

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE PILAS PREFABRICADAS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER ÉL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N:

RUBÉN HUMBERTO GOMÉZ CRUZ

JOSÉ ERNESTO GARCÍA MORA PINTO

DIRECTOR DE TESIS:
AGUSTÍN DEMÉNEGHI COLINA

MEXICO, D.F.

2007



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.

A MI MADRE POR AGUANTARME...

A MI FAMILIA...

A TODAS MIS AMIGAS Y AMIGOS...

Y A MI COMPADRE RUBEN COAUTOR DE LA TESIS.

A LA UNIVERSIDAD POR LA FORMACIÓN TÉCNICA Y HUMANA

A MI FAMILIA POR EL APOYO MORAL Y FINANCIERO

A MIS AMIGAS Y AMIGOS

Y AL COAUTOR DE ESTA TESIS

ÍNDICE

	Página
Introducción	1
1. Antecedentes	7
1.1. Razones del uso de pilas	9
1.1.1 Cargas	9
1.1.2 Tipos de suelos	9
1.1.3 Costos	10
1.2. Estudios previos	10
1.2.1 Investigación preliminar	10
1.2.2 Investigación a detalle	11
1.3. Métodos constructivos	15
1.3.1 Uso de ademes	15
1.3.2 Uso de lodo betonítico	17
2. Propuesta de construcción de pilas	19
2.1. Propuestas de la sección prefabricada	21
2.1.1. Descripción general	21
2.1.2. Pieza inicial	21
2.1.3. Piezas subsecuentes	21
2.1.4. Pieza final	22
2.2. Propuestas de la junta constructiva	23
2.2.1. A base de ganchos	23
2.2.2. A base de placas	24
2.3. Fabricación de la sección de pila	26
2.3.1. Descripción del proceso de prefabricado	26
2.3.2. Transportación	29
2.4. Proceso de perforación	30
3. Revisión técnica de la propuesta	35
3.1. Revisión geotécnica	35
3.1.1. Acciones de diseño	35
3.1.2. Examen por estados límites	40
3.1.3. Examen por cargas verticales	42
3.1.4. Examen por cargas horizontales	47
3.1.5. Examen por cargas dinámicas	58

3.2.	Revisión estructural	59
3.2.1.	Examen de la sección	59
3.2.2.	Examen por flexocompresión	60
3.2.3.	Examen por cortante	61
3.2.4.	Ejemplo	61
4.	Revisión económica de la propuesta	67
4.1.	Insumos	69
4.1.1.	Materiales	69
4.1.2.	Maquinaria	69
4.1.3.	Mano de obra	69
4.2.	Precios unitarios de la fabricación de la sección	70
4.2.1.	Catálogo de conceptos	70
4.2.2.	Costo horario	71
4.2.3.	Factor de salario real	71
4.2.4.	Precio unitario a costo directo	71
4.3.	Programa de obra	72
4.3.1.	Diagrama de Gantt	72
5.	Comparación entre métodos constructivos	75
5.1.	Símil constructivo entre métodos y propuesta (cuadro comparativo)	77
5.2.	Símil económico entre métodos y propuesta (cuadro comparativo)	79
6.	Comentarios	81
7.	Conclusiones	85
8.	Bibliografía	89
	ANEXO 1	1.1 - A
	ANEXO 2	2.1 - A
	ANEXO 3	3.1 - A
	ANEXO 4	4.1

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la humanidad ha hecho construcciones acordes a sus necesidades y creencias, las cuales han ido mejorando gracias a la evolución de los métodos constructivos, haciendo cada vez estructuras más pesadas y complejas, exigiendo de esta manera un mejoramiento en un elemento primordial hoy en día en cualquier tipo de estructura, nos referimos a la cimentación. Porción de la estructura que nos permite transmitir cargas, residentes en la misma, al suelo. Las puede haber de concreto reforzado o de mampostería. Podemos decir que hay tres grupos de cimentaciones: las someras (zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación); las compensadas (cajones) y las profundas (pilotes y pilas), la elección del tipo y del material depende de las condiciones geotécnicas de cada lugar, del tipo de estructura o edificación a soportar, de las cargas y del criterio del diseñador.

Por citar algunos ejemplos de la evolución de las construcciones tenemos: El Templo Mayor, El Palacio de Minería, La Torre Latinoamericana y la recientemente terminada Torre Juárez, edificio que forma parte de la Plaza Juárez, complejo que albergará a la Secretaría de Relaciones Exteriores. Es durante la visita técnica, por parte de la cátedra de Cimentaciones impartida por el M. I. Agustín Deméneghi Colina, a la construcción de este edificio (Torre Juárez) que surge la idea de esta tesis. En ese entonces el Ing. Eduardo Solar, residente de obra y exprofesor de la Facultad de Ingeniería, que nos recibe y nos da una explicación del proceso que se estaba llevando para la edificación de dicha Torre; una parte que llamó nuestra atención fue la plática sobre la elaboración de las pilas de cimentación *in situ*. Durante la charla nos expone los problemas que se habían tenido para su fabricación, el más relevante de ellos fue el de fugas de concreto. Esta situación se da a partir de lo siguiente: una vez terminada la perforación y estabilizada con ademe metálico, se colaba la pila, para posteriormente extraer el ademe. Debido a la extracción del ademe quedaba un espacio entre el suelo y el concreto, el cual era reemplazado por el concreto no fraguado. El detalle que se generó al construir de esta manera las pilas, fue que el

volumen del ademe no correspondía con el volumen de concreto fugado, ya que se tenían más pérdidas de la estimadas, hecho en el que no se tenía control.

Como sabemos, el suelo no es un material homogéneo, tiene pequeñas oquedades por las cuales se fuga la lechada del concreto, situación que provocaba las pérdidas adicionales del material. La solución que se le dio a este problema fue el empleo de espiroducto (cilindro de lámina muy delgada que tomo la función de ademe), los cuales llegaban a una profundidad de 12 metros y no se recuperaban. De esta manera se subsana el problema de la merma de concreto. La particularidad que vemos en el empleo del espiroducto es el costo adicional que tiene al no recuperarlo.

Estos son sólo algunos de los problemas que se tienen con este tipo de cimentación, adicionales a los mencionados anteriormente, tenemos¹:

- Las pilas requieren siempre de perforación previa.
- Si existen estratos del subsuelo de consistencia blanda, no es posible realizar la construcción de pilas con calidad, ya que su sección puede llegar a deformarse, este problema puede resolverse haciendo uso de tuberías metálicas perdidas, lo cual origina un aumento en el costo.
- En la fabricación de las pilas es necesario garantizar que en el desplante de las excavaciones no existe material suelto.
- El procedimiento constructivo de pilas cuando existe tirante de agua se complica, al tener que evitar el vaivén de las plataformas flotantes donde se apoya el equipo de construcción, además de ello de confinar el cuerpo de la pila en la zona donde no existe suelo que lo confine.
- El sistema de ademado de la perforación requiere mayor control que en el caso de los pilotes, ya que de éste depende en forma importante la calidad de las pilas

Lo que pretendemos con este documento es iniciar el estudio de un nuevo proceso constructivo para este tipo de cimentación, el cual sea mejor que los actuales. Para ello pensamos mostrar en los “**Antecedentes**” tres métodos que se siguen hoy en día en materia de construcción de pilas, para después en el

¹ Párrafo tomado del Manual de Cimentaciones Profundas de la SMMS, México, 2001.

segundo capítulo, “**Propuesta de Construcción**” comentar el diseño tanto de la sección como de la junta constructiva, el proceso de prefabricación y la forma de perforar el suelo para la confección de la pila. Una de las justificaciones a nuestra propuesta es la revisión geotécnica y estructural, que haremos en el tercer capítulo, titulado “**Revisión técnica**”. La otra justificación la discutiremos en la “**Revisión económica**”, parte en la que hablaremos de los insumos, rendimientos (tanto de mano de obra como de maquinaria), precios unitarios, programa de obra y transporte de las piezas que nosotros sugerimos.

Finalmente terminaremos con la “**Comparación entre métodos constructivos**”, haciendo un símil constructivo y económico para poder hacer nuestras conclusiones.

ANTECEDENTES

1. Antecedentes

1.1 Razones del uso de pilas

1.1.1 Cargas

Uno de los aspectos más importantes, es la evaluación de las acciones a las cuales va a estar sometida la estructura; tales como cargas muertas (permanentes), variables (vivas) y accidentales (viento y sismo).

Dependiendo de la magnitud de las mismas es el tipo y las dimensiones de la cimentación a utilizar, ya que cada una de ellas tiene un límite de capacidad de carga, siendo las pilas de cimentación las de mayor soporte. De ahí el utilizarlas en construcciones de grandes dimensiones, tales como: La torre de PEMEX, La Torre Mayor, La Plaza Juárez, Las Torres Petronas (Malasia), tan solo por mencionar algunas.

1.1.2 Tipos de suelos

Una vez evaluadas las cargas, lo siguiente es caracterizar el suelo donde se pretende cimentar la edificación lo cual se logra mediante el estudio geotécnico, por medio del cual se obtiene el perfil estratigráfico, las propiedades hidráulicas y mecánicas de la zona. Siendo responsabilidad del primero el mostrar la profundidad de las capas resistentes, parámetro necesario para determinar la longitud de las pilas, ya que alguna de ellas será la encargada de recibir las acciones verticales transmitidas por las mismas.

Las propiedades mecánicas son, factores determinantes para la elección del tipo de cimentación. Por ejemplo, si en los estratos someros la resistencia del suelo es baja con relación a las solicitaciones o se tiene una alta compresibilidad que provoque asentamientos diferenciales, se opta generalmente por una cimentación profunda.

1.1.3 Costos

El último punto de decisión en cualquier obra de ingeniería es el factor económico, no siendo la excepción la cimentación. De éste depende la viabilidad de una forma de cimentar sobre las otras, en cuanto al costo. Así como ejemplo tenemos, que para un edificio alto no es factible utilizar una cimentación a base de cajón, pudiendo provocar un exceso de dimensiones en la misma, resultando en una imposibilidad constructiva y un alto costo.

Aun en el caso de construcción de pilas es necesario considerar la variación de costos, tanto de materiales, mano de obra y maquinaria en los distintos procesos, con el fin de obtener el método más económico respetando las especificaciones geotécnicas y estructurales.

1.2. Estudios previos

1.2.1 Investigación preliminar

El objetivo de la investigación preliminar es ayudarnos a conocer de una manera aproximada las principales características del lugar donde vamos a trabajar, con ayuda de la experiencia y de la información publicada podremos tener una mejor visión de la zona y prever, en la medida de lo posible, los problemas característicos del lugar para tenerlos presentes. Otra función es dar una idea sobre los estudios de detalle faltantes que sean requeridos para la construcción y planear la forma de suministrar los insumos (materiales, maquinaria y mano de obra), esto último atendiendo la topografía existente.

Una de las herramientas existentes en la actualidad es la información publicada, la cual se ha ido acumulando a lo largo de los años proveniente de empresas privadas, institutos de investigación, sociedades civiles, secretarías y dependencias de estado, El acceso a esta información es relativamente fácil, por

medio electrónicos, consulta bibliográfica y hemerográfica, publicaciones de instituciones especializadas, entre otros medios. Hablando de cimentaciones sería necesario acudir a la búsqueda de estudios geotécnicos e hidrológicos relacionados a la zona de interés junto con mapas estatales o zonales que presenten características del suelo, topografía y escurrimientos con el fin de obtener una visión global del sitio donde hemos de colocar la cimentación.

Una vez hecha la recopilación de la información publicada y previsto los posibles problemas, lo más recomendable es visitar el lugar de trabajo con la idea de completar la información necesaria y verificar la publicada. Dicha visita la debe efectuar un ingeniero especialista en geotecnia acompañado de un ingeniero geólogo identificando la topografía, los tipos de suelos superficiales y construcciones aledañas (si fuera el caso). Con la información publicada y con la obtenida en campo se podrá hacer una mejor planeación en la construcción de la cimentación.

1.2.2 Investigación de detalle

El ingeniero especialista en geotecnia será el encargado de elaborar el programa que seguirá la investigación de detalle, es decir, el tipo de pruebas y el lugar para realizarlas de acuerdo a los datos obtenidos en la investigación preliminar. Los resultados de esta investigación verifican o complementan lo investigado en la etapa anterior (punto 1.2.1).

Presentaremos distintos tipos de estudios que se pueden hacer en esta parte de la investigación. Empezaremos con:

➤ Levantamiento geológico

El objetivo del levantamiento es recopilar la información geológica suficiente y necesaria para el correcto diseño de la cimentación profunda, por ejemplo, la identificación de litología, estratigrafía, estructuras geológicas, así como el reconocimiento de discontinuidades y fenómenos

geodinámicos. Durante el recorrido de campo en la investigación preliminar puede llevarse a cabo dicho levantamiento.

➤ Exploración geofísica

Existen cuatro métodos para este tipo de exploración que se basan en la medición de distintos parámetros como son: la variación de la velocidad de propagación de ondas¹, la resistividad eléctrica del suelo², la magnitud de la componente vertical del campo magnético³ y la aceleración del campo gravitacional⁴. Mediante su interpretación y su correlación se deduce las propiedades físicas (tanto de suelos como de rocas), características estratigráficas, posición del nivel freático, entre otras. La finalidad de esta exploración es para obtener información preliminar, completar la información geológica y reducir el número de sondeos.

➤ Exploración de carácter preliminar

Este tipo de exploración consiste en determinar características en las capas superficiales, tales como estratigrafía, tipo de suelo y nivel freático. Los métodos ejecutados durante esta exploración son relativamente sencillos de realizar, ya que consisten en excavaciones poco profundas, perforaciones manuales e hincado de tubos. Situación que tiene como consecuencia la obtención de muestras alteradas. Dentro de ellos tenemos:

- Pozos a cielo abierto: consiste en una excavación de dimensiones adecuadas que permitan examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural, además de las condiciones precisas referente al agua.
- Perforaciones con posteadoras y barrenos helicoidales: este tipo de exploración da buena información sobre el contenido de agua en el suelo. Un detalle a resaltar es, cuando se perfora con barrenos y la secuencia de la estratigrafía es tal que un estrato firme es seguido de

¹ Método geosísmico

² Método de resistividad eléctrica

³ Método Magnético

⁴ Método Gravimétrico

un blando se pierde la frontera, es decir no se aprecia donde empiezan y terminan los estratos.⁵

- Método de lavado: por medio de percusión e inyección de agua a presión a través de una tubería se obtienen muestras en forma de suspensión. La finalidad es conocer la estratigrafía y el nivel freático.
- Método de penetración estándar: la herramienta a utilizar es un muestreador, llamado penetrómetro estándar que se hinca por medio de golpes. Una de los beneficios es la obtención de datos como la compacidad relativa o la consistencia del suelo por correlaciones. Una ventaja de esta prueba es la obtención de la estratigrafía de forma directa.
- Método de penetración cónica: haciendo penetrar una punta cónica por medio de presión constante o golpes se mide la resistencia que ofrece el suelo a la penetración.

➤ Métodos de sondeo definitivo

El objetivo de estos métodos es la obtención de muestras inalteradas del suelo, apropiadas para trabajos de laboratorio que arrojen datos sobre la compresibilidad y resistencia.

- Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado: a diferencia del muestreo alterado, en este método deben tomarse más precauciones labrando las muestras y protegerlas con capas de manta impermeabilizadas con brea y parafina.
- Método con tubo de pared delgada: Su nombre proviene por una relación entre diámetros interno y externo que no pasa del 10%. Existen dos tipos principales de muestreador el de tipo Shelby y el de pistón, los cuales han de hincarse en el suelo con presión constante para minimizar la alteración de la muestra y extraerse con cuidado para no perderla por falta de cohesión con el tubo.

⁵ Se recomienda el uso de barrenos manuales o posteadoras para perforaciones de 3 a 5 metros, existen barrenos eléctricos con los cuales se puede hacer perforaciones de 60-70 metros.

- Métodos rotatorios para roca: Estos son útiles cuando se encuentra la excavación con mantos de roca más o menos firmes donde los métodos mencionados no funcionan o cuando se requiere el muestreo de dichos mantos.

➤ Pruebas de laboratorio

El objetivo de esta etapa de la investigación es obtener información más detallada respecto a propiedades físicas y mecánicas. Clasificación de los distintos componentes del suelo, calidad, permeabilidad, resistencia al corte, compresibilidad, entre otras más. Los tipos de pruebas a realizar están en función de los alcances de la investigación.

- Propiedades índice: este tipo de pruebas se aplican a muestras alteradas, el propósito de ellas es obtener datos sobre granulometría, contenido de agua, índice de plasticidad, límite líquido, densidad de sólidos y peso volumétrico.
- Propiedades mecánicas: para poder realizar las pruebas que nos proporcionan datos sobre deformabilidad y resistencia al esfuerzo cortante, es necesario utilizar muestras inalteradas. Para la deformabilidad se usan ensayos de compresibilidad y expansividad, mientras que para la resistencia al esfuerzo cortante se emplean pruebas de compresión triaxial, compresión no confinada, corte directo y torcómetro.

➤ Instrumentación de campo

La idea de instalar aparatos en el suelo es tener datos que nos proporcionen información sobre la presión de poro, la resistencia, compresibilidad y carga última.

- Piezómetros: La presión de poro se puede medir mediante tubos o piezómetros abiertos, neumáticos o piezocono, hasta la profundidad adecuada en el estrato requerido⁶.
- .Presiómetro: Para medir la resistencia y compresibilidad in situ, se emplea este tipo de aparato, que consiste en dos componentes básicos, una sonda que se inserta en una perforación sin ademar y un medidor de volumen transductor de presión.
- Prueba de carga en pilotes: La finalidad es la determinación de la carga última o bien usar una “carga de comprobación” sobre un pilote, siendo está superior a la carga de trabajo. Hay dos maneras de cargar al pilote: una con un pistón hidráulico y otra con acumulación de taras en una plataforma. Se recomienda⁷ el método de carga sostenida o método de penetración constante. El primer método mencionado, consiste en la aplicación de una presión constante mediante un pistón hidráulico en la cabeza de un pilote hincado, el cual ira hundiéndose a una velocidad constante. El segundo método trata sobre la aplicación de carga en incrementos iguales, sosteniendo cada carga hasta que el asentamiento observable haya cesado.

1.3. Métodos constructivos

1.3.1. Uso de ademes

1.3.1.1. Proceso constructivo

Al iniciar la construcción de las pilas lo primero a realizar es la ubicación de las mismas (trazo en el campo), para así posteriormente iniciar la excavación, ver figura 1.1.

⁶ Cuando se trate de un acuífero no confinado el nivel del agua debe coincidir con el nivel freático, por lo que la presión de poro en la parte inferior de tubo corresponde a la columna de agua. Mientras se trate de un acuífero confinado la presión artesiana fuerza el nivel del agua a subir por arriba del nivel del terreno, siendo la presión de poro en el fondo de tubo la columna de agua.

⁷ El British Standard BS 8004

Conociendo las propiedades mecánicas y la estratigrafía del lugar, se puede determinar la estabilidad y espesor de los estratos. Con estos parámetros se evalúa el requerimiento de ademes, pudiendo hincarse a una profundidad somera para proteger el inicio de la excavación, por ejemplo cuando solo se tiene un estrato superficial inestable. En otros casos puede ser necesario hincar el ademe hasta apoyarse en suelo estable o bien hincarse en toda la longitud de la pila⁸.

Una vez terminada la etapa anterior, lo siguiente es aflojar el suelo para posteriormente removerlo, obteniendo así la geometría (sección transversal y profundidad) de la pila.

El siguiente paso es el habilitado del armado del acero de refuerzo en la longitud donde se requiera, según el diseño estructural. El proceso de construcción concluye con el colado de la pieza en toda su longitud y con la extracción del ademe cuando se pretenda recuperarlo.

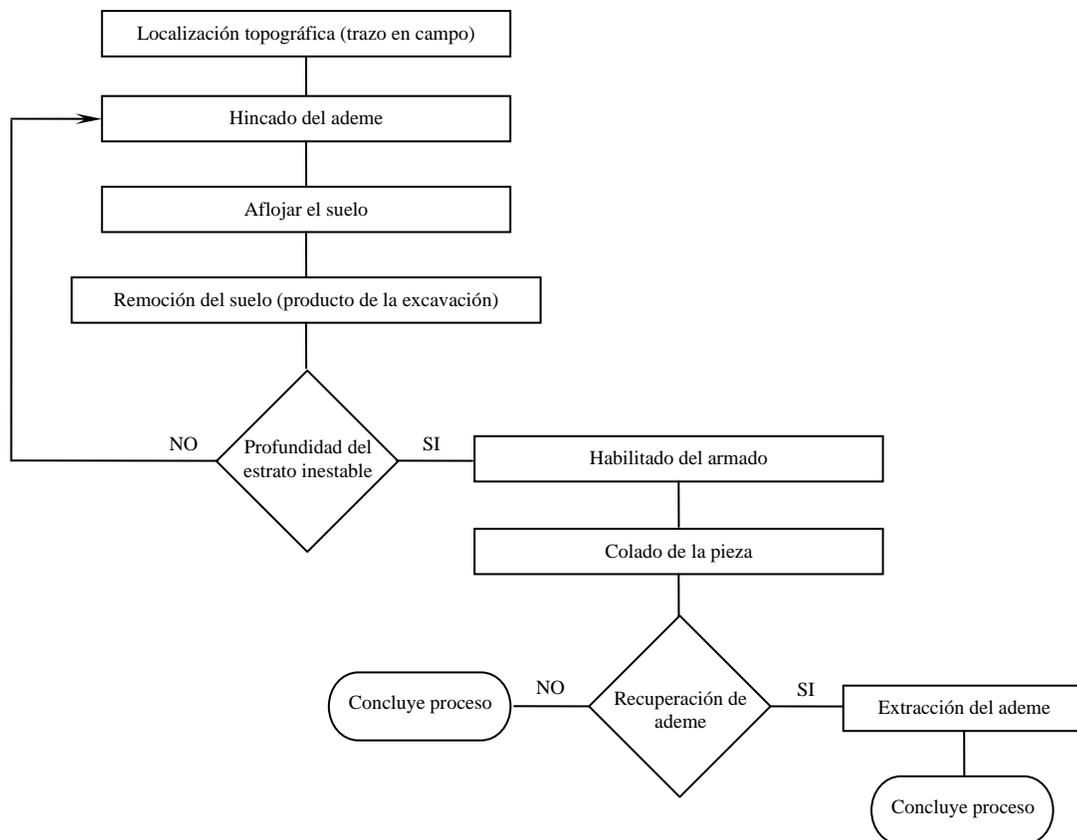


Figura 1.1. Diagrama del proceso de construcción de pilas utilizando ademes

⁸ Existen tres métodos de hincar los ademes: vibratorio, oscilatorio y rotatorio.

1.3.1.2. Maquinaria, equipo y material

La maquinaria, equipo y material necesaria para la ejecución de la construcción de pilas a través de este método se muestran en el Anexo 1

1.3.1.3. Costos

El precio a costo directo que implica la construcción de pilas utilizando este proceso constructivo se muestra en el Anexo 2A.

1.3.2.4. Programa de obra

El programa de obra se muestra en el Anexo 3A

1.3.2. Uso de lodo bentonítico

1.3.2.1. Proceso constructivo

Al igual que el proceso anterior lo primero a realizar es la ubicación de las pilas (trazo en el campo), para posteriormente iniciar la excavación, ver figura 1.2.

En este proceso es necesario tener preparado el lodo de perforación, para ello se realiza un cárcamo que ayude a la constante circulación del lodo⁹ y a mantener el nivel del mismo. La idea es que dicho nivel este por arriba del nivel de aguas freáticas, de preferencia a nivel del terreno, con el fin de conseguir la mayor presión hidrostática para obtener una mejor estabilización de las paredes de la excavación

Una vez habilitado el lodo de perforación se comienza el proceso de aflojar y remover el material producto de la excavación, esto se realiza hasta la profundidad de diseño

Una vez concluida la etapa anterior se habilita el armado de acero de refuerzo, colocándolo en el interior de la excavación, para poder pasar a la siguiente fase, que es el colado del concreto. Durante esta última parte del

⁹ La circulación del lodo se realiza mediante bombas de la siguiente manera: cárcamo-perforación-tratamiento-cárcamo

proceso se recupera el lodo de perforación, esto se debe a que el concreto es más denso y desplaza el lodo hacia la superficie.

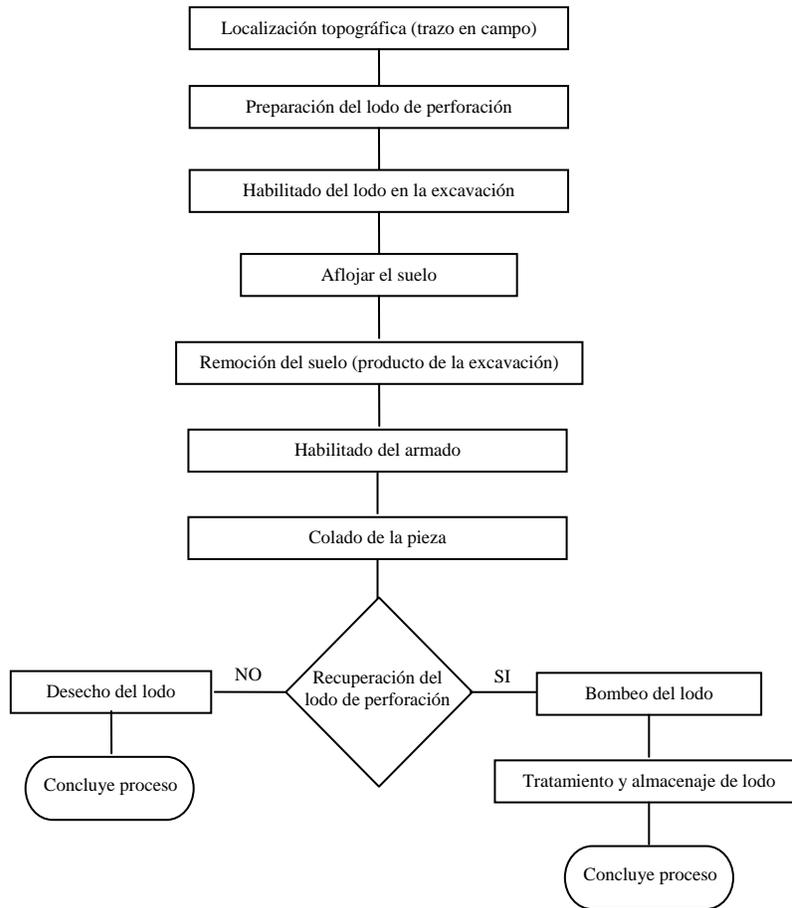


Figura 1.2. Diagrama del proceso de construcción de pilas utilizando lodo de perforación

1.3.2.2. Maquinaria, equipo y material

La maquinaria, equipo y material necesaria para la ejecución de la construcción de pilas a través de este método se muestran en el Anexo 1

1.3.2.3. Costos

El precio a costo directo que implica la construcción de pilas utilizando este proceso constructivo se muestra en el Anexo 2B.

