgo de que se presenten caídos en la perforación. La Fig. 1.15 muestra la colocación del acero en el método del lodo.

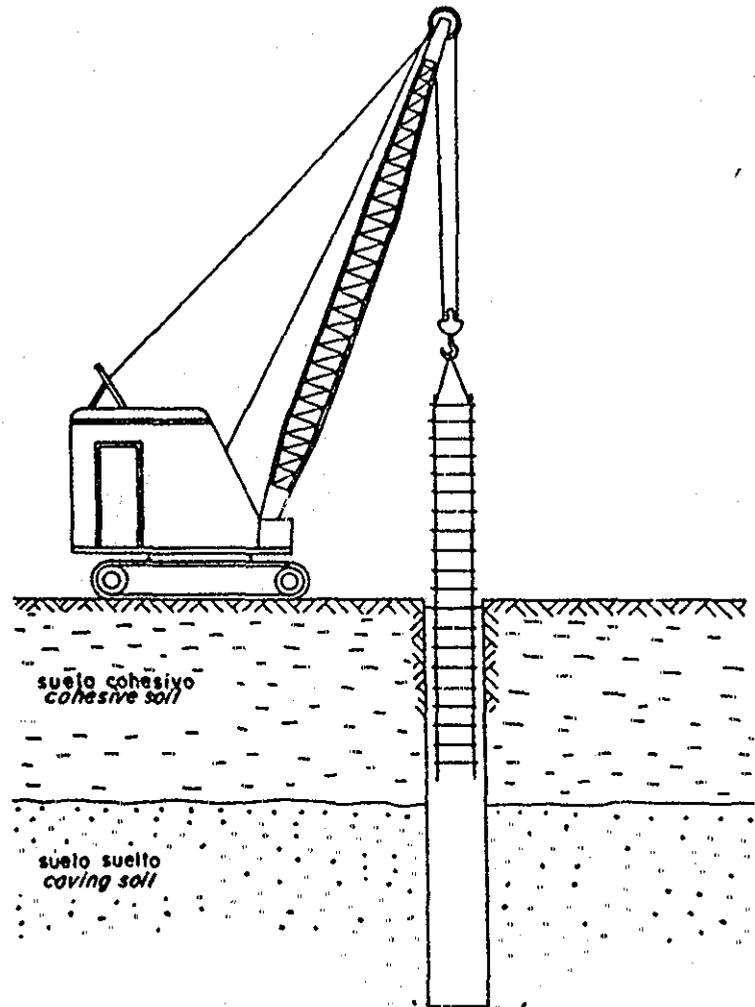
Fig. 1.14  
PERFORACIÓN EMPLEANDO LODOS.



Fuente: Ejemplo de perforación empleando lodos, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.15  
COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EMPLEANDO LODOS.



Fuente: Ejemplo de colocación de acero en el método de lodos, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Terminada la colocación del acero de refuerzo se vaciará el concreto con la tubería Tremie acoplada en tramos, los cuales deberán estar completamente limpios y sellados en sus uniones con el fin de evitar la contaminación del concreto. Colocada la tubería Tremie en la perforación, se coloca la tolva de recepción del concreto y se inicia el vaciado de éste, previa colocación del balón de látex (diablito). Se deberá tener en cuenta que la tubería deberá estar despegada unos 30cm del fondo antes de colocar el primer concreto. El tubo Tremie debe de mantenerse dentro del concreto hasta el final del colado, ya que de no ser así se contaminará éste al mezclarse con el lodo en el instante en que se pretenda reincorporar el tubo al concreto.

El concreto debe tener un revenimiento mínimo de 15 cm para asegurar su correcta colocación y distribución dentro de toda la excavación, también debe tener un tamaño máximo del agregado que le permita pasar sin dificultad a través del acero de refuerzo para dar el recubrimiento especificado en el proyecto.<sup>6</sup>

La colocación del concreto debe ser continua, ya que de no ser así pueden presentarse los siguientes problemas:

- Formación de juntas frías en las pilas.
- Problemas al intentar recuperar el ademe, debido a que una parte del concreto ya comenzó su fraguado inicial.
- Pérdida de la adherencia pila-suelo al provocar un desplazamiento en ésta por la recuperación del ademe.
- Contaminación en un punto de la pila en donde ya se formó una junta fría y se pretende continuar el colado.
- Certeza de una zona de discontinuidad en la pila por retardo excesivo en su colado.

---

<sup>6</sup> Cf. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

Para terminar el proceso de colocación del concreto debe asegurarse que éste se encuentre sano hasta el nivel del desplante de la pila, por lo que se puede seguir cualquiera de los dos siguientes opciones:

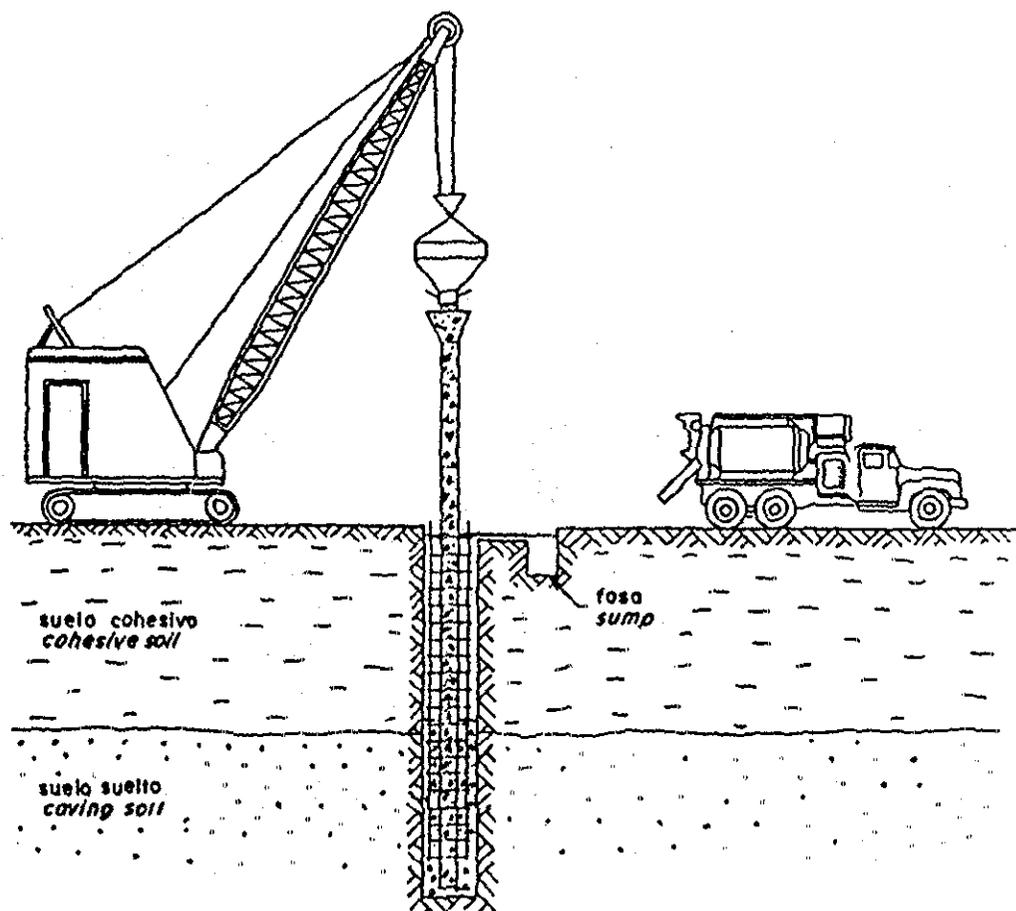
1.- Si en nivel de terreno es el mismo que el de la cabeza de la pila, se deberá continuar colocando concreto hasta asegurar que la parte que salga de la excavación sea concreto sano. Esto evitará un descabece excesivo, que en ocasiones es más costoso, por que implica descabezar, excavar, cimbrar y colar la parte que resultó contaminada de la pila; ocasionando:

- Retrasos en el procedimiento constructivo.
- Costos adicionales de construcción.
- Elementos con zonas de discontinuidades cercanas a la unión con las zapatas-cabezal o traveses de cimentación.

2.- Si la cabeza de la pila está localizada abajo del nivel del terreno, en el que se realiza el proceso constructivo, se deberá dejar el nivel del concreto unos 30 a 50 cm arriba del correspondiente al proyecto para asegurar la calidad del concreto en la pila.

La Fig. 1.16 muestra la colocación del concreto en el método de lodos, la Fig. 1.17 las diferentes brocas para excavación y la Fig. 1.18 los distintos tipos de botes empleados en la excavación.

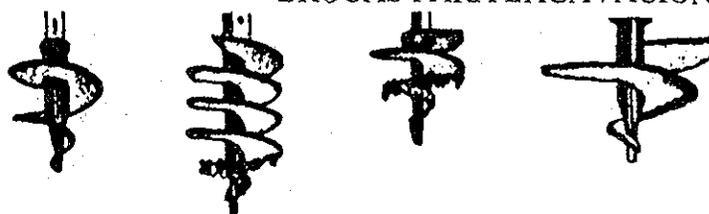
Fig. 1.16  
COLOCACIÓN DE CÓNCRETO EN EL MÉTODO DE LODOS.



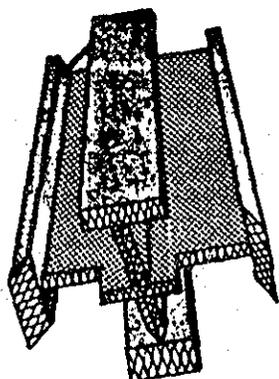
Fuente: Ejemplo de colocación de concreto en el método de lodos, SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

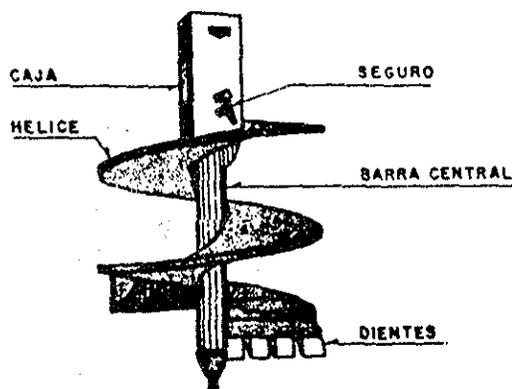
Fig. 1.17  
BROCAS PARA EXCAVACIÓN.



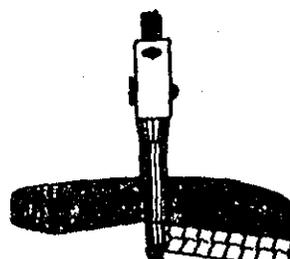
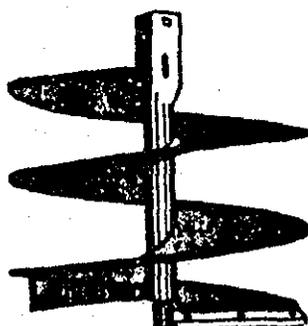
CONICAS



TREPANO



CILINDRICAS



Fuente: SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.18  
BOTES PARA EXCAVACIÓN

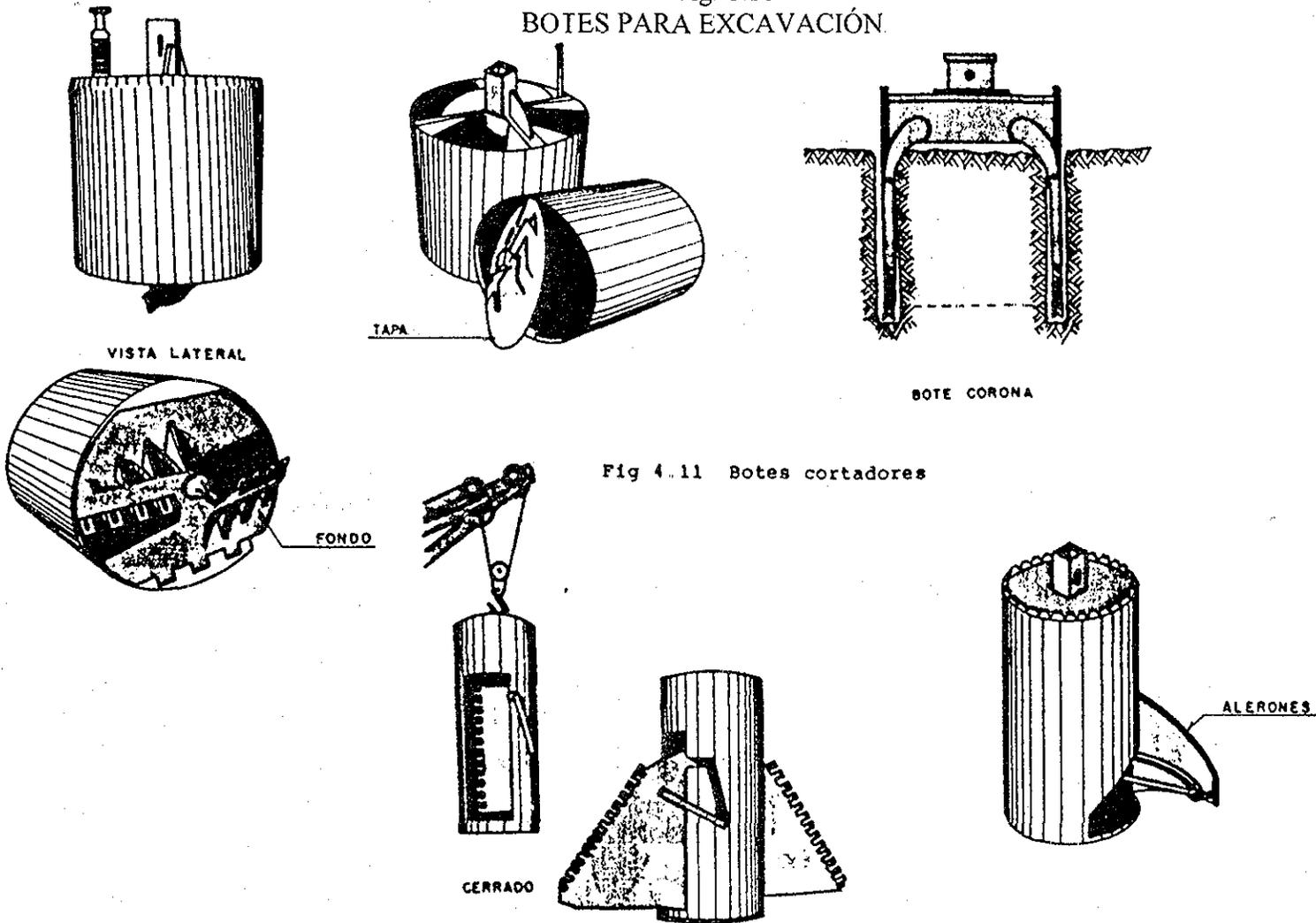


Fig 4.11 Botes cortadores

Fuente: SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 1.4. Método con polímeros

Los polímeros se emplean con el mismo procedimiento constructivo y para las mismas circunstancias que el método con lodo desplazado ( véase 1.1.3). Aunque su función es la misma, tienen las siguientes diferencias:<sup>7</sup>

##### 1.- Seguridad ambiental:

- No contiene componentes que generen contaminación.
- Es biodegradable al contacto con cloro, calcio o con soluciones de pH menor de 4.
- Requiere de concentraciones de aditivos en peso de 0.1 %.
- No son necesarios manejos especiales de seguridad para este tipo de material.

##### 2.- Mejorías en el proceso de construcción:

- Tiene un 15% de mayor capacidad de estabilización que la bentonita.
- Produce una floculación que elimina el uso de desarenador.
- No reacciona con arcillas o sales.
- Puede emplearse inmediatamente después de ser mezclado.
- Elimina la necesidad de almacenamiento y transporte para su desecho, ya que se puede tirar directamente al drenaje.
- El espacio de almacenamiento y tratamiento requerido es de 1/10 comparado con la bentonita.
- El costo de recirculación puede reducirse en un 25%.

El polímero estabilizador de suelos está estructurado a base de moléculas de poliacrilamida, que son moléculas formadas por la adición de grupos simples repetitivos de monómeros.

---

<sup>7</sup> Cfr. *Soild stabilizing Fluid* ( Revista de Polymer Drilling Sistems), USA, 1991.

**Tabla 1.2 Propiedades y rangos de valor de los polímeros**

Propiedades	Rango de Valores
pH	8 a 10
Viscosidad	55 a 60
Nivel Estático del Agua	1.2m mínimo.

Fuente: propiedades y rangos de valor de los polímeros, *Soil Stabilizing Fluid* ( Revista de Polymer Drilling Systems), USA, 1991.

El polímero es capaz de producir 800 partes de líquido estabilizador por una de polímero puesto en la mezcla con el agua.<sup>8</sup>

### 1.5. Ventajas de pilas coladas en sitio

En ciertas condiciones del subsuelo, y para algunas superestructuras, las cimentaciones a base de pilas coladas en el lugar ofrecen ventajas, entre las cuales pueden mencionarse:

- 1.- Construcción relativamente rápida.
- 2.- Verificación constante en las condiciones del subsuelo.
- 3.- Posibilidad de modificar la geometría de la cimentación.
- 4.- Reducción de efectos de asentamientos y expansión en la superficie.
- 5.- Reducción de ruidos y vibraciones excesivas.
- 6.- Mayor capacidad de carga en comparación con pilotes.
- 7.- Facilidad de revisar la excavación en el caso del método seco.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Cfr. *Soil Stabilizing Fluid* (Revista de Polymer Drilling Systems), USA, 1991.

<sup>9</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1.

PRIMERA: Reafirmar que el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar, son la base a los problemas de tiempo, costo y calidad; que enfrentan en la actualidad éstos procesos constructivos.

SEGUNDA: El hecho de conocer la manera correcta de ejecutar los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar, tanto como los posibles errores y consecuencias que estos traerán a el comportamiento de los elementos ya en función; constituye una guía práctica para el profesional dedicado a la construcción y supervisión.

TERCERA: El constructor al conocer las ventajas de estos procedimientos constructivos con respecto a otros, podrá hacer uso de estos para mejorar los tiempos de ejecución, la calidad de los elementos terminados y la conservación de un medio ambiente más sano.

CUARTA: El constructor debe tomar en cuenta, la importancia de la relación que tiene la correcta ejecución de los procedimientos constructivos con el comportamiento esperado en el diseño del elemento.

Debe tenerse en cuenta que en esta Tesis que no se logró profundizar en el análisis de la maquinaria y equipo empleado para estos trabajos, y su posible mejoramiento para aumentar la productividad, seguridad y disminuir el costo de la renta o adquisición de los mismos. Por lo que esta puede ser una línea de investigación que puede ser empleada en futuras Tesis.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 1.**

(1,4,5,9) SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, Cimientos profundos colados en sitio, México, 1976.

(2,3,6) SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes, 1983.

(4) PECK B., Ralph, Ingeniería de Cimentaciones, 2ª edic., Limusa, México, 1994

(7,8) Soil Stabilizing Fluid (Revista de Polymer Drilling Systems), USA, 1991.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO 2: SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PILAS.

### INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 2

Este capítulo tiene como objetivo particular el mostrar las actividades más importantes que un profesional, dedicado a la supervisión de la construcción de pilas, debe contemplar para poder realizar correctamente su trabajo; y en esta forma asegurar que se han ejecutado correctamente los procedimientos constructivos de las pilas coladas en sitio. Además de servir de guía práctica para que el supervisor realice eficientemente su labor.

Dentro de los aspectos más importantes que un supervisor debe tener en cuenta para verificar e inspeccionar este tipo de trabajos están:

- los aspectos generales( proyecto, especificaciones, procesos constructivos, estudio de mecánica de suelos, colindancias, accesos, etc.),
- Las normas y especificaciones que deben cumplir los materiales de construcción( acero, concreto, agua, aditivos, agregados),
- Los procedimientos constructivos( estudio del subsuelo, trabajos de perforación, trabajos de colado, Informe diario de supervisión, tolerancias usuales).

El analizar y presentar los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta al supervisar la construcción de pilas coladas en sitio, complementa el estudio de los procedimientos constructivos que se han presentado en el capítulo primero, dado que en este se profundizan los aspectos técnicos y que el constructor también debe conocer y manejar para poder realizar correctamente los procedimientos constructivos de las pilas coladas en sitio. Para de esta forma apoyar la hipótesis planteada en esta Tesis.

La función principal del ingeniero supervisor de cimentaciones profundas, es inspeccionar y verificar que los trabajos se realicen de acuerdo a las especificaciones de proyecto. El buen comportamiento de una cimentación profunda no sólo depende de que ésta se construya dentro de las tolerancias establecidas en sus especificaciones, sino que es importante que exista una estrecha supervisión por parte del proyectista, ya que suelen presentarse en campo condiciones diferentes a las consideradas en los análisis y diseños.

Asimismo, suele ocurrir que el contratista propone procesos constructivos poco usuales que pueden requerir de aditamentos o equipos especializados. Por lo tanto, es necesario antes de iniciar la construcción de una cimentación profunda, se tengan reuniones previas entre consultor y el contratista, para que se intercambien ideas y que el contratista comprenda e interprete correctamente el proceso constructivo a seguir y se eviten errores que modifiquen las condiciones originales del subsuelo. Estas reuniones previas servirán para que el contratista exponga al consultor los limitantes propios de cada equipo o los inconvenientes que pueda tener el proceso constructivo.

El supervisor, por su parte, debe estudiar previamente el trabajo por ejecutar, entendiendo el criterio y razones del proceso constructivo y de sus correspondientes especificaciones, para que se aclare oportunamente cualquier duda y evitar errores que puedan afectar en general el desarrollo de la obra.<sup>10</sup>

Los principales aspectos que debe cuidar y vigilar el supervisor de una cimentación profunda son los siguientes:

## 2. Aspectos generales

- a) Que los planos contengan todas las especificaciones necesarias y esté perfectamente definido el proceso y secuencia constructivos, contando además con el correspondiente estudio de mecánica de suelos.
- b) Que el terreno sea el que corresponda a la obra y que sus características de colindancias, accesos y topografía sean las que se establecieron en los planos y estudio de mecánica de suelos.
- c) Que las edificaciones en las colindancias no tengan daños previos al trabajo y en caso de haberlos, reportarlos inmediatamente a la dirección de obra, quien ordenará las actuaciones legales correspondientes.
- d) Que se haya efectuado correctamente la protección reglamentaria de colindancias y de vía pública.
- e) Que se hayan previsto los elementos de protección a transeúntes y/o vehículos.
- f) Que en los accesos para equipo y dentro de las zonas de trabajo no haya obstáculos, tales como cables aéreos, instalaciones subterráneas, gasoductos, oleoductos, conducciones telefónicas, de agua, gas, drenaje, incluyendo cimentaciones antiguas y en general cualquier elemento que obstruya o impida el libre movimiento y trabajo del equipo.

<sup>10</sup> Cfr, CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual del residente de cimentación profunda, México, 1987, 237 pág.

- g) Que existan en el lugar tomas de agua y de energía eléctrica, o en su defecto, proceda a gestionar su instalación si es que esto fue pactado para que se suministrase por el contratista
- h) Que existan en la obra licencias y permisos de construcción necesarios
- i) Que antes de enviar el equipo a la obra, éste sea revisado y esté en condiciones de trabajar correctamente, corroborando que se trata del equipo especificado para estos trabajos. Además, de que se tenga toda la herramienta y accesorios completos<sup>11</sup>

## 2.1 Materiales de construcción de las pilas

A continuación se citan los materiales comúnmente empleados, de los cuales el supervisor debe conocer sus especificaciones de calidad

### 2.1.1 Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo debe satisfacer los requisitos de calidad establecidos en las normas NOM -- B- 6-1980 y ASTM A 615-78 "Especificaciones para Varillas Lisas y Corrugadas de Lingote o Palanquillas para refuerzo de Concreto" y por consiguiente, cumplir con los requisitos químicos de corrugación, de tensión y de doblez, ahí indicados. Los ensayos para verificar dichos requerimientos se efectuarán conforme a la norma ASTM A 370-77 "Normas de Pruebas y Definiciones para Ensayes Mecánicos de Productos de Acero".

La norma ASTM A 615-78 contempla el uso de dos tipos de acero, designándolos con el valor del esfuerzo a tensión en su punto de fluencia. Así los denomina acero grado 40 ( $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$ ) y Grado 60 ( $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ ).