1.3.2.4. Programa de obra

El programa de obra se muestra en el Anexo 3B.

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE PILAS

2. Propuesta de construcción de pilas

2.1. Propuesta de la sección prefabricada

2.1.1. Descripción general

La geometría que proponemos para las pilas es un cilindro hueco, con la idea de poder extraer por el centro el material, producto de la excavación, por medio de un equipo de perforación.

2.1.2. Pieza inicial

A una altura de diseño medida a partir de la base, existe una ampliación brusca del diámetro exterior (fuste), ver figura 2.1. Por la parte interior a la misma altura comienza un incremento gradual del diámetro hasta llegar al diámetro ampliado. La idea es formar una cuchilla que haga fallar al suelo, por medio de corte directo, llevándolo hacia el interior de la pila para posteriormente extraerlo. La ampliación tiene como función hacer una holgura en la perforación, permitiendo que las piezas subsecuentes puedan hincarse con mayor facilidad. Otro detalle importante es, que en la parte superior se encuentra un tipo de junta constructiva (que discutiremos más adelante) que permite acoplar las piezas subsecuentes. Cabe mencionar que la punta de la cuchilla esta confeccionada con acero. La altura propuesta para esta pieza es de 5 metros, para poder transportarlas en los tractocamiones convencionales.

2.1.3 Piezas subsecuentes

Estas piezas conservan la misma geometría, respetando los mismo diámetros, tanto exterior como interior de la pieza inicial, con la diferencia de que en ambos extremos lleva un tipo de junta constructiva para dar continuidad a la pila en su conjunto.

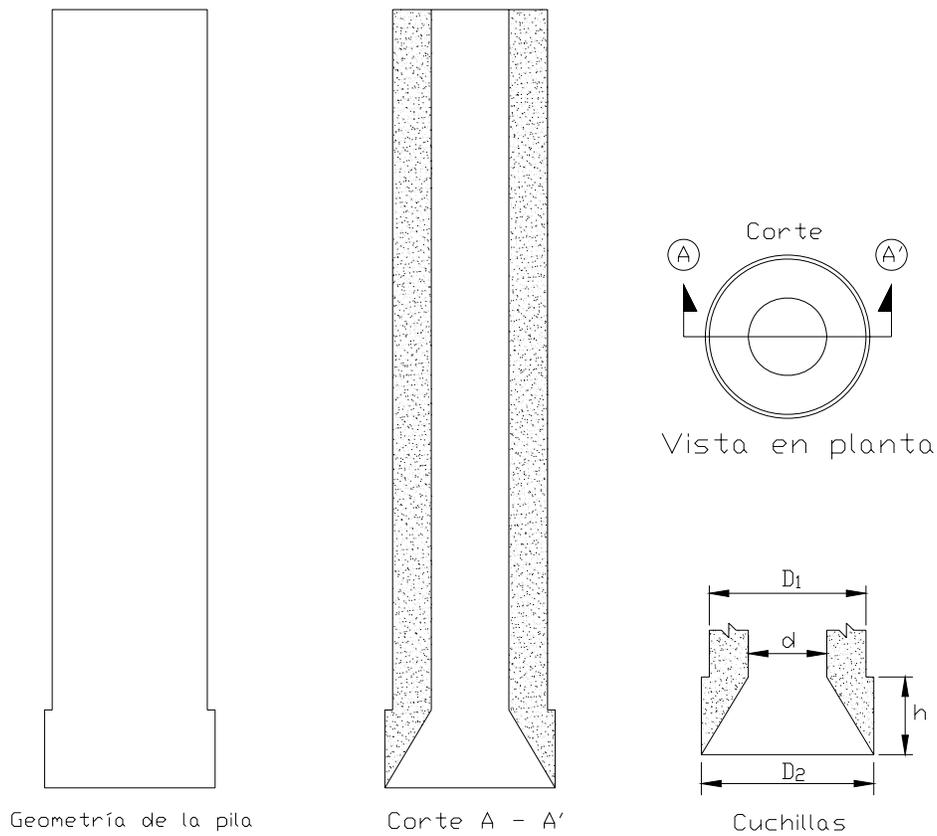


Figura 2.1 Sección de la pila

Donde:

D_1 : es el diámetro exterior

D_2 : es el diámetro ampliado al rimado

d : es el diámetro interior

h : es la altura de diseño

2.1.4 Pieza final

Esta pieza conserva la misma geometría que las piezas intermedias, con la variante de que solo en el extremo inferior tiene la junta constructiva, ya que el parte superior se deja expuesto el armado para permitir el anclaje de la siguiente parte de la cimentación.

2.2. Propuesta de la junta constructiva

2.2.1 A base de ganchos

Por practicidad esta propuesta de junta constructiva se basa en ganchos fabricados en acero, los cuales estarán unidos por el cabezal con una placa metálica de igual sección transversal a la pila¹, como se muestra en la figura 2.2. Dichas piezas están colocadas en la parte inferior de los segmentos intermedios y segmento final de la pila. El número de ganchos estará en función de los esfuerzos cortantes y momentos flexionantes que producen las fuerzas sísmicas de diseño.

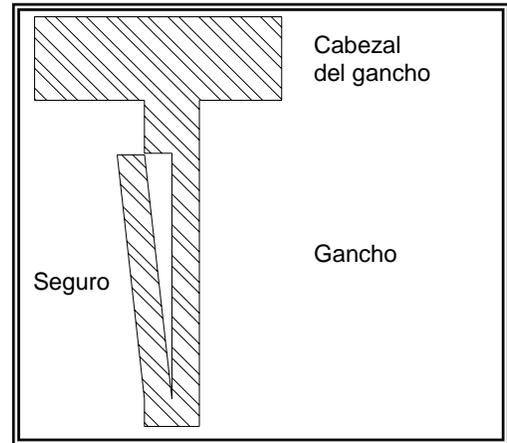


Figura 2.2 Esquema del gancho

La geometría del cabezal del gancho es un prisma rectangular que tiene la función el absorber los esfuerzos cortantes que se están induciendo por la junta, estará inserto por la mitad tanto en el segmento superior e inferior. Mientras que la tensión generada por los momentos flexionantes será resistida por los ganchos.

Las piezas donde entrarán los ganchos, se alojan en la parte superior del segmento inicial y de los segmentos intermedios, al igual que los ganchos estas piezas están unidas por el acople del cabezal con una placa metálica de igual

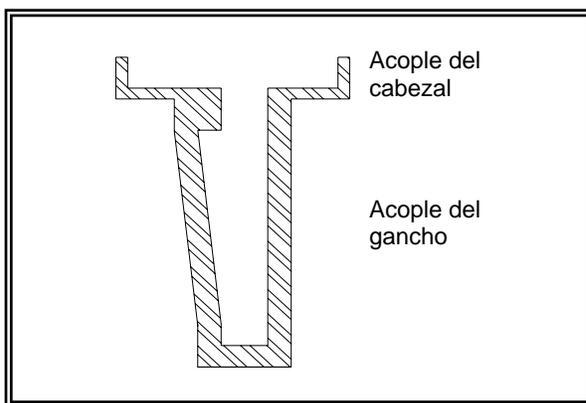


Figura 2.3. Esquema de la pieza de acople

sección transversal a la pila. En la figura 2.3 se muestra dichas piezas. Al igual que los ganchos estarán confeccionadas de acero. Un detalle importante en estas piezas es el tener una holgura mínima, ya que si es mayor, en un evento sísmico se provocará un movimiento entre las piezas de acople y los ganchos,

¹ El armado longitudinal estará anclado a la placa, que a su vez transmitirá los esfuerzos de tensión a los ganchos y a las piezas de acople.

teniendo como resultado una amplificación de los esfuerzos cortantes debido a cambios de dirección o magnitud en la aceleración, que podrían degollar el gancho o el seguro.

La manera en que se armara la pila se esquematiza en la figura 2.4. La parte inferior del gancho servirá como guía para facilitar el acople. Una vez logrado el apuntalamiento del gancho se soltará el segmento superior para que por peso propio entre el gancho en la pieza de acoplamiento. En la unión de los segmentos se colocará un sellador, que podrá ser desde un aro de neopreno (instalado perimetralmente) hasta un sellador líquido, que impida el paso del agua hacia el interior de la pila y corroa las piezas.

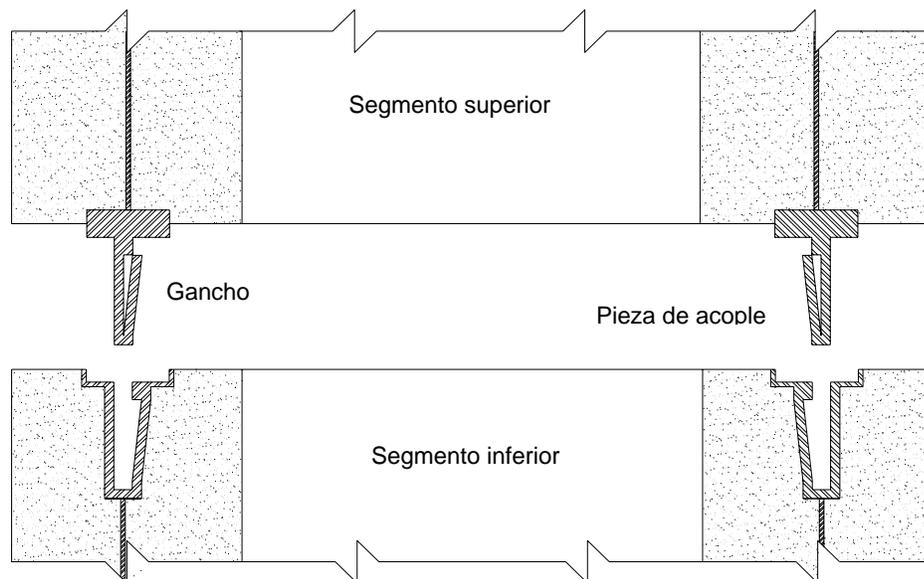


Figura 2.4 Esquema de la junta

2.2.2 A base de placas

Esta segunda propuesta de junta constructiva se basa en la colocación de placas de acero en los extremos de cada pieza según las necesidades de la misma, dicha placa tendrá un espesor suficiente para garantizar la transmisión correcta de las tensiones entre los armados de las piezas, y permitir la unión de piezas subsecuentes por soldadura en la parte exterior.

En cuanto a la geometría de la placa, esta mantendrá la misma forma en planta de la sección de las pilas al igual que el diámetro exterior de las misma, para poder realizar la soldadura de unión entre piezas, sin embargo por la parte interior el diámetro de la placa es mayor que el de la sección de pila, como se muestra en al figura 2.5 (a) y (b), esto debido a que el armado se encuentra solo en la parte exterior de la misma, siendo innecesaria la colocación de una placa más grande.

Puede ser de utilidad un chaflán por la parte exterior de la placa, como se muestra en la figura 2.6, para facilitar el trabajo de soldadura y proporcionar una mayor superficie de contacto para la unión de las placas.

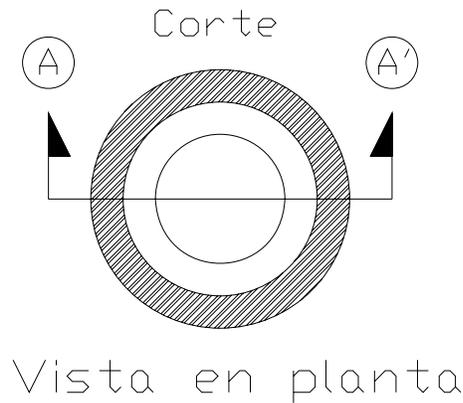


Figura 2.5 (a). Esquema de la junta

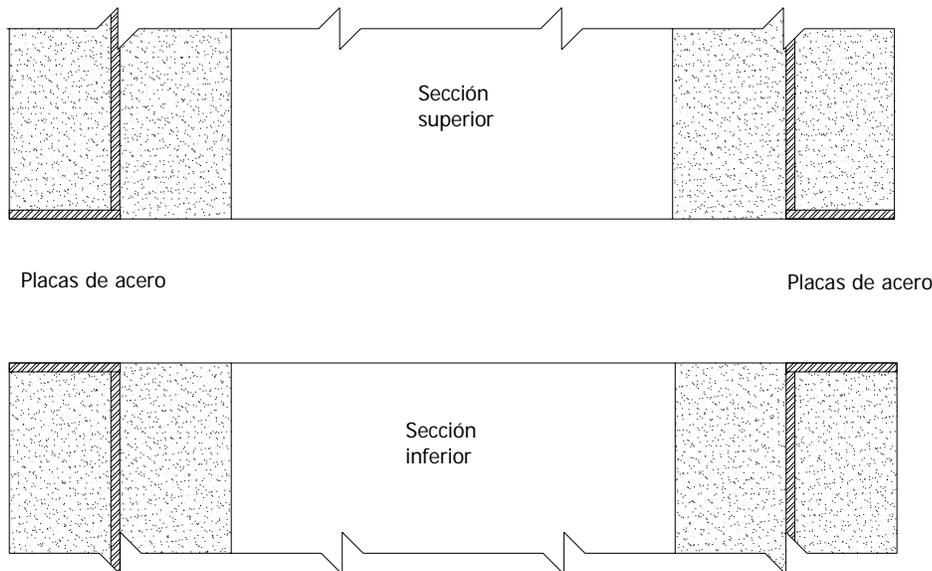
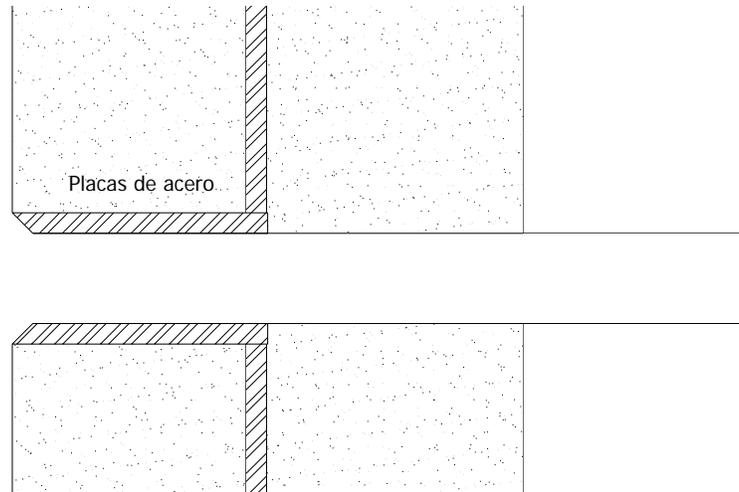


Figura 2.5 (b). Corte de la sección



2.6. Esquema del chaflán

2.3 Fabricación de la sección de la pila

2.3.1 Descripción del proceso de prefabricación

2.3.1.1 Propuesta del molde

El molde consiste en tres piezas básicas: base, camisa y un tubo interior.

La base tendrá la geometría de la pila, con una cierta altura, esto con el fin de poder apoyar las piezas de acople o las placas de metal, según sea el caso de la junta. Es en esta parte del molde donde se podrá controlar el espesor de la pared del segmento, variando el diámetro interior, colocando tubos interiores de distintos diámetros, según el diseño estructural y geotécnico lo pida.

La camisa es la parte del molde que confina el concreto y da el diámetro exterior. La pieza consiste en dos canaletas (dos medias circunferencias) que están unidas por medio de una bisagra por la parte posterior, esto con la idea de poder abrir y cerrar las piezas. Para cerrar el molde se utiliza un seguro mecánico, que garantice el hermetismo de la junta de las canaletas al momento del colado. Para la confección del rimado, en las primeras piezas, al molde se la colocarán

unas extensiones superiores que garanticen la geometría externa, mientras que la interna se obtendrá colocando un cono (roscado en el tubo interior). Figura 2.7

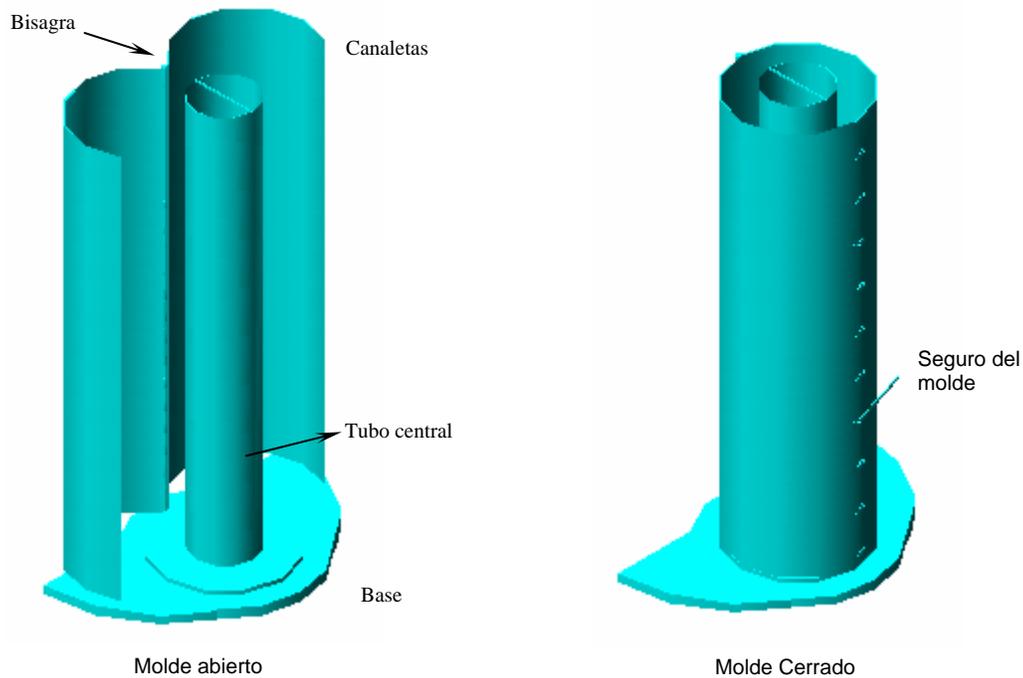
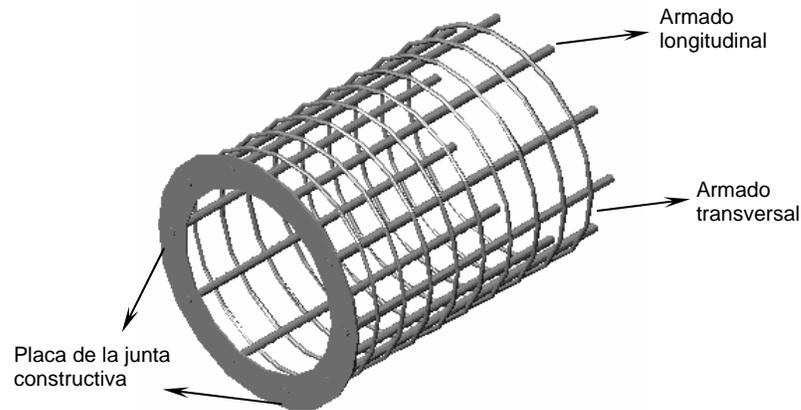


Figura 2.7. Esquema del molde

El tubo interior es la pieza que garantiza el diámetro interno del hueco central, espacio que puede ir variando de acuerdo al diámetro del tubo, obteniendo así un espesor de pared que cumpla con los requisitos del diseño estructural. Este tubo estará inserto y fijado por la parte inferior en la base del molde. Dicha pieza contará con un arrostramiento para evitar la deformación del mismo y se pueda tener la certeza de la homogeneidad de la sección transversal del hueco central.

2.3.1.2 Habilitado del acero

El acero de refuerzo se habilitará fuera del molde en posición horizontal para facilitar su armado. En los extremos se soldarán las varillas a las placas que contengan las juntas a utilizar, para posteriormente izarlo por medio de una grúa y colocarlo en el interior del molde. Ver figura 2.8.



2.8. Esquema del armado de la pila

2.3.1.3 Colado

Antes de iniciar el colado, se tiene que preparar el molde, esto consiste en limpiar la parte interna y untar un desmoldante, tanto a las canaletas como al tubo interior. El colado de la pila se realizara por medio de bombeo, introduciendo el concreto por la parte superior, tomado las precauciones necesarias para garantizar un colado homogéneo y evitar segregación. Posteriormente se realizara un curado adecuado de la pieza, con la idea de obtener la resistencia de diseño en el concreto. Ver figura 2.9

Para dar la geometría de la cuchilla a la primera pieza se utilizara una configuración similar a la mostrada a la figura, pero con la diferencia de que se roscará un embudo en el tubo interior. Se conoce el volumen de concreto que requiere la cuchilla por lo que el colado se hará como si fuera una pieza intermedia, para después roscar el embudo en el tubo interior. La idea, es que el embudo baje poco a poco y moldee el concreto en la forma de la cuchilla.

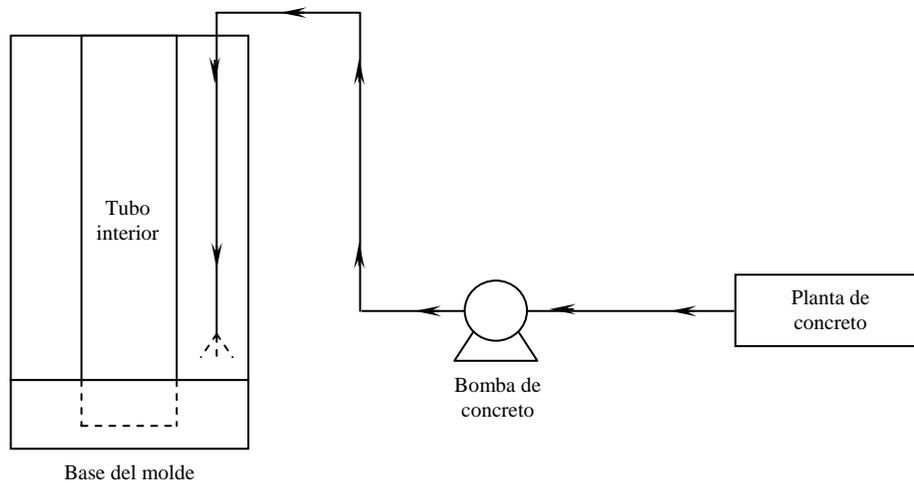


Figura 2.9 Esquema del colado de la piezas

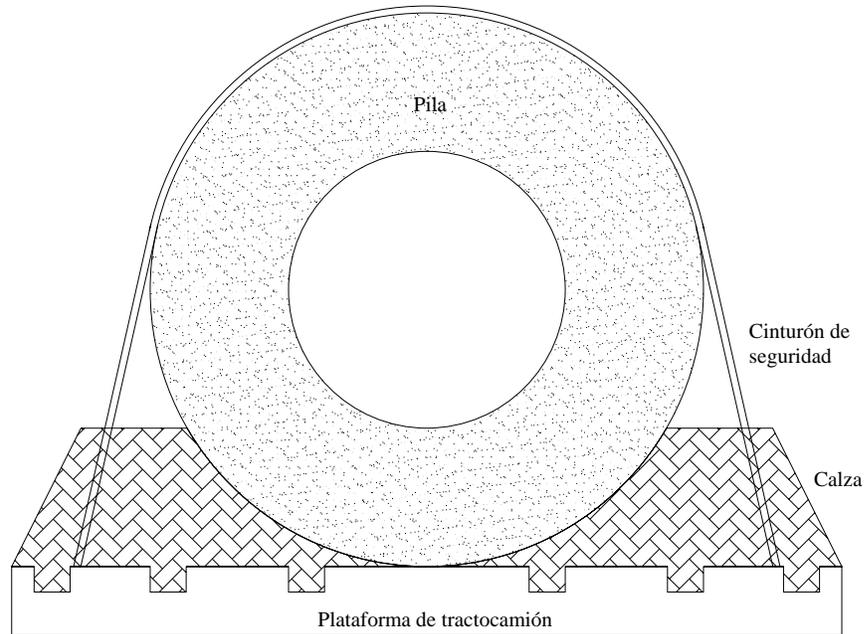
2.3.1.4 Descimbrado

Una vez que se alcanza la resistencia necesaria del concreto y que permita su manipulación se podrá descimbrar, esto se logra extrayendo el tubo interior por medio de grúa, abriendo el seguro y las canaletas del molde. Una vez liberada la pieza se podrá colocar en el transporte y llevar al lugar de trabajo.

2.3.2 Transportación

Una vez que la pieza a transportar alcance una resistencia adecuada se podrá izar y colocar en la plataforma del tractocamión. La forma de hacerlo es por medio de una grúa que levante la pieza y la saque del molde, para después ponerla en posición horizontal con ayuda de otra grúa, situándola así en la plataforma. La manera de asegurar la pieza es por medio de unos tensores que abracen a la misma y unas calzas con la forma de pila situadas en sus costados, con la idea de garantizar que durante el trayecto no vaya a rodar la pieza y ocasione accidentes. Ver figura 2.10.

Dada las dimensiones de las plataformas se podrá transportar dos piezas simultáneamente con un solo tractocamión ó si se requiere se podrá trasladar de tres a cuatro piezas con el empleo de un remolque. Ver anexo 1.