Los requerimientos químicos tienen por objeto la determinación de los contenidos de carbón, manganeso, fósforo y azufre, de muestras tomadas durante el colado de la hornada. Para esta condición se limita el contenido máximo de fósforo al 0.05%.

Existen tablas en las que se dan los valores nominales a los que se deben ajustar las propiedades físicas del acero de refuerzo, en cuanto a diámetro, peso, altura y espaciamiento de las deformaciones o corrugaciones, área y perímetro, así como los esfuerzos de fluencia y de ruptura.

Para los requisitos químicos generales, ver la norma ASTM A 510-77 "Requisitos Generales para Varillas Lisas y Alambre Gueso Redondo de Acero al Carbón".

---

<sup>11</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual del residente de cimentación profunda, México, 1987, 237 pág.

### **2.1.2 Concreto.**

El concreto es un material compuesto, formado esencialmente por un medio cementante en el cual están embebidas partículas o fragmentos de agregados. En concretos de cemento hidráulico, el cementante lo forma una mezcla (pasta) de cemento y agua.

Los agregados pueden estar constituidos por una combinación de agregado fino (arena) y agregado grueso (grava), en una proporción tal que satisfaga los requerimientos de la Norma ASTM C 33-81.

El proporcionamiento de los constituyentes de la mezcla debe efectuarse de acuerdo a la Norma ACI 211.1-77 "Práctica Recomendada para el Proporcionamiento del Concreto Normal Y Pesado", en el entendimiento de que se están usando materiales que satisfacen los requisitos de calidad exigidos en las normas respectivas.

La fabricación del concreto debe cumplir con la Norma ACI 304-73 "Práctica Recomendada para Medir, Mezclar, Transportar y Colocar el Concreto".

#### **2.1.2.1. Agua**

El agua para la fabricación de los lodos de perforación y del concreto deberá ser potable, limpia, fresca y libre de materia orgánica e inorgánica, ácidos y álcalis, en suspensión o solución, en cantidad tal que puedan afectar la calidad y durabilidad del lodo o del concreto. Podrá obtenerse de fuentes públicas o de pozos pero no de las excavaciones. No deberá usarse agua de mar o agua salada, salvo para la preparación de lodos siempre que se incorporen aditivos para hacer viable su utilización.

Existen tablas en las que se definen los criterios de aceptación para fuentes de agua de calidad dudosa. Los ensayos para la determinar la aceptación del agua para la fabricación de lodo o concreto, se efectuarán de acuerdo a la norma AASHTO T26 "Calidad del Agua para ser Usada en Concreto".<sup>12</sup>

#### **2.1.2.2. Aditivos**

Los aditivos son sustancias químicas o minerales, líquidas o sólidas (en polvo), que se agregan al concreto, antes o durante el mezclado, para modificar sus propiedades.

---

<sup>12</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes, México, 1983. 9 pág.

#### A) Aditivos químicos:

Los aditivos químicos para el concreto deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C 494 – 80 “Especificaciones Estándar para Aditivos Químicos para Concreto”, y se clasifican en los cinco tipos siguientes:

- Tipo A Reductor de agua
- Tipo B Retardante de fraguado
- Tipo C Acelerante de fraguado
- Tipo D Reductor de agua y retardante de fraguado
- Tipo E Reductor de agua y acelerante de fraguado.

Existen tablas en las que se definen los principales requisitos físicos que debe satisfacer el concreto cuando se usan aditivos para modificar sus propiedades, así como los ensayos y especímenes necesarios para verificar las propiedades afectadas por el uso del aditivo

#### B) Inclusor de aire:

Cuando se prevea que eventualmente el concreto estará sometido a condiciones climáticas severas y extremas, es recomendable la inclusión del aire en el concreto. Y debe satisfacer los requerimientos de la Norma ASTM C 260-77 “Especificaciones Estándar para Aditivos Inclusores de Aire en Concreto”.

#### C) Membrana de curado:

Otro compuesto químico a considerar, que no es un aditivo ya que no se incorpora a la mezcla de concreto, es la llamada membrana de curado, que es un líquido que se aplica a la superficie terminada con el objeto de curar el concreto. Este compuesto se utiliza en vez del agua de curado y debe satisfacer la Norma ASTM C 309-81 “Especificaciones Estándar para compuestos Líquidos que forman Membranas para el Curado de Concreto”.

#### D) Aditivos minerales:

Estos aditivos generalmente se presentan pulverizados, con finura mayor que la del cemento, y sirven para mejorar las propiedades físicas del concreto fresco, especialmente cuando se están usando agregados de granulometría deficiente. Estos aditivos se clasifican en tres tipos:

- a)- Los químicamente inertes, como la bentonita, la cal hidratada, el talco, los suelos cuarzosos y los suelos calizos

b)- Los puzolánicos, que son materiales silíceos o sílico-alumínicos que tienen poco o nada de valor cementante, pero que finamente pulverizados y en presencia de la humedad, reaccionan con el hidróxido de calcio, a temperaturas normales, formando un compuesto que posee propiedades cementantes. Entre los puzolánicos se encuentran las cenizas y vidrios volcánicos, las tierras diatomáceas y algunas lutitas.

c)- Los cementantes; son los cementantes naturales, cales hidráulicas, los cementos de escoria (mezclas de escoria de fundición con cal) y escorias de fundición de hierro granulado.

Estos aditivos minerales deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C 618-80 "Especificaciones Estándar para Cenizas finas y Puzolanas naturales en Greña o Calcinadas para usarse como Aditivos Minerales en Concretos de Cemento Portland".

### 2.1.2.3. Agregados para Concreto.

Los agregados para la fabricación del concreto, el grueso (grava) y el fino (arena), deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C 33-81 "Especificaciones Estándar para Agregados de Concreto".

#### A.- Agregado fino

El agregado fino está formado por arena natural, arena procesada o una combinación de ambas, y deberá satisfacer la granulometría mostrada en la tabla 2.2.2.3.1 a.

El módulo de finura variará entre 2.3 y 3.1. Cuando el concreto se va a usar con aire incluido, el porcentaje mínimo que pasa las mallas Nos 50 y 100 puede reducirse a 5% y 0 respectivamente.

El contenido de materia orgánica deberá controlarse mediante la prueba de colorimetría (ASTM C 40-79), debiendo, en principio rechazarse toda arena que de un color más oscuro que el estándar.

En la prueba de sanidad o intemperismo acelerado (ASTM C 88 - 76) la pérdida no será mayor del 10% cuando se use sulfato de sodio, o cuando se use sulfato de magnesio.

#### B.- Agregado grueso

El agregado grueso consistirá de grava natural, grava triturada, escoria de fundición o una mezcla de ellas que satisfaga los requerimientos de granulometría y de calidad que se presentan en la tabla 2.2.2.3.2 a. (norma ASTM C 33-81).<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Cfr. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes, México, 1983. 15 pág.

Tabla 2.2.2.3 1.a Requisitos granulométricos del agregado fino

M a l l a		% que pasa, en peso
mm	Pulg	
9.50	3/8	100
4.75	No 4	95 - 100
2.36	8	80 - 100
1.16	16	50 - 85
0.60	30	25 - 60
0.30	50	10 - 30
0.15	100	2 - 10
0.07	200	0 - 5

Fuente: Tabla de requisitos granulométricos de los agregados finos. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

Tabla 2.2.2.3.2 a. Requisitos granulométricos de los agregados gruesos

No de gradua ción	Tamaño nominal ( mallas con aberturas cuadradas)	Cantidades más finas que las mallas usadas en el laboratorio (aberturas cuadradas) % en peso.												
		100mm m (4")	90mm (3.5")	75mm (3')	63mm (2.5")	50mm (2")	38.1mm (1.5')	25mm (1")	19mm (0.75')	12.5mm (0.5")	9.5mm (0.375")	4.75mm (No 4)	2.36mm (No 8)	1.18mm (No 16)
1	90 a 38.1 mm (3.5 a 1.5')	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
2	63 a 38.1 mm (2.5 a 1.5')	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4.75 mm (2' a No 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
467	38.1 a 4.75 mm (1.5' a No 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
57	25 a 4.75 mm (1' a No 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
67	19 a 4.75 mm (0.75' a No 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
7	32.5 a 4.75 mm (0.5' a No 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
88	9.5 a 2.36 mm (0.375" a No 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
3	50 a 25 mm (2 a 1)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
4	38.1 a 19 mm (1.5 a 0.75')	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Fuente: Tabla de requisitos granulométricos de los agregados gruesos. SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.

Si el agregado, grueso o fino, no satisface los requerimientos de la norma C 33-81, pero su uso, en determinada región, ha resultado satisfactorio en cuanto a calidad y durabilidad del concreto, queda a criterio del dueño la aceptación del uso de dichos agregados.

#### 2.1.2.4. Cemento.

El cemento para la fabricación del concreto podrá ser de dos clases: cemento portland y cemento portland puzolánico.

##### a) Cemento Portland

El cemento portland es el producto obtenido de la pulverización del clinker y consta principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Debe satisfacer los requerimientos de la norma ASTM C 150-81 "Especificaciones Estándar para Cementos Portland", que cubre las características de ocho tipos de cemento, de los cuales cuatro de ellos se fabrican comúnmente en México, a saber:

- Tipo I

Para usarse en condiciones normales, es decir, cuando no se requieren las propiedades especiales que se especifican para los otros tipos de cemento.

- Tipo II.

Para uso general y en especial cuando se requiera una resistencia moderada a los sulfatos o un calor de hidratación moderada.

- Tipo III.

Para cuando se requiera alta resistencia inicial.

- Tipo V.

Cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos

##### b) Cemento Portland puzolánico.

El cemento portland puzolánico es un cemento hidráulico constituido por una mezcla de cemento portland y puzolana. Estos cementos se pueden usar cuando no es posible obtener cemento portland con resistencia al ataque de los sulfatos (tipo II o V). Los cementos portland puzolánicos se presentan en cuatro tipos, de los cuales solo el tipo IP para uso general se fabrica en México.

Estos cementos deben satisfacer los requerimientos físicos y químicos establecidos en la Norma ASTM C 595-81 "Especificaciones Estándar para Cementos Hidráulicos Mezclados".

## 2.2 Procedimiento constructivo de las pilas

Para el procedimiento constructivo de las pilas deberá verificarse lo siguiente:

### A) Estudio del subsuelo

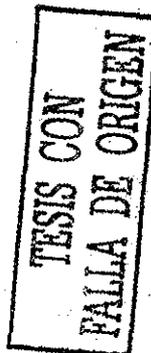
- 1 - Secuencia estratigráfica y condiciones de los suelos
- 2 - Presencia de capas permeables de grava, arena o limo, posición del nivel freático y de niveles piezométricos en caso de existir.
- 3 - Presencia de obstrucciones arriba del nivel de desplante y procedimiento de remoción de las mismas.
- 4 - Presencia de gas natural en el suelo o roca.
- 5 - Análisis químico del agua freática.

### B) Trabajos de perforación.<sup>14</sup>

Durante los trabajos de perforación de las pilas debe anotarse y verificarse lo siguiente:

- 1 - *Localización de la pila.* Se debe determinar con aparatos de precisión la desviación del centro de la perforación terminada con respecto al centro de proyecto, marcando con estacas u elementos similares la ubicación precisa de cada pila.
- 2 - Verificación de que el procedimiento constructivo permita cumplir las especificaciones de proyecto.
- 3 - Verticalidad y dimensiones de la perforación a intervalos regulares. La verticalidad de la perforación no excederá a la desviación permisible especificada.
- 4 - Selección del método y equipo para atravesar estratos permeables, si los hay
- 5 - Selección del método y equipo para atravesar obstrucciones.
- 6 - Seleccionar adecuadamente la secuencia de perforación y colado, cuando sea necesario ejecutar varias pilas relativamente cercanas, a fin de garantizar el movimiento del equipo y la seguridad tanto de éste como de las construcciones vecinas y de los elementos ya ejecutados

<sup>14</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual del residente de cimentación profunda, México. 1987. 242 pág.

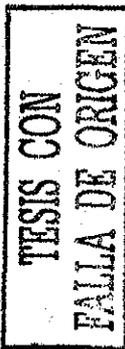


- 7.- Registro de los estratos de suelo atravesados durante la perforación.
- 8 - Profundidad del estrato resistente donde se apoyará la pila
- 9 - Geometría de las campanas si las hay
- 10.- Calidad del estrato de apoyo (debe hacerse con inspección visual siempre que sea posible)
- 11.- Calidad del lodo bentonítico, de acuerdo al proporcionamiento especificado por la Dirección de la Obra.
- 12 - Pérdida de lodos si la hay (cantidad).
- 13 - Cuando la perforación atraviese arcilla blanda bajo el nivel freático, no debe extraerse el bote a velocidad tal que provoque succión y en consecuencia caídos. En este caso conviene subir el bote lentamente, permitiendo el restablecimiento de la presión o dejando en el centro del bote una tubería que permita el rápido paso del lodo de perforación hacia la parte inferior del bote mientras éste sube despacio. Se debe evitar el uso indiscriminado de los lodos; el nivel de éstos deberá permanecer como mínimo un metro arriba del nivel freático

### C) Trabajos de colado

En los trabajos de colado debe cuidarse, entre otros los siguientes aspectos:

- 1.- Información general: Fecha, condiciones atmosféricas, identificación de la pilas, hora de inicio y terminación del colado.
- 2.- Calidad del concreto (proporcionamiento, revenimiento, tiempo después de mezclado). Se deberán tomar cilindros de cada olla, de alguna bacha al azar y cuando menos tres de cada pila.
- 3.- Que el método de colocación y posicionamiento del tubo o canalón de descarga de concreto sean los correctos. Debe tenerse cuidado de mantener en forma continua el extremo inferior del tubo Tremie dentro del concreto. No usar tubería que tenga elementos que se atoren por dentro ni por fuera.
- 4 - Observar la condición del fondo de la perforación inmediatamente antes de colocar el concreto.
- 5.- Observar la condición de las paredes de perforación o del ademe de acero que estará en contacto con el concreto fresco y anotar la posición del nivel del agua detrás del ademe. El concreto deberá colocarse inmediatamente después de esta inspección.



6.- Observar si el acero de refuerzo esta limpio y colocado en su posición correcta y si el diámetro y longitud de varillas es el adecuado. En varilla con diámetro mayor del No. 10, las uniones deberán ser a base de soldadura.

7.- No usar "patos" o gruas fijas para el manejo de las armaduras de acero de refuerzo. Observar que la posición de la armadura se ajuste a los planos y especificaciones.

8.- Cuidar el método de colocación de concreto en la pila y asegurarse de que no hay segregación de materiales, cuando se utilizan procedimientos tales como caída libre desde una tolva, tubería Tremie y botes con descarga de fondo. No usar concreto bombeado a menos de que sea colocado con tubo Tremie o trompa de elefante.

9.- Cuando se deba colar concreto bajo lodo bentonítico, debe hacerse una limpieza previa de éste (desarenándolo), o bien sustituirlo

10.- Realizar pruebas en el concreto fresco, tales como revenimiento y aire incluido o peso volumétrico húmedo cuando la obra lo requiera

11.- Asegurarse que el concreto se coloca de forma continua, sin interrupciones ni retrasos largos y que dentro del ademe se mantenga una altura del concreto necesaria si es que este se va a extraer. Si no se usa ademe, verificar que el peso del concreto sea el suficiente para equilibrar la presión hidrostática existente.

12.- Calcular el volumen de concreto por colocar, considerando un volumen excedente por concepto de porcentaje de manejo, contracción volumétrica, volumen excedente, por contaminación (descabece superior), geometría real de la perforación, estado de las paredes y contenido de humedad del suelo. La experiencia indica que el volumen excedente debe ser del orden del 10 al 20% del volumen teórico

13.- Cuidar que el concreto no se contamine con el suelo debido a desprendimientos de las paredes o a extrusión.

14.- Determinar la elevación del descabece y la longitud exacta de cada elemento.

15.- Verificar la localización correcta de la pila terminada y compararla con la tolerancia especificada.

D) Informe diario de supervisión <sup>15</sup>

El informe deberá contener al menos la siguiente información:

1 - Descripción de los materiales encontrados durante la excavación.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<sup>15</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual del residente de cimentación profunda, México, 1987. 246 pág.

- 2.- Descripción de las condiciones del agua freática si esta se encuentra.
- 3 - Descripción de las obstrucciones encontradas y si fue necesario removerlas
- 4.- Descripción del ademe temporal o permanecer colocado; incluyendo su finalidad, longitud y espesor de pared; así como el empotramiento
- 5.- Descripción del comportamiento del suelo o del agua; estabilidad de la campana y de las paredes; pérdida de suelo; métodos de control y necesidades de bombeo.
- 6.- Datos obtenidos de la medición directa de la perforación y de la campana.
- 7.- Descripción de los métodos de limpieza y grado de limpieza alcanzado inicialmente.
- 8.- Elevación a la cual se encontró el material de apoyo y su descripción; velocidad de perforación y conclusiones alcanzadas con respecto a la calidad de dicho material de apoyo.
- 9.- Verificación del grado de limpieza justamente antes de colocar el concreto.
- 10.- Registro de la profundidad del espejo de agua dentro de la perforación y gasto de infiltración dependiendo del tipo de suelo, antes de colocar el concreto.
- 11 - Registro de la inspección del acero de refuerzo en cuanto a posición y calidad.
- 12- Método de colocación del concreto y de extracción del ademe. Registro de la elevación del concreto al comenzar el vibrado, si se especifica
- 13 - Registro de las dificultades encontradas. Este debe contener la posible inclusión de suelo, posibles huecos, posible estrangulamiento y posible colapso del ademe.
- 14.- Condición del concreto entregado en obra incluyendo el control del revenimiento, peso volumétrico, aire incluido, ensayos de cilindros en compresión y otras pruebas.
- 15 - Registro de cualquier desviación de las especificaciones y decisiones tomadas al respecto.

E) Tolerancias usuales.

A falta de tolerancias particulares estipuladas por el proyectista de cimentación, son usuales las siguientes:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1.- Localización. En el posicionamiento de la cabeza de la pila, la desviación aceptada debe ser menor del 4% del diámetro de la pila o hasta máximo de 10cm, en cualquier dirección. El diseño de la cimentación deberá tomar en cuenta esta excentricidad.

2.- Verticalidad: La tolerancia permisible está comprendida entre 1 y 2% de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 12.5% del diámetro de la pila o 38 cm. en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo.

3.- Campanas. El área del fondo de la campana no será menor del 98% de la especificada. En ningún caso la inclinación del talud de las paredes de la campana será menor de 55° con la horizontal y el arranque vertical de la campana deberá tener cuando menos 15 cm de altura con respecto al fondo. El talud vertical de la campana debe ser preferentemente una línea recta o en su defecto cóncavo hacia abajo. En ningún caso será cóncavo hacia arriba en más de 15 cm medidos en cualquier punto a lo largo de una regla colocada entre sus extremos.

4.- Limpieza: Se deberá remover todo el material suelto y azolve antes de colocar el concreto. En ningún caso el espesor en el fondo de la pila de tales materiales excederá a 2.5 cm.

5.- Concreto: El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor de 20 mm. (cuidar que no sea mayor al espaciamiento entre varillas).

6.- Ademes: Los ademes deberán manejarse y protegerse evitando que se ovalen más de 5% del diámetro nominal.

#### F) Causas más comunes de pilas defectuosas.

Entre las causas más comunes de pilas defectuosas se encuentran:

- Formación de huecos en el fuste debido a la extracción inadecuada del ademe.
- Desconchamiento del suelo dando lugar a contaminación del concreto.
- Localización incorrecta, falta de verticalidad o refuerzo inadecuado.
- Colocación inadecuada del concreto con sistema Tremie, dando lugar a segregación.
- Estrangulamiento del fuste.
- Colapso del ademe.
- Exceso de agua en las juntas frías, dando lugar a concreto débil.
- Migración de agua y segregación, que originan un concreto débil.
- Concreto de baja calidad entregado en obra.
- Tamaño inadecuado de la campana (si la hay).
- Estrato de apoyo inadecuado.
- El concreto es demasiado viejo al colocarse.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2.

PRIMERA: Se complementan los conocimientos técnicos de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar, al mostrar los aspectos más importantes que un profesional de la construcción, dedicado a la supervisión de la construcción de pilas coladas en sitio, debe tomar en cuenta para poder realizar correctamente su trabajo

SEGUNDA: Es de gran importancia conocer los aspectos más relevantes a supervisar en la construcción de pilas coladas en el lugar ya que estos deben complementar a los procedimientos constructivos mencionados en el capítulo primero. Además de ser aspectos que debe dominar el constructor para realizar correctamente los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar.

Este capítulo complementa los conocimientos técnicos del primero; más sin embargo, en futuras investigaciones se puede profundizar en todas las especificaciones que deben cumplir los materiales de construcción que se emplean en los procesos constructivos de las pilas coladas en el lugar.

## REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 2

10,11,14,15 CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN,  
Manual del residente de cimentación profunda, México, 1987

12,13 SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, Manual de diseño y  
construcción de pilas y pilotes, México, 1983.

### CAPÍTULO 3: COSTOS DE PILAS.

#### INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO 3.

Este capítulo tiene como objetivo el mostrar las actividades más relevantes que intervienen en la construcción de las pilas coladas en el lugar, para conocerlas y tomarlas en cuenta en la integración de los costos; y de esta manera apoyar la hipótesis central de esta Tesis.

Este capítulo emplea una identificación de los costos de perforación de acuerdo a los diferentes materiales por excavar, y que esta relacionado con respecto a una clasificación general basada en la resistencia a la penetración estándar. Además se aclara que los conceptos no incluyen factores de indirectos y utilidad por considerarse que esto depende de la organización estratégica de cada empresa

Los costos que aquí se analizan son:

- lodos bentoníticos,
- de perforación para la fabricación de pilas de acuerdo a su diámetro, profundidad y tipo de suelo,
- de ampliación de la base de pilas,
- de colocación de acero y concreto en pilas,
- de empate de varillas,
- de fletes.

Este capítulo muestra las actividades y aspectos más relevantes dentro de la construcción de pilas coladas en el lugar, ya que estos deben coincidir con los procedimientos presentados en el capítulo primero y complementados en el capítulo segundo. Esto debido a que uno de los problemas que es mencionado en la hipótesis principal es precisamente el abatir el costo hasta un valor óptimo; para lo cual es necesario el conocimiento de las actividades preponderantes que deben ser controladas en cuanto a su costo. Lo cual se logrará en el momento en que se obtenga un equilibrio en la relación de los procedimientos constructivos y la planeación, la mano de obra calificada, la maquinaria, equipos adecuados en buen estado, el buen control de ejecución, la buena supervisión, las medidas de seguridad necesarias y un mercadeo con estrategias de compras eficientes.

Con objeto de tener en cuenta un parámetro económico de las actividades más relevantes que intervienen en la fabricación de las pilas coladas en sitio, se tratan a continuación algunos análisis de costos de la construcción de pilas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Es importante tener en cuenta la necesidad de mantener el desarrollo tecnológico en la construcción de pilas coladas en sitio, lo cual es posible solamente cuando los trabajos son remunerados adecuadamente. No preservar los recursos actuales y verse en la necesidad de importar esta tecnología elevará los costos de los recursos con los que actualmente se cuenta. Debe evitarse que tanto los inversionistas como las empresas devalúen los trabajos, lo que tendría consecuencias en su calidad y provocaría una extinción paulatina de las empresas dedicadas a esta especialidad. La acertada selección de los insumos que son necesarios en la ejecución de una actividad determinada es indispensable para obtener un precio adecuado, ya que dependiendo de los insumos que sean tomados en cuenta por cada analista se darán diferencias en los mismos conceptos. Uno de los principales factores en los que se presentan diferencias es el cálculo de los rendimientos, ya que depende de la experiencia de cada analista y es dentro de las cimentaciones profundas una de las variables más complejas a diferencia de otras actividades de la construcción. Se debe considerar que la eficiencia de los recursos depende de las características de los estratos que conforman el subsuelo en donde se elaborarán las pilas coladas en sitio.

En este inciso se analizan las condiciones que con mayor frecuencia se presentan en la construcción de pilas coladas en sitio, para determinar los costos directos de las actividades relacionadas con su fabricación.

Debe tomarse en cuenta que todas las actividades de construcción son altamente circunstanciales, es decir, que dependen de variables cuyo impacto en los rendimientos y costos son diferentes para cada obra o lugar en el que se ejecuta y que deberán tomarse en cuenta las circunstancias especiales de cada proyecto para lograr una adecuada valoración de los costos.

Para los análisis de costos de las actividades de pilas coladas en sitio:

- a) Los costos de los insumos correspondientes a fletes, materiales, mano de obra y equipo, incluyendo sus consumos, se refieren al área metropolitana de la Ciudad de México.
- b) El factor del salario real se calculó considerando las Leyes del Seguro Social, Estatal y Federal del Trabajo; los porcentajes referentes a los Sistemas de Ahorro para el Retiro y al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores no se incluyen en el factor mencionado, ya que sus costos no deben ser afectados por la utilidad.
- c) Los viáticos y pasajes del personal no se han incluido ya que dependen de las zonas en donde se desarrollarán los trabajos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- d) El cálculo de los costos horarios se basa en parámetros estadísticos y en las Reglas generales para la Contratación de Obras Públicas.
- e) Los consumos correspondientes a cables y accesorios no están considerados en ninguna partida, por lo que se sugiere utilizar un porcentaje empírico sobre el importe de maquinaria de cada concepto analizado que absorba estos costos, cuyo valor se encuentra entre el 5% y el 10% ya que su durabilidad varía en función de la actividad que se realiza, como es en el caso de la perforación donde éstos experimentan un desgaste mayor que en el hincado
- f) Los costos correspondientes a botes, brocas, dientes, y en general a toda la herramienta de perforación, no están integrados en ningún concepto por depender su desgaste de los estratos del subsuelo por perforar, situación que no permite generalizar su vida útil, en este caso su valor se estima entre el 10% y 15% el costo correspondiente al importe de maquinaria de cada concepto analizado.
- g) Con el propósito de calcular los costos de perforación relacionados con las características de diferentes materiales por excavarlos, se identifican de acuerdo a una clasificación general basada en la resistencia a la penetración estándar (tabla siguiente). En caso de que la siguiente composición de los estratos sea heterogénea, los rendimientos deberán ajustarse en base a la experiencia.<sup>16</sup>

**Tabla 3.1 Clasificación de los suelos cohesivos ( arcillas y limos plásticos)**

No de golpes (SPT)	Consistencia	Tipo de Suelo
0 a 4	muy blanda a blanda	I
5 a 15	media a firme	II
mayor a 16	muy firme a dura	III

Fuente: Catálogo de Costos de Cimentaciones profundas 2000, CMIC

**Tabla 3.2 Clasificación de los suelos friccionantes (arenas)**

No de golpes (STP)	Compacidad relativa	Tipo de Suelo.
0 a 10	muy suelta a suelta	IV
11 a 30	medianamente compacta	V
mayor a 31	compacta a muy compacta	VI

Fuente: Catálogo de Costos de Cimentaciones profundas 2000, CMIC

<sup>16</sup> Cfr CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000*, México, 2000, 10 pág

h) Los conceptos no incluyen factores de indirectos y utilidad, ya que su valor depende de las características de la obra por realizar, así como de la organización estrategia de cada empresa.

i) El factor de actualización de costos con respecto al año 2002 es de 1.30.

### 3.1 Costo del lodo bentonítico<sup>17</sup>

<u>Código</u>	<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Costo</u>
<b>ELABORACIÓN DE LODO BENTONÍTICO</b>			
FBI001	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación, dosificado al 3.00%	m <sup>3</sup>	\$95.91
FTB002	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación, dosificado al 5.00%	m <sup>3</sup>	\$118.95
FTB003	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación, dosificado al 7.00%	m <sup>3</sup>	\$142.69
FTB004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación, dosificado al 10.00%	m <sup>3</sup>	\$178.30

<sup>17</sup> Cfr CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas*, México, 2000. 49 pág

### 3.2 Costo de la perforación para la fabricación de pilas.<sup>18</sup>

50

#### 3.2.1 Perforación para la fabricación de pilas en suelos tipo I

Código	Concepto	Unidad	Costo
PFP001	Perforación para la fabricación de pilas, con - con diámetro de 60 cm y profundidad de 10m en material tipo I	m	\$ 128.92
PFP002	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20m en material Tipo I	m	\$ 120.25
PFP003	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m en material Tipo I	m	\$ 117.41
PFP004	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 10m en material Tipo I	m	\$ 145.87
PFP005	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20m en material Tipo I	m	\$ 143.66
PFP006	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30m en material Tipo I	m	\$ 142.95
PFP007	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 10m en material Tipo I	m	\$162.82
PFP008	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100 cm y profundidad de 20m, en material Tipo I	m	\$167.16
PFP009	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 30m en material Tipo I	m	\$168.58
PFP010	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 10m en material Tipo I	m	\$189.59
PFP011	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 20m en material Tipo I	m	\$200.33
PFP012	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 30m, en material Tipo I	m	\$203.96
PFP013	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 10m, en material Tipo I	m	\$259.67
PFP014	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 20m, en material Tipo I	m	\$277.10
PFP015	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 30m, en material Tipo I	m	\$282.85
PFP016	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 10m, en material Tipo I	m	\$305.22
PFP017	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 20m, en material Tipo I	m	\$329.12
PFP018	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 30m, en material Tipo I	m	\$337.08

<sup>18</sup> Cfr CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000* México, 2000 53 pág

PFP019	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 10m en material Tipo I	m	\$355.77
PFP020	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 20m en material Tipo I	m	\$386.13
PFP021	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180 cm y profundidad de 30m en material Tipo I	m	\$396.31

### 3.2.2 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo II

Código	Concepto	Unidad	Costo
PFP022	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 10m en material Tipo II	m	\$137.67
PFP023	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 20m en material Tipo II	m	\$153.61
PFP024	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$158.89
PFP025	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 10m en material Tipo II	m	\$154.63
PFP026	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 20m, en material Tipo II	m	\$180.65
PFP027	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$189.41
PFP028	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo II	m	\$171.50
PFP029	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 20m, en material Tipo II	m	\$207.69
PFP030	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$219.76
PFP031	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 10m, en material Tipo II	m	\$198.20
PFP032	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 20m en material Tipo II	m	\$244.57
PFP033	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$260.03
PFP034	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 10m, en material Tipo II	m	\$268.34
PFP035	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 20m en material Tipo II	m	\$324.89
PFP036	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$343.74

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PFP037	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 10m en material Tipo II	m	\$ 313.98
PFP038	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 20m, en material Tipo II	m	\$ 380.62
PFP039	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 30m en material Tipo II	m	\$ 402.85
PFP040	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material Tipo II	m	\$ 364.45
PFP041	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 20m, en material Tipo II	m	\$ 441.26
PFP042	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 30m, en material Tipo II	m	\$ 466.81

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.2.3 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo III.

Código	Concepto	Unidad	Costo
PFP043	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 165.81
PFP044	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 246.43
PFP045	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 273.22
PFP046	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 184.06
PFP047	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 284.80
PFP048	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 318.43
PFP049	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 202.31
PFP050	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 323.25
PFP051	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 363.53
PFP052	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 230.40
PFP053	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120 cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 371.53

PFP054	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120 cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 418.61
PFP055	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140 cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 302.01
PFP056	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140 cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 463.25
PFP057	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140 cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 517.00
PFP058	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160 cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 348.94
PFP059	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160 cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 530.30
PFP060	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160 cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 590.90
PFP061	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180 cm y profundidad de 10m, en material Tipo III	m	\$ 400.80
PFP062	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180 cm y profundidad de 20m, en material Tipo III	m	\$ 620.44
PFP063	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180 cm y profundidad de 30m, en material Tipo III	m	\$ 669.63

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.2.4 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo IV

Código	Concepto	Unidad	Costo
PFP064	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60 cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m	\$137.67
PFP065	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60 cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m	\$143.27
PFP066	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60 cm y profundidad de 30m, en material Tipo IV	m	\$145.17
PFP067	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80 cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m	\$154.63
PFP068	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80 cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m	\$168.27
PFP069	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80 cm y profundidad de 30m, en material Tipo IV	m	\$172.76
PFP070	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m	\$171.50

PFP071	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 20m en material Tipo IV	m \$193 18
PFP072	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m en material Tipo IV	m \$200 44
PFP073	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m \$198 20
PFP074	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m \$228 01
PFP075	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120cm y profundidad de 30m en material Tipo IV	m \$237 95
PFP076	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m \$268 34
PFP077	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m \$306 28
PFP078	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 30m, en material Tipo IV	m \$318 90
PFP079	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m \$313 98
PFP080	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m \$359 80
PFP081	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 30m, en material Tipo IV	m \$375 25
PFP082	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material Tipo IV	m \$364 45
PFP083	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 20m, en material Tipo IV	m \$418 47
PFP084	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 30m, en material Tipo IV	m \$436 44

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.2.5 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo V

Código	Concepto	Unidad	Costo.
PFP085	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 10m en material Tipo V.	m	\$146.43
PFP086	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 20m, en material Tipo V.	m	\$189.89
PFP087	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material Tipo V.	m	\$204.31
PFP088	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$163.30
PFP089	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 20m en material Tipo V.	m	\$219.76
PFP090	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 80cm y profundidad de 30m en material Tipo V.	m	\$238.61
PFP091	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$180.17
PFP092	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 20m en material Tipo V.	m	\$249.73
PFP093	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material Tipo V.	m	\$272.92
PFP094	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$206.87
PFP095	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 20m en material Tipo V.	m	\$289.53
PFP096	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 120cm y profundidad de 30m, en material Tipo V.	m	\$317.05
PFP097	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$277.10
PFP098	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 140cm y profundidad de 20m, en material Tipo V.	m	\$372.77
PFP099	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 30m, en material Tipo V.	m	\$404.61
PFP100	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$322.65
PFP101	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 20m, en material Tipo V.	m	\$431.32
PFP102	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 30m, en material Tipo V.	m	\$467.60
PFP103	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material Tipo V.	m	\$373.12

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PFP104	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 20m en material Tipo V.	m	\$494.89
PFP105	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 30m. en material Tipo V.	m	\$535.50

### 3.2.6 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo VI.

Código	Concepto	Unidad	Concepto.
PFP106	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10m. en material Tipo VI.	m	\$175.87
PFP107	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20m en material Tipo VI.	m	\$335.47
PFP108	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30m. en material Tipo VI.	m	\$388.66
PFP109	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10m. en material Tipo VI.	m	\$194.12
PFP110	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20m. en material Tipo VI.	m	\$382.33
PFP111	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80cm y profundidad de 30m. en material Tipo VI.	m	\$445.03
PFP112	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo VI.	m	\$212.37
PFP113	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 20m en material Tipo VI.	m	\$429.19
PFP114	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material Tipo VI.	m	\$501.40
PFP115	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120cm y profundidad de 10m, en material Tipo VI.	m	\$240.54
PFP116	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120cm y profundidad de 20m, en material Tipo VI.	m	\$485.79
PFP117	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120cm y profundidad de 30m, en material Tipo VI.	m	\$567.60
PFP118	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 10m. en material Tipo VI.	m	\$312.07
PFP119	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 20m, en material Tipo VI.	m	\$585.92
PFP120	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 140cm y profundidad de 30m, en material Tipo VI.	m	\$677.24

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

PFP121	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 10m en material Tipo VI	m	\$359.00
PFP122	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 160cm y profundidad de 20m, en material Tipo VI	m	\$661.47
PFP123	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 160cm y profundidad de 30m. en material Tipo VI	m	\$762.20
PFP124	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 10m. en material Tipo VI	m	\$410.85
PFP125	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 20m. en material Tipo VI	m	\$741.93
PFP126	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 180cm y profundidad de 30m. en material Tipo VI	m	\$852.26

### 3.3 Ampliación de la base de pilas.<sup>19</sup>

Código	Concepto	Unidad	Costo.
PAP001	Perforación para ampliar la base de pilas - (campana) en material Tipo II	m <sup>3</sup>	\$269.71
PAP002	Perforación para ampliar la base de pilas - (campana) en material Tipo III	m <sup>3</sup>	\$468.83
PAP003	Perforación para ampliar la base de pilas - (campana) en material Tipo V	m <sup>3</sup>	\$314.58
PAP004	Perforación para ampliar la base de pilas - (campana) en material Tipo VI	m <sup>3</sup>	\$520.94

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>19</sup> Cfr CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000*, México, 2000 63 pág.

### 3.4 Colocación de acero y concreto en pilas

Código	Concepto	Unidad	Costo
CAC001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas	t	\$4.390,42
CAC002	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas con diámetro de 60cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.553,74
CAC003	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 80cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.519,61
CAC004	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 100cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.469,32
CAC005	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 120cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.460,69
CAC006	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 140cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.452,96
CAC007	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 160cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.446,26
CAC008	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm en pilas de diámetro de 180cm utilizando sistema tremie	$\text{m}^3$	\$1.448,96

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.5 Empate de varillas

Código	Concepto	Unidad	Costo
EVS001	Empate de varillas del No 8 con soldadura-E-7018	jta	\$104,33
EVA002	Empate de varillas del No 10, con soldadura-E-7018	jta	\$118,73
EVA003	Empate de varillas del No 12, con soldadura-E-7018	jta	\$141,61

### 3.6 Fletes

Código	Concepto	Unidad	Costo.
FLT001	Flete de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo para la elaboración de lodo bentonítico.	Vje	\$9,285.78
FLT002	Fletes de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo de perforación del tipo W-5000, incluyendo grúa.	Vje	\$31,695.92
FLT003	Fletes de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo de perforación del tipo RTC/S, incluyendo grúa.	Vje	\$31,695.92
FLT004	Fletes de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo de perforación del tipo RT3/S, incluyendo grúa.	Vje	\$33,954.08

TESIS DE  
 FALLA DE ORIGEN

### 3.7 Análisis de Costos Directos

#### 3.7.1 Elaboración de lodos bentoníticos

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe.
FTB001	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 3%	m <sup>3</sup>			
	Bentonita en sacos	t	0 039000	\$913.04	\$35.61
	Cuadrilla de Bentonita	jor	0 040000	\$576.39	\$23.03
	Mezcladora de lodos "Soilmec" 10-12, con capacidad 10 m <sup>3</sup> /hr	hr	0 320000	\$114.22	\$36.55
				<b>Costo directo</b>	<b>\$95.21</b>
FTB002	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 5%	m <sup>3</sup>			
	Bentonita en saco	t	0 065000	\$913.04	\$59.35
	Cuadrilla Bentonita	jor	0 040000	\$576.39	\$23.06
	Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 con capacidad 10 m <sup>3</sup> /hr	hr	0 320000	\$114.22	\$36.55
				<b>Costo directo</b>	<b>\$118.96</b>

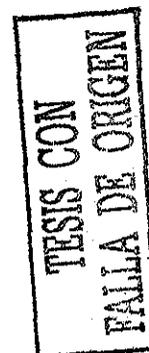
<b>FTB003</b> Suministro y elaboración- de lodo bentonítico sin recu- peración dosificado al 7% m <sup>3</sup>				
Bentonita en saco	t	0 091000	\$913 04	<u>\$83.09</u>
Cuadrilla Bentonita	jor	0 040000	\$576 39	<u>\$23.06</u>
Mezcladora de bentonita de - Lodos "SOLIMEC" 10-12 - Capacidad 10m <sup>3</sup> /hr	hr	0 320000	\$114.22	<u>\$36.55</u>
<b>COSTO DIRECTO \$142.79</b>				
<b>FTB004</b> Suministro y elaboración- de lodo bentonítico sin recu- peración dosificado al 10% m <sup>3</sup>				
Bentonita en saco	t	0 130000	\$913 04	<u>\$118.70</u>
Cuadrilla Bentonita	jor	0 040000	\$576 39	<u>\$23.06</u>
Mezcladora de bentonita de - Lodos "SOLIMEC" 10-12 - Capacidad 10m <sup>3</sup> /hr	hr	0 320000	\$114 22	<u>\$36.55</u>
<b>COSTO DIRECTO \$178.30</b>				

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 3.7.2 Análisis de costos directos de la perforación para la fabricación de pilas.<sup>20</sup>

#### 3.7.2.1 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo I.

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe.
PFP001	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 10m, en material Tipo I	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24.59
	Cuadrilla de Perforación	jor	0 014700	\$875 14	\$12 85
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 117600	\$385 75	\$45 36
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 117600	\$392 07	\$46.11
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$91.47
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$128.92</b>
PFP003	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material Tipo I	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24.59
	Cuadrilla Perforación	jor	0 013100	\$875 14	\$11.46
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 104600	\$385 75	\$40 35
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 104600	\$392 07	\$41.01
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$81.36
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$117.41</b>
PFP007	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material Tipo I	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40.98
	Cuadrilla Perforación	jor	0 017200	\$875 14	\$15.05
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 137300	\$385 75	\$52 96
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 137300	\$392 07	\$53.83
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$106.79
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$162.82</b>



<sup>20</sup> Cf. CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000*, México, 2000 151 pág

<b>PEP009</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material tipo I.	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural.	kg	3 141600	\$13 04	<u>\$40.98</u>
	Cuadrilla de perforación	jor	0 018000	\$875 14	<u>\$15.75</u>
	Perforadora "WATSON"5000	hr	0.143800	\$385 75	\$55.47
	Grúa "LINK BELT" LS-108B-40 5 toneladas	hr	0 143800	\$392 07	<u>\$56.38</u>
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA <u>\$111.85</u>				
	<b>COSTO DIRECTO \$168.58</b>				

<b>PEP019</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material tipo I	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 268100	\$13 04	\$199.15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 022100	\$875 14	\$19 34
	Perforadora "WATSON"5000	hr	0.176500	\$385 75	\$68.09
	Grúa "LINK BELL" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0.176500	\$392 07	<u>\$69.20</u>
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA <u>\$137.28</u>				
	<b>COSTO DIRECTO \$355.77</b>				

<b>PEP021</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 30m, en material tipo I	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 268100	\$13.04	\$199.15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 027800	\$875 14	\$24 33
	Perforadora "Watson"5000	hr	0 222200	\$385.75	\$85 71
	Grúa "LINK BELT" LS-10B 40.5 toneladas	hr	0 222200	\$392 07	<u>\$87.12</u>
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA <u>\$172.82</u>				
	<b>COSTO DIRECTO \$396.31</b>				

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 3.7.2.2 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo II.

<b>PF022</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 10m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural.	kg	1 885000	\$13 04	\$24 59
	Cuadrilla de perforación	jor	0 015900	\$875 14	\$13 91
	Perforadora "SOILMEC"RTC/S	hr	0 127500	\$385 75	\$49 18
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 127500	\$392 07	\$49.99
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$99.17
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$137.67</b>
<b>PF024</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24 59
	Cuadrilla de perforación	jor	0 018900	\$875 14	\$16 54
	Perforadora "SOILMEC"RTC/S	hr	0 151400	\$385 75	\$58 40
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 151400	\$392 07	\$59.36
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$117.76
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$158.89</b>
<b>PF028</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 98
	Cuadrilla de perforación	jor	0 018400	\$875 14	\$16 10
	Perforadora "SOILMEC"RTC/S	hr	0 147100	\$385 75	\$56 74
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 147100	\$392 07	\$57.67
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$114.42
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$171.50</b>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

<b>PF030</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural.	kg	3.141600	\$13 04	\$40 98
	Cuadrilla de perforación.	jor	0 025200	\$875 14	\$22 05
	Perforadora "SOILMEC"RTC/S	hr	0 201500	\$385 75	\$77 73
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40 5 toneladas	hr	0 201500	\$392 07	\$79 00
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$156.73
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$219.76</b>
<b>PF040</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15.268100	\$13 04	\$199.15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 023300	\$875 14	\$20.39
	Perforadora "SIOLMEC"RTC/S	hr	0.186300	\$385 75	\$71 87
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40 5 toneladas	hr	0.186300	\$392 07	\$73.04
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$144.91
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$364.45</b>
<b>PF042</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 30m, en material tipo II	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15.268100	\$13 04	\$199.15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 037700	\$875 14	\$32 99
	Perforadora "SOILMEC"RTC/S	hr	0 301700	\$385 75	\$116.38
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40 5 toneladas	hr	0 301700	\$392 07	\$118.29
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$234.67
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$466.81</b>

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

### 3.7.2.3 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo III.

<b>PFP043</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, de diámetro de 60cm y profundidad de 10m, en mate- rial tipo III	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24 59
	Cuadrilla de perforación	jor	0 017200	\$875 14	\$15 050
	Perforadora"SOILMEC"RT3/S	hr	0 137300	\$526 89	\$72 34
	Grúa"LINK BELT" LS-108B	hr	0 1373000	\$392 07	\$53.83
	40.5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$126.17
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$165.81</b>
<b>PFP045</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, de diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en mate- rial tipo III.	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24.59
	Cuadrilla Perforación	jor	0 030200	\$875 14	\$26 43
	Perforadora"SOILMEC"RT3/S	hr	0 241800	\$526.89	\$127 40
	Grúa"LINK BELT" LS-108B	hr	0 241800	\$392 07	\$94.800
	40.5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$222.20
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$273.22</b>
<b>PFP049</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, de diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en mate- rial tipo III.	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	3.141600	\$13.04	\$40.98
	Cuadrilla de perforación	jor	0 019600	\$875.14	\$17 150
	Perforadora"SOILMEC"RT3/S	hr	0 156900	\$526 89	\$82.670
	Grúa"LINK BELT"LS-108B	hr	0 156900	\$392 07	\$61.520
	40.5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$144.18
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$202.31</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### 3.7.2.4 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo IV.

<b>PFP064</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 10m, en material tipo IV	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13.04	\$24 590
	Cuadrilla de perforación	jor	0 015900	\$875.14	\$13 910
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 127500	\$385.75	\$49 180
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 127500	\$392.07	\$49 990
					<u>Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA \$99.170</u>
					<b>COSTO DIRECTO \$137.67</b>

<b>PFP066</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material tipo IV	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13.04	\$24 590
	Cuadrilla de perforación	jor	0 017000	\$875.14	\$14 880
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 135900	\$385.75	\$52 420
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 135900	\$392.07	\$53 280
					<u>Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA \$105.710</u>
					<b>COSTO DIRECTO \$145.170</b>

<b>PFP070</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material tipo IV	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3.141600	\$13.04	\$40 980
	Cuadrilla de perforación	jor	0.018400	\$875.14	\$16 100
	Perforadora "WATSON" 5000	hr	0 147100	\$385.75	\$56 740
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 147100	\$392.07	\$57 670
					<u>Subtotal: HERRAMIENTA Y EQUIPO \$114.42</u>
					<b>COSTO DIRECTO \$171.50</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>PF072</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m, en mate- rial tipo IV	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 980
	Cuadrilla de perforación	jor	0 022500	\$875 14	\$19 690
	Perforadora "WATSON"5000	hr	0 179700	\$385 75	\$69 320
	Grúa "LINK BELT"LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 179700	\$392 07	\$70.450
					<u>\$139.77</u>
					<b>COSTO DIRECTO</b>
					<b>\$200.44</b>

<b>PF082</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, de diámetro de 180cm y profundidad de 10m en mate- rial tipo IV.	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	15 26810	\$13 04	\$199 15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 023300	\$875 14	\$20 390
	Perforadora "WATSON"5000	hr	0 186300	\$385 75	\$71 870
	Grúa "LINK BELT"LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 186300	\$392 07	\$73.040
					<u>\$144.91</u>
					<b>COSTO DIRECTO</b>
					<b>\$364.45</b>

<b>PF084</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, de diámetro de 180cm y profundidad de 30m en mate- rial tipo IV.	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	15 26810	\$13 04	\$199 15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 033400	\$875 14	\$29 230
	Perforadora "WATSON"5000	hr	0 267500	\$385 75	\$103.19
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 267650	\$392 07	\$104.88
					<u>\$208.07</u>
					<b>COSTO DIRECTO</b>
					<b>\$436.44</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.7.2.5 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo V.