2.10. Aseguramiento en el transporte de las piezas

2.4 Proceso de perforación

2.4.1 Excavación guía

Una vez realizado el trazo y la nivelación del terreno a cimentar se tendrá que hacer una excavación previa de cinco metros de profundidad (aproximadamente) y de diámetro igual a D_2 (diámetro ampliado al rimado). Esta perforación servirá como guía para las piezas de la pila, motivo por el cual la verticalidad deberá ser lo más precisa posible. La manera de obtener dicha precisión se logrará mediante la constante verificación de este parámetro, con la ayuda de un técnico en topografía.

2.4.2 Izaje de las piezas

Una vez concluida la etapa anterior, se reciben las primeras piezas. Lo inmediato a realizar es el posicionamiento vertical de las secciones. La manera de hacerlo es por medio de dos grúas telescópicas, cada una en un extremo. En un

mismo tiempo ambas maquinas levantan la pieza para poderla retirar de la plataforma². Una vez fuera, la grúa que se encuentra en el extremo inferior tendrá que bajar poco a poco la pieza hasta llegar a la posición deseada, momento en el cual se suelta el segmento y la segunda grúa será la encargada de colocarla en la excavación guía. De esta manera la pieza estará lista para continuar con la perforación y el hincado de las subsecuentes piezas.

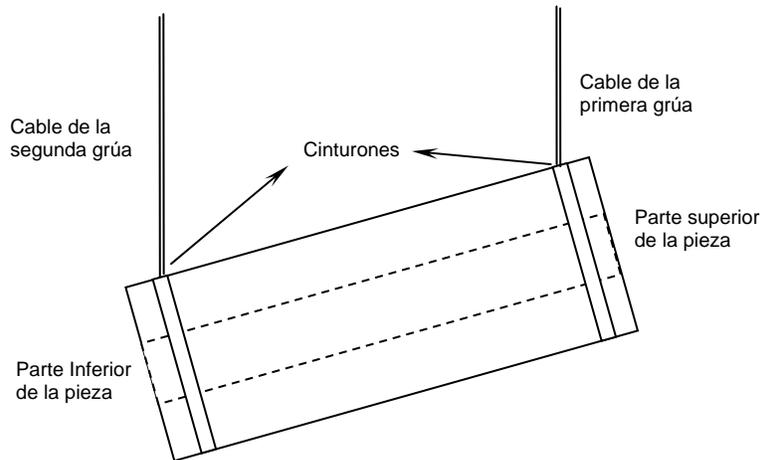


Figura 2.11. Esquema del izaje de la pieza

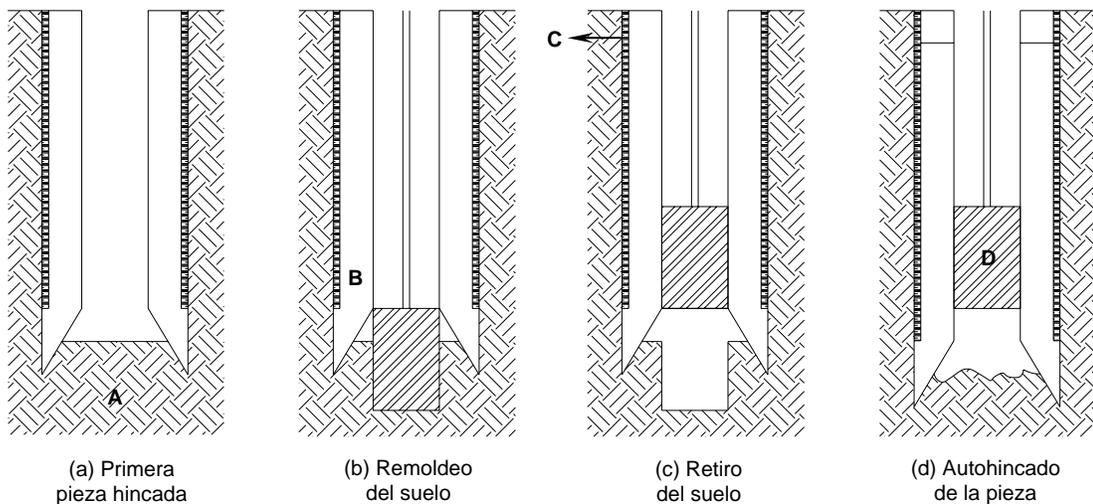
2.4.3 Inyección del lodo

Desde el momento en que se coloca la pieza inicial en la excavación guía y durante el proceso de hincado se inyectará lodo de perforación alrededor del segmento, permitiendo un deslizamiento suave del prefabricado con las paredes de la perforación, disminuyendo ampliamente la fricción lateral del suelo. La función del rimado es mantener separado el suelo del fuste. En un principio se puede utilizar cualquier lodo de perforación y después sustituirlo por algún material que proporcione una correcta continuidad entre la pila y el terreno, posteriormente se puede desarrollar algún lodo de perforación que contenga un cementante de largo periodo de fraguado, que proporcione la continuidad requerida una vez terminado el hincado sin necesidad de ser sustituido.

² La sujeción de los segmentos a las grúas se hará mediante unos cinturones que los abraza, son estos artefactos que reciben los ganchos de las maquinas para poderlos levantar.

2.4.4 Proceso de autohincado

Con la pieza inicial colocada en la excavación guía y con la cuchilla introducida parcialmente en el suelo del fondo, debido a su propio peso, se introduce por el hueco central la broca de perforación y se comienza a remoldear el suelo, esto hasta una profundidad calculada, posteriormente se extrae la broca del fondo para remover el suelo que se encontraba confinado en la parte interna de la cuchilla, esto tiene como consecuencia una reducción de la fricción en la pared de la cuchilla provocando un desequilibrio de fuerzas que tiene como resultado la inserción de la pieza a una profundidad suficiente para nuevamente estabilizarlas, consecuentemente seguir con el ciclo de excavación hasta poder extraer el material, producto de la excavación, ya sea hasta la superficie o simplemente mantenerlo en el hueco central hasta que la fuerza de extracción de la excavadora lo permita. El ciclo se termina hasta que la pieza este hincada lo suficiente para permitir la colocación de la siguiente sección o lleguemos a la profundidad de proyecto. Ver figura 2.12.

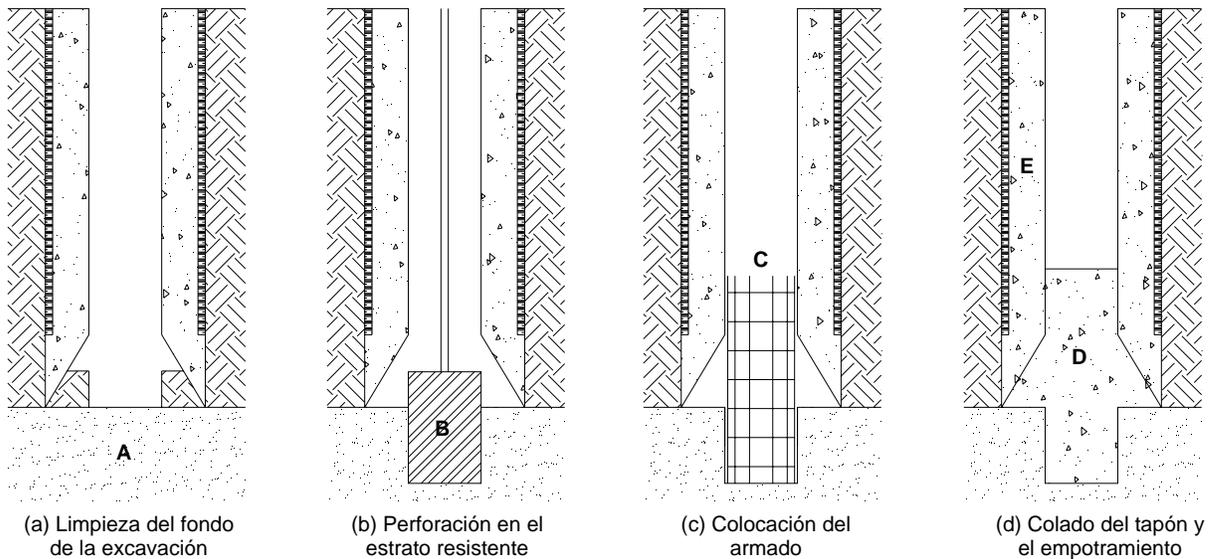


- A: Suelo
- B: Pila
- C: Lodo de perforación
- D: Broca

2.12. Proceso de perforación y autohincado

2.4.5 Colado del tapón y empotramiento

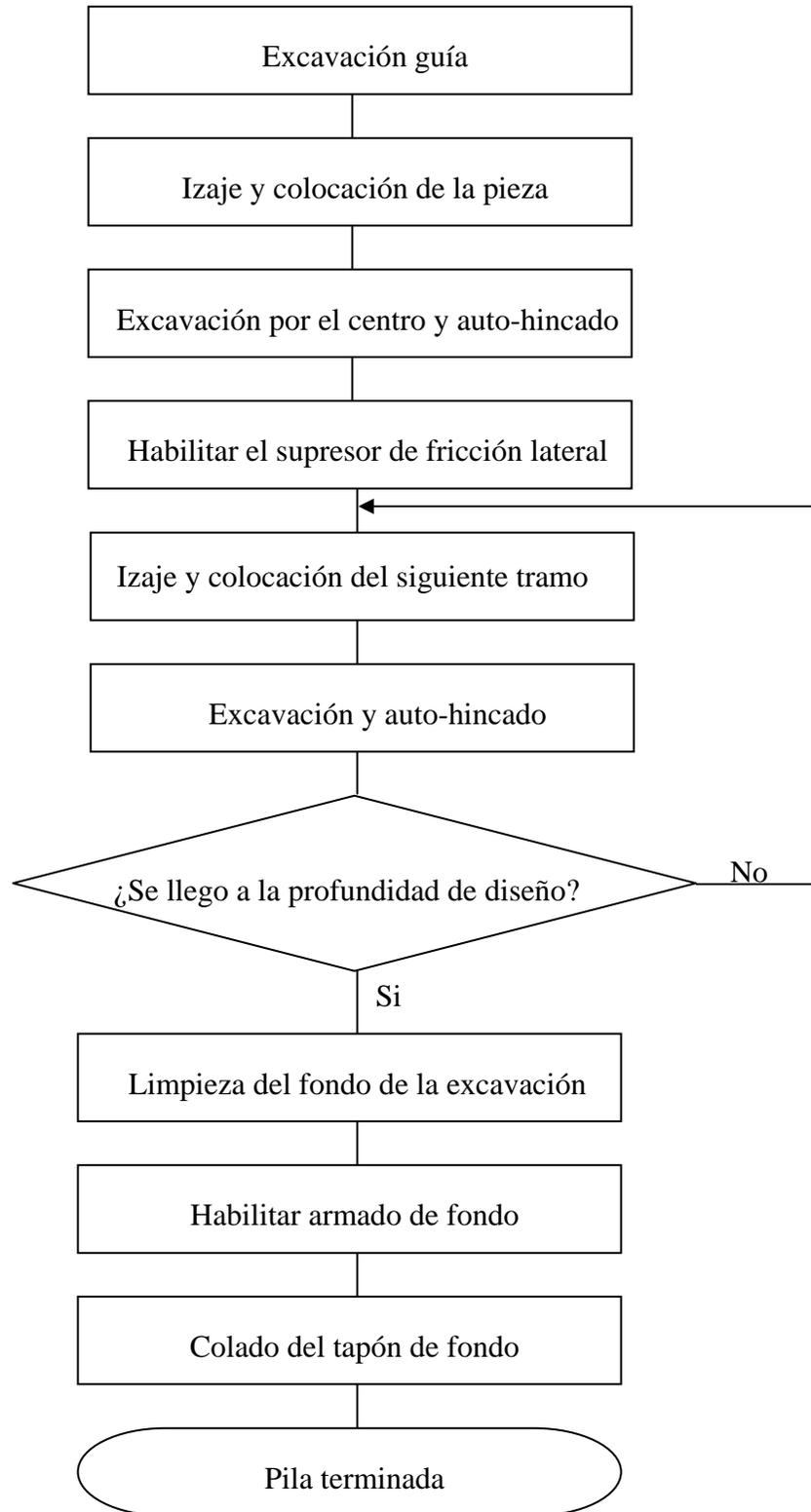
Una vez alcanzada la profundidad de diseño (donde se encuentra el estrato resistente), el siguiente paso es la confección del tapón y el empotramiento. Para ello es necesario limpiar el fondo de la excavación retirando todo el suelo residual que queda entre el estrato resistente y la cuchilla, ver figura 2.13(a). Después se comienza la perforación del empotramiento en el estrato resistente, como se muestra en la figura 2.13(b), cuya profundidad se calcula en base a la fuerzas actuantes. Al término de esta, se habilita el acero de refuerzo en la parte inferior de la pila, para posteriormente hacer el colado del tapón y el empotramiento.



- A: Estrato resistente
- B: Broca de perforación
- C: Armado
- D: Tapón y empotramiento
- E: Pila

2.13. Confección del tapón y el empotramiento

Diagrama de flujo del proceso de perforación



REVISIÓN TÉCNICA DE LA
PROPUESTA

3. Revisión técnica de la propuesta

3.1. Revisión geotécnica

3.1.1. Acciones de diseño

Las acciones que actúan sobre una estructura se clasifican dependiendo de su duración, esto de acuerdo al Reglamento de Construcción del Distrito Federal, por tanto:

- ✓ Las acciones permanentes son las que se encuentran de forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a preesfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos. Para nuestro caso solo nos interesa la carga muerta y los empujes estáticos de tierra y agua (debido al nivel freático). Para nuestro caso las acciones a considerar son: la carga muerta, que se refiere al peso de todos los elementos estructurales, acabados y elementos que ocupen una posición permanente sin algún cambio sustancial en el tiempo, además los empujes estáticos producidos por suelo circundante (a la pila) y por el nivel freático. La manera de evaluar la carga muerta se hará por medio de las dimensiones de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los mismos, así para los empujes, la evaluación se hará por medio de los diagramas de presión generados por el suelo (considerando los distintos estratos) y por el nivel freático, siguiendo el método del volumen de cuña de presión o cualquier otro que lleve al correcto calculo de dichos parámetros.
- ✓ Las acciones variables son aquellas que ejercen sobre la estructura una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos

que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado. En este caso solo consideremos la carga viva, es decir las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. Para determinar este parámetro se hace la consideración de la carga viva máxima (W_m), dependiendo del uso de la edificación de acuerdo a la tabla 3.1. Aunado a esto se debe tomar en cuenta la carga viva transitoria, que son los pesos del material que se almacena temporalmente, así como de los vehículos y equipo, el de colado de planta superiores y del personal necesario, no siendo este último peso menor de $150 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$. Se considera, además, una concentración de 150 (kg) en el lugar más desfavorable.

Destino de piso o cubierta	CARGAS VIVAS UNITARIAS kN/m ² (kg/m ²)		
	W	W _a	W _m
Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuela, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)
Oficinas, despachos y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)
Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)
Comunicaciones para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)
Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 (40)	3.5 (350)	4.5 (450)
Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)
Azoteas con pendientes no mayor a 5%	0.15 (150)	0.7 (70)	1.0 (100)
Azoteas con pendiente mayor de 5% otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)
Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (150)	0.7 (70)	3 (300)
Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 (40)	1.0 (100)	2.5 (250)

Tabla 3.1. Valores de las cargas vivas



- ✓ Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Perteneciendo a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

Para nuestro caso las combinaciones de cargas a seguir son las recomendadas en las Normas Técnicas Complementarias para cimentaciones, las cuales son:

- ✓ En el primer caso se consideran las acciones permanentes y variables (incluyendo la carga viva). Se revisa tanto los estados límites como los de servicio. Para el cálculo de movimientos o asentamientos a largo plazo se considera a las acciones variables con una intensidad media. Para la revisión de los estados límites de falla se considera la acción variable más desfavorable en su intensidad máxima, mientras que el resto de ellas se manejan en su intensidad instantánea, así para las acciones permanentes a considerar son el propio peso de los elementos estructurales de la cimentación, los efectos inducidos por el asentamiento regional, los pesos de lastres y rellenos utilizados en la superestructura además de los empujes inducidos en las pilas.
- ✓ En este segundo caso las acciones a considerar son las variables (en su intensidad instantánea) y accidentales, para las cuales se revisará tanto los estados límites de falla y de servicios asociados a deformaciones transitorias y permanentes del suelo bajo las cargas accidentales. Para el caso de la revisión de los estados límites de falla se deberán considerar las acciones sísmicas en el formato 100% en una dirección y 30% en dirección perpendicular a la anterior con los signos que resultan más desfavorable para cada concepto repitiendo el mismo análisis en la otra dirección.

El factor de carga a utilizar para la primera combinación es $F_C = 1.4$, mientras que la revisión de los estados límites de servicio se utilizarán factores unitarios, así para el examen del estado límite de falla se empleara un factor $F_C = 1.1$, para el peso propio del suelo y a los empujes laterales de este. Las acciones de subpresión y de fricción negativa se afectarán con un factor unitario.

Los factores de resistencia relativos a la capacidad de carga para la revisión de los estados límites de falla son: $F_R = 0.35$, para la capacidad de carga ante cualquier combinación de acciones en la base de la pila y $F_R = 0.70$ para otro cualquier otro caso.

3.1.2 Examen por estados límites

De acuerdo al reglamento y a las Normas Técnicas Complementarias, se llega a un estado límite de comportamiento cuando en una construcción se presentan una combinación de fuerzas, desplazamientos, niveles de fatiga o varios de ellos que determinen el inicio o la ocurrencia de un modo de comportamiento inaceptable de dicha construcción. Se denominan dos estados límites:

- ✓ Estado límite de falla: básicamente se refiere a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción (en su totalidad o una parte de ella) o su capacidad de resistir nuevas aplicaciones de carga.
- ✓ Estado límite de servicio: incluye la ocurrencia de daños económicos o la presencia de condiciones que impiden el desarrollo adecuado de las funciones para las cuales se haya proyectado.

La primera verificación a realizar es el cumplimiento de la siguiente desigualdad: $\sum QF_C < R$, donde:

$\sum QF_C$: es la suma de las acciones verticales considerando las distintas combinaciones de las mismas afectadas por su correspondiente factor de carga.

R : es la capacidad de carga que se considera igual a la de punta más la adherencia del pilote con el suelo (fricción).



Dentro de los estados límites de falla se tiene que hacer la examinación de la capacidad por punta, a través de la siguiente expresión:

$$C_P = (\overline{p}_V N_q^* F_R + p_V) A_P^1 \quad (3.1)$$

Cabe mencionar que la ecuación presentada es para suelos cohesivos, donde se apoya la pila tal como es el caso de la primera capa dura de subsuelo de la Ciudad de México. En donde:

A_P es el área transversal de la base de la pila o del pilote

p_V es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas

\overline{p}_V Es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad del desplante de las pilas

N_q^* es el coeficiente de capacidad de carga definido:

$$N_q^* = N_{\min} + L_e \left(\frac{N_{\max} - N_{\min}}{4B \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)} \right)$$

Si $L_e/B \leq 4B \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$; $N_q^* = N_{\max}$

Si $L_e/B > 4B \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{\max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{\min}	7	11.5	20	39	78	130

¹ Un detalle importante a comentar es el hecho de que el uso de la ecuación tiene que hacerse con la suficiente información de laboratorio obtenidos de muestras de buena calidad y que exista evidencia de que la capa de apoyo sea homogénea.



Para la zona II y III debe considerarse la fricción negativa en el fuste de la pila dado que afecta a la capacidad por punta, mientras que para la zona I podrá agregarse a la capacidad por punta una resistencia por fricción lateral.

El estado límites de servicio se refiere a los movimientos verticales de la cimentación (asentamientos o emersiones), inclinaciones de la estructura y deformaciones estructurales de la misma y de sus vecinos, en estos movimientos se consideran los componentes inmediatos bajo cargas estáticas, los diferidos por consolidación y los accidentales por sismo y viento, así como la combinación de los tres. Por lo tanto en la revisión de estos estados se toman en cuenta las deformaciones verticales totales y diferenciales y la inclinación de la estructura de forma que no causen daños intolerables a la propia estructura y a colindancias.

3.1.3 Examen por cargas verticales

Los criterios a revisar en esta parte es la resistencia de la capacidad de carga en la base, de carga por fricción y el asentamiento de la pila.

Para el cálculo de la capacidad de carga en la base existen métodos que se apoyan en mediciones de campo (las cuales son más exactas y confiables) y de correlaciones teóricas. Para el primer caso se debe de contar con datos del cono estático para poder utilizar el criterio de Meyerhof, propuesto en 1979, el cual nos dice:

$$Q_p = q_c A_p \quad (3.2)$$

donde:

Q_p = Es la capacidad de carga en la base

q_c = Valor más bajo de la resistencia del cono estático

A_p = Área transversal de la pila

Un segundo criterio es el de L. P. C, que maneja prácticamente la misma ecuación anterior, pero con la diferencia de que introduce un factor de corrección K_c , cuyo valor depende del tipo de suelo del proceso de construcción de la pila, para esta caso se sugiere que se utilice un valor de 0.37, por lo que la ecuación queda de la siguiente forma:

$$Q_p = K_c q_c A_p \quad (3.3)$$

$$Q_p = 0.37 q_c A_p$$

Mientras que, para el manejo de relaciones teóricas se maneja el criterio de Skempton (1951), el cual nos dice:

$$Q_p = c_u N'_c A_p \quad (3.4)$$

donde:

Q_p = Es la capacidad de carga en la base

c_u = Valor de la resistencia al corte no drenado del estrato de desplante

N'_c = Coeficiente de capacidad de carga igual a 7, para pilas de 1(m) diámetro, en caso de que el diámetro sea mayor se empleara 6.

A_p = Área transversal de la pila

Para el caso de la capacidad de carga por fricción se empleara el criterio expuesto por L. P. C², que de acuerdo a la siguiente tabla 3.2 se podrá definir el tipo de pila, para posteriormente con la tabla 3.3 definir el tipo de curva correspondiente a la pila seleccionada y con apoyo a la de la figura 3.1 obtener el valor de f_{sc} en función de la resistencia de punta del cono estático q_c y del tipo de suelo y pila.

No.	Concepto	Descripción
1	Pila perforada sin lodo	Instalada sin lodo de perforación. Aplicables solo en suelos cohesivos arriba del nivel freático.
2	Pila perforada con lodo	Se utiliza lodo para soportar a la perforación. El concreto se coloca del fondo hacia arriba, desplazando los lodos.
3	Pila perforada con ademe	Perforadas dentro de un ademe de acero que confina al suelo. El concreto se coloca en la perforación a medida que se extrae el ademe.
4	Pila perforada con helicoide hueco	Instalada utilizando un helicoide hueco, contino, de longitud igual o mayor que el de la pila propuesta. El helicoide se extrae sin giro, mientras se inyecta simultaneamente concreto a través de su hueco central.
5	Pila excavada manualmente	El método requiere la presencia de trabajadores en el fondo de la excavación; las paredes de éstas se soportan con elementos de cimbra o ademe.

Tabla 3.2. Tipos de pilas para aplicar el método del L. P. C. con los resultados de la resistencia de punta q_c , en pruebas de cono.

² Debido a la falta de mediciones de fricciones por medio del cono estático



Curva No.	q_c (MPa)	Tipo de pila	Comentario del procedimiento de instalación
1	< 0.7	1 - 5	
	> 0.7	1, 2	Valores muy probable cuando se usan herramientas con dientes o con hojas cortadoras de mayor diámetro y donde puedan formarse una costra de material remoldeado a lo largo de la perforación. Usar estos valores también en perforaciones profundas bajo el nivel freático que requieran limpiarse varias veces. Así mismo, usarlas en los casos donde se permite la relajación de las paredes de la perforación debido a incidentes que retrasan o detienen la colocación del concreto. En todas esas condiciones, la experiencia muestra, sin embargo, que f_{max} puede estar entre las curvas 1 y 2; usar un valor intermedio de f_{max} si éste se garantiza con una prueba de carga.
2	> 1.2	4, 5	En los pilotes de acero la experiencia muestra que, para suelos plásticos, el valor de f_{max} es frecuentemente tan reducido como el dado por la curva 1; por lo tanto, cuando no se dispone de pruebas previas, usar esa curva. Para pilotes de concreto hincados, usar la curva 3 en suelos de baja plasticidad con arenas o con capas de arenas, grava y boleos y cuando la resistencia de punta del cono sea mayor a 2500 kPa (255 t/m ²).
	> 1.2	1, 2	Usar estos valores cuando se utiliza un método cuidadoso de perforación mediante helicoides equipados con dientes, y se coloca de inmediato el concreto. En suelos con $q_c > 4500$ kPa (458 t/m ²), puede usarse la curva 3 si se cuenta con una supervisión constante, con limpieza y rimado de las paredes de la perforación, seguida por la colocación inmediata del concreto.

Tabla 3.3. Curvas para arcillas y limos plásticos en el método del L. P. C.

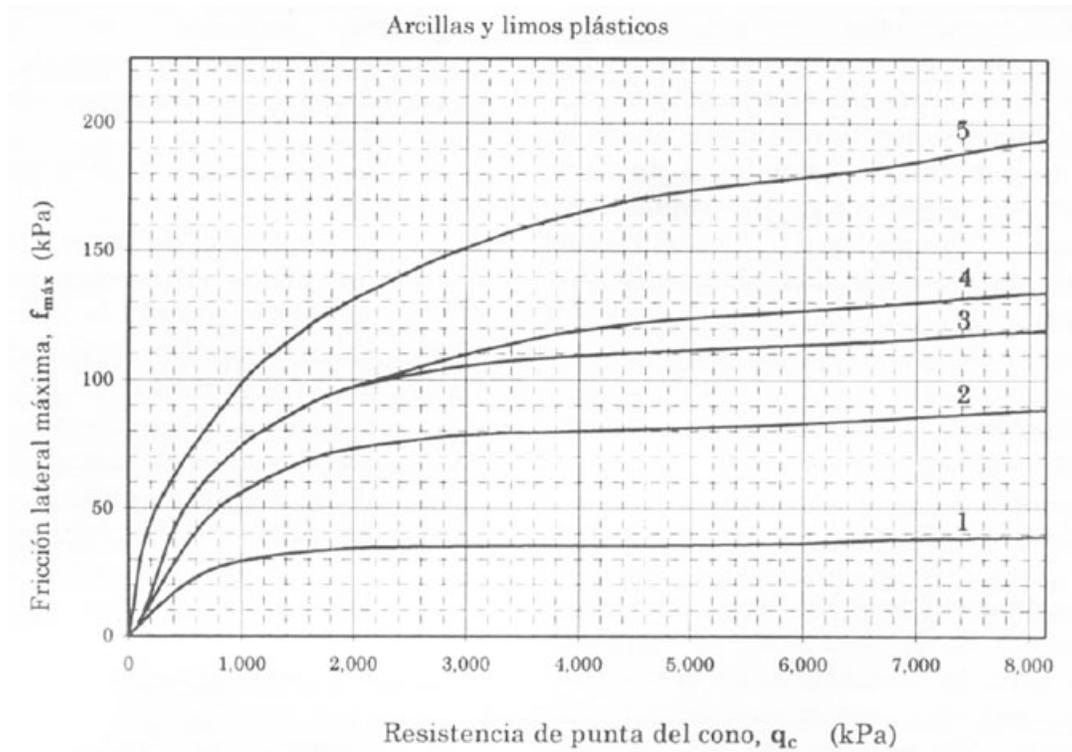


Figura 3.1. Relación entre la resistencia de punta del cono y la fricción lateral máxima en arcillas y limos plásticos

Un segundo criterio es el de esfuerzos totales y efectivos. Para el primer caso tenemos que:

$$Q_s = \alpha c_{su} A_s \quad (3.5)$$

donde:

Q_s = capacidad de carga última por fricción lateral

α = factor de adherencia

c_{us} = resistencia al corte no drenado del suelo circundante al fuste

A_s = área lateral del fuste de la pila

El valor de α está afectado en forma importante por el procedimiento de perforación o excavación, que puede ocasionar el remoldeo o reblandecimiento de la arcilla, así como por la estructura de ésta y en particular de su grado de fisuración; se recomienda usar un valor de α comprendido en 0.2 y 0.4. Generalmente se emplea al valor mínimo de la resistencia al corte no drenado c_u limitándolo a un máximo de 100 kPa ($10 \frac{t}{m^2}$).

Para el segundo caso, esfuerzos efectivos se emplea la ecuación:

$$Q_s = K_s p'_{os} A_s \tan \delta \quad (3.6)$$

donde:

Q_s = capacidad última por fricción

K_s = relación entre los esfuerzos horizontales y vertical del suelo, efectivos, en le fuste de pilote

p'_{os} = presión vertical efectiva media a lo largo del pilote

A_s = área lateral del fuste de la pila

$\tan \delta$ = coeficiente de fricción lateral pilote - suelo

Con frecuencia se dice que K_s es igual a K_0 (coeficiente de presión de tierras en reposo), y que $\delta = \phi'$.

El asentamiento de pilas se debe a dos razones: la compresión de azolves depositados en el fondo de la perforación antes del colado y la deformación de la pila y del suelo bajo su base. Para ello se puede adoptar el método empírico (CFE, 1981) haciendo el cálculo mediante la ecuación:

$$S_t = \frac{\sum QL}{E_p A_p} + 1.57 \frac{\sum Q}{E_s \sqrt{A_b}} (1 - \nu_s^2) \quad (3.7)$$

donde:

S_t = asentamiento total de la cabeza de la pila

$\sum Q$ = combinación más desfavorable de cargas

L = longitud de la pila

E_p = módulo de deformación de la pila

A_s = área de la base de la pila

A_b = área de la sección transversal del fuste de la pila

E_s = módulo de elasticidad medio de los suelos de apoyo

ν_s = relación de Poisson media de los suelos de apoyo

3.1.4 Examen por cargas horizontales

De igual importancia que los exámenes por cargas verticales es hacer las consideraciones necesarias para diseñar una cimentación profunda para soportar cargas horizontales o laterales, las cuales se pueden presentar en construcciones como las siguientes:

- ✓ Edificios altos, torres de transmisión, grúas torre, entre otros, para soportar cargas de viento o sismo
- ✓ Muelles y estructuras similares, sujetas a efectos de oleaje, corrientes marinas o fluviales y golpes de embarcaciones.
- ✓ Puentes sometidos a cargas dinámicas, efectos de coceo o simplemente empujes de suelos.

De la misma forma que para otras solicitaciones, las horizontales pueden adoptar dos criterios de diseño:

1. Diseño por carga lateral ultima, asegurando un adecuado factor de seguridad contra la falla
2. Diseño en función de la deformación lateral máxima permisible, bajo las cargas de trabajo.

Como en otros casos de análisis es común que ocurra que el segundo criterio rige finalmente, ya que esta asociado con la funcionalidad de la estructura. Y en muchos casos resulta que al aplicar el criterio la carga admisible que se obtiene esta muy por debajo de la carga ultima.

Las normas técnicas complementarias del reglamento del distrito federal en la sección de cimentaciones profundas menciona que:

Además de la capacidad de carga vertical, se revisará la capacidad del suelo para soportar los esfuerzos inducidos por los pilotes o pilas sometidos a fuerzas horizontales, así como la capacidad estructural de estos elementos para transmitir dichas solicitaciones horizontales.

Dado que dichas normas no muestran ningún método de análisis para determinar la capacidad de carga, incluiremos los expuestos por el manual de cimentaciones profundas de la Sociedad de Mecánica de Suelos A.C., las siguientes metodologías expuestas, tiene como consideración que las sollicitaciones horizontales son estáticas y se encuentran divididos para suelos predominantemente friccionantes y predominantemente cohesivos, para el estudio de este subcapítulo tomaremos en cuenta solo la parte dedicada a suelos predominantemente cohesivos relacionado a pilas y pilotes de punta y en caso de que estos se encuentren empotrados en un estrato resistente se hará intervenir la presión actuante en la punta como una fuerza resistente horizontal, cerca de la cual se encuentra el centro de rotación.

Diseño de pilotes individuales, por carga lateral ultima (Poulos and Davis, 1980).

Tanto los pilotes como pilas resisten cargas laterales al movilizar la reacción pasiva del suelo circundante. La magnitud y distribución de la reacción depende de la rigidez relativa de los elementos de la cimentación y del suelo, así como de la condiciones de frontera de su cabeza y punta.

Criterio Estático:

La carga última se obtiene como:

$$P_u = K_c c \quad (3.8)$$

donde, K_c es el factor de resistencia lateral, el cual depende de la relación entre la adherencia y la cohesión $\frac{c_a}{c}$, y del factor de forma del pilote definido por la relación $\frac{d}{b}$.

En la figura 3.2 se muestra como varia dicho factor en función del factor de forma para valores de $\frac{c_a}{c} = 1$ y 0.

Criterio de Broms:

En las figuras 3.3 (a) y (b) se encuentran graficadas la carga última esperada en pilotes de fricción con cabeza libre o fija, en función de los parámetros adimensionales $\frac{L}{d}$ y $\frac{H_u}{c_u d^2}$ para pilotes cortos (a), y en términos de los parámetros adimensionales $\frac{H_u}{c_u d^2}$ y $\frac{M_y}{c_u d^3}$, para pilotes largos (b).

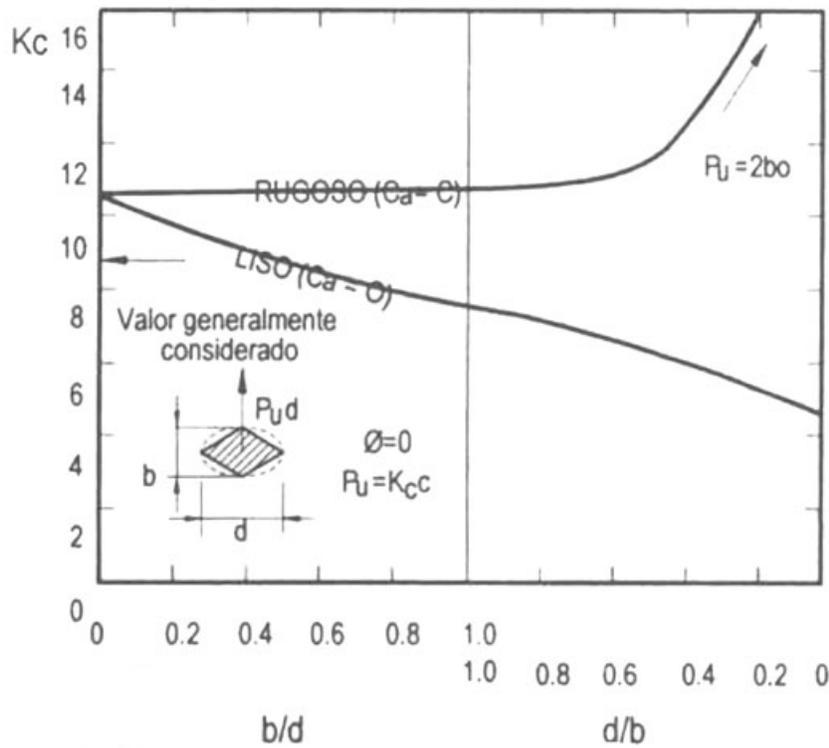


Figura 3.2. Factor de forma y relación adherencia cohesión

Diseño de pilotes individuales, por deformación lateral (Poulos and Davis, 1980 y Hunt, 1985)

En muchos casos prácticos, el diseño de pilotes o pilas sujetos a cargas laterales dependerá de la satisfacción de un requerimiento de deformación lateral o deflexión máxima, que puede resultar en cargas laterales admisibles mucho menores que la resistencia lateral última.

Los métodos de diseño teóricos actuales, permiten predecir razonablemente la magnitud de las deformaciones para cualquier caso particular, estos son:

- El análisis a partir de un módulo de reacción lateral.
- El análisis elástico que considera al suelo como un medio continuo.

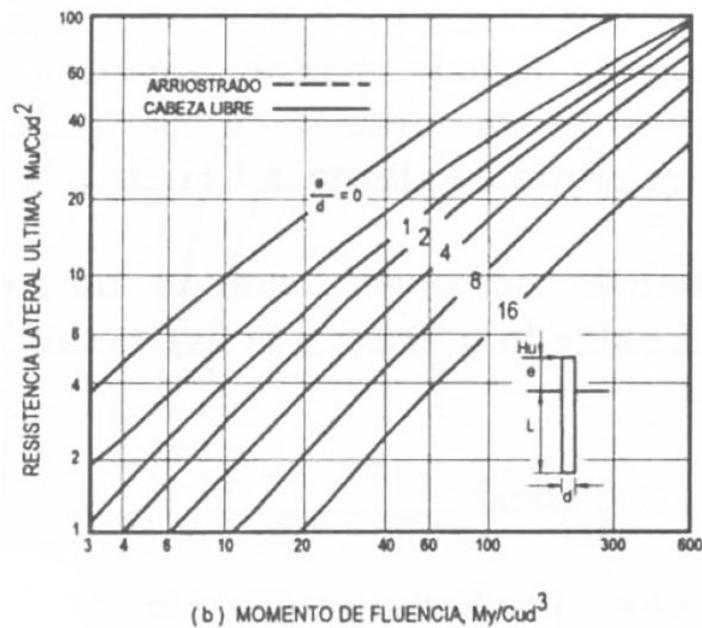
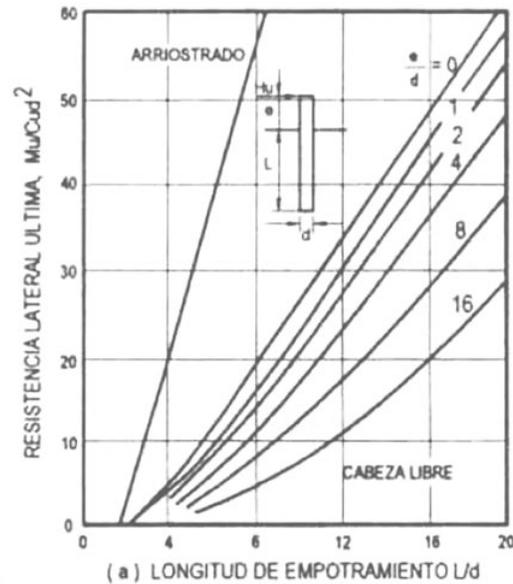


Figura 3.3 (a) y (b). Resistencia lateral última de pilotes de fricción en suelos predominantemente cohesivos (Poulos and Davis, 1980)

Método del módulo de reacción

Fue propuesto originalmente por Winkler (1867) y consiste en caracterizar al suelo mediante una serie de resortes linealmente elásticos e independientes, cuya constante de deformación es el módulo de reacción lateral (k_h), el cual relaciona la carga (p) que actúa en un cierto punto del pilote o la pila con la deflexión (ρ) medida en el mismo punto, como se indica a continuación:

$$p = k_h \rho \quad (3.9)$$

Otra forma en la que se acostumbra expresar la relación es:

$$w = K\rho \quad (3.10)$$

Donde:

w = reacción del suelo por unidad de longitud del pilote o pila.

K = módulo de reacción en unidades de fuerza/longitud² ($K=k_h d$)

d = diámetro o ancho del pilote o pila

Para el análisis, se asume que el pilote o pila se comporta como una viga cuya deformación esta determinada por la ecuación:

$$E_p I_p \frac{d^4 \rho}{dz^4} = -pd \quad (3.11)$$

Donde:

E_p = modulo de elasticidad del piote o pila

I_p = momento de inercia de la sección del pilote pila

z = profundidad en el suelo

d = diámetro o ancho del pilote o pila

Combinado las ecuaciones anteriores se obtiene la ecuación que gobierna la deflexión en un pilote o pila:

$$E_p I_p \frac{d^4 \rho}{dz^4} + k_h d \rho = 0 \quad (3.12)$$

Esta ecuación puede resolverse analíticamente o bien numéricamente. La solución analítica resulta conveniente cuando el módulo de reacción es constante a todo lo largo del pilote o pila. Si no es así, conviene más aplicar una solución numérica, mediante diferencias finitas.

- Análisis lineal, cuando hay una relación directa entre la presión y la deflexión en cualquier punto a lo largo del pilote o pila.
- Análisis no lineal, cuando no existe tal relación entre la presión y la deflexión del pilote o pila

Análisis lineal

En suelos predominantemente cohesivos se asume que el módulo de reacción crece linealmente con la profundidad.

Para tal caso, la variación de k_h a lo largo del pilote o la pila puede expresarse como:

$$k_h = n_h \left(\frac{z}{d} \right) \quad (3.13)$$

Donde:

n_h = coeficiente del módulo de reacción

z = profundidad

d = ancho o diámetro del pilote

Si bien no hay una solución exacta, existen métodos aproximados para obtener la deflexión (ρ) y el giro (θ) en la cabeza de los pilotes o pilas, por ejemplo aplicando las siguientes ecuaciones generales:

$$\begin{aligned} \rho &= \left(\frac{H}{k_h d L^2} \right) I_{\rho H} + \left(\frac{M}{k_h d L^2} \right) I_{\rho M} \\ \theta &= \left(\frac{H}{k_h d L^2} \right) I_{\theta H} + \left(\frac{M}{k_h d L^2} \right) I_{\theta M} \end{aligned} \quad (3.14)$$

los factores $I_{\rho H}$ e $I_{\theta H}$ se encuentran graficados en la figura 3.4:



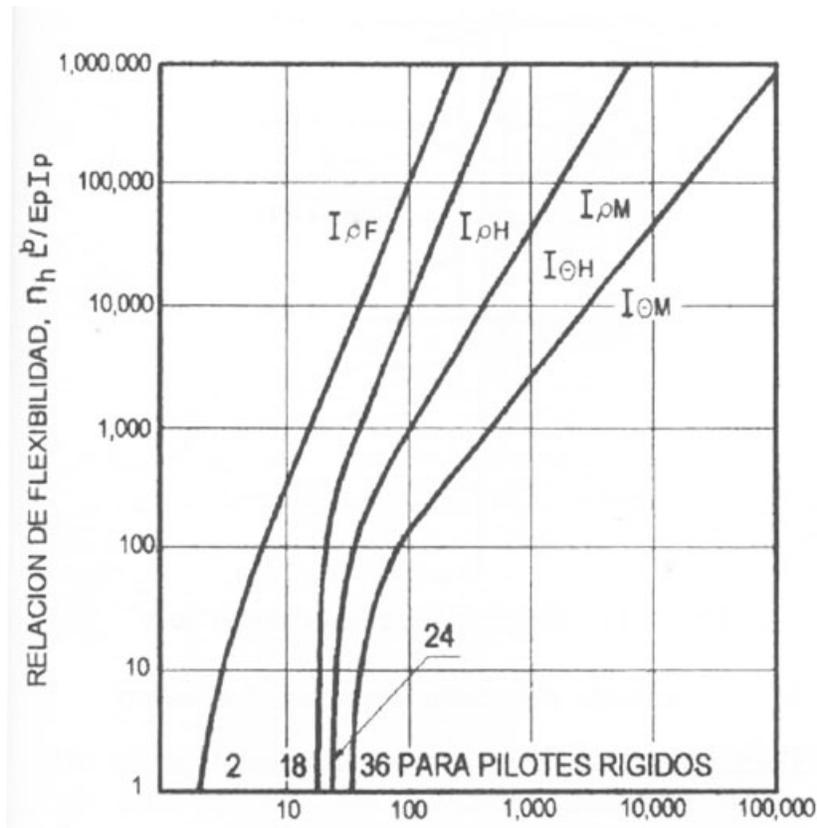


Figura 3.4. Factores de deflexión y giro en la cabeza de pilas (Poulos and Davis, 1980)

Otras soluciones aplicables son:

$$\rho = C_y \frac{HT^3}{E_p I_p} \quad (3.15)$$

$$M_z = C_m HT$$

los coeficientes C_y y C_m están graficados en las figuras 3.5 y 3.6, respectivamente, para diferentes valores de M/HT , donde:

M = momento aplicado

H = Carga horizontal aplicada

El factor T ya ha sido definido por la ecuación $\left(\frac{EI}{K_s}\right)^{1/2}$ y el factor de profundidad Z es:

$$Z = z/T \quad (3.16)$$

donde:

z = profundidad respecto de la superficie del terreno

T = rigidez relativa (m)

E = módulo de elasticidad del material de la pila (t/m^2)

I = momento de inercia de la sección de la pila

K_s = coeficiente de reacción (t/m^3)

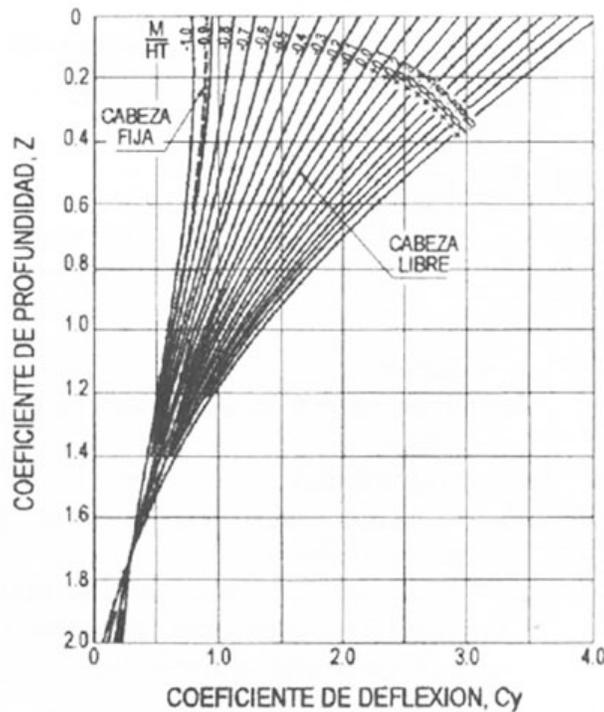


Figura 3.5. Coeficiente de deflexión C_y

Análisis no-lineal

En realidad la relación entre la presión y la deflexión en cualquier punto a lo largo de un pilote o pila no es lineal para tener en cuenta tal condición existen varios procedimientos, sin embargo el enfoque más comúnmente empleado parece ser el de las curvas “ p - y ”, desarrollado por Resse (p = presión, y = deflexión).

La ecuación diferencial que se plantea en este caso es la siguiente:

$$\frac{d^2M}{dz} + (P_z) \frac{d^2\rho}{dz^2} - \rho = 0 \quad (3.17)$$

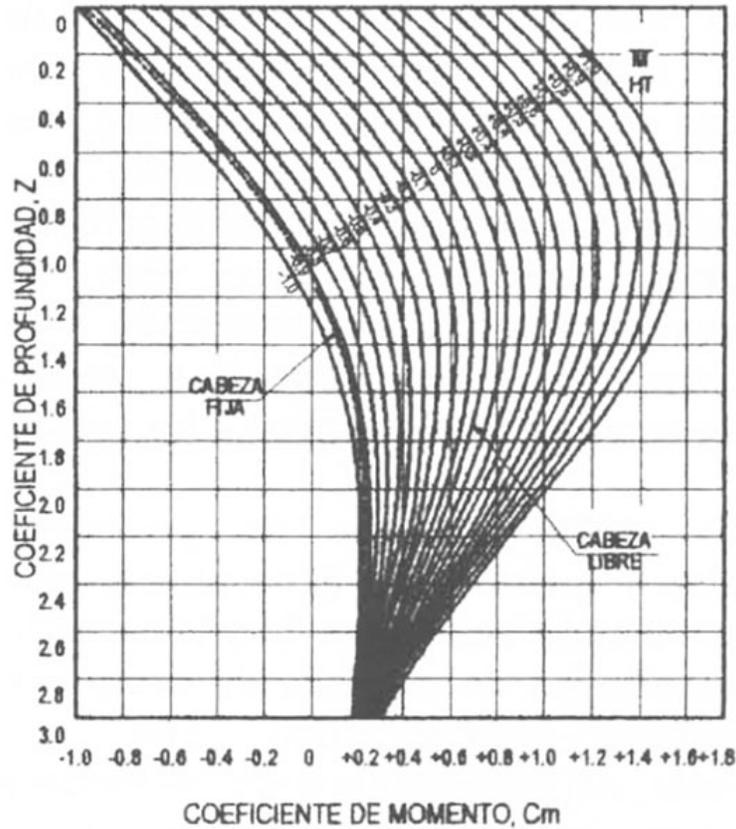


Figura 3.6. Coeficiente de momento C_m

donde:

ρ = deflexión

M = momento a la profundidad z en la pila

z = profundidad

P_z = carga axial en la pila a la profundidad z

ρ = reacción del suelo por unidad de longitud (en este caso, actúa como una carga lineal equivalente)

Esta es una ecuación más general que la ecuación 3.13, ya que incorpora los efectos de la carga axial y de la variación de la rigidez del pilote o pila con la profundidad.

Este método se soluciona aplicando diferencias finitas, el objeto es definir una serie de curvas “ p - y ”, en diferentes puntos a lo largo del pilote o pila (figura 3.7), tales que cumplan la compatibilidad entre la carga y la deflexión correspondiente a cada punto. Reese desarrollo un programa de cómputo conocido como “LPILE” (1977), basado en este procedimiento. Al igual que en el método del modulo de reacción lateral, para definir las curvas mostradas de la figura siguientes se tiene como premisa que el comportamiento del suelo a una profundidad determinada es independiente de los puntos vecinos. Si bien esto no es estrictamente cierto, Reese comprobó a través de pruebas de carga que los resultados obtenidos son bastante cercanos a los reales.

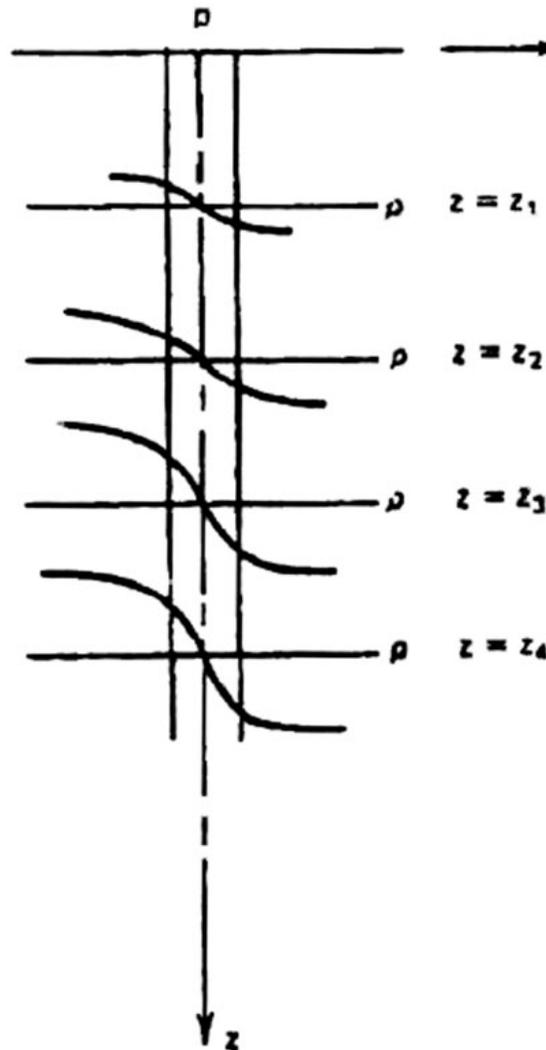


Figura 3.7. Esquema de las curvas “ p - y ”

Frydman (1975) propuso un procedimiento alternativo y quizás mas generalizado para la determinación de las curvas “ p - y ”, haciendo uso de los resultados de pruebas de campo con el presuometro, considerado que pueden representar el comportamiento deformacional de un pilote o pila sujetos a una carga lateral, teniendo en cuenta un cierto factor de escala igual a la relación de diámetros.

b) Método del medio continuo y elástico

Para este análisis se considera al suelo como un medio continuo con un modulo de elasticidad E_s y una relación de Poisson ν_s , y al pilote o pila como una lamina vertical rectangular y delgada, de ancho d , longitud L rigidez $E_p I_p$ constante.