<b>PFP085</b>	Perforación para la fabricación de pilas, de diámetro de 60cm y profundidad de 10m en material tipo V	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24 590
	Cuadrilla de perforación	jor	0 017200	\$875.14	\$15 050
	Perforadora "SOILMEC" RTC/S	hr	0 137300	\$385.75	\$52 960
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40.5 toneladas	hr	0 137300	\$392.07	\$53.830
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$106.79
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$146.43</b>

<b>PFP087</b>	Perforación para la fabricación de pilas, de diámetro de 60cm y profundidad de 30m, en material tipo V	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24.59
	Cuadrilla de perforación	jor	0 025300	\$875.14	\$22 14
	Perforadora "SOILMEC" RTC/S	hr	0 202600	\$385.75	\$78.15
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40.5 toneladas	hr	0 202600	\$392.07	\$79.43
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$157.59
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$204.31</b>

<b>PFP091</b>	Perforación para la fabricación de pilas, de diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en material tipo V	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 98
	Cuadrilla de perforación	jor	0 019600	\$875.14	\$17 15
	Perforadora "SOILMEC" RTC/S	hr	0 156900	\$385.75	\$60 52
	Grúa "LINK BELT" LS-108B				
	40.5 toneladas	hr	0 156900	\$392.07	\$61.52
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$122.04
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$180.17</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>PPF093</b>	Perforación para la fabricación de pilas, de diámetro de 100cm y profundidad de 30m en material tipo V.	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 98
	Cuadrilla de perforación	jor	0 032700	\$875.14	\$28 62
	Perforadora"SOILMEC"RTC/S	hr	0 261400	\$385.75	\$100 84
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 261400	\$392 07	\$102.49
				<u>Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA</u>	<u>\$203 32</u>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$272.92</b>
<b>PPF103</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material tipo V	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 26810	\$13 04	\$199 15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 024500	\$875 14	\$21 44
	Perforadora"SOILMEC"RTC/S	hr	0 196100	\$385 75	\$75 65
	Grúa "LINK BELT"LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 196100	\$392 07	\$76.88
				<u>Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA</u>	<u>\$152.53</u>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$373.12</b>
<b>PPF105</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 30m en material tipo V	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 26810	\$13 04	\$199.15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 047400	\$875 14	\$41 48
	Perforadora"SOILMEC"RTC/S	hr	0 379100	\$385 75	\$146 24
	Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	hr	0 379100	\$392 07	\$148.63
				<u>Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA</u>	<u>\$294.87</u>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$535.50</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3.7.2.6 Perforación para la fabricación de pilas en suelo tipo VI.

<b>PPF106</b>	Perforación para la fabricación- de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10m, en mate- rial tipo VI	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24 59
	Cuadrilla de perforación	jor	0 018400	\$875 14	\$16 10
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 147100	\$526 89	\$77 51
		hr	0 147100	\$392 07	\$57 67
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$135 18
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$175 87</b>
<b>PPF108</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, con diámetro de 60 cm y profundidad de 30m, en mate- rial tipo VI	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	1 885000	\$13 04	\$24 59
	Cuadrilla Perforación	jor	0 044300	\$875 14	\$38 77
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 354000	\$526 89	\$186 52
		hr	0 354000	\$392 07	\$138 79
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$325 31
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$388 66</b>
<b>PPF112</b>	Perforación para la fabricación- de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 10m, en mate- rial tipo VI	m			
	Brocal o ademe metálico de a- cero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 98
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 166700	\$526 89	\$87 83
		hr	0 166700	\$392 07	\$65 36
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$153 19
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$212 37</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>PPF114</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 100cm y profundidad de 30m. en material tipo VI	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	3 141600	\$13 04	\$40 98
	Cuadrilla de perforación	jor	0 056000	\$875 14	\$49 01
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S	hr	0 447700	\$526 89	\$235 89
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 447700	\$392 07	\$175.53
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$411.41
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$501.40</b>
<b>PPF124</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 10m, en material tipo VI	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 268100	\$13 04	\$199 15
	Cuadrilla Perforación	jor	0 025700	\$875 14	\$22 49
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S	hr	0 205900	\$526 89	\$108 49
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 205900	\$392 07	\$80.730
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$189.21
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$410.85</b>
<b>PPF126</b>	Perforación para la fabricación de pilas, con diámetro de 180cm y profundidad de 30m, en material tipo VI.	m			
	Brocal o ademe metálico de acero estructural	kg	15 268100	\$13 04	\$199 15
	Cuadrilla de perforación	jor	0 079400	\$875 14	\$69 490
	Perforadora "SOILMEC" RT3/S	hr	0 635100	\$526 89	\$334 63
	Grúa "LINK BELT" LS-108B	hr	0 635100	\$392 07	\$249 00
	40 5 toneladas				
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$583.63
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 852.26</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.7.3 Análisis de costos directos para la ampliación de la base de pilas.<sup>21</sup>

<b>PAP001</b>	Perforación para ampliar la base de pilas (campana) en material tipo II.	m3			
	Cuadrilla de perforación.	jor	0 038000	\$875 14	\$33 26
	Perforadora"SOILMEC"RTC/S	hr	0 304000	\$385 75	\$117 27
	Grúa"LINK BELT"LS-108B	hr	0 304000	\$392 07	\$119.19
	40 5 toneladas	hr	0 304000	\$392 07	\$119.19
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA		\$236.46
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$269.71</b>
<b>PAP002</b>	Perforación para ampliar la base de pilas(campana) en material tipo III	m3			
	Cuadrilla de perforación	jor	0 057000	\$875 14	\$49 88
	Perforadora"SOILMEC"RT3/S	hr	0 455900	\$526.89	\$240 21
	Grúa"LINK BELT" LS-108B	hr	0 455900	\$392 07	\$178.74
	40 5 toneladas	hr	0 455900	\$392 07	\$178.74
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA		\$418.95
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$468.83</b>
<b>PAP003</b>	Perforación para ampliar la base de Pilas(campana) en material tipo V	m3			
	Cuadrilla de perforación	jor	0 044300	\$875 14	\$38 77
	Perforadora"SOILMEC"RTC/S	hr	0 354600	\$385 75	\$136 79
	Grúa"LINK BELT" LS-108B	hr	0 354600	\$392 07	\$139.03
	40 5 toneladas	hr	0 354600	\$392 07	\$139.03
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA		\$465.54
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$520.94</b>
<b>PAP004</b>	Perforación para ampliar la base de Pilas(campana) en material tipo VI.	m3			
	Cuadrilla de perforación.	jor	0.063300	\$875 14	\$55 40
	Perforadora"SOILMEC"RT3/S	hr	0 506600	\$526 89	\$266 92
	Grúa"LINK BELT" LS-108B	hr	0 506600	\$392 07	\$198.62
	40 5 toneladas.	hr	0 506600	\$392 07	\$198.62
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA		\$465.54
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$520.94</b>

<sup>21</sup> Cfr. CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000*, México, 2000 193 pág

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.7.4 Análisis de costo directo de la colocación de acero y concreto en pilas.

H y colocación de acero de refuerzo en pilas.	ton			
Varilla $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1,100 000000	\$3 48	\$3,826 09
Alambre recocido no 18	kg	33 000000	\$5 30	\$175.04
			Subtotal: MATERIALES	\$4,001.13
Cuadrilla Grúa	jor	0 100000	\$756 40	\$75 64
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 800000	\$392 07	\$313.65
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$4,390.42</b>
<b>CAC002</b> Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> con revenimiento de 18 cm, en pilas con diámetro de 60cm, utilizando sistema Tremie				
	m <sup>3</sup>			
Concreto premezcl RN $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> agregado máximo de ¾" (A)	m <sup>3</sup>	1 150000	\$1,130.43	\$1,300 00
Sobrepeso por rev. 18 cm agregado ¾"		1 150000	\$69.57	\$80.00
			Subtotal: MATERIALES	\$1,380.00
Cuadrilla Grúa	jor	0 040500	\$756 40	\$30 63
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	0 323600	\$392 07	\$126.87
tubo Tremie 20m	hr	0 323600	\$50 17	\$16.24
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$143.11
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$1,553.74</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>CAC004</b> Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con revenimiento de 18cm, en pilas con diámetro de 100cm, utilizando sistema Tremie. m3				
Concreto premezcl RN $f'c=250\text{kg/cm}^2$ agregado máximo de $\frac{3}{4}$ " (A)	m3	1 150000	\$1,130 43	\$1,300 00
Sobreprecio por rev 18 cm agregado $\frac{3}{4}$ "	m3	1 150000	\$69 57	\$80 00
			Subtotal: MATERIALES	\$1,380 00
Cuadrilla Grúa	jor	0 020800	\$756 40	\$15 73
Grúa "LINK BELT" LS-108B				
40 5 toneladas	hr	0 166400	\$392 07	\$65 240
tubo Tremie 20m	hr	0 166400	\$50 17	\$8 350
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$73 590
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$1,469.32</b>
<b>CAC008</b> Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con evenimiento de 18cm, en pilas con diámetro de 180cm, utilizando sistema Tremie. m3				
Concreto premezcl RN $f'c=250\text{kg/cm}^2$ agregado máximo de $\frac{3}{4}$ " (A)	m3	1 150000	\$1,130 43	\$1,300 00
Sobreprecio por rev 18 cm agregado $\frac{3}{4}$ "	m3	1 150000	\$69 57	\$80 00
			Subtotal: MATERIALES	\$1,380 00
Cuadrilla Grúa	jor	0 016100	\$756 40	\$12 18
Grúa "LINK BELT" LS-108B				
40 5 toneladas	hr	0 128400	\$392 07	\$50 34
Tubo Tremie 20m	hr	0 128400	\$50 17	\$6 44
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$56 78
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$1,448.96</b>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 3.7.5 Análisis de costo directo en el Empate de varilla.

<b>EVS001</b>	Empate de varillas del No. 8,- con soldadura E-7018	junta			
	Soldadura E-7018	kg	0 640000	\$16 96	\$10 85
	Cuadrilla Soldadura	jor	0 125000	\$386 06	\$48.26
	Soldadora "LINCOLN" SAE 300 amp K1277.	hr	1 000000	\$45 22	\$45 22
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$104.33</b>

### 3.7.6 Análisis de costos directos de Fletes.

<b>FLT003</b>	Fletes de ida y vuelta, montajes- y desmontajes de equipo para la -- elaboración de lodo bentonítico	viaje			
	Viaje en plataforma de 40 pies(35 ton) viaje	viaje	2 000000	\$2,000 00	\$4,000.00
	Cuadrilla Bentonita	jor	6 000000	\$576 39	\$3,458 33
	Mezcladora de bentonita de lodos "SOLIMEC" 10-12 capacidad 10m3/hr hr		16 000000	\$114 22	\$1,827 45
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$9,285.78</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>FLT004</b> Flete de ida y vuelta, montajes- y desmontajes de equipo de - perforación, del tipo W-5000, incluyendo grúa				
	viaje			
Viaje en plataforma de 40 pies(35 ton)	viaje	2 000000	\$2,000 00	\$4,000 00
Viaje en Low-Boy(45 ton)LS-108B	viaje	2 000000	\$5,000 00	<u>\$10,000 00</u>
			Subtotal: MATERIALES	<u>\$14,000 00</u>
Cuadrilla de perforación	jor	6 000000	\$875.14	\$5,250 85
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	16 000000	\$392 07	\$6,273 04
Perforadora "WATSON" 5000	hr	16 000000	\$385 75	\$6,172 02
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	<u>\$12,445.07</u>
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b><u>\$31,695.92</u></b>

<b>FLT005</b> Flete de ida y vuelta, montajes- y desmontajes de equipo de - perforación, del tipo RIC/S, incluyendo grúa				
	viaje			
Viaje en plataforma de 40pies(35 ton)	viaje	2 000000	\$2,000 00	\$4,000 00
Viaje en Low-Boy(45 ton)LS-108B	viaje	2 000000	\$5,000 00	<u>\$10,000 00</u>
			Subtotal: MATERIALES	<u>\$14,000 00</u>
Cuadrilla de perforación	jor	6 000000	\$875.14	\$5,250 85
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40 5 toneladas	hr	16 000000	\$392.07	\$6,273 04
Perforadora "SOILMEC" RIC/S	hr	16 000000	\$385 85	<u>\$6,172.02</u>
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	<u>\$12,445.07</u>
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b><u>\$31,695.92</u></b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>FLT006 Fletes de ida y vuelta, montajes- y desmontajes de equipo de per- foración, del tipo RTC/S, inclu- yendo grúa.</b>				
	viaje			
Viaje en plataforma de 40 pies(35 ton)	viaje	2 000000	\$2,000 00	\$4,000 00
Viaje en Low-Boy(45 ton) LS-108B	viaje	2 000000	\$5,000 00	\$10,000 00
Cuadrilla de perforación	jer	6 000000	\$875 14	\$5,250 85
Grúa "LINK BELT" LS-108B				
40 5 toneladas	hr	16 00000	\$392 07	\$6,273 04
Perforadora "SOILMEC" RT3/S	hr	16 00000	\$526 89	\$8,430.18
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<u>\$14,703.23</u>
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b><u>\$33,954.08</u></b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 3.

PRIMERA: Los análisis de los costos son un reflejo de las actividades más importantes de los procesos constructivos de las pilas coladas en el lugar.

SEGUNDA: Para la obtención de el valor óptimo de los costos en los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar; es necesario llegar a un equilibrio en la relación de los procedimientos constructivos y la planeación, la mano de obra calificada, la maquinaria, equipos adecuados en buen estado, el buen control de ejecución, la buena supervisión, las medidas de seguridad necesarias y un mercadeo con estrategias de compras eficientes.

Esta Tesis se apoyo de este capítulo para mostrar la integración de costos de las actividades más importantes en la fabricación de las pilas coladas en sitio. Pero sería muy interesante profundizar en futuros trabajos de investigación que demostrarán la relación e influencia que deben mantener los procedimientos constructivos, la planeación, la mano de obra calificada, la maquinaria, el equipo, el control de ejecución, la supervisión, las medidas de seguridad, el mercadeo y las compras; para obtener el mejor costo en la fabricación de pilas coladas en el lugar.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 3.**

16,17,18,19,20,21 CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000, México, 2000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO 4: SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE PILAS.

### INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 4.

Este capítulo tiene como objetivo el reafirmar que la seguridad dentro de los procesos constructivos de las pilas coladas en el lugar aumentan la productividad y calidad de los elementos terminados; apoyando de esta forma a la hipótesis principal de esta Tesis.

Es muy importante hacer conciencia en el constructor en general (constructor o supervisor), con respecto a el uso y mejoramiento diario de las medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los procedimientos constructivos.

Este capítulo se enfoca a dar una breve explicación de los aspectos más importantes de seguridad y que son los siguientes siete puntos, dividiéndose en aspectos básicos que son los primeros cinco puntos y en aspectos más enfocados a los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar que son los últimos dos puntos:

- 1 - Seguridad.
- 2 - Accidentes
- 3.- Salud e Higiene.
- 4.- Incremento de la productividad mediante el control de riesgos.
- 5 - Actos inseguros.
- 6 - Medidas de seguridad durante la construcción de pilas.
- 7.- Señalización en las obras de construcción de pilas

Este capítulo apoya a la hipótesis principal de esta Tesis de manera complementaria ya que al emplear correctamente las medidas de seguridad en los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar se obtienen beneficios en la productividad, costos, tiempos de ejecución y calidad de los elementos terminados. Beneficios que son señalados en la hipótesis principal como los retos que deben superarse al dominar y realizar correctamente los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar.

Desde que el hombre trabaja han ocurrido accidentes y enfermedades de trabajo. Sin embargo, no es sino hasta la sistematización del trabajo industrial que se comenzaron a tomar medidas para evitar los accidentes de trabajo. En los últimos años el problema relacionado con los accidentes y enfermedades ha mantenido en México un interés notorio, cobrando mayor importancia debido a su creciente, constante y sostenido aumento, así como la frecuencia y gravedad de las diferentes ramas industriales.

La industria de la construcción no escapa a tal panorama; más aún es considerada de alto riesgo debido a sus características como incorporación de grandes núcleos de mano de obra, generalmente no calificada, procesos y procedimientos productivos tan heterogéneos y a una serie de procesos de administración poco claros e insuficientes. En este capítulo se pretende enfatizar el interés de los responsables de obra de las cimentaciones profundas para evitar que el personal sea víctima de accidentes o enfermedades a consecuencia de la falta de control sobre factores importantes, lo cual ayudara a disminuir los riesgos de trabajo.

#### 4.1. Seguridad.

Por seguridad se entiende a un conjunto o grupo de técnicas y normas que permiten detectar, evaluar, controlar y/o eliminar, todas aquellas causas o condiciones y acciones, que puedan generar riesgos de trabajo, como son los accidentes o enfermedades que puedan sufrir los trabajadores durante el desempeño de sus labores.

El objetivo de la seguridad es prevenir todos los accidentes y enfermedades a que se expone el trabajador, permitiendo la realización del trabajo sin contratiempos o interrupciones<sup>22</sup>

La seguridad comprende las siguientes ramas:

- Personal: Conjunto de normas que tiene el individuo, adquiridas en el medio familiar y con base en experiencias propias, las cuales están en relación al medio en el cual se desenvuelve y son de aplicación personal.
- Social: Conjunto de normas e instituciones que protegen al individuo contra las contingencias de la vida (nacimiento, enfermedades, etc.)
- Urbana: Conjunto de normas dirigidas a la ubicación o establecimiento del lugar de residencia del elemento humano.
- Vial: Conjunto de normas y reglamentos cuyo propósito es evitar accidentes de tránsito en la vía pública.
- Pública: Conjunto de normas dirigidas a salvaguardar la integridad del elemento humano, ante la sociedad.
- Industriales: Conjunto de normas y técnicas que permiten evitar los accidentes mediante el control y aplicación de reglas específicas en el trabajo.

<sup>22</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*, México, 1994: 9 pág

La seguridad tiene que ver con todas y cada una de las actividades del trabajo, ya sea en cuanto al orden y limpieza del área donde se labora, manejo y acomodo de materiales, equipos en su selección, uso y mantenimiento de la herramienta, entre otros. También tiene mucho que ver con la responsabilidad, es decir, se relaciona directamente con asumir reflexiva, crítica y conscientemente las consecuencias de los actos realizados por el individuo.

Por otra parte, se debe resaltar que la seguridad en el sentido más amplio se refiere a un estado de salud y bienestar completo, el cual permite la total realización del individuo dentro de la sociedad en la que vive, es decir, el pleno disfrute de los bienes, valores y servicios, que son producto del trabajo de la sociedad en su conjunto.

#### 4.2 Accidentes.

Una definición aceptable de accidentes es cualquier hecho que interrumpa el desarrollo normal de los acontecimientos y que es causado por uno más actos inseguros (fallas humanas), por condiciones inseguras o fallas físicas o ambientales, ambas, pudiendo o no provocar una lesión personal, un daño material o ambas cosas.

Los accidentes no ocurren por casualidad, son causados.

Las causas de estos hechos se atribuyen generalmente a fallas humanas; fallas de los sistemas o al medio físico que rodea al trabajador. Sea cual fuere la causa, en el incidente siempre habrá de existir un factor desencadenante. Sin embargo, mediante un adecuado control orgánico, la cantidad de los accidentes pueden ser mantenidos dentro de un marco de valores aceptables.

Los accidentes en el trabajo se refieren a un hecho súbito e inesperado que afecta, daña o lesiona al hombre o a algún factor de la producción. Dependiendo de las causas, consideraciones, acciones y gravedad, el accidente puede involucrar, juntos o por separado, a unos o varios factores de la producción, pero siempre ocasionará retrasos, pérdidas e interrupciones.

Los accidentes pueden afectar, dañar o lesionar al hombre en su integridad física y los elementos con que trabaje o solo a los elementos con los cuales trabaje, por lo que se clasifican a los accidentes de la siguiente forma:

- Personales: los que le ocurren a las personas cuando existe contacto entre el cuerpo humano y el agente que lesiona.
- No personales: los que sólo afectan a los equipos, materiales, herramientas, máquinas y al tiempo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por sus consecuencias los accidentes personales se dividen en:

- Con lesión: cuando existe contacto entre el cuerpo y el agente, se produce un daño a la integridad física del trabajador.
- Sin lesión: cuando no hay contacto, pero el accidente produce un temor constante a un posible daño.

Las causas de accidentes se agrupan en los siguientes rubros principales:

- Causas remotas: conjunto de causas en las que directamente el hombre no puede modificar (fenómenos naturales, enfermedades, aspectos de trabajo ajenos al hombre)
- Causas próximas: se refieren al conjunto de acciones que desencadenan el accidente, se relacionan con las acciones del trabajador y con las condiciones del medio.
- Condiciones inseguras: son todas aquellas condiciones físicas, mecánicas o ambientales que signifiquen algún riesgo para la salud o integridad del trabajador
- Actos inseguros: son las faltas de observancia de una norma creída como segura, se refiere a las actitudes personales.

Existe un grupo básico de leyes que regulan y norman lo relacionado con la seguridad y la higiene en el trabajo, que abarca desde la obligatoriedad del empleador (patrón) a proporcionar todas las garantías que permitan un desarrollo seguro del trabajo, hasta el otorgamiento de atención médica al trabajador accidentado, dicho cuerpo básico legal se compone de:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- La Ley Federal del Trabajo
- La Ley del Seguro Social
- El Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y otras leyes menores (instructivos) <sup>23</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>23</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*, México, 1994. 9 a 13 págs

### 4.3 Salud e higiene.

La salud es un término que, aunque conocido por todos, en ocasiones no se alcanza a comprender la magnitud de lo que engloba; y su manejo solo se limita al aspecto biológico o físico, es decir, a las manifestaciones de enfermedad.

La Organización Mundial de Salud, define a la salud como: "no solo la ausencia de enfermedad, sino el más completo estado de bienestar físico, mental y social" Puede definirse a un individuo sano cuando muestra y demuestra armonía física, mental y social con su ambiente, al contribuir con su trabajo productivo y social al bienestar individual y colectivo

Considerando al individuo como un ser bio-psico-social se pueden identificar varios factores que afectan su salud y agruparlos de la siguiente manera:

- Condiciones propias del individuo: enfermedades hereditarias, infecciosas, mentales, ejercicio físico, descanso, higiene personal, alimentación, edad, actitud a la vida, desarrollo psicosexual, actitudes religiosas
- Condiciones ambientales: basura no tratada, lugares públicos sin sanitarios y/o sin higiene, el ruido, distribución inadecuada, de servicios médicos, falta de agua potable y drenaje, contaminación de autobuses y autos.
- Condiciones de la vida: hacinamiento, limpieza, alimentación, vivienda, recursos económicos, transporte, relaciones familiares, educación, tipo de actividad, actividades de recreación
- Condiciones culturales o ideológicas: consumo de alimentos industrializados, sedentarismo, tabaquismo, bebidas alcohólicas, malos hábitos alimenticios.
- Condiciones del sitio de trabajo: lugar donde se realiza el trabajo, normas de seguridad, contaminación, presiones laborales, relaciones con el grupo de trabajo

El objetivo de la salud es prevenir enfermedades y evitar la muerte, fomentar la salud, prolongar la vida y la productividad del hombre, mejorar su bienestar, el nivel de vida y las alternativas sociales. El que una persona este sana permitirá que se desenvuelva como un ser activo independiente, con iniciativa y con deseos de mejorar su futuro. En el aspecto laboral, también se modificará, aumentando la calidad de su trabajo, su capacidad para trabajar en grupo, observará y llevará a cabo las normas de seguridad evitando accidentes e invalidez

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El trabajo es una actividad en la que el hombre pasa una gran parte de su vida, en donde las condiciones del sitio de trabajo, manejo de materiales y sustancias en ocasiones dañinas, equipo de trabajo peligroso, exposición a cambios de temperatura, posiciones forzadas en el trabajo, monotonía en el mismo entre otros factores, darán alteraciones en la salud, mismas que no permitirán que el trabajador realice sus labores en forma eficaz

El trabajo es un factor tan importante en el proceso de salud-enfermedad, que existe una rama de la salud que estudia esta relación de la salud en el trabajo, que es la salud ocupacional.

La salud ocupacional tiene la finalidad de evitar daños a la salud por las condiciones de trabajo, proteger a los trabajadores de los riesgos inherentes a los agentes nocivos, ubicar y mantener a los trabajadores según sus capacidades y aptitudes anatómico-fisiológicas y psicológicas; adaptar el trabajo al hombre y el hombre al trabajo y prevenir incomodidades o molestias a la comunidad cuando estas se generen en el sitio de trabajo

La salud como proceso no debe interesar únicamente en el momento en que se manifieste la enfermedad; es necesario aprender que debe ser fomentada, mantenida y restablecida en caso de alteración.

Las acciones que se realizan son:

A) Prevención primaria: tiene como objetivo mantener la salud, evitando la presencia de enfermedad, a través de dos tipos de acciones:

- Promoción de la salud a través de pláticas que informen y orienten de problemas comunes a toda la población como la alimentación, educación sexual, eliminación adecuada de la basura, medidas higiénicas en el manejo de los alimentos.
- Protección específica por medio de diferentes tipos de campañas, como por ejemplo de vacunación, manejo de alimentos, de higiene y la realización de exámenes médicos continuos.