El método consiste en dividir al pilote o pila en $n+1$ elementos, todos de longitud d , excepto aquellos cercanos a la punta y la cabeza, que presentan una longitud de $d/2$. Entonces, a cada elemento se le somete a un esfuerzo horizontal uniforme p , el cual se considera constante en toda la sección del pilote o pila, y se calculan sus desplazamientos.

Asumiendo que el suelo presenta un comportamiento puramente elastico, los desplazamientos horizontales del suelo y la cimentación profunda deben ser iguales.

Los desplazamientos del suelo pueden expresarse como:

$$\{s\rho\} = \frac{d}{E_s} [I_s] \{p\}$$

donde:

$\{s\rho\}$ = vector columna de desplazamientos del suelo

$\{p\}$ = vector de la carga horizontal

$[I_s]$ = matiz de factores de influencia

Los elementos I_{ij} de la matriz $[I_s]$ se obtienen mediante la integración sobre una área rectangular de la ecuación de Mindlin para el cálculo del desplazamiento horizontal causado por una carga puntual dentro de la masa de suelo.

Para la determinación de los desplazamientos se hace uso de la ecuación (3.11), que al ser resuelta mediante diferencias finitas, considerando las condiciones de frontera apropiadas para la cabeza y la punta, se obtiene las gran variedad de soluciones expuestas en el libro de Poulos (Poulos and Davis, 1980)

Considerando el tema de tesis es necesario realizar una revisión más que verifique la posibilidad de falla de la pila por aplastamiento lateral, esto recordando que las pilas prefabricadas propuestas son como tubos de concreto sometidos a presiones de suelo que se incrementan con la profundidad. Tomando en cuenta que la presión se puede considerar prácticamente uniforme en una sección de la pila, por sus pequeñas dimensiones con respecto a la masa de suelo, proponemos utilizar la siguiente ecuación.

$$\delta_{\min} = \frac{Pd}{2fs}$$

donde:

P = presión (kg/cm²)

d = diámetro (cm)

fs = resistencia del material (kg/cm²)

δ = espesor de pared (cm)

Esta ecuación sirve para evaluar el ancho de pared para tuberías a presión, donde la misma actúa desde adentro de la tubería por lo que el diámetro a considerar es el interior, dado que en nuestro caso la presión proviene del exterior del tubo, será este diámetro el que se considere en la ecuación, tomando como resistencia del material la del concreto simple, sin considerar acero de refuerzo, esto con el fin de tener un margen de seguridad.

3.1.5 Examen por cargas dinámicas

En el capítulo anterior se expuso algunos métodos de diseño de cimentaciones profundas sujetas a cargas verticales y/o horizontales, las cuales por simplicidad se consideran estáticas, utilizando generalmente la magnitud máxima que pueden alcanzar.

Sin embargo, en ocasiones puede requerirse también evaluar el efecto dinámico o cíclico de las cargas.

Al diseñar cimentaciones bajo tales condiciones se debe revisar su respuesta, expresada como esfuerzo, deformación, deflexión, entre otros., y compararla con el criterio adoptado.

Para estimar adecuadamente dicha respuesta se deben considerar tres puntos principales

- La definición de las cargas aplicadas directamente a la cimentación (cargas de maquinaria, fuerzas de oleaje, hincado de pilotes)
- La definición de las cargas que actúan y que se transmiten a través del suelo (cargas sísmicas, explosiones y fuentes de vibración ligera)
- El empleo de métodos adecuados de análisis
- La selección de los parámetros del suelo y de la cimentación para emplearse en el análisis

Por ejemplo, en caso de que la medida de referencia sea la deflexión, se sabe que una carga horizontal cíclica al actuar sobre un pilote individual provoca la disminución de la rigidez del suelo que lo rodea, lo que se traduce en un aumento de la deflexión, la cual puede llegar a duplicarse si la carga se repite 50 veces o más; dicho de otra forma, la carga cíclica provoca que el módulo de reacción del suelo se reduzca a un valor aproximado del 30%, del correspondiente a una carga monotónica (TGC, 1992).

3.2 Revisión estructural

3.2.1. Examen de la sección:

Como ya se ha tratado con anterioridad, la sección de la pila consiste en un tubo de concreto armado que debe ser diseñado para soportar las cargas a las que será sometido, que para el caso de las pilas, generalmente se someterá a fuerzas axiales provenientes de la estructura. En otros casos se presentaran esfuerzos de flexocompresion que tendrán magnitudes importantes cuando lleguen eventos extremos, como sismo o viento.

Considerando estos antecedentes, será necesario revisar la sección para los casos de esfuerzo mencionados fundamentando los análisis en lo contenido en las normas técnicas complementarias del reglamento para el D.F. en la parte que tiene que ver con el concreto.

Según las normas mencionadas con anterioridad, en la parte para cimentaciones, expresa que no será necesario considerar los efectos de esbeltez y pandeo a menos que el elemento tenga una dimensión menor de 40 cm, dado que el tema es con respecto a pilas y estas serán siempre a mayores 60 cm para considerarlas como tales, no tomaremos en cuenta la revisión por esbeltez.

La revisión estructural por tanto tomara en cuenta los siguientes aspectos de consideración:

- Revisión por flexocompresión
- Revisión por cortante

3.2.2. Examen por flexocompresión

La manera en que se conciben las piezas constitutivas de la pila, es como una columna sometida a flexocompresión, lo que que nos permitirá aplicar la misma teoria, salvo por un detalle importante, tendremos que desarrollar para el dimensionamiento de las piezas, los diagramas de interacción, ya que no existe alguno que se adapte adecuadamente a nuestro caso, por el hecho de que existe un hueco central en la pieza. Los diagramas existentes se desarrollaron para columnas que consideran un área transversal solida.

La determinación de la resistencia de la sección de la pila bajo una carga excéntrica que genera flexocompresión se hará partiendo de las hipótesis, presentadas en las normas técnicas complementarias referentes al diseño de estructura de concreto, las cuales dicen:

- ✓ La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana
- ✓ Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente
- ✓ En concreto no resiste esfuerzos de tensión
- ✓ La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003
- ✓ La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando se alcanza la resistencia de la sección, es uniforme con un valor f_c'' igual a $0.85f_c^*$ hasta la profundidad de la zona de compresión igual a $\beta_1 c$, donde:

$$\beta_1 = 0.85; \quad \text{si } f_c^* \leq 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f_c^*}{1400} \geq 0.65; \quad \text{si } f_c^* \geq 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

c: profundidad del eje neutro medida desde la fibra externa en compresión

3.2.3. Examen por cortante

En miembros a flexocompresión en los que el valor absoluto de la fuerza de diseño, P_U , no exceda, $F_R(0.7f_c^*A_g + 2000A_s)$, la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , se obtendrá multiplicando los valores dados por las ecuaciones:

Si $p < 0.015$

$$V_{CR} = F_R A_g (0.2 + 20p) \sqrt{f_c^*}$$

Si $p \geq 0.015$

$$V_{CR} = 0.5 F_R A_g \sqrt{f_c^*}$$

por el factor $1 + 0.007 \left(\frac{P_U}{A_g} \right)$

Si P_U es mayor que $F_R(0.7f_c^*A_g + 2000A_s)$, V_{CR} se hará variar linealmente en función de P_U , hasta cero para $P_U = F_R(A_g f_c'' + A_s f_y)$.



Para una mejor comprensión del diseño de las piezas se desarrollará un ejemplo tomando en cuenta las consideraciones del diseño geotécnico y estructural, anteriormente expuestas.

3.2.4. Ejemplo

El ejemplo tiene como objetivo el determinar las características geotécnicas y estructurales de ambos procesos constructivos, siguiendo las teorías antes expuestas, para así tener un punto de comparación.

Para ello se propone un edificio con dimensiones en planta de $20m \times 20m$, cuyo uso esta destinado a oficinas, localizado en la ciudad de México en la zona lacustre (zona III), siendo el número de niveles igual a 20. Haciendo la bajada de cargas a la cimentación se dedujo que se descargan 8000 (ton), considerando tanto carga muerta como carga viva. Se fijo el número de pilas a 36, por lo que, la carga que le corresponde a cada una de ellas es de 222.22 (ton), siendo de carácter axial.

Posteriormente se realizó un análisis sísmico estático, siguiendo el criterio del RCDF (Reglamento de Construcción del Distrito Federal), para ello se calculó un coeficiente sísmico de 0.18, considerando el periodo natural de la estructura, el cual resultó de 1.72 (s). Ya con estos datos se puede deducir el cortante basal total, que para nuestro caso resultó ser de 1,440 (ton), así a cada pila le corresponde un cortante basal de 40 (ton), tanto en la dirección x y y, gracias a estas fuerzas se podrá calcular las deflexiones y los momentos actuantes en ellas.

Un parámetro importante es la capacidad de carga por punta, para ello se hizo un desglose de cargas para tomar la combinación más desfavorable. Dicha combinación resultó ser la carga muerta más la fricción negativa. Esta última se dedujo para suelos predominantemente cohesivos dando como resultado 542.87(ton), que junto con la carga muerta de 166.67(ton) da un total de 709.53(ton), carga que se transmitirá a la primera capa dura. Debido a que la capacidad de carga depende del diámetro del fuste, se adoptó el valor de 1.2(m)

que nos asocia una capacidad de carga por punta de $1304.15(ton)$, por lo que se concluye que la pila resiste la combinación desfavorable. Todos los valores mencionados anteriormente se encuentran afectados por sus correspondientes factores de carga y de resistencia.

La parte que corresponde a los asentamientos fue determinada bajo el criterio empírico presentado por CFE, el cual considera tanto el acortamiento de la pila como el asentamiento que tienen los estratos inferiores al de apoyo. Para los asentamientos de los estratos se requirió del módulo elástico medio el cual se obtuvo por la ecuación de Denver, este cálculo se hizo para 5 estratos, obteniendo posteriormente el promedio de los mismos. Los resultados obtenidos fueron: para las pilas hechas in situ un asentamiento de $12.34(cm)$ en $30(m)$, que nos asocia un porcentaje del 0.41%, mientras que el asentamiento para las pilas prefabricadas resultó ser de $12.71(cm)$ en $30(m)$ que asocia un porcentaje de 0.42%. El asentamiento permisible máximo en suelo tipo III es de $15(cm)$, por lo que estamos dentro de lo permisible.

Algo que llamó mucho la atención fue la determinación de la carga lateral última, debido a que este parámetro rigió el diámetro de la pila. En primera instancia los cálculos se hicieron para un diámetro igual a $1(m)$, esto nos relaciona una carga lateral de $34.2(ton)$, la cual está por debajo del cortante basal, lo que nos indica que el suelo no resiste dicho cortante. Como consecuencia de esta situación se adoptó un diámetro de $1.2(m)$ que nos arroja una carga lateral de $46.6(ton)$, valor que se encuentra por arriba del cortante basal soportando al mismo.

Dentro de la parte estructural tenemos la deducción de las deflexiones y los momentos actuantes en las pilas ante un sismo. Siguiendo el criterio de Poulos y Davis, el momento de mayor magnitud es de $87.82(ton - m)$ a una profundidad de $2.5(m)$, en el caso de pilas in situ, mientras que la mayor deflexión se presentó en la cabeza de la pila teniendo un valor de $1.9(mm)$. Así para el caso de las pilas prefabricadas dichos valores corresponden a $85.68(ton - m)$ y $2.0(mm)$. Ya

teniendo el dato de los momentos, lo siguiente es el cálculo del acero de refuerzo, para este caso solo se considera el momento en las pilas prefabricadas, siguiendo el criterio de las NTC – 04, el área total de acero que nos asocia el momento actuante resulta de $21.14 (cm^2)$, por otro lado el área de acero mínimo resulta ser de $23.26 (cm^2)$, por lo que este último rige el armado longitudinal de la pila. Para el armado transversal se propuso varillas del No. 4 a cada $33 (cm)$, tomando este armado un cortante igual a $26.38 (ton)$. Por lo tanto el armado de la pila queda de la siguiente forma: 9 # 6, E 4@33.

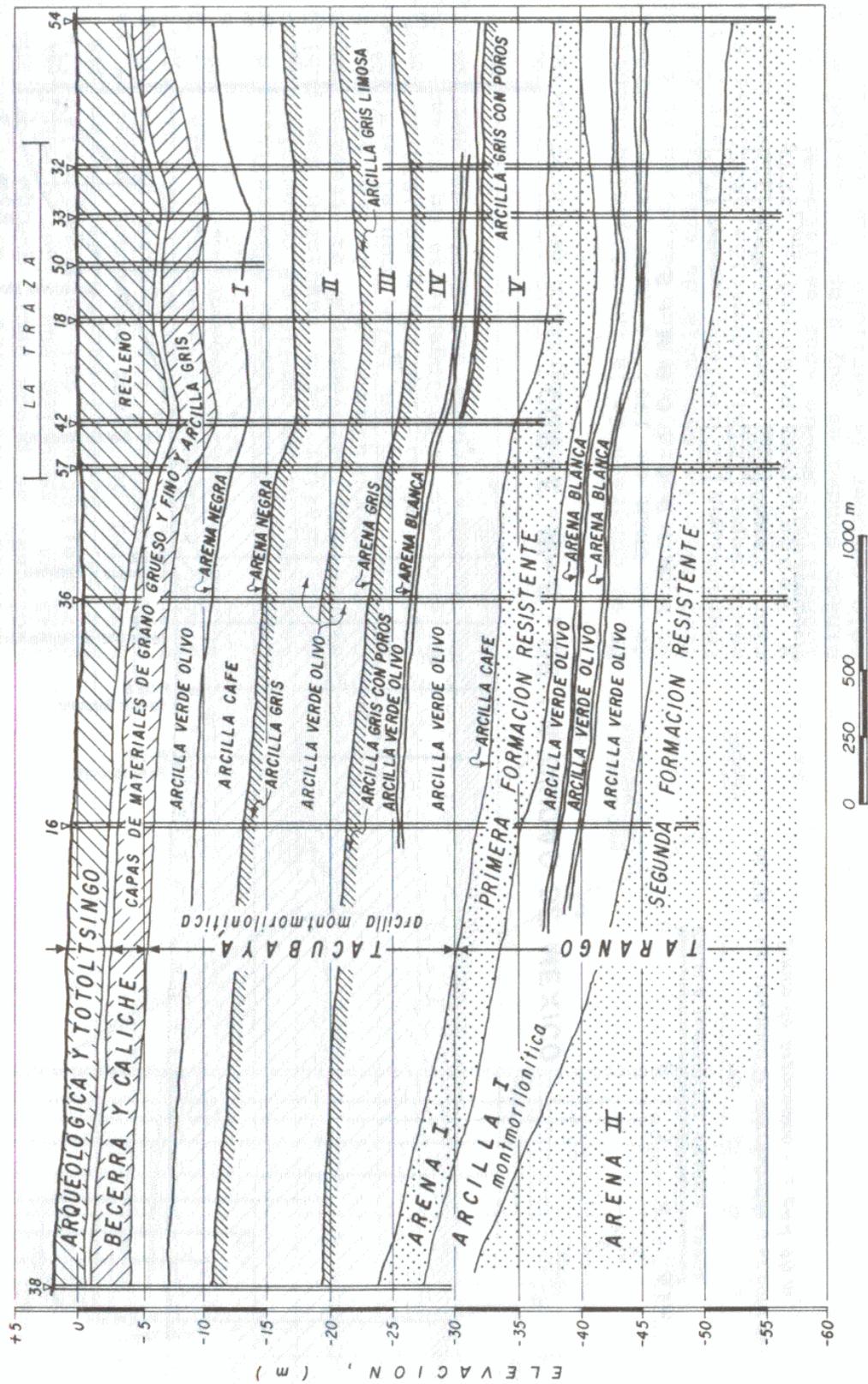


Figura 3.8. Corte estratigráfico en la zona de lagosegún el Prof. Zeevaert.

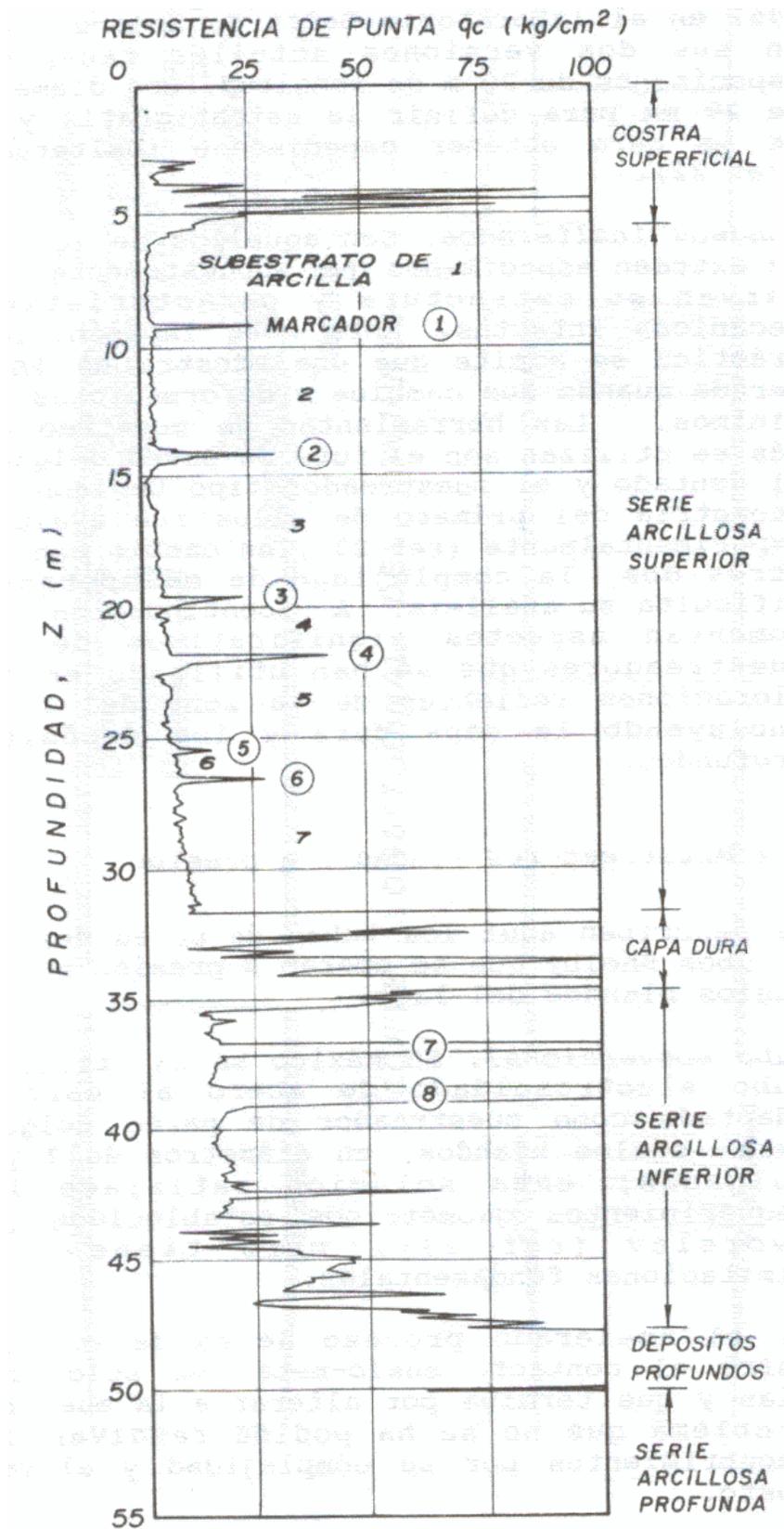


Figura 3.9 Sondeo de cono en el centro de la Ciudad de México

REVISIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

4. Revisión económica de la propuesta

4.1. Insumos

4.1.1. Materiales

Básicamente los materiales a utilizar, en la fabricación de las piezas y su instalación sería:

- ✓ **Acero**, tanto para confección del molde (placas), refuerzo longitudinal y transversal.
- ✓ **Concreto**, para el colado de las piezas.
- ✓ **Lodo**, es una mezcla de lodo bentonítico con cierta porción de cal hidratada, que servirá como cementante.

Un mayor detalle de los materiales se presenta en el Anexo 1C.

4.1.2. Maquinaria

La maquinaria y equipo a utilizar en la fabricación, transporte e instalación de las piezas, sería la siguiente:

- ✓ **Bomba de concreto**, para el colado de las piezas
- ✓ **Bomba para lodo**, para la inyección del lodo en la periferia de la pieza.
- ✓ **Grúa**, para la colocación en el transporte y para el izaje de las piezas
- ✓ **Tractocamión**, para el transporte de las piezas al lugar de trabajo
- ✓ **Perforadora**, para la realizar el proceso de excavación.

Un mayor detalle de la maquinaria y equipo se presenta en el Anexo 1A y 1B, respectivamente.

4.1.3. Mano de obra

El personal que se requiere para la construcción de las pilas se presenta a continuación:

Ayudante oficial
 Cabo de maniobras (cimentación profunda)
 Cabo de maniobras (grúa)
 Cabo de oficios
 Maniobrista (cimentación profunda)
 Maniobrista (grúa)
 Oficial albañil
 Oficial herrero
 Operador (cimentación profunda)
 Operador (grúa)
 Operador equipo bentonita
 Operador tractocamión
 Soldador

Un mayor detalle del personal que se piensa emplear, se encuentra en el Anexo 1D.

4.2. Precios unitarios de la fabricación de la sección

4.2.1. Catálogo de conceptos

CATÁLOGO DE CONCEPTOS					
------------------------------	--	--	--	--	--

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1	Suministro y colocación de pila prefabricada para cimentación en suelo tipo I de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior, a una profundidad de 300 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.	pza	1	\$98.242,40	\$98.242,40

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
----------	--------	----------	-----------------	---------

CG1.1	Construcción de sección inicial de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión en la parte superior y placa de corte en la parte inferior	pza	1	\$20.576,39	\$20.576,39
-------	--	-----	---	-------------	-------------

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
----------	--------	----------	-----------------	---------

CG1.2	Construcción de sección intermedia de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en los extremos de la pieza	pza	4	\$11.885,85	\$47.543,38
-------	--	-----	---	-------------	-------------

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
----------	--------	----------	-----------------	---------

CG1.3	Construcción de sección final de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en la parte inferior	pza	1	\$11.138,70	\$11.138,70
-------	--	-----	---	-------------	-------------

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
----------	--------	----------	-----------------	---------

CG1.4	Construcción de tapón para anclaje de pila en estrato resistente a una profundidad de 1 m, hecho a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 6 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 16 cm	pza	1	\$3.556,80	\$3.556,80
-------	--	-----	---	------------	------------

4.2.2. Costo horario

Un rubro importante para la colocación de las pilas en el lugar del trabajo es el empleo de maquinaria. Para nuestro caso se utilizaran grúas, perforadoras y mezcladoras de lodo bentonítico. La presentación de los costos horarios de dicha maquinaria se hace en anexo 4.

4.2.3. Factor de Salario Real

El cálculo del factor de salario real para los trabajadores a emplear se presenta en el anexo 1D, dando un rango entre 1.656 - 1.693, esta variación es por las prestaciones de cada uno de los trabajadores, ya que dependen de la categoría que tengan.

4.2.4. Precio unitario a costo directo

El detalle de los precios unitarios se presentan en los anexos 1C – 1G, en el primero se presenta el catálogo general junto con el desglose del concepto general (CG1). De los anexos 1D al 1G se presentan las particularidades de los conceptos CG1.1, CG1.2, CG1.3 y CG1.4. De acuerdo a los datos obtenidos el precio que se maneja para la fabricación y colocación de una sola pila es de \$98,242.40.

4.3. Programa de obra

4.3.1. Diagrama de Gantt

La presentación de diagrama se hace en el Anexo 3B. Las consideraciones que se tomaron son: jornadas de 8 horas, se trabajan 3 jornadas por día, el inicio de cada una de ellas es a las 00:00 a.m. (esto solo por cuestiones de elaboración del diagrama). Cabe aclarar que se consideran jornadas continuas, esto con la finalidad de poder identificar el tiempo efectivo que se lleva la construcción de la cimentación. La primera actividad a realizar es el habilitado del acero de la primera pieza, que de acuerdo a los rendimientos de la brigada de acero y soldadura se estima un tiempo de 8 horas (ya considera la colocación del armado en el molde y preparación del mismo). Debido al uso de bomba para concreto, el tiempo de colado se piensa será máximo de una hora. Una vez finalizado el colado se tendrá que esperar 9 horas para poder descimbrar, tiempo en el cual se fragua y cura el concreto. Estas mismas actividades se repiten tantas veces como el número de piezas por pila. Una vez concluido el proceso para completar un número suficiente de piezas se comienzan a transportar a la obra en grupos de dos, esto debido a la capacidad de la plataforma, para nuestro caso dicha actividad comienza alrededor de las 300 horas de trabajo. Con las piezas almacenadas en la obra y coordinando los tiempos de transporte (para garantizar el suministro continuo de piezas) se empieza la perforación de la costra superficial de alrededor de 5 (m), donde se colocará la primera pieza. Se continúa perforando por el centro de las piezas hasta la superficie de apoyo, suministrando al mismo tiempo el lodo fraguante para evitar el cierre de la excavación. Termina el proceso con el empotramiento en la capa dura, perforando la misma, colocando el armado del tapón y colándolo. Todo el trabajo de perforación mencionado se repetirá hasta completar el número de pilas que tiene la cimentación.

Para concluir el capítulo podemos mencionar lo siguiente: en todos los métodos se utilizan prácticamente los mismos materiales, la misma maquinaria y la misma mano de obra, salvo por la adición del tractocamión para transportar las piezas prefabricadas. El tiempo de construcción es menor en los prefabricados, esto se debe a la independencia en las actividades, lo que permite planearlas para que se lleven a cabo simultáneamente, de esta forma se pueden mejorar los tiempos en los frentes, por ejemplo, el armado del acero de refuerzo de la pieza inicial no depende del armado de la segunda pieza, pudiéndose armar ambos simultáneamente, lo cual nos lleva a utilizar una brigada más de habilitado de acero, sin implicar un encarecimiento en el costo final de la pila. Comparando los anexos 2A, 2B y 2C observamos que el costo de una pila es menor si se realiza por medio de piezas prefabricadas o utilizando ademes. La ventaja de la primera radica, como ya se había comentado en el tiempo, además de un mejor control de calidad. Finalmente hacemos notar que las pilas **in situ** realizadas con lodo bentonítico son más caras y más tardadas.