B) Prevención secundaria: su finalidad es la de detener la enfermedad y que no avance a estados más graves.

C) Prevención terciaria: busca limitar las secuelas de las enfermedades y rehabilitar a las personas inválidas.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Cfr CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*, México, 1994. 16 a 19 págs

#### 4.4 Incremento de la productividad mediante el control de riesgos.

La expresión de control de riesgos se usa para familiarizar al supervisor de obra en detalle con los riesgos que se corren debido a defectos técnicos, equipos sistemas y operaciones que son responsables por la pérdida de ganancias y recursos humanos, reparación o reemplazo de herramientas, equipos, aparatos, gastos jurídicos.

El término "control de riesgos" nos sirve para expresar genéricamente los esfuerzos que se realizan para poner los conocimientos, la experiencia y el ingenio al servicio de la detección y eliminación, de los factores causantes de los accidentes, lesiones y daños a la propiedad

##### A) Beneficio del control de riesgos.

El principal beneficio que surge de una programación de control de riesgos es que ello tiende hacia la consecución de un mejor control orgánico de las empresas. Esto se consigue a través de una reducción en las pérdidas del potencial humano y los demás costos resultantes de los accidentes, lesiones, reparaciones de herramientas y equipo, daños a las instalaciones

Un buen programa de control de riesgos que puede contribuir a la efectividad global de una organización, es el siguiente:

- 1 Reducción del costo de los accidentes, lesiones, reparación de herramientas y equipo
2. Prevención de la pérdida del potencial humano como consecuencia de accidentes
3. Determinación de los riesgos vinculados con ciertas operaciones específicas.
4. Brindar una guía técnica para los diseños, procesos, construcciones, compra de equipo e instalaciones nuevas
- 5 Creación de programas de capacitación y educación que permitan al trabajador usar más eficazmente las herramientas, los equipos y los materiales.
- 6 Reducir los litigios resultantes de los accidentes
7. Detectando, evaluando y controlando los peligros ocupacionales para la salud del trabajador

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## B) Consecuencias de los riesgos

El tiempo perdido, que está vinculado con los accidentes, trae como consecuencia una reducción en las ganancias. Además de la disminución en la eficiencia operativa y pérdida de tiempo, los accidentes promueven:

1. Desperdicios de materiales
2. Daños a la propiedad
3. Incrementos de responsabilidad hacia terceros
4. Muertes o lesiones al personal.
5. Daños al lugar de trabajo
6. Aumentos en los costos operativos

### 4.5 Actos inseguros.

Los actos inseguros pueden definirse como fallas humanas que frecuentemente dan como resultado accidentes. Uno de los motivos por los cuales se ocurren actos inseguros es que las personas que los cometen ignoran que lo que están haciendo es inseguro e incorrecto. Por otra parte, el equipo que el trabajador está usando puede no estar correctamente diseñado, actuando el trabajador con torpeza y dificultad en las operaciones, o inducirlo a cometer un error que lo lesione a él y a otros.<sup>25</sup>

Otros motivos pueden ser:

- Constitución física inadecuada, tal como deficiencia visual o auditiva, fatiga
- Malos hábitos de trabajo, falla de atención o comportamiento errático, agresividad al punto de ser arriesgado, temerario y atrevido o con desobediencia intencional a las reglas

La corrección de estas fallas humanas dependerán de:

- Mejorar los procedimientos técnicos
- El rediseño de los equipos e instalación.

---

<sup>25</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda* México, 1994 21 pág.

- Capacitar, educar y motivar al personal, para que se observen los procedimientos descritos
- Dirección al personal para la aplicación de tácticas generales al tratar con un trabajador que no puede o no quiere ajustarse a las exigencias de la seguridad.
- Obediencia a las reglas mediante métodos de persuasión, advertencia y sanción cuando sea necesario

Las condiciones físicas inseguras son definidas como factores que se originan por defectos, errores de diseño, faltas de planeación y peligros del medio ambiente; entre las que se pueden citar:

- Medio ambiente excesivamente caluroso.
- Superficies resbalosas.
- Protecciones de sustancias y objetos.
- Maquinarias mal resguardadas.
- Peligro de retroceso de llama por mala combustión de gases muy calientes.
- Generación de sustancias tóxicas en un ambiente de trabajo

La corrección de las condiciones inseguras dependerá de:

- La evaluación de los procesos u operaciones, eliminando o sustituyendo sustancias peligrosas por otras inocuas cuando sea posible.
- El diseño y desarrollo de dispositivos y métodos de protección personal, que deben ser usados en los lugares donde los riesgos no pueden ser, de otra manera, eliminados.

#### **4.6 Medidas de Seguridad durante la construcción de pilas.<sup>26</sup>**

La construcción de pilas coladas en el lugar, como otras especialidades de la construcción, requiere de medidas de seguridad particulares durante su desarrollo en campo.

---

<sup>26</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*, México, 1994. 27 a 64 págs

Las ventajas que se obtienen al trabajar en un ambiente en el que se cuida y vigilan los aspectos de seguridad, son las de preservar la integridad del personal que interviene directamente en los trabajos, así como la de quienes pudieran estar cerca o dentro del área de ejecución. También se logra disminuir considerablemente el riesgo al que se someten los equipos utilizados en una construcción especializada, aspecto que se vuelve importante si se toma en cuenta la inversión necesaria para su adquisición y mantenimiento.

La elección adecuada del procedimiento constructivo y del equipo por utilizar, elimina en gran medida la posibilidad de error humano durante las maniobras, garantizando un importante beneficio económico y el buen funcionamiento de la cimentación que se construye.

La construcción de cimentaciones profundas comprenden muchas variantes, las cuales dependen principalmente de las características del suelo, magnitud de cargas que se transmitirán a éste y de los recursos con los que se cuentan. Aunque existen medidas de seguridad generales, habrá además las particulares de cada obra.

A continuación se presenta una lista de recomendaciones específicas para las obras más comunes de cimentación profunda.

#### 4.6.1 Perforación.

##### A) Uso de brocales durante la perforación.

Para evitar caídos y desprendimientos superficiales de material al perforar, es importante contar con brocales adecuados, que permitan una perforación limpia y segura. Se recomienda que el brocal quede empotrado en la perforación por lo menos dos veces el diámetro de ésta, sobresaliendo de 30 a 40 cm como mínimo del piso de trabajo.

##### B) Programa de ejecución.

Establecer un programa de ejecución de perforaciones dependiendo de las condiciones del subsuelo, proceso constructivo y especificaciones geotécnicas del proyecto.

##### C) Retiro de materiales.

Retiro del material producto de las perforaciones, fuera del área de trabajo. El material extraído puede ser muy inestable y resbaladizo.

Cuando se utilizan lodos bentoníticos para la estabilización de las paredes de las perforaciones, deben retirarse del área; de lo contrario puede alterar la plataforma de trabajo convirtiéndola en inestable y resbaladiza. Si no se logran drenar eficientemente los lodos de la superficie, debe tenerse cuidado en señalar los sitios en donde se encuentran perforaciones abiertas.



#### D) Utilización de ademe metálico en toda la perforación.

Utilización de ademe metálico en toda la longitud y verificación de la no existencia de gases, cuando se requiera inspeccionar el interior y/o fondo de las perforaciones

En proyectos donde se requiera la construcción de campanas o ampliación de la base de pilas, o se requiera la inspección ocular del desplante de las perforaciones, se requiere que el personal descienda a su interior. Algunos estratos del subsuelo contienen materia orgánica y producen gases tóxicos, en la mayoría de las veces mortales para el ser humano. Ante esos gases se requerirá de mascarillas especiales con suministro de aire oxigenado; en caso que no se detecte su presencia, sólo se requerirá el intercambio constante del aire viciado por el aire oxigenado desde el fondo de la perforación. Las características del subsuelo o la vibración del equipo dentro y fuera de la perforación, puede hacer fallar la estabilidad de las paredes de la perforación, por lo que deberá utilizarse ademe metálico en toda la longitud, evitándose así que la perforación se cierre. Debe evitarse el uso de motores de combustión dentro o adyacente a las perforaciones con personal en su interior. En caso de que no exista área suficiente en la obra de cimentación profunda, se deberán usar brocales que sobresalgan un mínimo de 30 o 40 cm. del nivel de trabajo, para que sirvan de represa a los gases producidos ya que éstos tienden a ocupar las zonas más bajas.

#### E) Descenso de personal en la perforación

El descenso del personal al interior de una perforación nunca se hará antes que la herramienta y el equipo, de trabajo que llegue a requerirse. El descenso deberá organizarse de tal forma que el personal sea el último que baje, para evitar que la caída libre de algún objeto que lo golpee. Los descensos deberán realizarse con canastillas diseñadas especialmente para esta operación, evitando dispositivos improvisados. El personal bajará sentado en columpios, con el equipo de seguridad adecuado. Dentro de una perforación, los trabajadores siempre deberán utilizar un cinturón de seguridad, el cual se sujetará a un cable de rescate durante todo el tiempo que permanezca laborando en su interior. Estos trabajos se realizarán con ayuda de compañeros en el exterior, para que en caso de algún accidente, exista conocimiento inmediato del mismo y se proceda al rescate. El cable que se empleará nunca deberá ser de henequén o similar, ya que éste con la humedad puede degradarse.

#### F) Nunca dejar perforaciones abiertas sin señalamiento.

Todas las perforaciones abiertas deberán tener señalamientos adecuados. Durante las obras de cimentación profunda en las que se realizan perforaciones, es común que en cambios de turno queden algunas abiertas temporalmente, por lo que es recomendable utilizar tapas especiales que eviten la caída accidental de alguna persona. En caso que los trabajos continúen inmediatamente al finalizar la perforación, por lo menos se deberá señalar el área.

#### 4.6.2 Fabricación de pilas.

##### A) Revisión del acero de refuerzo.

Antes de levantar el acero de refuerzo de una pila, se debe revisar su habilitado y sus características mecánicas. Debido a que el acero de refuerzo ya habilitado debe ser maniobrado en condiciones diferentes a las del elemento diseñado por construir, es necesario conocer el comportamiento del armado al ser maniobrado.

Al introducir los armados dentro de las perforaciones de las pilas, se debe revisar que los estribos o Zunchos estén debidamente amarrados para evitar que se desprendan durante la maniobra. Es recomendable también revisar que a lo largo de los castillos no se queden desperdicios de acero, así como herramienta de habilitado antes de realizar la maniobra. Se deberá considerar la longitud de los armados para determinar la posible presencia de deformaciones que provoquen rotura de amarres, o bien determinar si se requiere introducir el armado en tramos para pilas. En ocasiones se resuelve este problema colocando contraenteos en los armados.

##### B) Colocación del concreto.

Si el colado de la pila se realiza con bomba y pluma, se deben revisar las conexiones de la tubería. En algunas cimentaciones se requiere de realizar los colados con bomba y pluma, debido a las dimensiones del terreno en el que se trabaja, el nivel en el cual se encuentra el equipo de cimentación, o simplemente la falta de acceso a la zona. En estas condiciones se deberá revisar el correcto funcionamiento de las llaves en las uniones de la tubería, para evitar que el concreto se derrame cayendo junto con las mismas.

Si el colado se efectúa en bacha, será necesario revisar que en la compuerta de salida funcione correctamente el seguro. En ocasiones no es posible que la olla de concreto se aproxime a las perforaciones, ni tampoco es posible la utilización de bomba para el concreto, por lo que se llega a requerir de la bacha. Como debe ser maniobrada por grúa, debe garantizarse que el columpio sea el adecuado para la carga y que el mecanismo de la compuerta trabaje correctamente, para evitar que el concreto caiga repentinamente antes de llegar a donde se va a depositar. Esta maniobra deberá realizarla el operador de la grúa siempre con manejo suave.

##### C) Uso de estructuras de apoyo.

Se deberán utilizar estructuras que se apoyen adecuadamente en la boca de la perforación durante el colado de las pilas, para que el personal esté seguro durante esta actividad. En el colado de pilas es necesario que el personal esté sobre la perforación para manejar correctamente el tubo Tremie, por lo que se deberá contar con una estructura en la cual el trabajador pueda pararse, y que evite su caída dentro de la perforación.

### 4.6.3 Maniobras generales en obras de cimentación profunda.

#### A) Accesos firmes y seguros.

Deberá contarse con accesos firmes y seguros. Los equipos utilizados en la cimentación profunda requieren de accesos firmes y seguros, ya que se trata de maquinaria pesada.

#### B) Uso de plataformas.

No se deberá trabajar sobre plataformas inestables, procurando apoyarse lejos de las orillas de los taludes o barrancos.

#### C) Libertad de obstáculos.

Las maniobras de cimentación profunda deberán estar libres de obstáculos terrestres y aéreos, así como el área de giro de la caseta de la grúa. Los equipos utilizados en la cimentación profunda tienen una altura que oscila entre los 20m y 30m, por lo que requieren de área para maniobrar. Antes de iniciar cualquier trabajo es necesario revisar y conocer el lugar donde se desarrollarán los trabajos, poniendo especial atención a los obstáculos terrestres o aéreos que correspondan a instalaciones eléctricas. En caso de existir estos obstáculos, se procederá a realizar la solicitud de la interrupción de la corriente, o en su defecto organizar los trabajos para evitar uno de los accidentes más peligrosos que es la descarga eléctrica por rotura de cables eléctricos en servicio.

Es importante asegurarse que el equipo no golpee accidentalmente estructuras existentes de construcciones anexas a la zona de trabajo durante la ejecución de las maniobras, para evitar deterioros o colapsos de los mismos. Con lo anterior también se evitan las volcaduras de equipos provocados por las cargas y los nuevos puntos de apoyo, que modifican a los centros de gravedad de los mismos.

#### D) Atención en los cables de la grúa.

Durante las maniobras de perforación y colocación de acero, es muy importante dar especial atención a los cables de la grúa en los siguientes aspectos:

- Colocación.
- Utilización.
- Mantenimiento.
- Revisión de accesorios.

Gran parte del éxito de mantener la seguridad durante el desarrollo de los trabajos de cimentación profunda, depende del buen estado de los cables del equipo. Los cables son sometidos a esfuerzos de tensión, torsión, doblamiento y en ocasiones compresión, cuando existen vibraciones durante la perforación, es por eso que deben revisarse continuamente.

Para lograr un buen rendimiento del cable por utilizar, se deberán revisar todos los elementos que estén en contacto con éste, como son cuñas, tambores, poleas, rozaderas y grapas, así como los destorcedores.

Para evitar el desgaste excesivo y la posible intemperización del cable, será necesario aplicarle lubricantes especiales periódicamente, los cuales reducen la fricción interna y protegen contra la corrosión.

E) Revisión del sistema de frenos.

El sistema de freno de los tambores de la grúa deberá estar en óptimas condiciones, ya que un descuido en su mantenimiento puede provocar perder el control en la maniobra de las cargas. Es recomendable conocer las tablas que relacionan las capacidades de carga y longitudes e inclinaciones de la pluma de las grúas, para evitar que el equipo falle con la carga.

G) Durante las maniobras, ninguna persona deberá permanecer debajo de la carga.

H) Nunca se deberán jalar cargas con la grúa, para evitar balanceos que puedan golpear la caseta donde se encuentra el operador, o bien el desplazamiento de la carga en otra dirección.

I) Se deberá mantener la carga lo más cercano posible al suelo durante las maniobras.

J) Nunca se deberá permitir que el personal se encuentre sobre la carga durante las maniobras.

K) El personal no deberá bajar ni subir en un equipo que esté en movimiento.

L) Se deberá mantener limpio el parabrisas de la grúa para permitir siempre buena visibilidad.

M) Los equipos deberán estar provistos de andadores y escaleras adecuadas para poder operar y/o supervisar adecuadamente su funcionamiento.

N) Se deberá evitar el aire dentro de los sistemas hidráulicos para evitar fallas durante la maniobra.

O) Antes de abrir alguna conexión o llave de algún sistema hidráulico para su revisión, deberá verificarse que el sistema haya liberado la presión.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- P) Nunca cargar combustible cuando el equipo este funcionando
- Q) La revisión de depósitos de combustible y de baterías deberá realizarse con lámparas sordas.

#### 4.6.4 Equipo de protección personal.

Los equipos de protección personal son un conjunto de aparatos y accesorios fabricados especialmente para ser usados en diversas partes del cuerpo, con el fin de impedir lesiones y enfermedades causadas por los agentes a los que están expuestos los trabajadores. Sin embargo se debe tomar en cuenta que dicho equipo no puede proporcionar una seguridad total al trabajador y que es necesario en primera instancia controlar los agentes nocivos desde su origen, después en el ambiente y por último en el hombre.

A continuación se enlistan los diferentes equipos de seguridad:

##### A) Cascos de protección.

Por su utilización se dividen en cuatro clases:

Clase "A": Para protección dieléctrica limitada, contra impactos y partículas volantes.

Clase "B": Para protección contra descargas eléctricas, impactos y partículas volantes.

Clase "C": Para protección contra impactos y partículas volantes, sin protección dieléctrica.

Clase "D": Protección igual a los de clase "A" pero no diseño apropiado para ser usados por bomberos

##### B) Protección facial con pantalla:

Son dispositivos de seguridad diseñados para brindar protección a la cara y el cuello contra partículas desprendidas, salpicaduras, radiaciones térmicas, ultravioleta y luminosas.

Por su uso se clasifican en :

De color natural.

Antideslumbrante.

Reflejante

De malla de alambre.

Combinada.

##### C) Careta para soldador.

Este equipo esta diseñado y construido para proteger conjuntamente los ojos, la cara, el cuello y las orejas, y tiene la propiedad de absorber las radiaciones ultravioleta e infrarrojas. Su cuerpo u armazón puede ser de fibra, vulcanizada, plástico, fibra de vidrio u otro material que sea resistente al calor.

#### D) Gafas de copa

Se denomina gafas de copa al equipo de protección ocular que tiene banda en forma de copa hueca y evita que el ojo sea dañado por partículas lanzadas o proyectadas, polvos radiaciones o vapores

#### E) Protectores auditivos

Son aquellos equipos de protección personal diseñados para atenuar el nivel de ruidos que puede causar daños a la salud de los trabajadores. Durante la operación de martillos y perforadoras, en los trabajos de cimentaciones profundas; y se clasifican en dos tipos:

- De tapón
- De copa y concha

#### F) Cinturones de seguridad

Los equipos de protección del cuerpo que se usan en el tronco ante los riesgos de caídas, a diferente nivel, y ahogamiento son los que a continuación se describen:

Clase I - Cinturón de correa: Para un movimiento y una sola posición limitada cuya finalidad es detener al trabajador, en caso de pérdida de equilibrio, y evitar su caída.

Clase II - Arnés para el pecho: Este se emplea cuando se necesita libertad de movimiento y sólo existe el peligro de caídas limitadas o de poca altura

Clase III - Arnés para el cuerpo: Este se utiliza cuando se necesita libertad de movimiento y existe el peligro de caídas a mediana y gran altura, ya que en caso de una caída tiene mayor capacidad de retención por la distribución de las fuerzas de carga.

Clase IV - Arnés de suspensión: Se usa en lugares inaccesibles donde el trabajador no posea sitio firme para pararse ni otros apoyos a los cuales se pueda sujetar. No está diseñado para frenar caídas.

#### G) Guantes, mitones y manguitos

Guantes: son equipos diseñados para proteger los dedos, la mano y el antebrazo. Su construcción es tal que permite libertad de movimiento en cada uno de los dedos independientemente.

Mitones: Son aquellos protectores que se colocan en la mano; su diseño es tal que permite movimiento individual para el dedo pulgar y los demás dedos están cubiertos de manera que puedan moverse todos juntos a la vez.

Manguitos: Estos protectores se diseñan para brindar protección al antebrazo, tienen la forma tubular y pueden llevar en sus extremos cinta elástica para sujetarse o una presilla que se ajusta en el dedo pulgar.

#### H) Zapatos, polainas y botas

Los zapatos, polainas y las botas de seguridad son equipos diseñados para brindar protección a pies y piernas, contra caídas de objetos, calor radiante, sustancias químicas, frío, contacto con objetos fijos o en movimiento, electricidad, radiación, contaminación, etc.

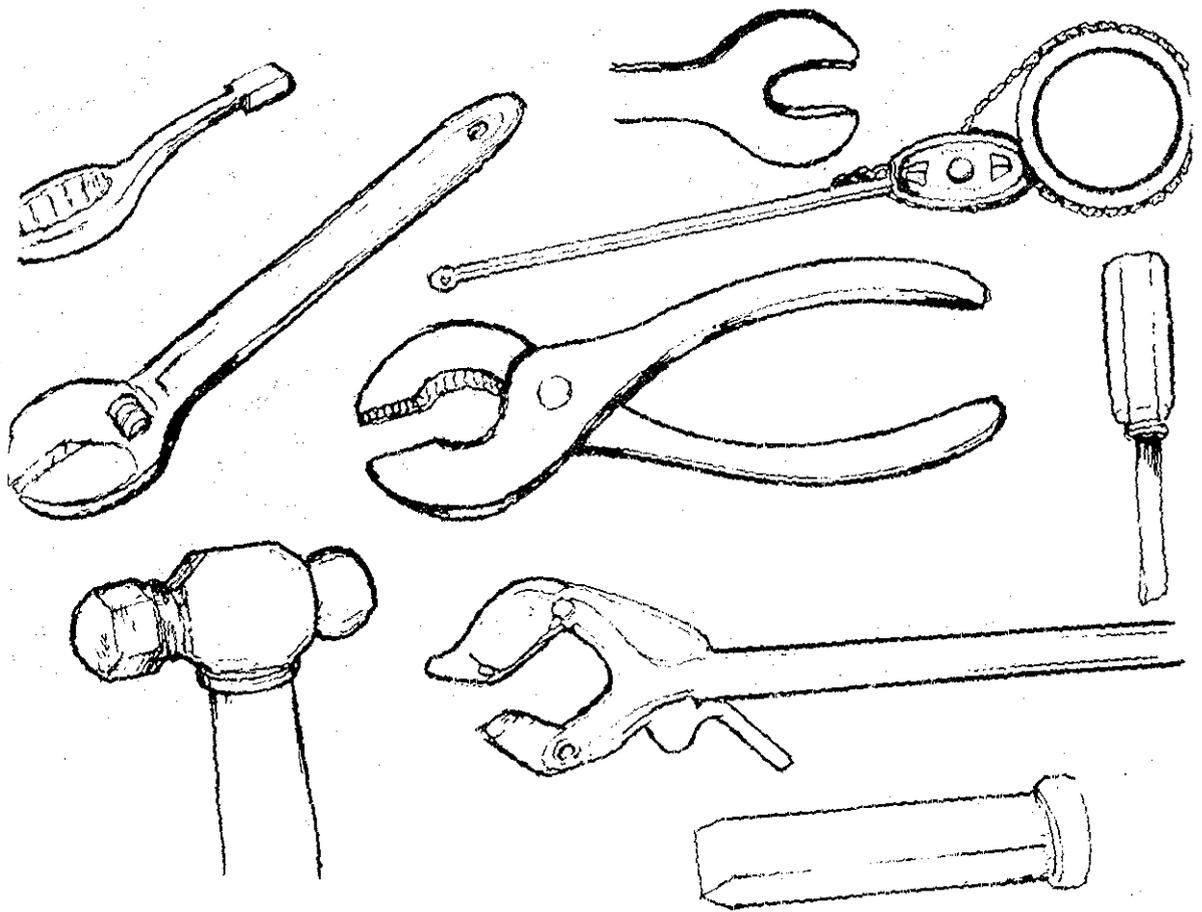
En los trabajos de cimentación profunda es imprescindible que el personal de maniobras y operación use durante las labores guantes, casco, botas y para trabajos especiales el equipo que proporcione la seguridad y comodidad durante las horas de sus tareas.

No debe perderse de vista que los trabajos de cimentación profunda por su propia naturaleza estén sujetos a diferentes riesgos que tienen como consecuencia accidentes lamentables en personal especializado y muy experimentado.

#### 4.6.5 Recomendaciones para el manejo seguro de herramientas manuales.

Seleccionar las herramientas de mano y su tamaño, de acuerdo al empleo que les va a dar, ya que cada una tiene una aplicación o uso específico. (Fig 4 1)

Fig 4 1  
Herramientas de Mano



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

Deben revisarse antes de utilizarlas y úselas adecuadamente cuando las encuentre en buenas condiciones mecánicas.