COMPARACIÓN ENTRE METODOS CONSTRUCTIVOS

5. Comparación entre métodos constructivos

5.1. Símil constructivo entre métodos y propuesta

VENTAJAS			
PROCESO CONSTRUCTIVO			
No.	Prefabricadas	Ademes	Lodo bentonítico
1	Menor tiempo en la construcción de la cimentación, debido a que se tiene un menor diámetro y las actividades son independientes lo que permite realizarlas simultáneamente	Las pilas son elementos fabricados <i>in situ</i> , no requieren de área adicional para planta de fabricación y para su almacenamiento como elementos terminados	
2	Mejor control de calidad en la construcción de la cimentación	Garantía de una mejor estabilidad durante la excavación	No se utiliza ademe
3	Mejor aprovechamiento de la mano de obra en el lugar de trabajo, ya que no se requiere de grandes cantidades de brigadas	Las pilas no están expuestas a sufrir daños estructurales ya que no se requiere de que sean manipuladas y golpeadas para su instalación.	
4	Limpieza en la perforación debido al manejo de bajos volúmenes de lodo bentonítico	La longitud de las pilas puede ser variable dependiendo de la profundidad de los estratos resistentes, pudiendo hacer los ajustes correspondientes en forma inmediata.	
5	Menor volumen de concreto colado en obra	La fabricación de las pilas siempre es monolítica y no requiere de juntas especiales	
6	Las pilas tienen un comportamiento geotécnico similar a las hechas <i>in situ</i>		
7	Se prescinde del manejo del lodo bentonítico y del uso de ademes.		
8	Por la geometría de la sección transversal de la pila le permite funcionar como ademe		
9	No existe contaminación por ruido ya que no se hincan a golpes los prefabricados.		
10	Pueden ser instaladas en cualquier tipo de terreno, ya sea que suelo contenga gravas o boleas		

DESVENTAJAS

PROCESO CONSTRUCTIVO

No.	Prefabricadas	Ademes	Lodo bentonítico
1	Uso de patio de fabricación para la confección de las pilas	Mayor tiempo de construcción en la cimentación, debido al colado de la pila	
2	Empleo de tractocamiones para el transporte de las piezas	Almacenaje y manejo del ademe	Almacenaje y manejo de sacos de bentonita
3	Fabricación de moldes especiales para la construcción de pilas	Transporte de los ademes	Planeación estricta en los tiempos de entrega de bentonita
4	No se pueden utilizar perforadoras montadas en grúas	Este tipo de pilas requieren siempre se perforación previa en toda la longitud	
5	Se requiere fabricar conexiones especiales entre las piezas	Cuando existen estratos del subsuelo sin consistencia no se puede garantizar la calidad de la pila, ya que su sección puede llegar a deformarse	
6		En la fabricación de pilas es necesario garantizar que en el desplante de las excavaciones no exista material suelto	
7		Los cambios de presión del agua subterránea pueden cercenar el fuste de las pilas cuando los ademes metálicos recuperables no se retiran adecuadamente	
8		El sistema de ademado requiere mayor control, ya que de este depende en forma importante la calidad de las pilas.	



5.2. Símil económico entre métodos y propuesta

VENTAJAS

EVALUACIÓN ECONÓMICA

No.	Prefabricadas	Ademes	Lodo bentonítico
1	Menor cantidad de equipo utilizado para la construcción de la cimentación	No se tiene un costo para la fabricación de piezas especiales en la conexión entre piezas	
2	Menores recursos financieros para la confección de la cimentación	Se evita el pago de transporte para la pila	
3	Se tiene un menor costo directo en el concreto, debido a un mejor control en el volumen y se utiliza menor cantidad		
4	No se tiene un costo por el manejo de ademe		
5	El costo por la cantidad, suministro y manejo de lodo bentonítico es mucho menor		

DESVENTAJAS

EVALUACIÓN ECONÓMICA

No.	Prefabricadas	Ademes	Lodo bentonítico
1	Servicio de transporte para las piezas prefabricadas	Costo por la extracción del ademe	Costo por la reutilización, desecho y manejo de lodo
2			Se pueden tener fugas de concreto, traduciendo en un incremento en el costo final de la pila

De acuerdo a los cuadros comparativos las ventajas que ofrecen las pilas prefabricadas en el rubro de proceso constructivo son mayores que las que ofrecen las pilas hechas *in situ*, debido principalmente al manejo más eficiente de la maquinaria y mano de obra, traduciéndose en menor tiempo de construcción de la cimentación, aunado a esto se utilizan menos materiales como lodo bentonítico y concreto. Con ello no se pierde la garantía de que el sistema de prefabricado funcione de manera similar tanto en la parte geotécnica como estructural. Como ventaja singular, el mismo producto funciona como ademe y elemento estructural de la cimentación. Es importante mencionar que se tienen desventajas, como la necesidad de patios de fabricación, moldes y juntas especiales. Pero a pesar de las desventajas, si se hace una evaluación podemos pensar que los beneficios hacen factible o recomendable el uso del sistema.

Por el lado, de la comparativa económica encontramos que el sistema de prefabricados ofrece un menor precio (final) a costo directo que los otros, lo cual es una ventaja atractiva. Se tiene la opción de suprimir el patio de fabricación y la transportación, realizando los prefabricados en obra, resultando así una diferencia de costos considerable a favor de los prefabricados. Al no tener desperdicio de materiales, no se considera el manejo de desechos o limpieza de los mismos, como puede ser el lodo o el concreto colado en obra. Cabe mencionar que la velocidad en el procedimiento constructivo genera un flujo de efectivo más fuerte, lo que podría afectar las posibilidades del financiamiento, pero la ventaja se ve reflejada en la disminución del costo del mismo. Por lo anterior podemos percibir que los prefabricados tienen una ventaja económica adicional que se adquirirá con una correcta planeación del proceso.

COMENTARIOS

6. Comentarios

El presente trabajo es solo el inicio de la teoría de un nuevo modo de construir estructuras tan necesarias como las pilas. El siguiente paso a realizar es la experimentación a nivel de modelación física a escala (tanto geométrica como dinámica), esto con la idea de observar la respuesta que tendrán los prefabricados ante las cargas a las que estarán sometidos. De esta forma se obtendrán resultados empíricos que amplíen nuestra visión, que corrijan los errores pertinentes y corroboren fehacientemente nuestras hipótesis, como podría ser la similitud de comportamiento estructural entre ambos métodos. Otro beneficio que se obtendría es la veracidad de los elementos mecánicos actuantes en el cuerpo de la pila, ya que a partir de ellos se podrán diseñar mejor los conectores de las piezas para que resistan tanto el esfuerzo cortante como el momento inducidos por las solicitaciones dinámicas.

De todos los criterios presentados en la revisión geotécnica para el desarrollo del ejemplo, solo se utilizaron los criterios más desfavorables de acuerdo a nuestro juicio. Esto con la idea de que cumpliendo con los requisitos mínimos de comportamiento que marcan las normas, se ratifica la factibilidad de las pilas prefabricadas. En la parte estructural se siguieron los lineamientos de las Normas Técnicas Complementarias, debido a que se decidió que el lugar de trabajo fuera en la ciudad de México.

Una ventaja que se tiene con el sistema de prefabricados es la independencia de actividades para la construcción de las piezas, es decir, las actividades que se realizan para la segunda pieza no dependen de la primera, por consecuencia se pueden tener un número mayor de cuadrillas, que no encarecen el precio final a costo directo de la pila, pero si ayudan a mejorar los tiempos de construcción, ello se ilustra en el anexo 3C, en un diagrama de Gantt, en el cual se decidió mostrar las actividades de una sola pila, debido a que son las mismas para la pilas subsecuentes.

Existe la posibilidad de no tener el patio de fabricación por aparte, llevando los moldes de las piezas al lugar de trabajo. Esto implicaría un ahorro en la renta del terreno, el transporte de las piezas, menor cantidad de cuadrillas y maquinaria

además de una agilidad en la construcción de la cimentación. En los catálogos presentados de los prefabricados no se consideró esta posibilidad, para crear una desventaja con las pilas *in situ* y corroborar así su factibilidad económica haciendo más atractiva la propuesta.

Se decidió que los catálogos de precios unitarios de los tres métodos mencionados no incluyeran los costos indirectos, debido a que es un porcentaje del costo directo, siendo el mismo para los tres casos, por lo que resulta irrelevante su uso en la comparación económica.

La propuesta que hacemos es muy similar a la del pozo o cajón indio¹, en cuanto al procedimiento de excavación y forma, es decir, ambas son huecas por el centro y se extrae el suelo removido por el centro, así por peso propio hace fallar el suelo llevándolo hacia el interior de la estructura, provocando el hincado de manera automática. La diferencia básica entre el pozo indio y las pilas prefabricadas son las dimensiones, ya que el primero es mucho más grande en comparación a las pilas. Lo anterior provoca que se tenga mayor cuidado con la excavación, realizándola de manera homogénea desde los lados hacia el centro para evitar cualquier tendencia al giro, situación que no pasa con las pilas prefabricadas, debido a que la excavación se hace simultáneamente en los lados y el centro.

El comienzo del hincado del cajón indio es siempre delicado y requiere de un especial cuidado. Un cajón se inclina entonces fácilmente, especialmente si se trata de terrenos arcillosos blandos. Las inclinaciones y defectos de implantación deben ser corregidos de inmediato. Una vez que el cajón esta bien empotrado en el suelo, se encontrará guiado y será más fácil que conserve su verticalidad. Esta situación tampoco se presenta en las pilas prefabricadas, ya que se hace una excavación previa de aproximadamente unos 5 (m) de profundidad al diámetro del fuste, la cual servirá como guía para la primera pieza y para el resto de las piezas, garantizando la vertical, con ello no se quiere decir que no se verifique la verticalidad de la pila, pero ya no requiere tanto cuidado como en el pozo indio.

¹ Son estructuras rígidas de cimentación de fondo abierto que permiten el progreso de la hinca extrayendo el terreno que atraviesa la misma. Una vez alcanzada la profundidad definitiva, se cierra en el fondo, rellenándola parcial o totalmente,

CONCLUSIONES

7. Conclusiones

La tesis gira alrededor de la idea de proponer mejoras a los actuales procesos constructivos de pilas, es evidente que no se pretende desarrollar nuevas teorías. Con el desarrollo del presente trabajo nos dimos cuenta de que sí es factible la construcción de las pilas prefabricadas, al menos de forma teórica, es claro que en un futuro se tendrá que respaldar y asegurar dicha factibilidad teórica con experimentación para afinar detalles y mejorar el diseño.

La afirmación anterior la sustentamos con los resultados obtenidos a lo largo del documento haciendo resumen en el capítulo cinco con los cuadros comparativos, donde se expresa en pocas palabras gran parte de lo realizado en la tesis y se hace evidente la factibilidad de los prefabricados, todo ello fundamentándose en los beneficios cualitativos. En el desarrollo del ejemplo llegamos a establecer que el comportamiento geotécnico es similar entre los prefabricados y las pilas hechas *in situ*, que es lo mínimo que se buscaba. Lo anterior dio pauta para pasar al diseño estructural, revisando tanto los estados límites de servicio como de falla, obteniendo resultados satisfactorios de acuerdo a las NTC, a pesar de tener una sección distinta a la tradicional.

Para finalizar el análisis de factibilidad del sistema se realizaron catálogos de conceptos a costo directo en los cuales se demuestra que el precio total de cada pila no difiere mucho entre los tres métodos analizados, siendo menor el de las pilas prefabricadas, lo cual muestra una ligera ventaja respecto a los otros reiterando la factibilidad económica.

Una ventaja adicional, que hace más atractiva la propuesta, es la disminución en el tiempo total de construcción de la cimentación, reflejándose esto en el costo de financiamiento y flujo de efectivo.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Grua movil sobre orugas

Marca: LIEBHERR

Modelo: HS 845 HD Litronic

Descripción: Maquinas para el manejo de objetos pesados que consta de un sistema de malacates que acciona a uno o varios cables montados en una pluma, cuyo extremos terminan en ganchos. La unidad motriz y los le permiten girar alrededor de un eje vertical y a la pluma moverse en un plano vertical. Pueden ser fijas o moviles. Las plumas pueden ser rígidas cuando están formadas por estructuras modulares o bien telescópicas cuando están formadas por elementos prismáticos que deslizan uno dentro del otro.

Carga max. con radio	65,9 t / 3,4 m
Potencia de motor	240 - 400 kW/327 - 544 CV (ISO 9249)
Fuerza de tracción máx. cabrestante en la 1ª capa	120/ 160/ 200 kN
Pluma principal máx.	56 m
Longitud de pluma con cuchara	26 m
Longitud de pluma con cazo de dragalina	26 m
Velocidad de traslación	1,5 km/h
Peso operativo	max. 67,4 t

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Perforadoras de barretón o Kelly telescópico sobre oruga

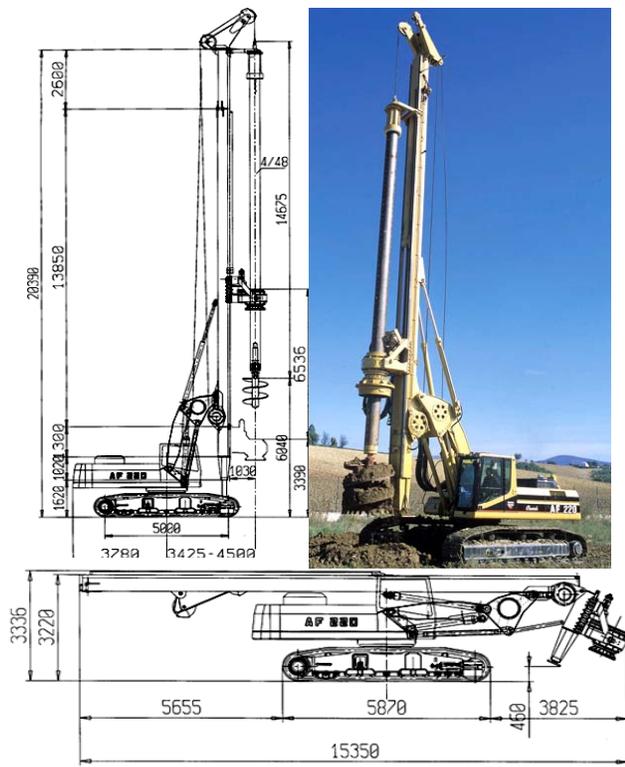
Marca: IMT s.p.a.

Modelo: AF 220

Descripción: Maquinas para hacer barrenos en el suelo por rotación o percusión, cuenta con un barretón o Kelly de una sola pieza o bien telescópico de varias secciones.

Torque máximo de perforación	250 KNm
Torno principal de fuerza de extracción	220 KN
Máxima profundidad de perforación	70 m
Díámetro máximo de la pila	2000 mm
Peso con un barra Kelly estándar	66 ton.
Fuerza de tracción	500 KN
Potencia de motor	305 HP
Velocidad de Rotación del motor	1800 rpm

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Perforadoras de barreton o Kelly telescópico sobre grúa

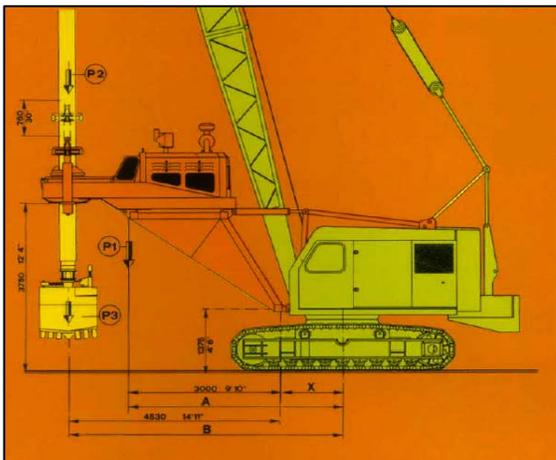
Marca: SOILMEC

Modelo: RT3-ST

Descripción: Maquinas para hacer barrenos en el suelo por rotación o percusión, cuenta con un barreton o Kelly de una sola pieza o bien telescópico de varias secciones.

Momento máximo de torque	21000 kg-m
Capacidad mínima de la grúa	40 t
Maxima profundidad de perforación	80 m
Diametro maximo de la pila	2500 mm
Peso de la barra Kelly	4550 kg
Rotación máxima de la mesa de perforación	160 rpm
Potencia de motor	185 BHP
Velocidad de Rotación del motor	2500 rpm

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Perforadoras de barretón o Kelly telescópico sobre camión

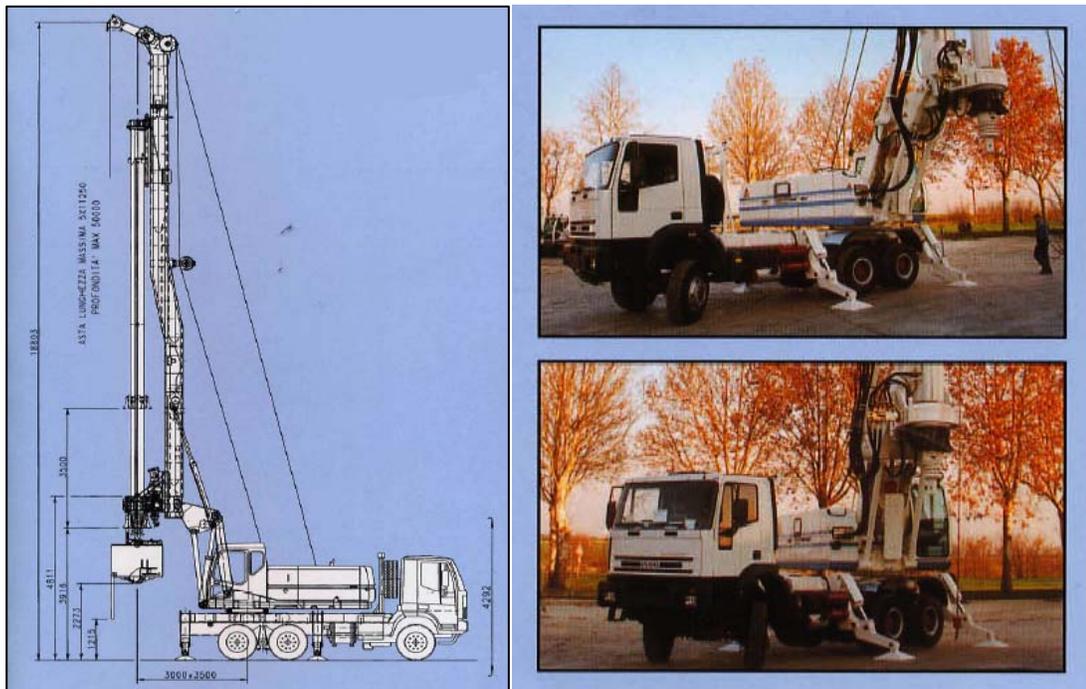
Marca: SOILMEC

Modelo: A-312/200

Descripción: Maquinas para hacer barrenos en el suelo por rotación o percusión, cuenta con un barretón o Kelly de una sola pieza o bien telescopico de varias secciones.

Torque maximo de perforación	130 KNm
Torno principal de fuerza de extracción	133 KN
Maxima profundidad de perforación	50 m con Kelly de 5x11.25 m
Diametro maximo de la pila	1500 mm
Peso con un barra Kelly estándar y sin camión	30 ton.
Velocidad máxima de perforación	500 KN
Potencia de motor	200 BHP
Velocidad de Rotación del motor	2500 rpm

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Perforadoras de hélice continua sobre grúa

Marca: APE

Modelo: 20

Descripción: Maquinas para hacer barrenos en el suelo por rotación o percusión, el suelo se extrae de manera continua, conforme se perfora el suelo

Torque a baja velocidad	4200 ft-lbs per 1000 psi
Torque a alta velocidad	2100 ft-lbs per 1000 psi
Velocidad maxima de rotación en modo de torque alto	100
Potencia máxima	260 hp (194 kW)
Velocidad maxima de rotación en modo de torque bajo	120.00
Velocidad en torque alto y baja velocidad	53 rpm
Velocidad en torque bajo y alta velocidad	108 rpm
Peso suspendido	386 kg

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Perforadoras de hélice continua sobre orugas

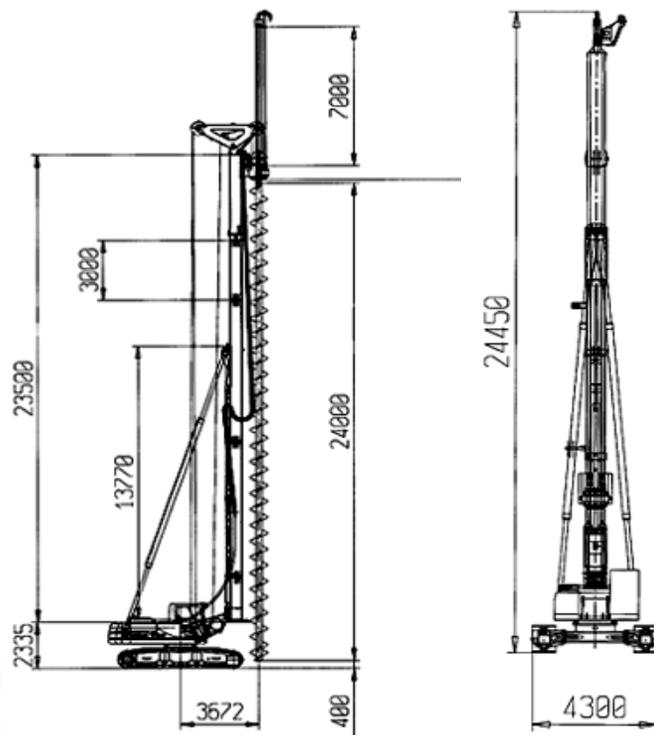
Marca: IMT s.p.a.

Modelo: AF 200 CFA

Descripción: Maquinas para hacer barrenos en el suelo por rotación o percusión, el suelo se extrae de manera continua, conforme se perfora el suelo

Torque maximo de perforación	210 KNm
Torque efectivo	180 KNm
Maxima profundidad de perforación	31 m
Diametro maximo de la pila	1200 mm
Peso sin la broca helicoidal	55 ton.
Velocidad maxima de descarga	155 rpm
Potencia de motor	233 HP
Velocidad de Rotación del motor	2000 rpm

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

Maquinaria: Bombas de concreto

Marca: REED

Modelo: B50

Descripción: Están accionadas por un motor de gasolina, diesel o eléctrico montadas sobre un chasis móvil o sobre camiones. Cuentan además con una tolva agitadora de control remoto, frenos hidráulicos, gatos estabilizadores y una manguera de descarga. Son de operación hidráulica automática o manual.

Este equipo es utilizado como elemento auxiliar en la colocación del concreto a cualquier nivel, como en el revestimiento de túneles, colado de puentes, columnas, paso a desnivel, cimentaciones, entre otras aplicaciones.

Comunmente en lugares donde la colocación del concreto es poco accesible para los equipos ordinarios de colado.

Flujo de concreto	38 m ³ /hr
Presión del concreto	94 Bar
Potencia del motor	98 hp
Tamaño máximo de agregado	38 mm
Diametro del cilindro de concreto	152 mm
Capacidad del hooper	340 litros
Altura del hooper	1067 mm
Peso	2963 kg

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Almejas hidráulicas guiadas

Marca: SOILMEC

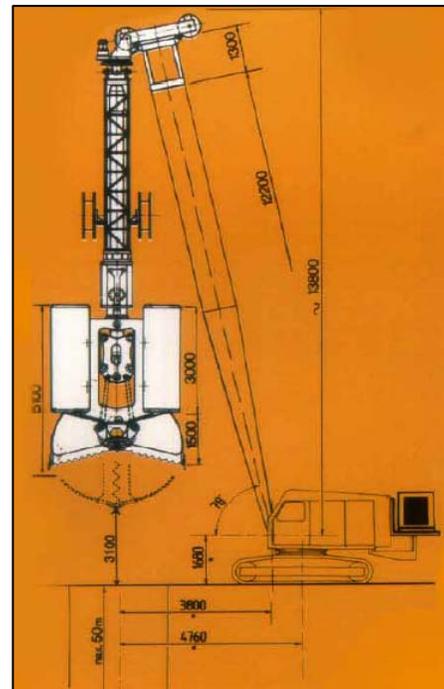
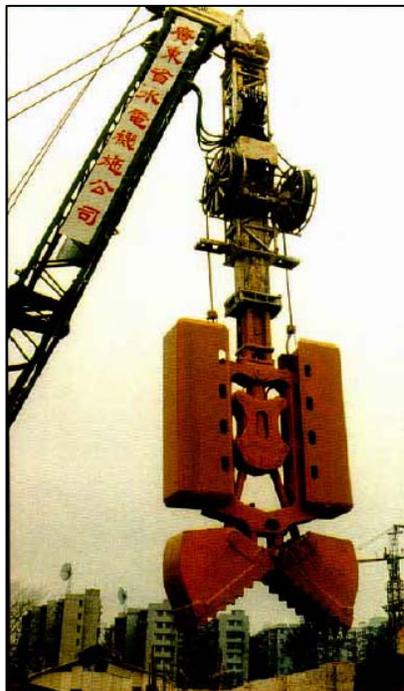
Modelo: BH-8

Descripción: Son equipos para lograr perforaciones de sección rectangular u oblongas, adosados en la parte inferior de un barretón o Kelly, rígido o telescópico. Están intergradadas por dos quijadas móviles que se accionan con cilindros hidráulicos. Las dimensiones de la perforación pueden ir desde 50 cm hasta 120 cm. de ancho.