Si lo anterior es fundamental, es importante también mantener la posición adecuada del operador cuando las use. Se debe adoptar una posición segura de tal manera que no pierda el equilibrio cuando ceda la pieza o resbale la llave.

A continuación se enuncian las recomendaciones para los distintos tipos de llaves:

A) Llaves ajustables para tubería:

- Cuando utilice estas llaves, nunca aplique el esfuerzo en dirección contraria al del agarre de las quijadas.
- Recuerde que el esfuerzo que se aplique a estas llaves debe de ser en el sentido de agarre de las quijadas.
- No golpee con las llaves, ni las golpee entre sí.
- Nunca use extensiones improvisadas.

B) Llaves de cadena:

- Antes de usar las llaves de cadena cerciórese del buen estado de pernos, eslabones y dientes.
- Cuando transporte a mano estas llaves átelas la cadena al mango de la llave, para evitar que al balancearse la cadena le lesione o golpee o bien lo haga caer al tropezar con ella.

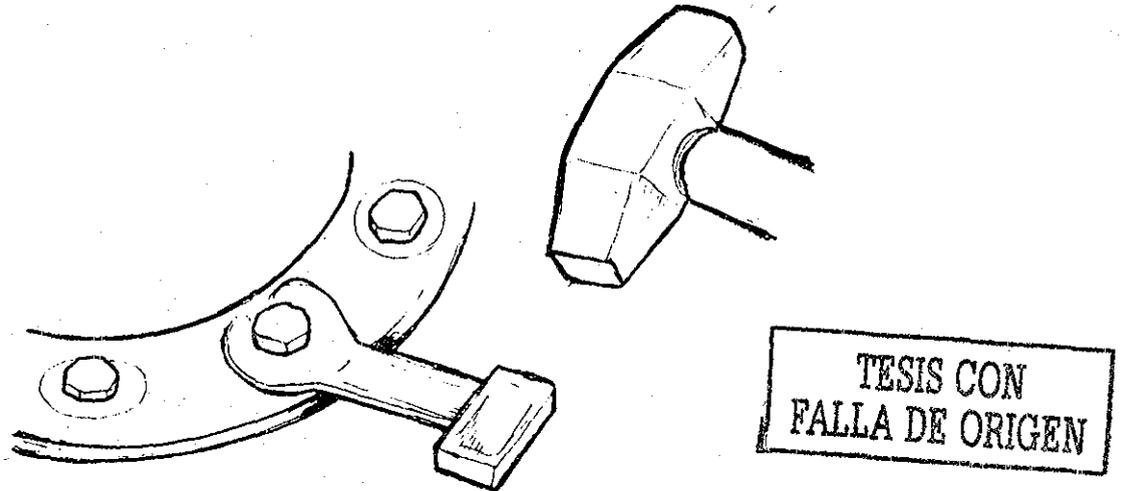
C) Llaves españolas y de estrías.

- Observe siempre que no haya obstáculos en el plano que describirá la llave y cuide que esta sea de la medida apropiada.
- Antes de emplear las llaves de estrías cerciórese de su buen estado incluyendo los ángulos interiores del ojo.

D) Llaves diseñadas para golpearse (Fig 4.2)

- Golpee únicamente en el lugar ex profeso de las llaves diseñadas para ello.
- Los cinceles y demás herramientas de corte deben estar afilados y con su cara de golpear en buenas condiciones. Al emplearlas, use protección ocular o facial.

Fig 4 2  
Llaves para golpear



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

E) Herramientas para golpear

- Un marro o martillo está en buenas condiciones cuando el mango no tiene defectos. Si la sujeción de éste con la cabeza es firme y segura y si sus caras de golpeo son planas y sin deformaciones.
- Repárese la herramienta en mal estado antes de usarla.
- Siempre que otra persona tenga que sostener la pieza que esté golpeando, lo hará utilizando tenazas y tomando las providencias necesarias para evitar ser golpeada.

F) Llaves de propulsión mecánica, hidráulica o neumática.

- Nunca se debe colocar en el plano que describan las llaves cuando estén operando.
- Compruebe que los dados, resortes y cables se encuentren limpios, en buenas condiciones y lubricados.
- Cuando se operen llaves mecánicas, cerciórese de que sus soportes y suspensiones estén en perfectas condiciones.
- Cuando opere llaves mecánicas mantenga la camisa abotonada.
- Las llaves mecánicas deben operarse por personal experimentado.

### G) Cadenas de rolar

- Antes de emplear estas cadenas revise que sus eslabones no estén debilitados y que la unión de la cadena con los cables de acero o de manila sea suficientemente firme y segura.
- Use siempre sus guantes. Nunca coloque las manos a menos de 30cm del tubo cuando use la cadena de rolar debe revisarla y compruebe que no tenga defectos.

Recuerde siempre:

- 1.- Revise y cambie su herramienta para evitar accidentes
- 2.- Manténgase siempre atento a las operaciones que ejecute y a las que ejecuten los demás.
- 3.- Use la herramienta adecuada para cada caso, no improvise.
- 4.- Mantenga en perfectas condiciones de uso toda la herramienta.

### 4.6.6 Precauciones con Grúas.

#### 4.6.6.1 Recomendaciones generales.

Cuando un equipo de construcción de pilas se mantiene en óptimas condiciones puede ser un equipo altamente seguro y útil. Es necesario que los operadores conozcan lo que la máquina puede hacer y lo que no se debe hacer. También es importante que el estado físico de los operadores sea bueno, que en cualquier momento puedan pasar un examen médico que garantice su visión, audición y reflejos.

Todo ello independientemente de una buena capacitación y dada apropiada, siendo recomendable mayores de 21 años.

Ningún buen instructivo puede anticipar todas situaciones en las cuales se encontrarán; las reglas dadas aquí cubren el uso general y algunos de los casos más específicos.

#### 4.6.6.2 Reglas generales de seguridad.

A) Bajar el bote de perforación asegurando la carga al suelo

- B) Enganchar el seguro corredizo, desembregar el clutch maestro, desconectar la máquina y embragar el freno de viaje.
- C) Nunca deberá depender de un freno para suspender una carga al menos que el operador esté en los controles. Se deberá estar alerta y listo para manejar la carga. Si se deja en el aire una carga sin atenderse, ésta puede caer por deslizamiento del freno, vandalismo o mal funcionamiento.

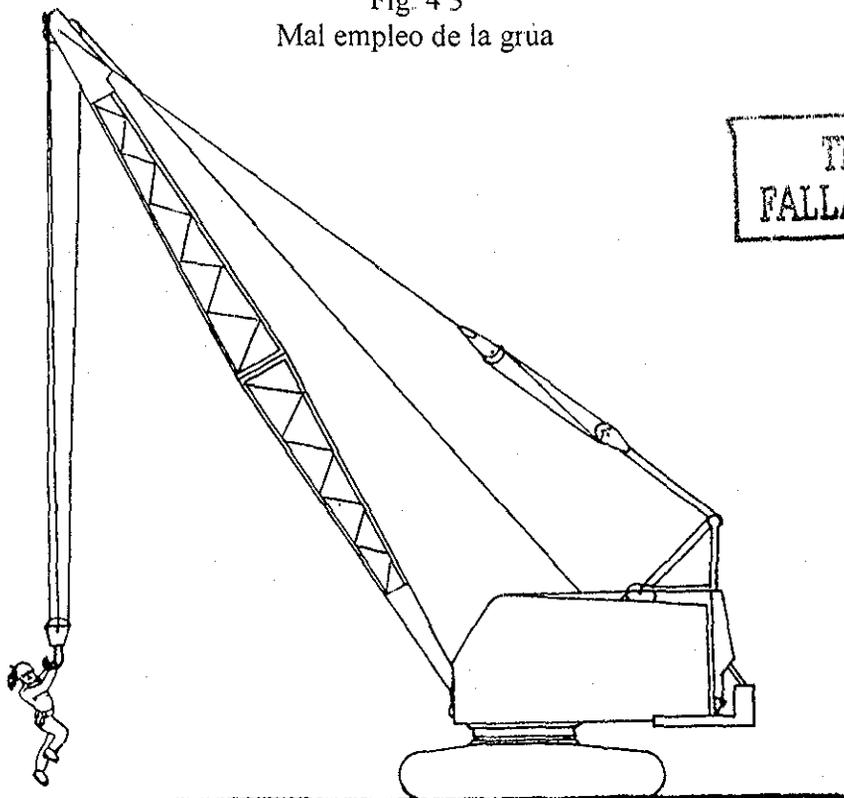
Los seguros del pedal del freno tienen toda la intención de permitir al operador descansar sus piernas cuando lleva una carga por corto tiempo, pero el operador debe permanecer en su asiento con sus pies sobre los pedales. Alguna falla en seguir estas instrucciones, podría conducir a un accidente.

Todo el personal deberá asegurarse que las áreas de trabajo estén despejadas para los movimientos y maniobras de la grúa, cuidando principalmente que ésta, la pluma y la carga estén libres de obstáculos. Antes de girar la caseta, transitar, mover la carga y bajar o subir la pluma, deberá asegurarse que no hay nadie en el camino auxiliándose del uso de la bocina de la máquina. Cuando no exista visibilidad del operador, se requerirá situar a alguien que dirija la maniobra a base de señales que todo el personal entienda.

Nunca se debe subir o bajar de una máquina en movimiento. No se debe permitir a nadie subir a la pasteca, bote, broca, ganchos, etc (Fig 4.3)

Fig. 4.3

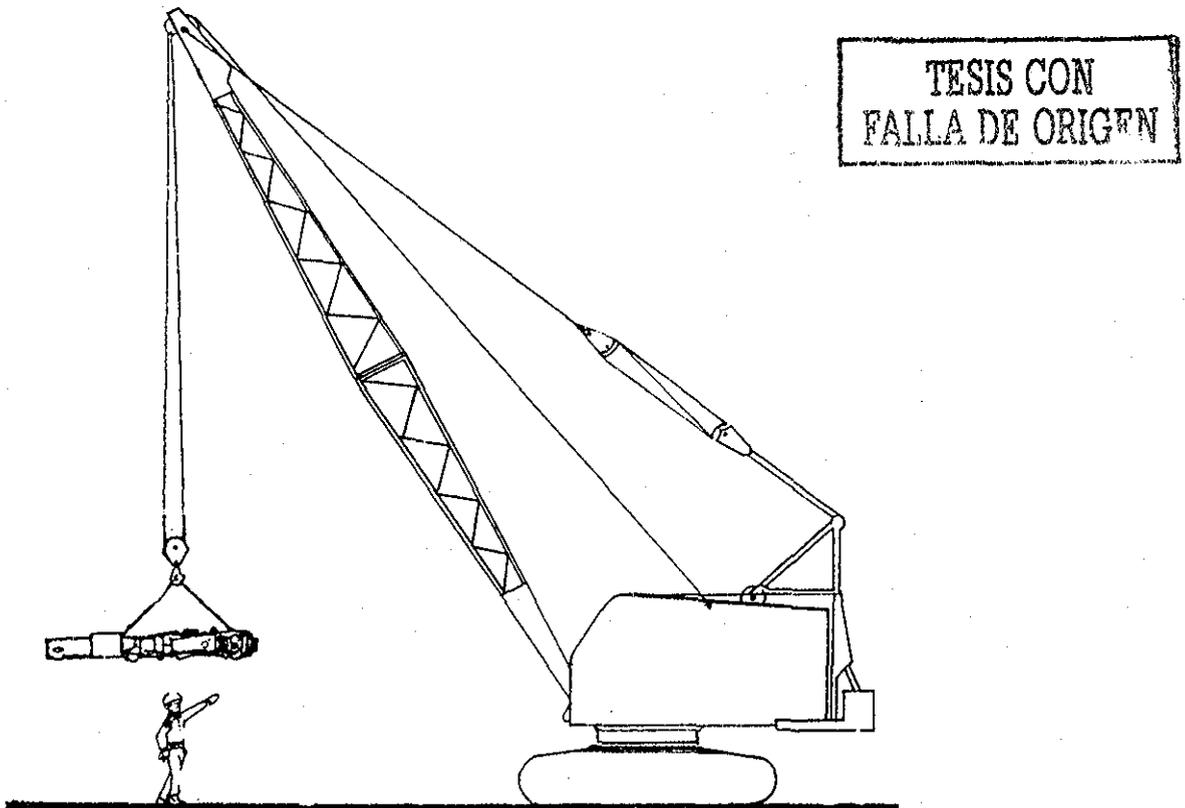
Mal empleo de la grúa



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

No se debe permitir que las cargas, botes, pilotes, armados, etc., pasen sobre la gente, ya que ponen en peligro su seguridad. Debe removerse todos aquellos objetos sueltos de la carga. Todo el personal que no tenga que ver con la maniobra, deberá abandonar el área inmediata cuando la máquina esté en operación. (Fig 4.4)

Fig. 4.4  
Desalojo de área de trabajo.

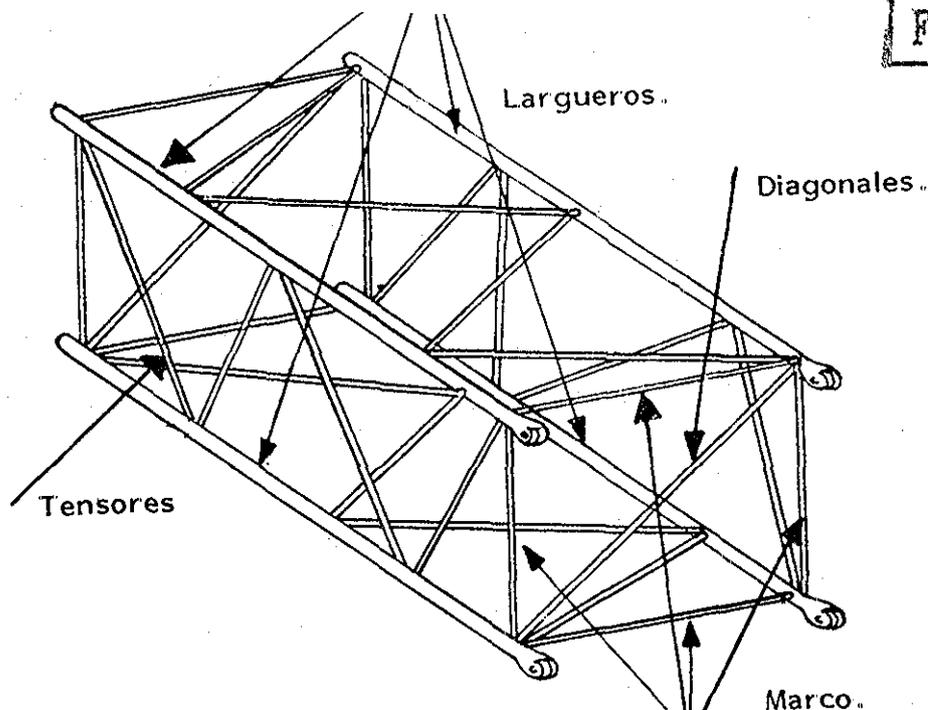


Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

Cuidar que el armado o cualquier carga no pegue con la pluma. No permitir que la pluma descansa o pegue contra alguna estructura o cualquier objeto, ya que ésta puede resultar dañada debilitándola. Si el daño es severo, la pluma seguramente se desplomará. Si una barra o una diagonal en alguna extensión de la pluma se rompe o se agrieta, es necesario que se cambie.

El acero de los largueros usados en las plumas es especial y pueden cambiar sus propiedades disminuyendo su capacidad por procedimientos de reparación equivocados. Nunca se deberá seguir utilizando un larguero dañado, ni se deberá reparar; siempre será necesario reemplazarlo. (Fig 4.5)

Fig. 4.5  
Estructura de una pluma



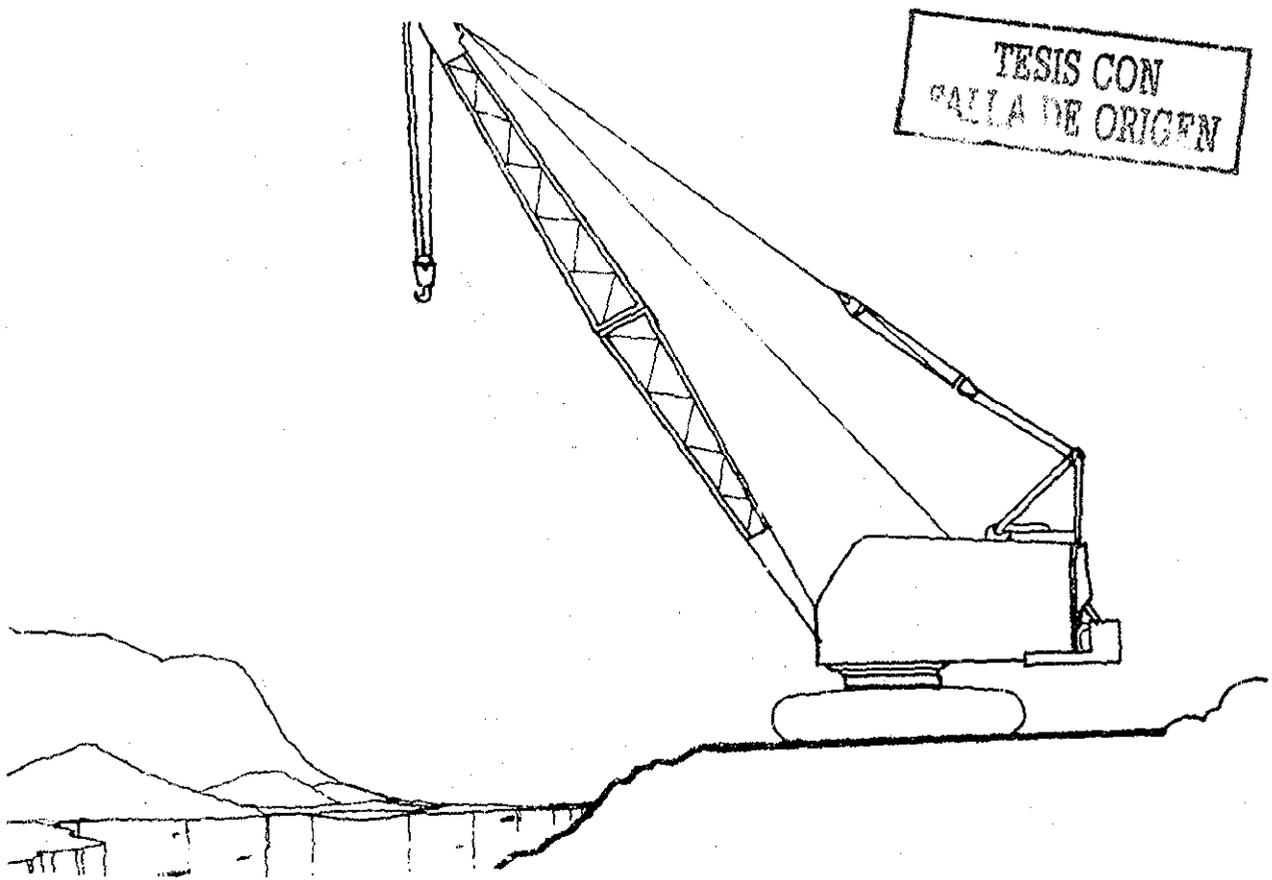
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

El seguro del malacate de la pluma deberá estar embragado, excepto cuando la pluma baje o suba. No deberá confiar en el freno del malacate de la pluma para detenerla, ya que el desgaste o ajuste incorrecto, así como la presencia de agua o aceite en las balatas pueden reducir la eficiencia del freno para detener la pluma.

Siempre se deberá checar las áreas de trabajo de obstáculos peligrosos. No operar cerca de un voladizo o de una zanja. Evitar orillas y zonas de derrumbe o desprendimientos de rocas, rampas, etc. Nunca estacionar una máquina donde algún banco de material pueda caer sobre ella o que pueda caer en una excavación. No estacionarse donde la lluvia pueda debilitar el terreno. (Fig. 4.6).

Fig 4 6  
Colocación de grúa



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

Se deberá inspeccionar la máquina diariamente. Nunca operar una máquina dañada o con un mantenimiento deficiente, poniendo especial atención a los clutches, frenos accesorios y cables de acero. Si un componente está dañado o gastado, se deberá sustituir antes de operar.

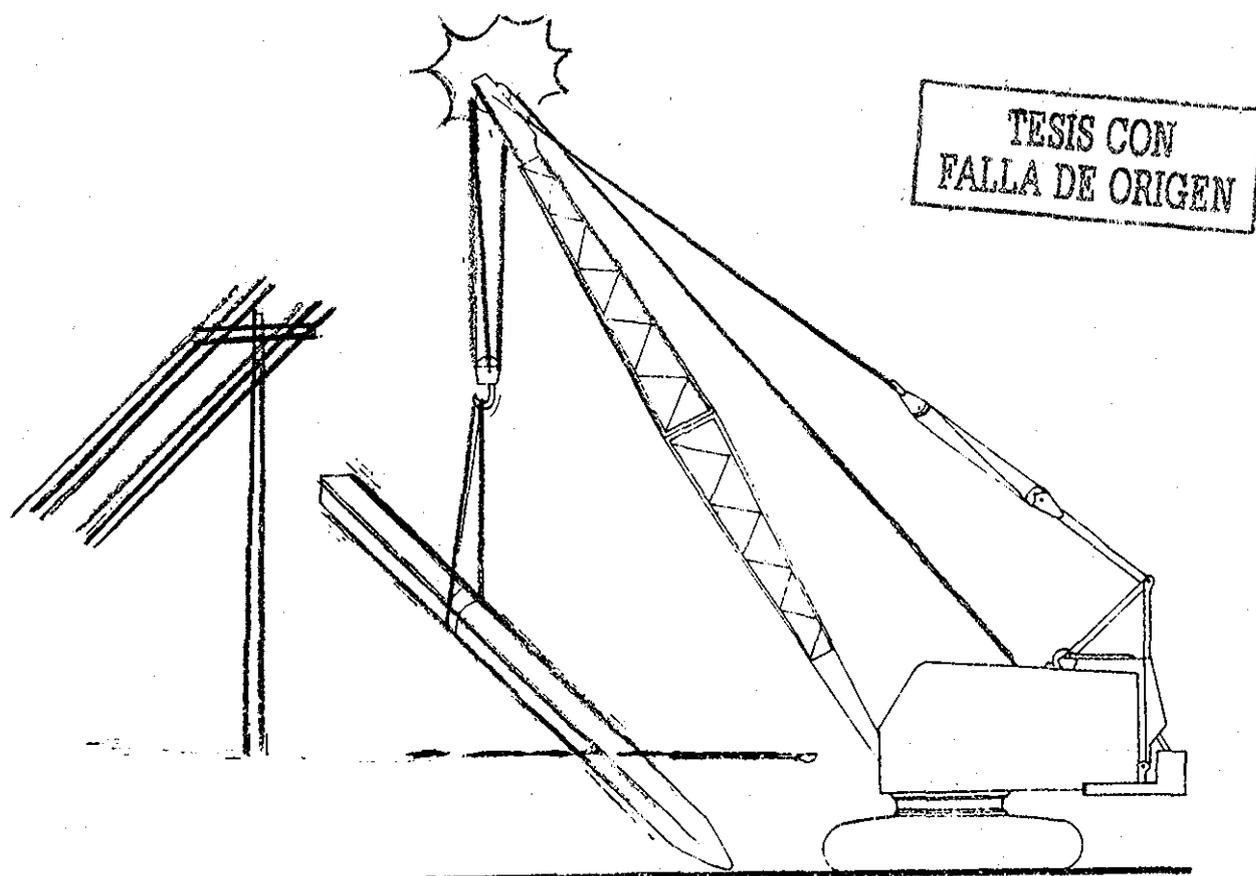
Se deberá de asegurar que las superficies del clutch y frenos estén limpias y secas. Se recomienda fricciónar en vacío las pastas del clutch y frenos para asegurar el secado de las mismas. Cuando se trabaje en forma excesiva se deberá revisar las pastas de los frenos para evitar su sobrecalentamiento fuera de control

Diariamente se deberá efectuar una esmerada inspección y mantenimiento de todos los cables, poniendo particular atención a los de los malacates de la pluma y a las conexiones finales, como son pasadores, grilletes y cuñas

#### 4.6.6.3 Trabajos cerca de líneas de alta tensión.

Las líneas de alta tensión son peligrosas y cuando se opere cerca de ellas, se deberá solicitar a la compañía de Luz y Fuerza que corte la corriente.(Fig 4.7)

Fig 4 7  
Trabajos bajo líneas de alta tensión.