Ancho de la excavación	600-1200 mm
Apertura de las quijadas	2000-3500 mm
Profundidad de la excavación	50 m
Presión de operación continua	30 MPa
Peso de la almeja	11000 kg
Peso de la barra <i>Kelly</i> guía	4000 kg
Capacidad de la almeja (600 x 2500)	1.2 m ³
Torque máximo de las quijadas	382 kNm

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Hidrofresa

Marca: BAUER

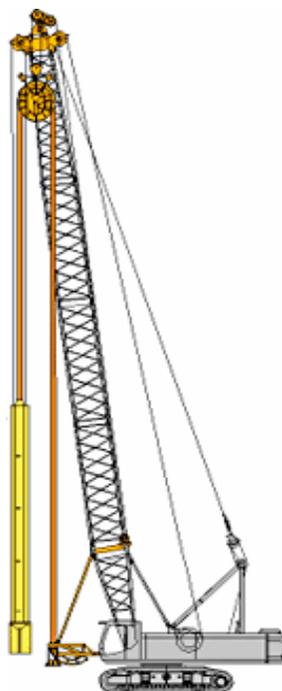
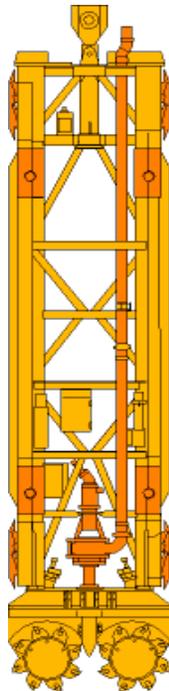
Modelo: BC40

Descripción: Opera con tres motores de fondo, utilizando el principio de circulación inversa. El sistema de corte opera con un par de torsión alto y baja velocidad, a un avance de velocidad constante. Se utilizar para profundidades de hasta 100 m, cortando inclusive roca.

Altura total	35 m
Profundidad de corte	60 m
Potencia	646 kW
Torque	2 x 100 kNm
Ancho de la hidrofresa	800 - 1800 mm
Largo de la hidrofresa	2800 mm
Altura d ela hidrofresa	11.5 m
Peso de la hidrofresa	30 - 45 t

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Vibrohincadores o martillos vibratorios

Marca: SOILMEC

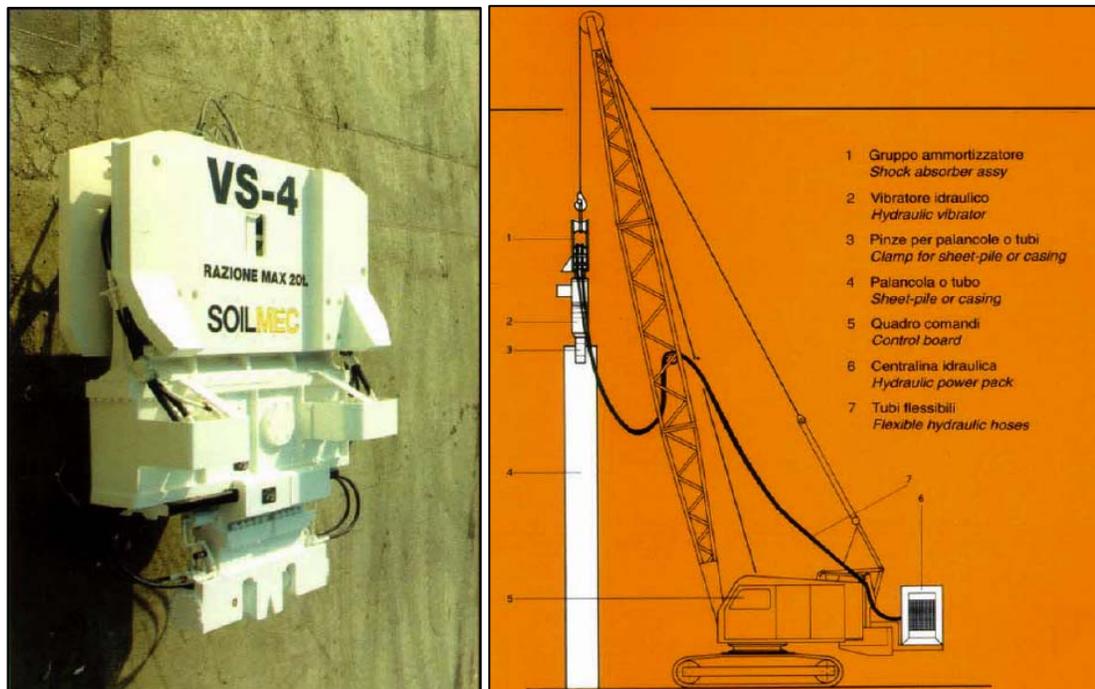
Modelo: VS-4

Descripción: Máquinas diseñadas para hincar o extraer tubos o perfiles de acero con la acción dinámica de un generador de vibraciones. En equipo tomo su energía de una unidad de potencia formada por un motor de combustión interna (diesel) que acciona un generador eléctrico o una bomba hidráulica con base en contrapesos excéntricos y rotación contaria.

Momento de excentricidad	15.2 kg.m
Frecuencia	1800 ciclos/min
Fuerza centrífuga	55078 kg
Amplitud	16 mm
Fuerza maxima de extracción	20 t
Peso dinamico sin la pinza	1901 kg
Pesos total sin la pinza	3975 kg
Potencia de la fuente de poder	184 CV

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Osciladora de ademes

Marca: SOILMEC

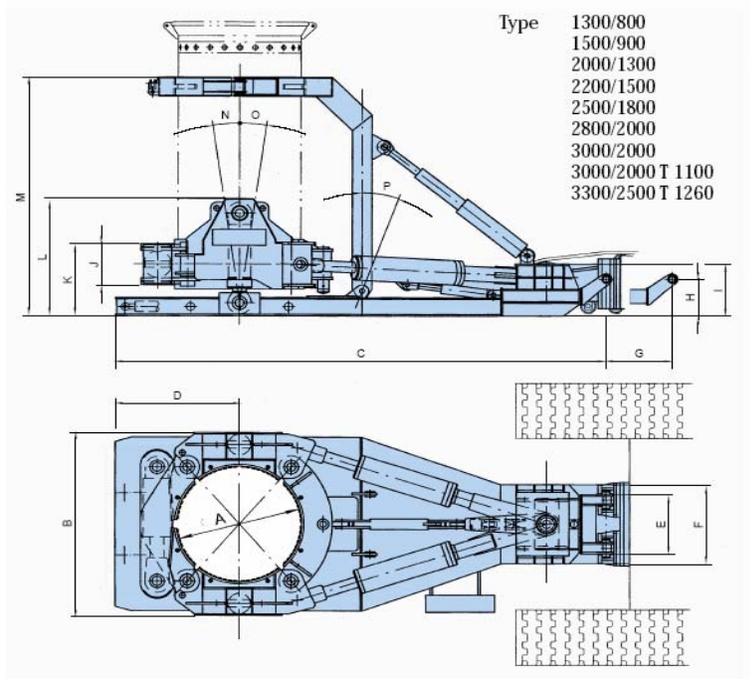
Modelo: VRM 2500

Descripción: Equipos utilizados para hincar ademes, con un movimiento rotacional alterno y una fuerza vertical se utilizan combinados con perforación rotatoria o extracción de material con almeja de gajos.
Usualmente están acoplados a una perforadora rotatoria sobre orugas con la que se comparte la central hidráulica, aunque también operan en forma independiente, con una central propia.

Movimiento	650 mm
Fuerza de extracción	5150 kN
Fuerza de agarre	3780 kN
Angulo de rotación	25°
Torque	7070 kNm
Presión de operación	300 bar
Carrera del extractor	546 mm
Peso	40 t

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Desarenadores

Marca: SOILMEC

Modelo: BE-50

Descripción: Se emplean para remover partículas de suelo de los lodos de perforación sus principales componentes son: ala vibratoria ara captar partículas mayores de 5 mm , hidrociclones que remueven las partículas finas en suspensión.

Flujo de entrada	50 m ³ /h
Flujo de salida de lodo tratado	12.5 - 37.5 m ³ /h
Potencia instalada para el vibrador electrico	1 x 2 CV
Potencia instalada para la bomba	15 kW
Presión de la bomba	1.5 - 2 bar
Ancho	1800 mm
Longitud	2300 mm
Altura	2350 mm

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Tubo Tremie

Marca: Superchute

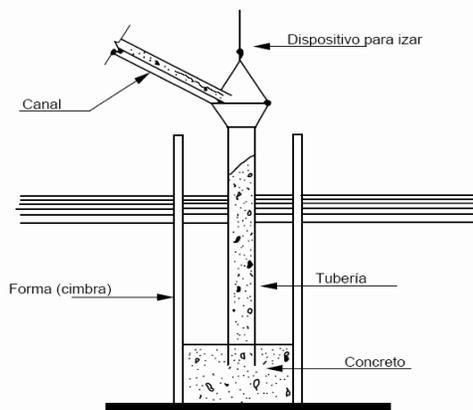
Modelo: Type 2

Descripción: Consiste en un tubo de acero o plástico, continuo o de secciones, y un embudo a tolva fijo en la parte superior. El tubo debe ser impermeable y las paredes interiores lisas. Las juntas de ensamble de los tramos deben ser herméticas. El diámetro del tubo debe estar de acuerdo con el tamaño del agregado de la mezcla de concreto: Mínimo de 15 cm para agregado máximo de 20 mm y mínimo de 20 cm para agregado máximo de 40 mm. El tubo y la tolva deben tener dispositivos que permitan izarlos o bajarlos con rapidez.

Longitud de cada sección	4 m (max.)
Diametros manejados	4" 6" 8" 10" 12" y mayores
Peso (seccion de 4 m x 8")	30 kg
Volumen (seccion de 4 m x 8")	13 m ³
Entrada del embudo	91 cm x 91 cm (cuadrada)
Diametro de salida del embudo	6" 8" 12"
Union	Seguros de acero
Forma de elevación	Cadenas de acero

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Plantas para soldar

Marca: INFRA

Modelo: MM 215

Descripción: Equipos necesarios para la union de piezas metalicas por medio de un arco electrico con ayuda de un electrodo que incluye el material de aporte a la pieza finaly que garantiza una perfecta union mecanica de las piezas que se unen.

Peso neto	103 kg
Alimentacion	220 Volts, 36 Amps., una fase 60 hertz.
Salida Nominal	200 Amps. @ 24 volts CD de carga.
Max. V.C.A.	34 Volts CD
Gama de corriente	30 a 235 Amps. CD
Voltaje del gatillo	24 Volts CA
Potencia real	6.4 kW / 8.5 HP Fac. de Pot.: 81%
Potencia aparente	7.9 kVA. Eficiencia 75%

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Broca helicodal

Marca: SOILMEC

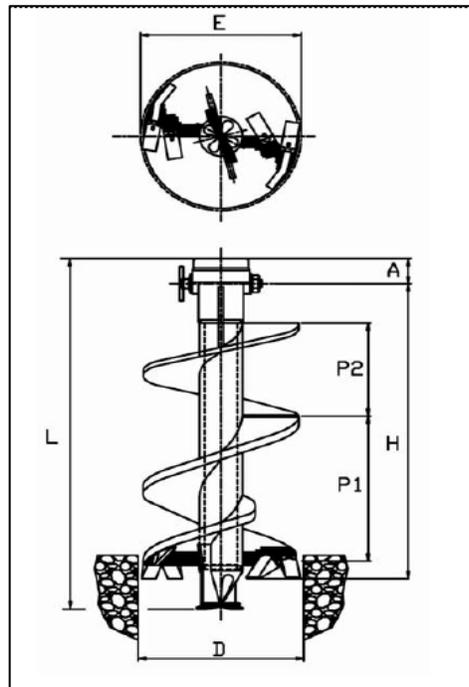
Modelo: MH-130

Descripción: Son equipos necesarios para hacer las excavaciones y su forma depende del tipo de material que se va a atravesar durante la perforacion, estos equipos son montados sobre las maquinas perforadoras en la parte inferior de la barra kelly, estan confeccionadas de acero de distintas resistencias y con distintos dientes y geometria dependiendo del trabajo a realizar.

Diametro	400 - 2000 mm
A	110 mm
E	380 - 1980 mm
L	2530 - 2020 mm
H	2360 - 1715 mm
P1	400 - 800 mm
P2	300 - 600 mm
Peso	375 - 2170 kg

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Broca de barril

Marca: SOILMEC

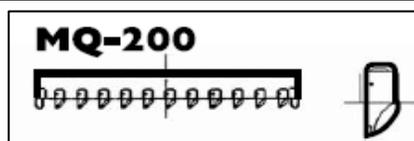
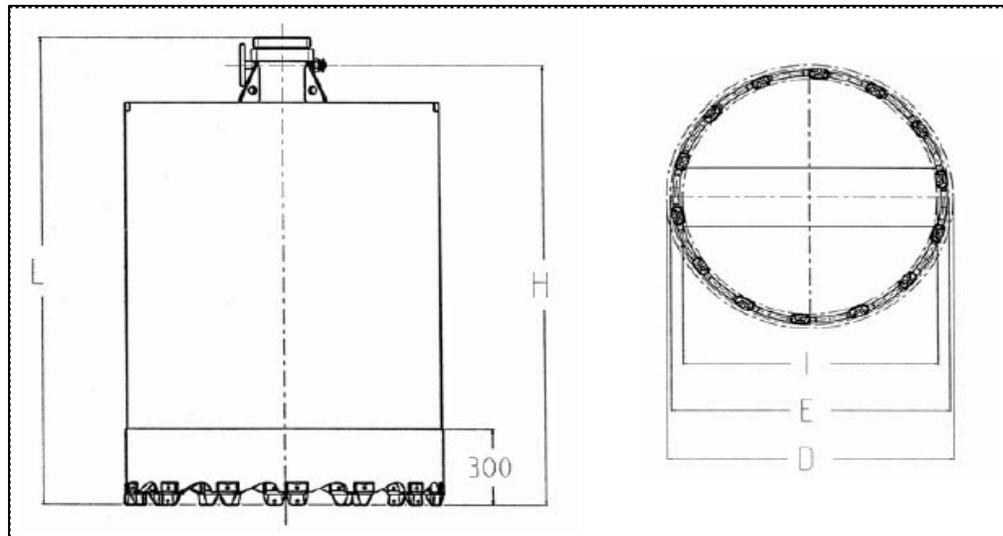
Modelo: MQ-200

Descripción: Son equipos necesarios para hacer las excavaciones y su forma depende del tipo de material que se va a atravesar durante la perforacion, estos equipos son montados sobre las maquinas perforadoras en la parte inferior de la barra kelly, estan confeccionadas de acero de distintas resistencias y con distintos dientes y geometria dependiendo del trabajo a realizar.

Diametro	600 - 2000 mm
E	240 - 400 kW/327 - 544 CV (ISO 9249)
I	120/ 160/ 200 kN
L	1860 mm
H	1750 mm
Peso	475 - 1760 kg

Nota: _____

Imagen:



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Equipo: Botes cortadores

Marca: SOILMEC

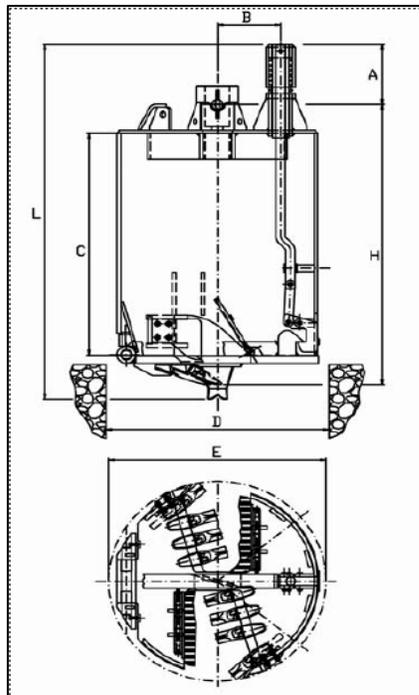
Modelo: MH-405

Descripción: Son equipos necesarios para hacer las excavaciones y su forma depende del tipo de material que se va a atravesar durante la perforación, estos equipos son montados sobre las máquinas perforadoras en la parte inferior de la barra Kelly, están confeccionadas de acero de distintas resistencias y con distintos dientes y geometría dependiendo del trabajo a realizar.

Diametro	600 - 2000 mm
A	220 - 345 mm
B	190 - 340 mm
C	1300 mm
E	580 - 1950 mm
L	1947 - 2072 mm
H	1626 - 1640 mm
Peso	575 - 2630 kg

Nota: _____

Imagen:



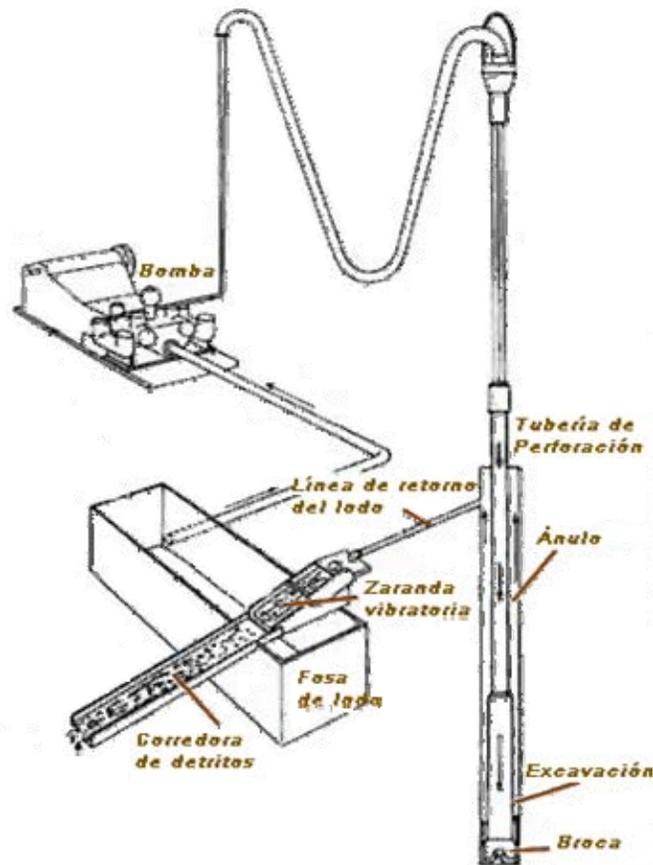
FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

Material: LODOS DE PERFORACIÓN

Descripción: El uso de este material compuesto es para estabilizar paredes de perforaciones, enfriamiento de la herramienta de perforación y arrastre (por circulación continua) de los recortes hacia la superficie.

Características Una de las propiedades importantes de los lodos es la densidad la cual varía entre 1.02 y 1.04 g/cm³. La viscosidad de Marsh es el tiempo en segundos que tarda 946 cm³ de lodo en pasar por un orificio calibrado de un cono de Marsh. La viscosidad plástica se determina con un viscosímetro rotacional. La filtración permite determinar la capacidad que tiene un lodo para formar una costra en las paredes de la perforación. El contenido de arena es de vital importancia ya que influye directamente en la adición de agua de filtrado y en el espesor de la costra. El pH de un lodo usual se encuentra entre 7 y 10 que representa un grado de acidez o alcalinidad adecuado.

Imágenes



FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

Material: CONCRETO

- Descripción: El colado del concreto para las pilas puede ser en seco, bajo agua o lodo. Para el primer caso es fundamental una limpieza del fondo de la perforación, eliminando azolves y residuos productos de la excavación, para posteriormente hacer la colocación el concreto por medio de una bacha o una tubería de conos segmentada. Para el segundo caso su acostumbra utilizar un tubo tremie, cuyo diámetro interior sea por lo memo seis veces más grande que el TMA.
- Características Se recomienda que el concreto sea premezclado o dosificado en una planta, para tener un mejor control en su calidad. Es importante que este material pase libremente por los intersticios del acro de recuero para que logre ocupar todo el volumen escavado para la pila. Se recomienda que el TMA no sea mayor a 2/3 de la abertura mínima del acero de refuerzo o del espesor del recubrimiento libre. El revenimiento recomendado debe ser entre 15 - 20 cm, con la adición de aditivos que retarden el fraguado durante el colado, para obtener una pieza monolítica.

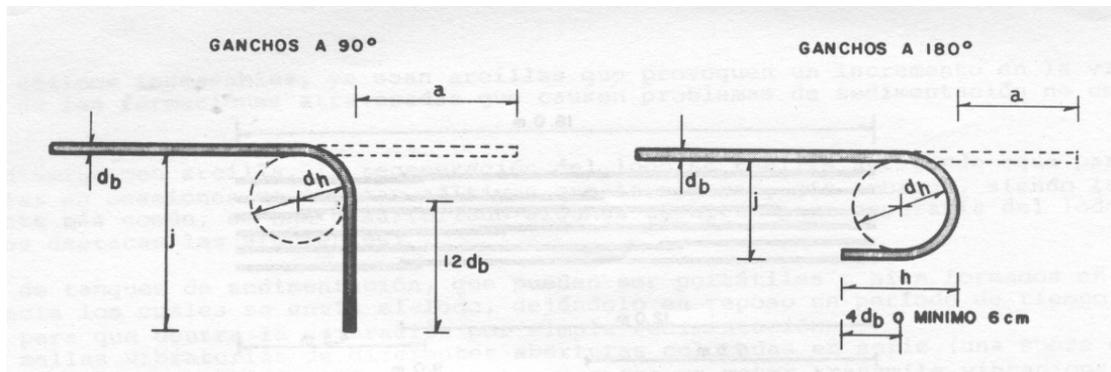
FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

Material: ACERO DE REFUERZO

Descripción: El acero de refuerzo debe de estar libre de corrosión y de excesos de grasas. El habilitado, armado y colocación de hacerse de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales. Además debe de cumplir con la especificación mecánica del proyecto ejecutivo.

Características Para el habilitado del acero debe planerse una secuencia de utilización, esto con la idea de procurar que los empalmes no queden en la misma sección transversal. Para varillas menores al No. 8 se recomienda que la longitud de traslape sea 40 veces el diámetro de la varilla pero menor de 30 cm, para varillas mayores del No. 10 se recurre a la soldadura. Cuando el espacio sea insuficiente para desarrollar el esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero, se recurre a la confección de ganchos o escuadras de acuerdo a las especificaciones de los planos. Si el acero de refuerzo especificado se habilita y se arma en un patio de fabricación, para su posterior colocación en la excavación de la pila, se tendrá que reforzar el armado con acero adicional para evitar deformaciones, movimientos o desplazamientos en el lugar de colocación.

Imágenes



Esquema para realizar ganchos

FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

Material: ADEME

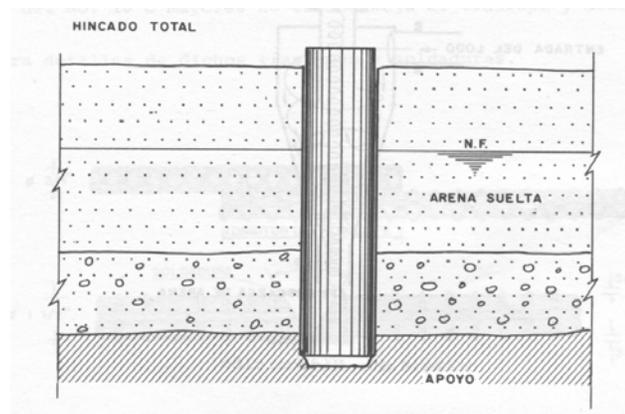
Descripción: Son tubos metálicos de diámetro acorde al de la perforación requerida para las pilas. El espesor de la pared del tubo depende de los esfuerzos a los que estará sometidos durante su hincado y extracción. La longitud es función del espesor de los estratos inestables en los que se perforó.

Características Pueden utilizarse para la estabilización de estratos someros inestables (emboquillado) o bien en toda la profundidad de la excavación. Para la colocación del ademe puede utilizarse un martillo o un vibrohincador, en una sola o en varias etapas.

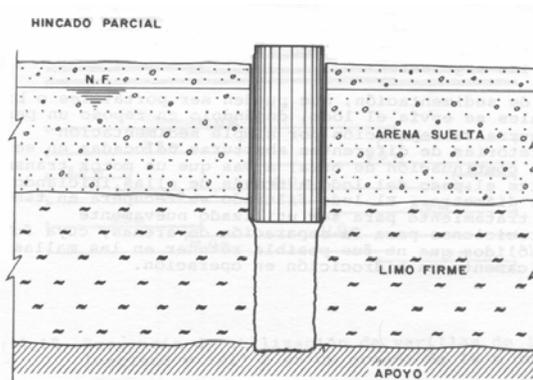
Imágenes



Colocación del ademe



Ademe hincado en su totalidad



Emboquillado

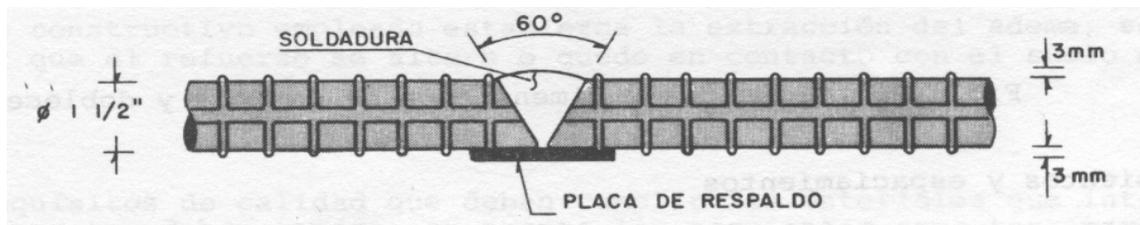
FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

Material: SOLDADURA

Descripción: Se le llama soldadura a la unión de dos materiales (generalmente metales), usualmente logrado a través de un proceso de fusión en el cual las piezas son soldadas derritiendo ambas y agregando metal o plástico derretido para conseguir una "pileta" que al enfriarse forma una unión fuerte.

Características La característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos, en inglés Shield Metal Arc Welding (SMAW) o Manual Metal Arc Welding (MMAW), es que el arco eléctrico se produce entre la pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el calor del arco, el extremo del electrodo funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base. Estas gotas de metal fundido caen recubiertas de escoria fundida procedente de la fusión del recubrimiento del arco. La escoria flota en la superficie y forma, por encima del cordón de soldadura, una capa protectora del metal fundido.