En caso de no ser posible, se deberá atender los siguientes puntos:

- A) Se conservará por lo menos una distancia de 5m de la línea de alta tensión.
- B) Se asignará a una persona, equipada con una señal sonora (silbato o bocina), para prevenir al operador cuando alguna carga o cualquier parte de la máquina esta trabajando cerca de las líneas de alta tensión.
- C) Se deberá prevenir a todo el personal del peligro y no deberán existir personas innecesarias en el área. Ninguna persona se deberá apoyar en la máquina. Los maniobristas deberán usar cuerdas de polipropileno y nylon para dirigir la carga. Se asegurará de que el personal esté cuando menos 5m retirado de la carga.
- D) Si la máquina hace contacto con la línea, se generará un arco eléctrico tan fuerte que una línea cargada podría quemarse y caer, causando que la máquina y el área alrededor de ella esté electrificada.

En caso de que una línea de alta tensión sea tocada por la máquina o la carga; debe procederse como sigue:

- A) Prevenir al personal para que se aleje del lugar.
- B) Si la máquina está trabajando, trate de moverla del contacto; el operador está razonablemente seguro en la cabina, a menos que la máquina esté quemándose o que un arco eléctrico pase a través de la cabina.
- C) Revisar si girando la caseta se logra romper el contacto. Recordar que una vez que el arco ha sido generado, éste se incrementará con el tiempo.
- D) Cuando el arco se rompa, se deberá continuar el movimiento hasta que esté por lo menos 5m retirado y parar la máquina para su inspección.
- E) Si no se puede romper el contacto con la línea, y la máquina no está quemándose, el operador deberá permanecer en su asiento hasta que la corriente sea cortada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.6.6.4 Seguridad en la pluma de la grúa.

El personal responsable de la carga (operador, cabos, maniobristas, etc ) deberán observar las siguientes reglas:

- A) Las cargas deberán estar bien aseguradas antes de levantarse y asegurar que las gasas o estobos no resbalarán o se saldrán de la carga.
- B) Los estobos deberán ser los adecuados y deberán estar en buenas condiciones
- C) La carga no deberá ser obstruida mientras se maniobra Ninguna parte de la máquina deberá golpear algún objeto, para evitar ser obstruido (Fig 4.8)
- D) Se deberá manejar la carga con suavidad y precisión, ya que los movimientos bruscos pueden deteriorar la pluma de la grúa
- E) Nunca enrollar los cables del malacate alrededor de la carga, ni usar cables gastados, desechados o dañados para los estobos
- F) La grúa debe ser nivelada antes de que se inicie el izaje Se deben emplear los niveles de la máquina en caso de que esta este equipada; en caso contrario usar un nivel de carpintero colocado en una superficie horizontal del armazón de la máquina ya que una inclinación lateral de tres grados puede reducir la capacidad en un 50% o más La bola con gancho y los cables colgantes pueden ser usados como "plomada" para nivelar la máquina, levantando un peso compacto (1.0 – 1.5 ton), unas pocas pulgadas del suelo.(Fig 4.9).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

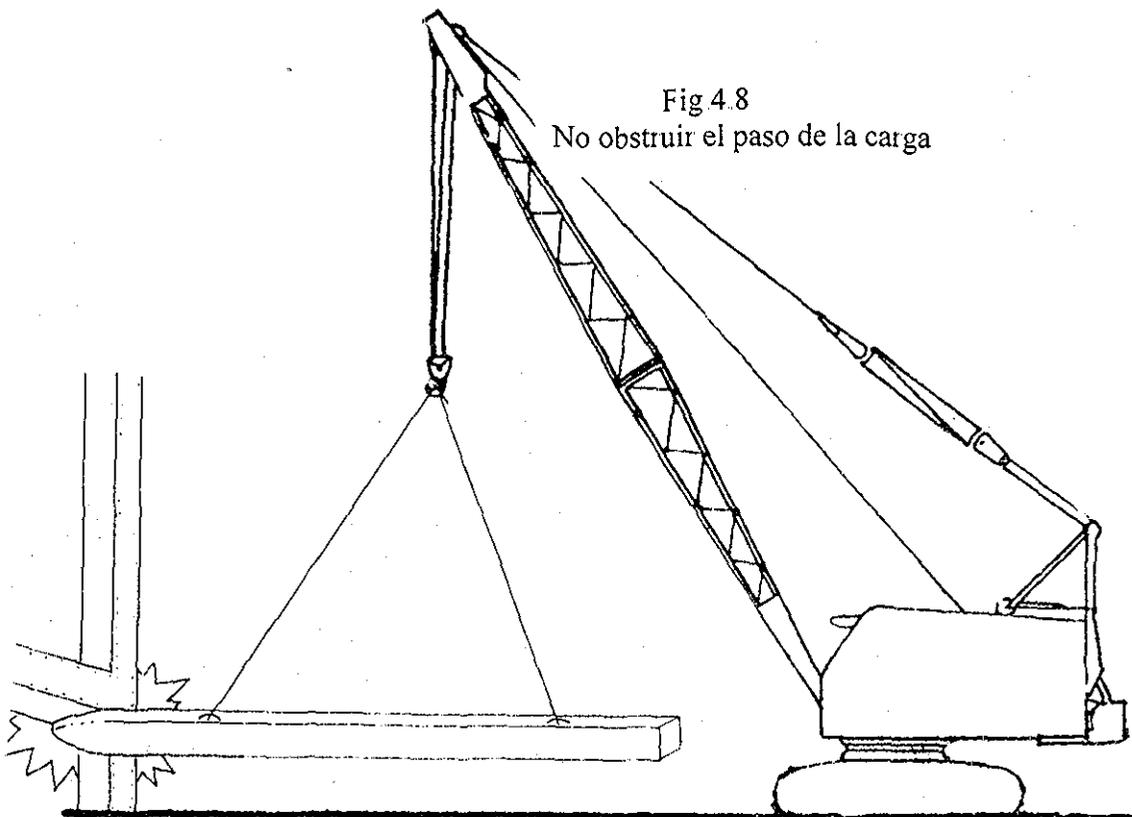


Fig 4.8  
No obstruir el paso de la carga

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda CINC.

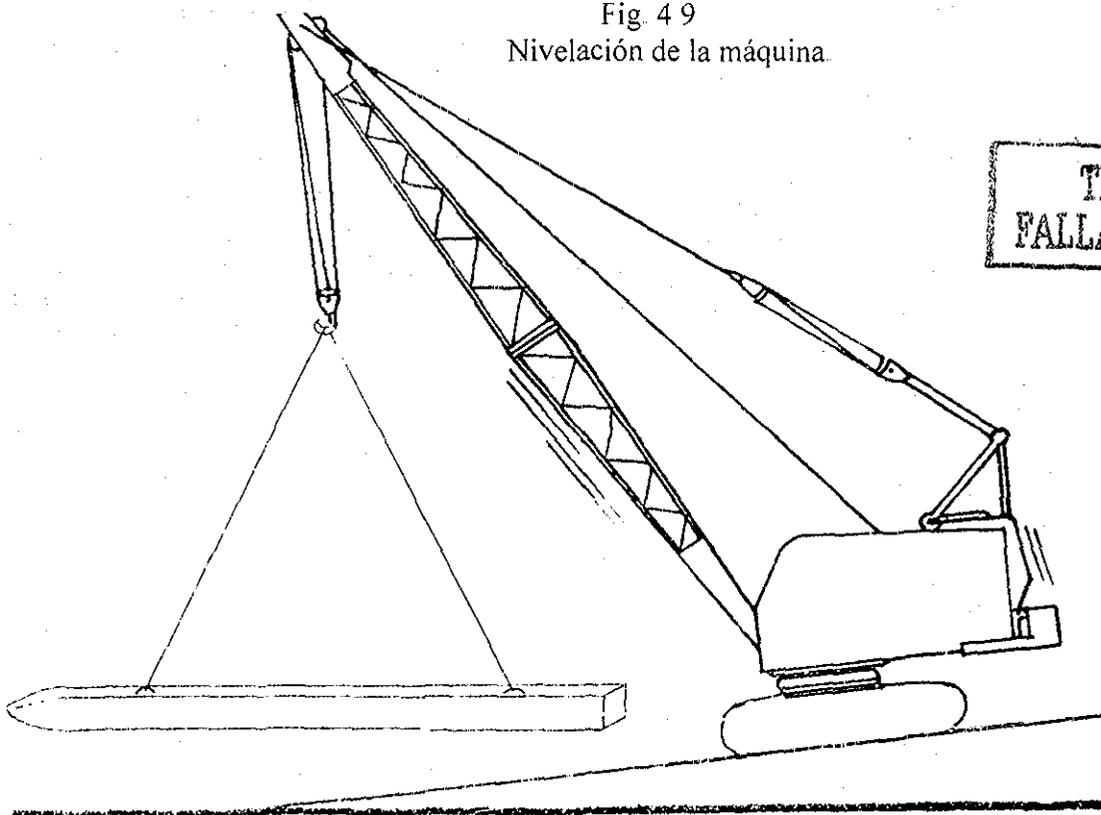


Fig 4 9  
Nivelación de la máquina.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

Los cables del malacate deben estar verticales cuando se comience a levantar una carga, de lo contrario la carga girará. Cuando se gire la carga de un lado a otro, cambiar el ángulo de la pluma levantándola para mantener la carga lo más cerca de la máquina, ya que puede presentarse una condición peligrosa, al perderse capacidad de carga.

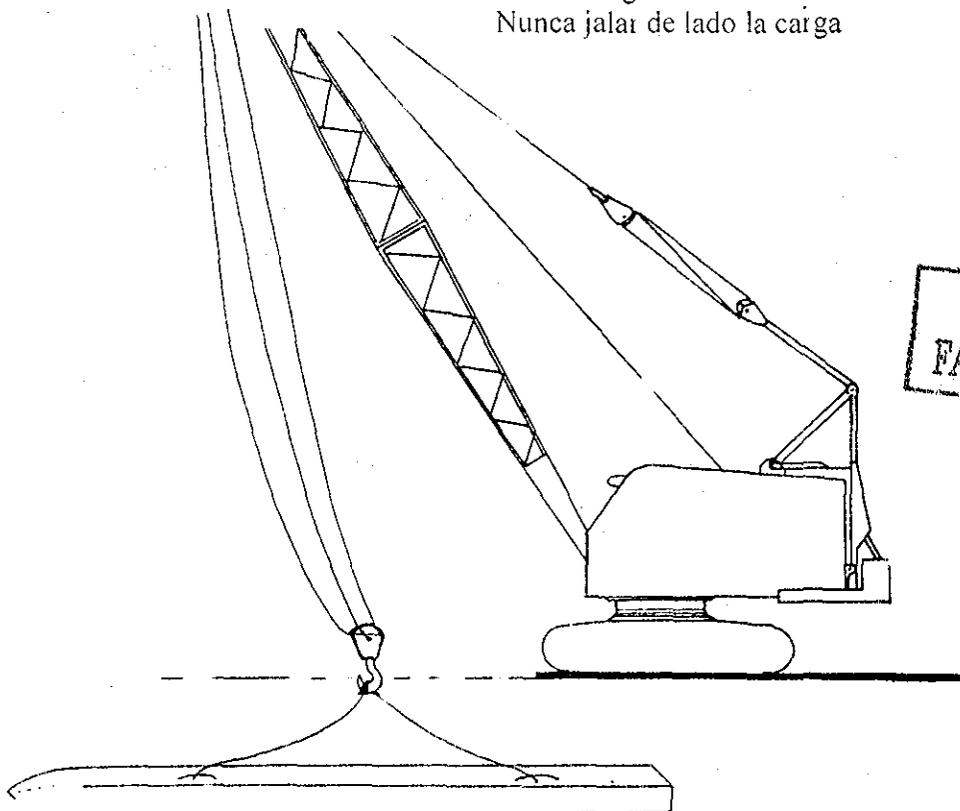
Se deberá conocer el peso que se va a levantar; nunca adivinar el peso de la carga. Recordar que la carga considerada para levantarse, deberá incluir el peso de los estobos, cables y ganchos. El peso total nunca debe exceder la capacidad de la máquina; considerando las condiciones que se enlistan en la tabla de capacidades, en cuanto a la inclinación, largo de pluma y radio de carga. Se evitará trabajar la máquina con vientos fuertes. Si no es posible, se reducirán las capacidades consideradas en la tabla.

Los giros de la tabla deben ser suaves para evitar fuerzas centrífugas, ya que éstas tienden a incrementar el radio de la carga, sobrecargándose la máquina. Se recomienda el uso de un cable de maniobra para controlar esta fuerza. Se deberá emplear el número de hilos especificados en la tabla de capacidades de los cables.

Nunca se deberá jalar de lado con la pluma, el levantamiento se hará vertical en cada maniobra. Mover armados o cualquier otro objeto jalando de lado puede conducir a doblar la pluma o voltear la máquina sobre sus costados (Fig 4.10)

Fig 4.10

Nunca jalar de lado la carga



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

No transitar la grúa alejándose de cargas cerca de las capacidades de la misma ya que por la inercia de la carga (peso), ésta intentará permanecer en su posición cuando la máquina empieza a moverse; el efecto de inercia intentará incrementar el radio de la carga y decrecer la estabilidad

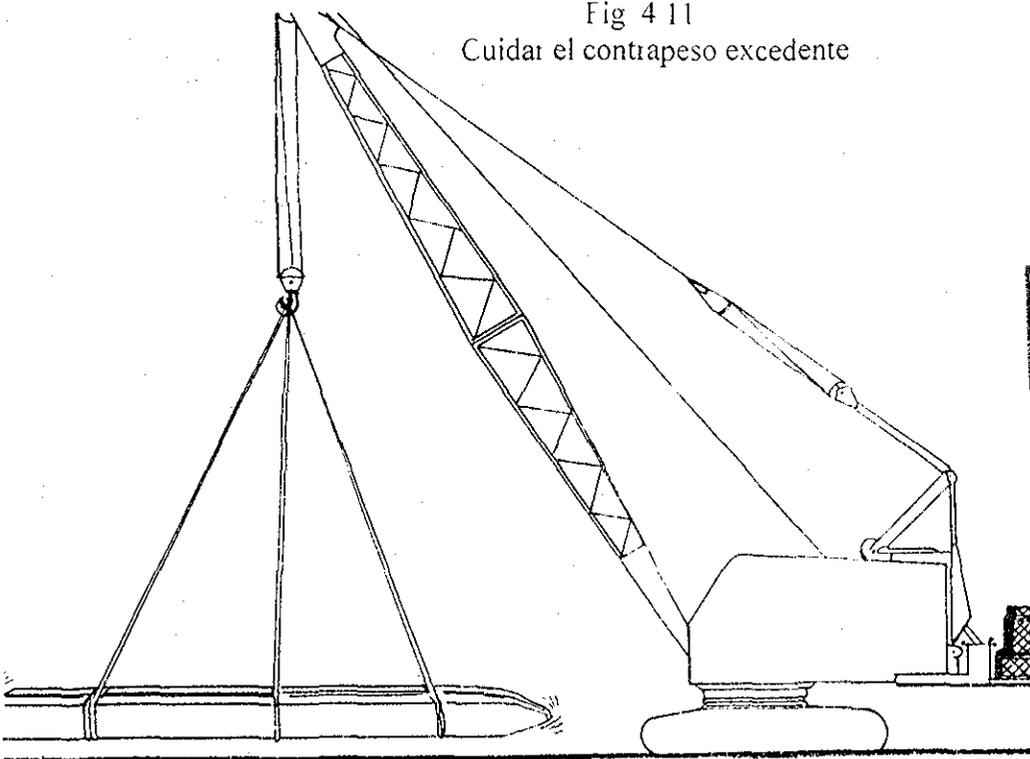
Cuando se opere una grúa sobre orugas en terrenos blandos, donde las bandas se hundan, se deberá usar un entablado o entarimado. Las maderas deberán tener un ancho igual al de la máquina y ser lo suficientemente robustas para soportar cargas sin dañarse y así formar una plataforma sólida. De ser posible, lo más recomendable es un relleno firme y seguro.

No se debe alterar ninguna parte de la máquina, ya que se pueden crear cargas para las cuales la máquina no fue diseñada. Tales cambios pueden afectar la capacidad e invalidar las tablas y dañar seriamente la máquina.

No exceder los porcentajes de capacidades de la máquina bajo cualquier circunstancia. Cada vez que se sobrepasen las capacidades en la tabla que está en la cabina del operador, se está sobrecargando y tales sobrepesos pueden causar accidentes. Se debe conocer cuánto contrapeso tiene la máquina y asegurarse de saber como está equipada para usar la columna correcta en la tabla de capacidades. Puede resultar peligroso incrementar el contrapeso arriba del especificado. No debe agregarse nada a la máquina que pueda actuar como contrapeso adicional porque afecta la estabilidad de la máquina, particularmente cuando se trabaja sobre un costado (Fig 4 11)

Fig 4 11

Cuidar el contrapeso excedente



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

De ser posible, se recomienda evitar transitar con una carga suspendida. Es especialmente peligroso cuando el terreno está maltratado o irregular, sobre una pendiente lateral o en áreas monticulosas. Cuando se tenga que transitar con una carga tal como un pilote o un armado, etc , se observarán las siguientes reglas:

- A) Amarrar bien la carga
- B) Transitar en superficies firmes y liberadas
- C) Llevar la carga lo más cerca del suelo
- D) Evitar los giros laterales de la carga.
- E) No transitar con cargas que puedan sobrepasar los porcentajes de la máquina
- F) No transitar con cargas en suelos blandos porque si se llegan a hundir las bandas, pueden afectar la estabilidad al punto de que la máquina pueda voltearse
- G) Cuando se transite en pendientes hacia arriba es necesario reducir la tendencia de que la pluma caiga sobre la cabina. Bajar la pluma

#### 4.6.7 Perforadoras.<sup>27</sup>

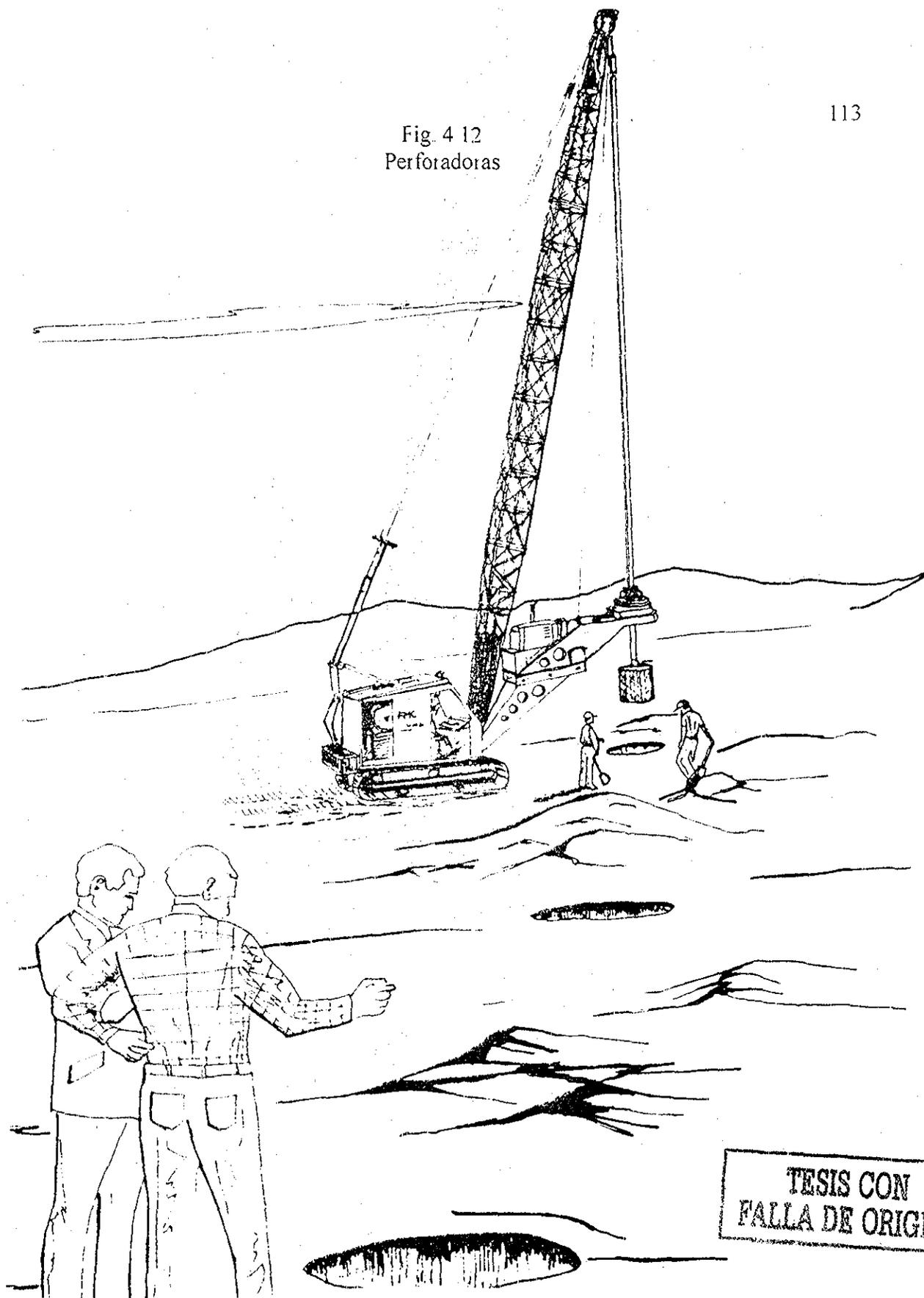
En las obras de construcción de pilas, las perforadoras se utilizan para extraer el material. Los diámetros de las perforaciones oscilan entre 60 cm y 300 cm , utilizando brocas o botes, alcanzando profundidades máximas de 50mts. Las perforadoras para ser operadas pueden montarse en camiones o en grúas dependiendo del tipo de perforadoras y de las características de la zona en la que se construirá la cimentación (Fig 4.12)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

<sup>27</sup> Cfr. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*. México, 1994. 162 a 172 págs

Fig. 4 12  
Perforadoras



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda CINC.

#### 4.6.7.1 Perforadoras sobre grúa.

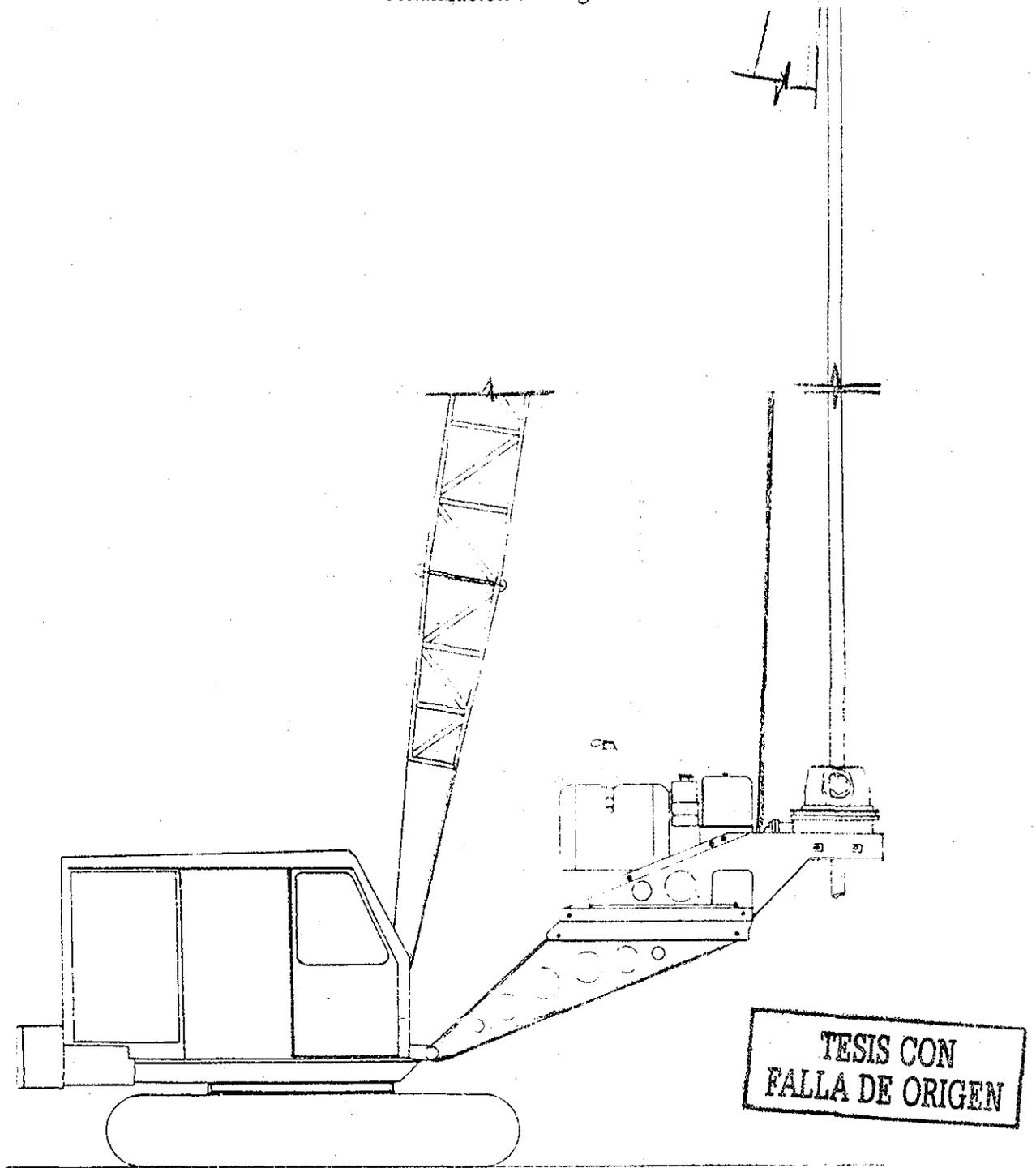
En el caso de perforadoras acopladas sobre guías, es importante tener presente las siguientes observaciones:

- A) La perforadora tendrá que ser transportada en trailers de la capacidad necesaria y dimensiones requeridas
- B) Es responsabilidad del transportista, conocer el reglamento de tránsito federal y local, para el transporte de carga especializada
- C) La perforadora deberá ser maniobrada durante la carga y descarga por personal que conozca el equipo, para evitar que sea estroboado en puntos que desestabilicen la maniobra.
- D) Al colocar la perforadora sobre la plataforma es necesario apoyarla y sujetarla adecuadamente, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, para evitar que durante el traslado existan deslizamientos o volcamientos de la carga.
- E) El barretón de la perforadora se fijará a la plataforma por medio de cadenas, vigilando que las partes telescópicas estén aseguradas, para evitar deslizamientos durante el arranque y frenado del trailer.
- F) Los barretones por lo general sobresalen de la plataforma, por lo que se deberá tener precaución de señalar correctamente la carga (Fig 4.13)
- G) El diámetro y tipo de poleas tendrán que ser las adecuadas para el cable que se utiliza
- H) Durante la operación de las perforadoras se debe tener especial cuidado en la revisión de baleros en general. El mantenimiento de estos elementos es de vital importancia para evitar accidentes durante la operación.
- I) Evitar sobrecargar la perforadora para no generar calentamientos excesivos de algunos componentes; como flechas, crucetas, tambores, etc.
- J) Las revisiones de las perforadoras, su engrase y el mantenimiento en general, se debe realizar sobre andadores adecuados para estas tareas
- K) En las perforadoras de hélice continua que requieren guías; es importante revisar tanto las medias cañas de sujeción, como los tubos donde corre el equipo, para evitar que éste se desacople

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- L) Es importante conocer la estatigrafía del suelo que se perforará para evitar atascamientos bruscos del equipo durante su operación, los cuales pueden originar desacoplamiento de herramienta y barretones
- M) Los seguros y conexiones de la herramienta de ataque deben ser las especificadas por el fabricante
- N) En las perforadoras de hélice continua, es importante revisar sus conexiones, así como mantenerlas provistas de una guarda que se deslice en la guía
- O) Es necesario hacer la limpieza de los barretones telescópicos, para evitar que se adhieran las secciones entre sí, que al liberarse pueden provocar caídas a gran altura sin el control de estos elementos
- P) Vigilar que no existan obstáculos terrestres y aéreos que pongan en peligro al personal.
- Q) Verificar que el área este libre durante la perforación para poder girar libremente la caseta de operación.
- R) Nunca se deberán realizar maniobras de carga con la grúa durante el tiempo que esté acoplada la perforadora
- S) Se debe tener presente la capacidad de la perforadora y la grúa, especialmente cuando se realcen perforaciones inclinadas.
- T) Es importante el drenado del área durante la perforación cuando existe nivel de aguas freáticas, para evitar la desestabilización de la plataforma de trabajo, así como el atascamiento del personal y equipo.
- U) Nunca es recomendable trabajar el equipo en taludes que no garanticen un soporte seguro.
- V) Evitar que el personal se encuentre debajo de la herramienta de perforación
- W) Como una medida de gran importancia, se debe tener presente, que el personal nunca esté cerca del barretón durante la operación, o cuando este se atasque y el operador esté en el proceso de liberarlo.
- X) Cuando se queden perforaciones abiertas es necesario señalarlas adecuadamente, para evitar que alguna persona caiga en ella

Fig 4 13  
Señalización de carga



#### 4.6.8 Señalización en obras de construcción de pilas.<sup>28</sup>

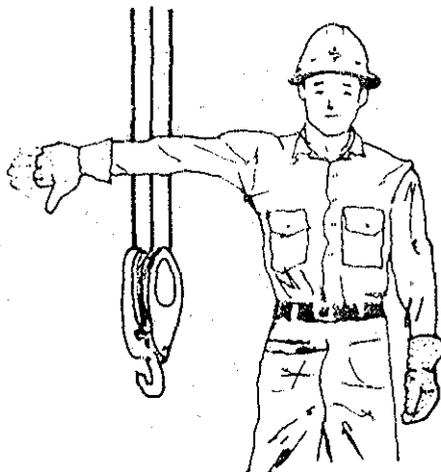
Durante la ejecución de obras de cimentación profunda es difícil mantener una comunicación verbal exacta, debido al intenso ruido que se genera por los motores y sistemas mecánicos que están en funcionamiento. Por lo anterior ha sido necesario desarrollar un lenguaje a base de señales corporales, las cuales deben ser utilizadas adecuadamente para evitar accidentes. Estas deben conocerlas todos los trabajadores, así como cualquier persona que esté cerca de las maniobras.

A continuación se presentan y describen las señales básicas utilizadas en la mayoría de las obras de ingeniería civil:

- A) Para bajar la pluma y subir la carga, el cabo de maniobras extenderá el brazo derecho hacia su costado en forma horizontal abriendo y cerrando el puño con el pulgar hacia abajo, según se requiera (Fig. 4.14)

Fig. 4.14.

Bajar pluma y subir carga.



**BAJAR PLUMA Y  
SUBIR CARGA**

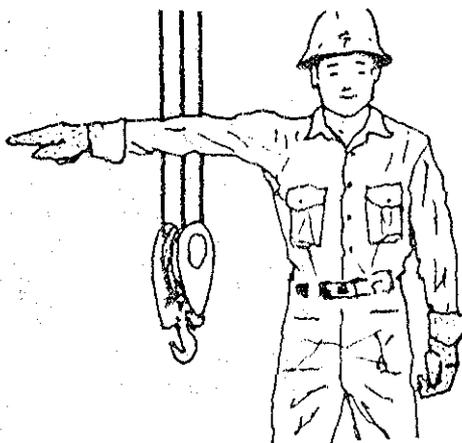
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

<sup>28</sup> Cf. CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*. México, 1994. 173 a 180 págs.

B) Para girar la caseta se extiende el brazo derecho hacia su costado en forma horizontal con la palma de la mano hacia abajo (Fig 4 15)

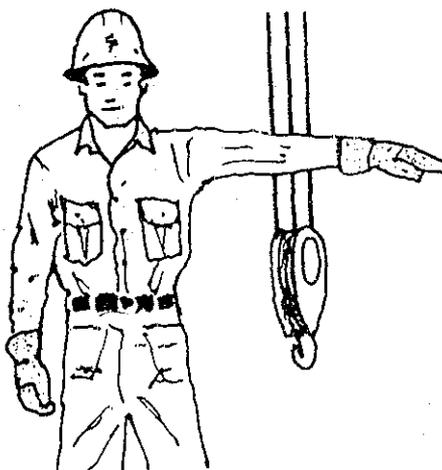
Fig 4 15  
Girar caseta.



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

C) Para indicar que se debe parar la operación, se extiende el brazo izquierdo con la palma de la mano hacia abajo (Fig 4.16)

Fig 4 16  
Parar toda la operación

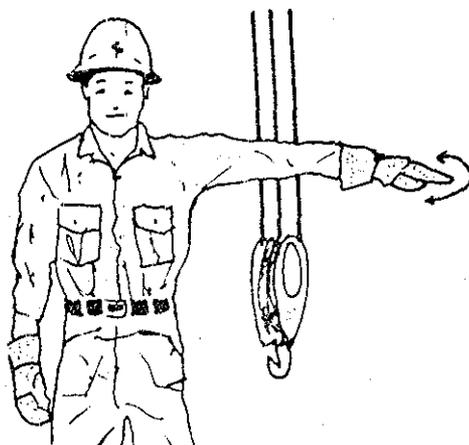


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

- D) Cuando de emergencia se debe parar toda la operación, se extenderá el brazo izquierdo con la palma de la mano hacia abajo moviéndola de arriba hacia abajo repetidamente (Fig.4.17)

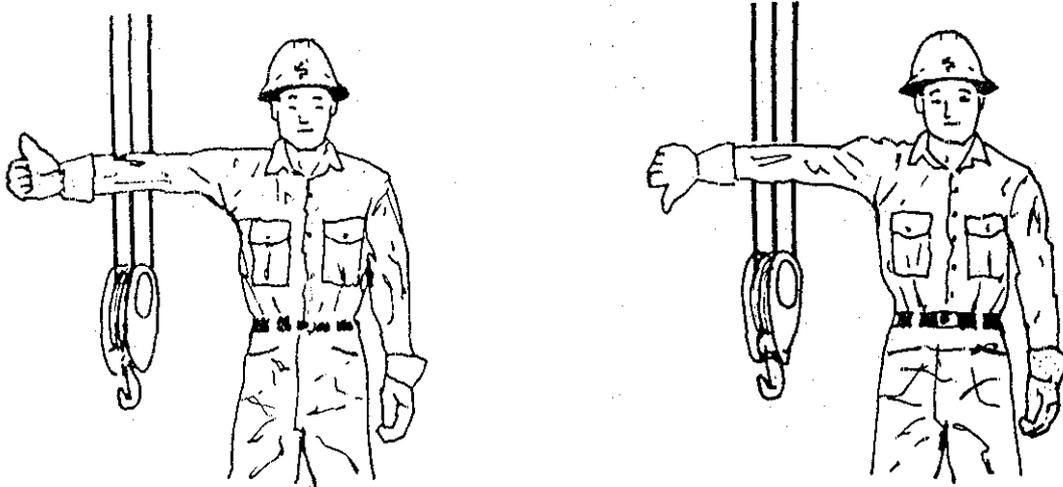
Fig.4.17  
Parar toda la operación (emergencia).



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

- E) Para indicar que se debe subir o bajar la pluma, se extiende el brazo derecho hacia el costado, en forma horizontal con el puño cerrado y el pulgar hacia arriba o hacia abajo respectivamente, abriendo y cerrando el puño repetidamente (Fig.4.18)

Fig.4.18  
Subir pluma y bajar pluma.



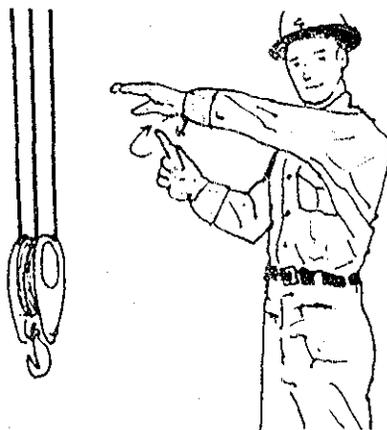
Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- F) para indicar la operación de un movimiento lento de cualquier operación, el cabo de maniobras, deberá extender el brazo izquierdo hacia su costado derecho la palma de la mano hacia abajo, y con el índice de la mano derecha se indicarán movimientos circulares debajo de la palma izquierda. (Fig 4.19)

Fig 4 19

Movimiento lento de cualquier operación.

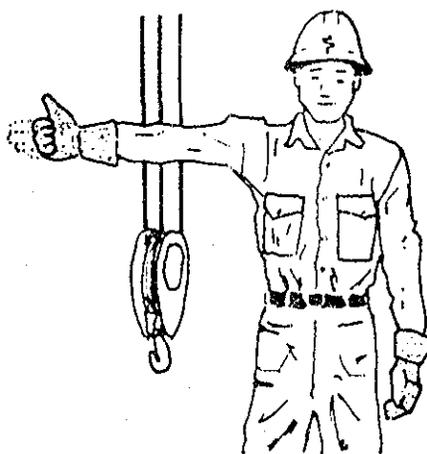


Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

- G) Para subir la pluma y bajar la carga el cabo de maniobras extenderá su brazo derecho hacia su costado derecho en forma horizontal abriendo y cerrando el puño repetidamente con el pulgar hacia arriba (Fig 4 20)

Fig 4 20

Subir pluma y bajar carga.



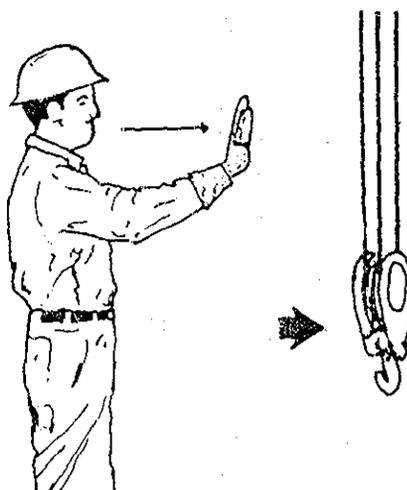
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

H) Para transitar la máquina, se deberá extender el brazo derecho empujando hacia el frente con la palma de la mano abierta (Fig.4.21)

Fig.4.21

Transitar la máquina.

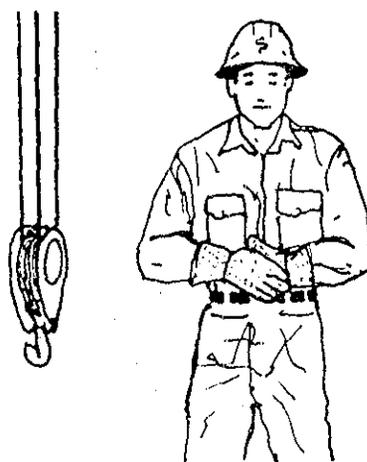


Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

I) Para suspender toda la operación, el cabo de maniobras sujetará la mano izquierda con su mano derecha.(Fig 4.22)

Fig.4.22

Enfrenar todo



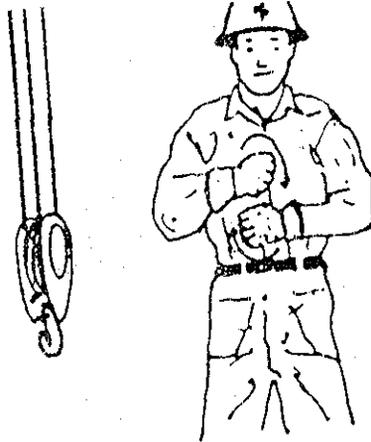
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

- J) Para transitar con ambas orugas, el cabo de maniobras con los brazos a la altura del pecho y con los puños cerrados los girarán alternativamente y paralelamente (Fig 4.23)

Fig 4.23

Transitar con ambas orugas.

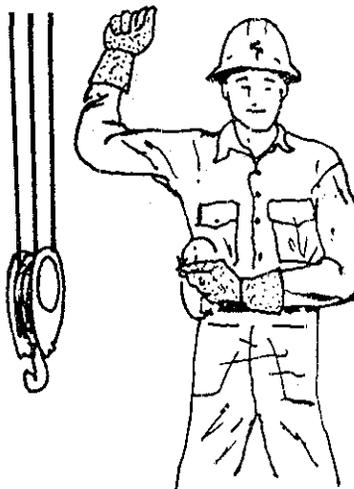


Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

- K) Para transitar con una oruga; si se requiere frenar alguna de las orugas(derecha o izquierda) el cabo de maniobras levantará el brazo correspondientemente a la oruga que quiera frenar; Al mismo tiempo con el brazo contrario a la altura del pecho con el dedo índice hará un movimiento circular, indicando la oruga que debe transitar (Fig 4.24)

Fig 4.24

Transitar con una oruga

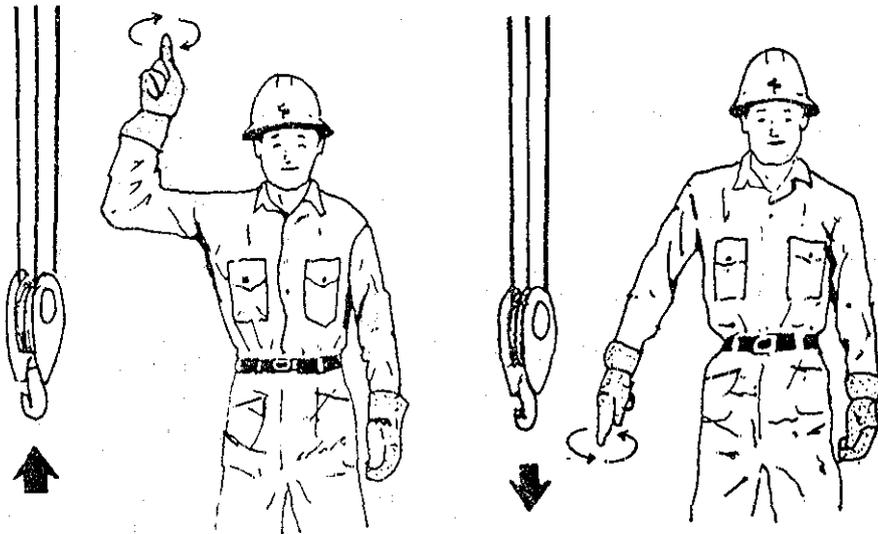


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC

- L) Para subir o bajar la carga se utilizará el antebrazo derecho con el dedo índice extendido hacia arriba o hacia abajo según se requiera y se harán movimientos circulares. (Fig 4.25)

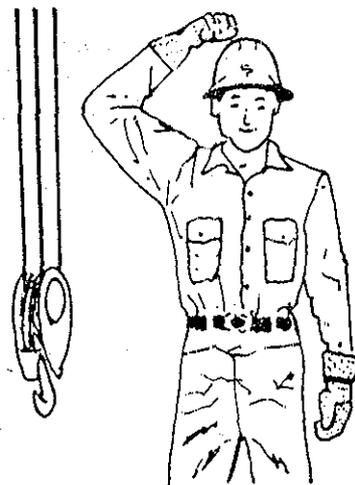
Fig 4.25  
Subir y bajar carga



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

- M) Para indicar el uso de tambor principal se cerrará el puño de la mano derecha y se tocará el casco de protección. (Fig 4 26)

Fig 4 26  
Usar tambor principal.



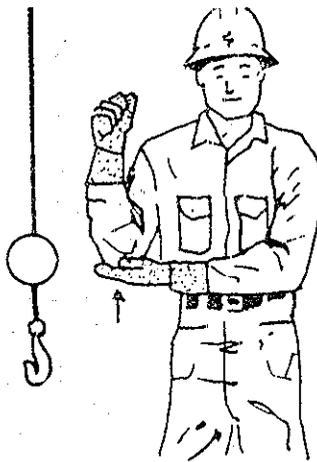
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

N) Para usar el tambor secundario el codo del brazo derecho se golpeará con la palma de la mano contraria repetidas veces (Fig 4.27)

Fig 4.27

Usar tambor secundario.



Fuente: Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda. CINC.

Es importante aclarar que en cada tipo de obra existen señales particulares, las cuales se han implementado y desarrollado para facilitar la comunicación en trabajos especializados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4.

PRIMERA. Este capítulo muestra la necesidad de comprender y emplear las medidas de seguridad como parte integral de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar.

SEGUNDA: El empleo de medidas de seguridad en los procesos constructivos de las pilas trae un aumento en la productividad y calidad de los elementos fabricados, además de mejorar los tiempos de ejecución y abatir costos que se generan al no emplear dichas medidas.

En esta Tesis no se mencionan los Sistemas de Aseguramiento de Calidad que han comenzado a formar parte integral en la manera de trabajar de algunas de las empresas constructoras de nuestro país, por lo que una posible y futura línea de investigación, que no fue profundizada en este trabajo de investigación, sería la implementación de dichos sistemas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 4.**

22,23,24,25,26,27,28 CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda. México, 1984.

## CONCLUSIONES GENERALES.

PRIMERA: El hecho de conocer la manera correcta de ejecutar los procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar, así como los posibles errores y consecuencias que estos traerían al comportamiento de los elementos, constituye una guía práctica para el profesional dedicado a la construcción y supervisión

SEGUNDA: Al conocer el constructor las ventajas de estos procedimientos constructivos con respecto a otros, podrá hacer uso de éstos para mejorar los tiempos de ejecución, calidad de los elementos terminados y conservación de un medio ambiente más sano

TERCERA: Es de gran importancia conocer los aspectos más relevantes que deben supervisarse en la construcción de pilas coladas en el lugar, ya que éstos deben complementar a los procedimientos mencionados en el capítulo primero. Además, son aspectos que el constructor debe dominar para aplicar correctamente los procedimientos

CUARTA: Los análisis de costos son un reflejo de las actividades más importantes de los procesos constructivos de las pilas coladas en el lugar.

QUINTA: Para la obtención de el valor óptimo de los costos en la construcción de pilas coladas en el lugar, es necesario llegar a un equilibrio en la relación de aquella con la planeación, la mano de obra calificada, la maquinaria, equipos adecuados, control de ejecución, buena supervisión, medidas de seguridad necesarias y mercadeo con estrategias de compras eficientes

SEXTA: El empleo de medidas de seguridad en los procesos constructivos de pilas coladas en el lugar trae un aumento en la productividad y calidad de los elementos fabricados, además de mejorar los tiempos de ejecución y evitar costos que se generarían al no emplear dichas medidas.

SÉPTIMA: Reafirmar que el pleno conocimiento y dominio de los procedimientos constructivos de las pilas coladas en el lugar son la base a los problemas de tiempo, costo y calidad que enfrentan en la actualidad éstos procesos constructivos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **OBJETIVOS SECUNDARIOS Y POSIBLES FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.**

Debe tenerse en cuenta que en esta Tesis que no se profundizó en el análisis de la maquinaria y equipo empleado para estos trabajos, y su posible mejoramiento para aumentar la productividad, seguridad y disminuir el costo de la renta o adquisición de los mismos, por lo que esta puede ser una línea de investigación de futuras Tesis

En el segundo capítulo se complementan los conocimientos técnicos del primero; sin embargo, en futuras investigaciones puede profundizarse en las especificaciones que deben cumplir los materiales de construcción empleados en la construcción de pilas coladas en el lugar.

Esta Tesis se apoyó en el capítulo tercero para mostrar la integración de costos de las actividades más importantes en la fabricación de las pilas coladas en sitio. Sería muy interesante que en futuras Tesis se demostraran la relación e influencia que tienen los procedimientos constructivos, la planeación, la mano de obra calificada, la maquinaria, el equipo, el control de ejecución, la supervisión, las medidas de seguridad, el mercadeo y las compras para obtener el mejor costo en la fabricación de pilas coladas en el lugar.

En la presente Tesis no se mencionan los Sistemas de Aseguramiento de Calidad, que han comenzado a formar parte integral en la manera de trabajar de algunas de las empresas constructoras de nuestro país, por lo que podrían incluirse en una futura línea de investigación

## **BIBLIOGRAFÍA.**

## BIBLIOGRAFÍA.

### I LEGISLACIÓN CONSULTADA:

SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983

### II PUBLICACIONES PERIÓDICAS CONSULTADAS:

*Soil Stabilizing Fluid* (Revista de Polymer Drilling Systems), USA, 1991

### III OBRAS CONSULTADAS:

PECK B , Ralph, *Ingeniería de Cimentaciones*, 2ª edic., Limusa, México, 1994.

SOCIEDAD MEXICANA DE MECÁNICA DE SUELOS, *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Catálogo de costos de cimentaciones profundas 2000*, México, 2000

CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual del residente de cimentación profunda*, México, 1987.

CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, *Manual de seguridad en las obras de cimentación profunda*, México, 1994.