Imágenes



Ejemplo de soldadura en varillas

FACTOR DE SALARIO REAL (FSR)

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CHA	Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$906.92	\$906.92
CS	Cuadrilla soldadura	jor	1	\$627.70	\$627.70
CG	Cuadrilla grúa	jor	2	\$1,262.14	\$2,524.28
CCP	Cuadrilla colado de pilas	jor	1	\$920.61	\$920.61
CT	Cuadrilla transporte	jor	1	\$552.98	\$552.98
CP	Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,262.14	\$1,262.14
CB	Cuadrilla bentonita	jor	1	\$559.26	\$559.26
CBo	Cuadrilla bomba de concreto	jor	1		

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CHA	Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$906.92	\$906.92
	MANO DE OBRA				
	Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
	Oficial herrero	jor	1	\$333.98	\$333.98
	Ayudante oficial	jor	3	\$211.59	\$634.78

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CS	Cuadrilla soldadura	jor	1	\$627.70	\$627.70
	MANO DE OBRA				
	Saldador	jor	1	\$416.10	\$416.10
	Ayudante oficial	jor	1	\$211.59	\$211.59

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CG	Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,262.14	\$1,262.14
	MANO DE OBRA				
	Operador (grúa)	jor	1	\$676.17	\$676.17
	Cabo de maniobras (grúa)	jor	1	\$347.67	\$347.67
	Maniobrista (grúa)	jor	2	\$238.30	\$476.60

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CCP	Cuadrilla colado de pilas	jor	1	\$920.61	\$920.61
	MANO DE OBRA				
	Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
	Oficial albañil	jor	1	\$347.67	\$347.67
	Ayudante oficial	jor	2	\$211.59	\$423.19

FACTOR DE SALARIO REAL (FSR)

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CT	Cuadrilla transporte	jor	1	\$552.98	\$552.98
	MANO DE OBRA				
	Operador tractocamión	jor	1	\$552.98	\$552.98

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CP	Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,262.14	\$1,262.14
	MANO DE OBRA				
	Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$676.17	\$676.17
	Cabo de maniobras (cimentación profunda)	jor	1	\$347.67	\$347.67
	Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$238.30	\$476.60

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CB	Cuadrilla bentonita	jor	1	\$559.26	\$559.26
	MANO DE OBRA				
	Operador equipo bentonita	jor	1	\$347.67	\$347.67
	Ayudante oficial	jor	1	\$211.59	\$211.59

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
CBo	Cuadrilla bomba de concreto	jor	1	\$559.26	\$559.26
	MANO DE OBRA				
	Operador equipo bomba de concreto	jor	1	\$347.67	\$347.67
	Ayudante oficial	jor	1	\$211.59	\$211.59

Zona Geográfica		A		Enfermedad y maternidad				Riesgo de trabajo	Guarderías	S. A. R	Invalidez y vida	Cesantía en edad avanzada y	INFONAVIT	Impuesto ISPT	Suma de prestaciones	Ps = Obligaciones obrero-		
No.	Categoría	Salario	Salario base	Cuota		Prestaciones		Art. 73 y 74	Art. 211 y	Art. 168	Art. 147 LSS	Art. 168. LSS	Art. 129. De	1.00%	SP	Art. 160	FSR	Salario Real
				Art. LSS	Art. 106 LSS	Art. 25 LSS	Art. 107 LSS											
1	Ayudante oficial	\$125.00	\$130.65	\$0.00	\$9.00	\$1.37	\$0.91	\$9.90	\$1.31	\$2.61	\$2.29	\$4.12	\$6.53	\$1.31	\$38.05	0.29	1.693	\$211.59
2	Cabo de maniobras (cimentación profunda)	\$208.33	\$217.75	\$2.02	\$9.00	\$2.29	\$1.52	\$16.51	\$2.18	\$4.36	\$3.81	\$6.86	\$10.89	\$2.18	\$59.43	0.27	1.669	\$347.67
3	Cabo de maniobras (grúa)	\$208.33	\$217.75	\$2.02	\$9.00	\$2.29	\$1.52	\$16.51	\$2.18	\$4.36	\$3.81	\$6.86	\$10.89	\$2.18	\$59.43	0.27	1.669	\$347.67
4	Cabo de oficios	\$216.67	\$226.46	\$2.29	\$9.00	\$2.38	\$1.59	\$17.17	\$2.26	\$4.53	\$3.96	\$7.13	\$11.32	\$2.26	\$61.63	0.27	1.668	\$361.35
5	Maniobrista (cimentación profunda)	\$141.67	\$148.07	\$0.00	\$9.00	\$1.55	\$1.04	\$11.22	\$1.48	\$2.96	\$2.59	\$4.66	\$7.40	\$1.48	\$41.92	0.28	1.682	\$238.30
6	Maniobrista (grúa)	\$141.67	\$148.07	\$0.00	\$9.00	\$1.55	\$1.04	\$11.22	\$1.48	\$2.96	\$2.59	\$4.66	\$7.40	\$1.48	\$41.92	0.28	1.682	\$238.30
7	Oficial albañil	\$208.33	\$217.75	\$2.02	\$9.00	\$2.29	\$1.52	\$16.51	\$2.18	\$4.36	\$3.81	\$6.86	\$10.89	\$2.18	\$59.43	0.27	1.669	\$347.67
8	Oficial herrero	\$200.00	\$209.04	\$1.75	\$9.00	\$2.19	\$1.46	\$15.85	\$2.09	\$4.18	\$3.66	\$6.58	\$10.45	\$2.09	\$57.23	0.27	1.670	\$333.98
9	Operador (cimentación profunda)	\$408.33	\$426.79	\$8.42	\$9.00	\$4.48	\$2.99	\$32.35	\$4.27	\$8.54	\$7.47	\$13.44	\$21.34	\$4.27	\$112.29	0.26	1.656	\$676.17
10	Operador (grúa)	\$408.33	\$426.79	\$8.42	\$9.00	\$4.48	\$2.99	\$32.35	\$4.27	\$8.54	\$7.47	\$13.44	\$21.34	\$4.27	\$112.29	0.26	1.656	\$676.17
11	Operador equipo bentonita	\$208.33	\$217.75	\$2.02	\$9.00	\$2.29	\$1.52	\$16.51	\$2.18	\$4.36	\$3.81	\$6.86	\$10.89	\$2.18	\$59.43	0.27	1.669	\$347.67
12	Operador equipo bomba de concreto	\$208.33	\$217.75	\$2.02	\$9.00	\$2.29	\$1.52	\$16.51	\$2.18	\$4.36	\$3.81	\$6.86	\$10.89	\$2.18	\$59.43	0.27	1.669	\$347.67
13	Operador tractocamión	\$333.33	\$348.40	\$6.02	\$9.00	\$3.66	\$2.44	\$26.41	\$3.48	\$6.97	\$6.10	\$10.97	\$17.42	\$3.48	\$92.47	0.27	1.659	\$552.98
14	Soldador	\$250.00	\$261.30	\$3.35	\$9.00	\$2.74	\$1.83	\$19.81	\$2.61	\$5.23	\$4.57	\$8.23	\$13.07	\$2.61	\$70.44	0.27	1.664	\$416.10

Días del año 365.00
 Días de aguinaldo 15.00
 Días por prima vacacional 1.50

Días realmente pagados (Tp) 381.50

Días domingo 53.00
 Días de vacaciones 6.00
 Días festivos por ley 7.00
 Días perdidos por condiciones de clima 2.00
 Días por costumbres 3.00
 Días por permiso y enfermedad 3.00

Días no laborados 74.00
Días realmente laborados (TI) 291.00
 F. S. B. C. 1.0452
Tp/TI 1.3110

ZONA	A	B	C
SMGDF	\$50.57	\$49.00	\$47.60
3SMGDF	\$151.71	\$147.00	\$142.80

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Construcción de pila para cimentación en suelo tipo I de 120 cm de diámetro a una profundidad de 300 cm, hecha a base de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2 y acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	pza	1	\$98,633.21	\$98,633.21

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 30 m en material Tipo V.	m	1	\$493.30	\$493.30

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Ademe metálico de acero estructural	kg	4.5239	\$16.35	\$73.97
			Subtotal: MATERIALES	\$73.97
MANO DE OBRA				
Cuarilla de perforación	jor	0.0442	\$1,693.89	\$74.87
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$74.87
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "WATSON" 5000, torque 13,300 kg-m	h	0.353114	488.54	172.510314
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.353114	\$486.96	\$171.95
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$344.46
			COSTO DIRECTO	\$493.30

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	30	\$309.48	\$9,284.40

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Ademe metálico de acero estructural	kg	4.5239	\$16.35	\$73.97
			Subtotal: MATERIALES	\$73.97
MANO DE OBRA				
Cuarilla de perforación	jor	0.024771	\$1,693.89	\$41.96
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$41.96
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "WATSON" 5000, torque 13,300 kg-m	h	0.198414	488.54	96.9331756
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.198414	\$486.96	\$96.62
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$193.55
			COSTO DIRECTO	\$309.48

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en pilas	t	0.98	\$11,653.55	\$11,420.48

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Varila fy = 4200 kg/cm2 del No. 8 y No. 3	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
			Subtotal: MATERIALES	\$9,174.11
MANO DE OBRA				
Cuadrilla Habilitado de acero	jor	2.5	\$777.31	\$1,943.28
Cuadrilla grúa	jor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$2,089.87
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$389.57
			COSTO DIRECTO	\$ 11,653.55

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocacion de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2, con revenimiento de 18 cm, en pilas con diametro de 120 cm, utilizando sistema tremie	m3	35.1	\$2,167.45	\$76,077.50
MATERIALES				
Concreto premezclado RN f'c = 350 kg/cm2	m3	1.15	\$1,605.90	\$1,846.79
Sobreprecio por revenimiento de 18 cm agregado	m3	1.15	\$183.15	\$210.62
Subtotal:			MATERIALES	\$2,057.41
MANO DE OBRA				
Cuadrilla grúa	jor	0.0188	\$1,465.89	\$27.56
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$27.56
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.1503	\$486.96	\$73.19
Tubo Tremi 20 metros	h	0.1503	\$61.82	\$9.29
Subtotal:			EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$82.48
			COSTO DIRECTO	\$2,167.45

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Fletes de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo de perforacion, del tipo W-5000, incluyendo grua	viaje	0.02777778	\$48,871.34	\$1,357.54
MATERIALES				
Viaje en plataforma de 40 pies (35 ton)	viaje	2	\$3,300.00	\$6,600.00
Viaje en Low-Boy (45 ton) LS-108B	viaje	2	\$8,250.00	\$16,500.00
Subtotal:			MATERIALES	\$23,100.00
MANO DE OBRA				
Cuadrilla perforacion	jor	6	1693.89	10163.34
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$10,163.34
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	16	486.96	7791.36
Perforadora "WATSON" 5000, torque 14,000 kg-m	h	16	488.54	7816.64
Subtotal:			EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$15,608.00
			COSTO DIRECTO	\$48,871.34

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$1,693.89
			COSTO DIRECTO	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$1,465.89
			COSTO DIRECTO	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$777.31
			COSTO DIRECTO	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudate oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$617.51
			COSTO DIRECTO	\$617.51

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Construcción de pila para cimentación en suelo tipo I de 120 cm de diámetro a una profundidad de 300 cm, hecha a base de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2 y acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	pza	1	\$107,528.52	\$107,528.52

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 30 m en material Tipo V.	m	1	\$493.30	\$493.30

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Brocal de acero estructural	kg	4.5239	\$16.35	\$73.97
			Subtotal: MATERIALES	\$73.97
MANO DE OBRA				
Cuarilla de perforación	jor	0.0442	\$1,693.89	\$74.87
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$74.87
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "WATSON" 5000, torque 13,300 kg-m	h	0.353114	488.54	172.5103136
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.353114	\$486.96	\$171.95
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$344.46
			COSTO DIRECTO	\$493.30

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	30	\$309.48	\$9,284.40

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Brocal de acero estructural	kg	4.5239	\$16.35	\$73.97
			Subtotal: MATERIALES	\$73.97
MANO DE OBRA				
Cuarilla de perforación	jor	0.024771	\$1,693.89	\$41.96
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$41.96
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "WATSON" 5000, trque 14,000 kg-m	h	0.198414	\$488.54	\$96.93
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.198414	\$486.96	\$96.62
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$193.55
			COSTO DIRECTO	\$309.48

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 5.00%.	m³	35.1	\$241.47	\$8,475.60

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Bentonita en saco	t	0.065	\$1,100.00	\$71.50
Agua en pipa para construcción	m³	1.3	\$60.00	\$78.00
			Subtotal: MATERIALES	\$149.50
MANO DE OBRA				
Cuadrilla Bentonita	jor	0.04	\$977.90	\$39.12
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$39.12
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad 10m3/hr	h	0.32	\$165.15	\$52.85
			Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$52.85
			COSTO DIRECTO	\$241.47

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en pilas	t	0.98	\$11,653.54	\$11,420.47

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Varilla fy = 4200 kg/cm2, del No. 8 y del No. 3	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
Subtotal: MATERIALES				\$9,174.11

<i>MANO DE OBRA</i>				
Cuadrilla Habilitado de acero	jor	2.5	\$777.31	\$1,943.27
Cuadrilla grúa	jor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
Subtotal: MANO DE OBRA				\$2,089.86

<i>EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$389.57
COSTO DIRECTO				\$ 11,653.54

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocacion de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2, con revenimiento de 18 cm, en pilas con diametro de 120 cm, utilizando sistema tremie	m3	35.1	\$2,167.45	\$76,077.50

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Concreto premezclado RN f'c = 250 kg/cm2 agregado maximo 3/4" (A)	m3	1.15	\$1,605.90	\$1,846.79
Sobreprecio por revenimiento de 18 cm agregado 3/4"	m3	1.15	\$183.15	\$210.62
Subtotal: MATERIALES				\$2,057.41

<i>MANO DE OBRA</i>				
Cuadrilla grúa	jor	0.0188	\$1,465.89	\$27.56
Subtotal: MANO DE OBRA				\$27.56

<i>EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.1503	\$486.96	\$73.19
Tube Tremi 20 metros	h	0.1503	\$61.82	\$9.29
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$82.48
COSTO DIRECTO				\$2,167.45

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Fletes de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo de perforacion, del tipo W-5000, incluyendo grúa	viaje	0.027778	\$48,871.34	\$1,357.54

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Viaje en plataforma de 40 pies (35 ton)	viaje	2	\$3,300.00	\$6,600.00
Viaje en Low-Boy (45 ton) LS-108B	viaje	2	\$8,250.00	\$16,500.00
Subtotal: MATERIALES				\$23,100.00

<i>MANO DE OBRA</i>				
Cuadrilla perforación	jor	6	\$1,693.89	10163.34
Subtotal: MANO DE OBRA				\$10,163.34

<i>EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>				
Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	16	\$486.96	\$7,791.36
Perforadora "WATSON" 5000, torque 14,000 kg-m	h	16	\$488.54	\$7,816.64
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$15,608.00
COSTO DIRECTO				\$48,871.34

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Flete de ida y vuelta, montajes y desmontaje de equipo para la elaboración de lodo bentonítico	Viaje	0.027778	\$15,109.80	\$419.72
MATERIALES				
Viaje en plataforma de 40 pies (35 ton)	Viaje	2	\$3,300.00	\$6,600.00
Subtotal: MANO DE OBRA				\$6,600.00
MANO DE OBRA				
Cuadrilla bentonita	jor	6	\$977.90	\$5,867.40
Subtotal: MATERIALES				\$5,867.40
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10	h	16	\$165.15	\$2,642.40
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$2,642.40
COSTO DIRECTO				\$15,109.80

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla bentonita	jor	1	\$977.90	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador equipo de bentonita	jor	1	\$341.96	\$341.96
Ayudante oficial	jor	3	\$211.98	\$635.94
Subtotal: MANO DE OBRA				\$977.90
COSTO DIRECTO				\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,693.89
COSTO DIRECTO				\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,465.89
COSTO DIRECTO				\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial herrero	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
Subtotal: MANO DE OBRA				\$777.31
COSTO DIRECTO				\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudate oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
Subtotal: MANO DE OBRA				\$617.51
COSTO DIRECTO				\$617.51

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1	Suministro y colocación de pila prefabricada para cimentación en suelo tipo I de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior, a una profundidad de 300 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.	pza	1	\$98,242.40	\$98,242.40

	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.1	Construcción de sección inicial de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión en la parte superior y placa de corte en la parte inferior	pza	1	\$20,576.39	\$20,576.39

	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.2	Construcción de sección intermedia de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en los extremos de la pieza	pza	4	\$11,885.85	\$47,543.38

	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.3	Construcción de sección final de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en la parte inferior	pza	1	\$11,138.70	\$11,138.70

	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.4	Construcción de tapón para anclaje de pila en estrato resistente a una profundidad de 1 m, hecho a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 6 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 16 cm	pza	1	\$3,556.80	\$3,556.80

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Flete de ida de dos piezas prefabricadas de 5 m de largo cada una, en plataforma de 35 ton al lugar de trabajo.	Viaje	3	\$1,465.89	\$4,397.67
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Viaje en plataforma de 40 pies (35 ton)	Viaje	1	\$3,300.00	\$3,300.00
		Subtotal:	MATERIALES	\$3,300.00
MANO DE OBRA				
Cuadrilla grúa	jor	0.25	\$1,465.89	\$366.47
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$366.47
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-98 24.8 toneladas	h	2	\$429.91	\$859.82
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$859.82
COSTO DIRECTO				\$4,526.29
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.	m	5	\$332.26	\$1,661.30
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Brocal de acero estructural	kg	4,5239	\$16.35	\$73.97
		Subtotal:	MATERIALES	\$73.97
MANO DE OBRA				
Cuadrilla perforación	jor	0.022343	\$1,693.89	\$37.85
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$37.85
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "SOILMEC" R 516, torque 15,300 kg-m	h	0.178621	\$1,234.14	\$220.44
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$220.44
COSTO DIRECTO				\$332.26
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 70 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	25	\$213.34	\$5,333.50
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Brocal de acero estructural	kg	2,19915	\$16.35	\$35.96
		Subtotal:	MATERIALES	\$35.96
MANO DE OBRA				
Cuadrilla perforación	jor	0.017364	\$341.96	\$5.94
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$5.94
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "SOILMEC" R 516, torque 15,300 kg-m	h	0.138914	\$1,234.14	\$171.44
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$171.44
COSTO DIRECTO				\$213.34
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y elaboración de lodo fraguante utilizando bentonita dosificada al 3% y 150 kg de cemento portland	m ³	5.5	\$422.87	\$2,325.79
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Bentonita en saco	t	0.039	\$1,100.00	\$42.90
Cemento portland gris en saco	t	0.15	\$1,400.00	\$210.00
Agua en pipa para construcción	m ³	1.3	\$60.00	\$78.00
		Subtotal:	MATERIALES	\$330.90
MANO DE OBRA				
Cuadrilla Bentonita	jor	0.04	\$977.90	\$39.12
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$39.12
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad 10 m ³ /hr	h	0.32	\$165.15	\$52.85
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$52.85
COSTO DIRECTO				\$422.87

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Flete de ida y vuelta, montajes y desmontajes de equipo para la elaboración de lodo bentonítico.	Viaje	0.027777778	\$15,109.80	\$419.72
MATERIALES				
Viaje en plataforma de 40 pies (35 ton)	Viaje	2	\$3,300.00	\$6,600.00
		Subtotal:	MATERIALES	\$6,600.00
MANO DE OBRA				
Cuadrilla bentonita	jor	6	\$977.90	\$5,867.40
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$5,867.40
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad	h	16	\$165.15	\$2,642.40
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$2,642.40
COSTO DIRECTO				\$15,109.80

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Flete de ida y vuelta, montaje y desmontaje de equipo de perforación	Viaje	0.027777778	\$46,409.58	\$1,289.16
MATERIALES				
Viaje en Low - Boy de 45 ton	Viaje	2	\$8,250.00	\$16,500.00
		Subtotal:	MATERIALES	\$16,500.00
MANO DE OBRA				
Cuadrilla perforación	jor	6	\$1,693.89	\$10,163.34
		Subtotal:	MANO DE OBRA	\$10,163.34
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "SOILMEC" R 516, torque 15,300 kg-m	h	16	\$1,234.14	\$19,746.24
		Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$19,746.24
COSTO DIRECTO				\$46,409.58

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla bentonita	jor	1	\$977.90	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador equipo de bentonita	jor	1	\$341.96	\$341.96
Ayudante oficial	jor	3	\$211.98	\$635.94
Subtotal: MANO DE OBRA				\$977.90
COSTO DIRECTO				\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,693.89
COSTO DIRECTO				\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,465.89
COSTO DIRECTO				\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
Subtotal: MANO DE OBRA				\$777.31
COSTO DIRECTO				\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudate oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
Subtotal: MANO DE OBRA				\$617.51
COSTO DIRECTO				\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Cuadrilla colado de sección	jor	1	\$559.26	\$559.26

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
Operador equipo bomba de concreto	jor	1	\$347.67	\$347.67
Ayudante oficial	jor	4	\$211.59	\$846.36
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,194.03
COSTO DIRECTO				\$1,194.03

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.1	Construcción de sección inicial de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de $f'c = 350$ kg/cm ² y acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ² , con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión en la parte superior y placa de corte en la parte inferior	pza	1	\$20,576.39	\$20,576.39

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en sección prefabricada de pilas	t	0.153	\$11,653.54	\$1,782.99

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Varilla $f_y = 4200$ kg/cm ² , del No. 6 y del No. 4	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
Subtotal:			MATERIALES	\$9,174.11

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MANO DE OBRA				
Cuadrilla Habilitado de acero	jor	2.5	\$777.31	\$1,943.27
Cuadrilla grúa	jor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$2,089.86

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
Subtotal:			EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$389.57
COSTO DIRECTO				\$ 11,653.54

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c = 350$ kg/cm ² , con revenimiento de 18 cm, en molde para sección de pila con diámetro exterior de 120 cm y diámetro interior 70 cm, utilizando bombeo a 5 metros	m ³	3.56	\$2,264.80	\$8,062.69

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Concreto premezclado RN $f'c = 350$ kg/cm ² agregado máximo 3/4" (A)	m ³	1.1	\$1,605.90	\$1,766.49
Sobreprecio por revenimiento de 18 cm agregado 3/4"	m ³	1.1	\$183.15	\$201.47
Desmoldante	l	4.4	\$14.21	\$62.52
Subtotal:			MATERIALES	\$2,030.48

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MANO DE OBRA				
Cuadrilla colado de sección	jor	0.175	\$1,194.03	\$208.96
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$208.96

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Bomba de concreto REED B series modelo B20	h	0.0666	\$97.40	\$6.49
Vibrador "BOSCH" 18,600 25 m ³ /hr 15 hp	h	0.3531	\$53.44	\$18.87
Subtotal:			EQUIPO Y HERRAMIENTA	\$25.36
COSTO DIRECTO				\$2,264.80

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Empate de varillas del No. 6 con placa de conexión, con soldadura E-7018	junta	18	\$43.05	\$774.90
MATERIALES				
Soldadura E-7018	kg	0.18	\$28.80	\$5.18
Subtotal: MATERIALES				\$5.18
MANO DE OBRA				
Cuadrilla Soldadura	jor	0.035	\$617.51	\$21.61
Subtotal: MANO DE OBRA				\$21.61
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Soldadora "LINCOLN" SAE 300 amp. K1277	h	0.282	\$57.67	\$16.26
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$16.26
COSTO DIRECTO				\$43.05

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, colocacion y habilitado de cimbra metalica para colado de sección de pilas prefabricadas de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior.	m	5	\$32.17	\$160.85
MATERIALES				
Cimbra metálica	kg	0.328	\$16.35	\$5.36
Subtotal: MATERIALES				\$5.36
MANO DE OBRA				
Cuadrilla grúa	jor	0.005	\$1,465.89	\$7.33
Subtotal: MANO DE OBRA				\$7.33
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.04	\$486.96	\$19.48
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$19.48
COSTO DIRECTO				\$32.17

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro de placas de conexión	lote	1	\$9,794.96	\$9,794.96
MATERIALES				
Placa de conexión de acero cedula A-36	kg	22	\$16.35	\$359.70
Placa de corte para hincado	kg	577.08	\$16.35	\$9,435.26
Subtotal: MATERIALES				\$9,794.96
COSTO DIRECTO				\$9,794.96

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla bentonita	jor	1	\$977.90	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador equipo de bentonita	jor	1	\$341.96	\$341.96
Ayudante oficial	jor	3	\$211.98	\$635.94
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$977.90
			COSTO DIRECTO	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$1,693.89
			COSTO DIRECTO	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$1,465.89
			COSTO DIRECTO	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$777.31
			COSTO DIRECTO	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudante oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$617.51
			COSTO DIRECTO	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Cuadrilla colado de sección	jor	1	\$1,194.03	\$1,194.03

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
Operador equipo bomba de concreto	jor	1	\$347.67	\$347.67
Ayudante oficial	jor	4	\$211.59	\$846.36
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$1,194.03
			COSTO DIRECTO	\$1,194.03

CATALOGO DE CONCEPTOS

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.2	Construcción de sección intermedia de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2 y acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en los extremos de la pieza	pza	4	\$11,885.85	\$47,543.38
	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en sección prefabricada de pilas	t	0.153	\$11,653.54	\$1,782.99
	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
	MATERIALES				
	Varilla fy = 4200 kg/cm2, del No. 6 y del No. 4	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
	Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
	Subtotal: MATERIALES				\$9,174.11
	MANO DE OBRA				
	Cuadrilla habilitado de acero	jor	2.5	\$777.31	\$1,943.27
	Cuadrilla grúa	jor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$2,089.86
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				
	Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$389.57
	COSTO DIRECTO				\$11,653.54

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2, con revenimiento de 18 cm, en molde para sección de pila con diámetro exterior de 120 cm y diámetro interior 70 cm, utilizando bombeo a 5 metros	m3	3.73	\$2,264.80	\$8,447.70
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Concreto premezclado RN f'c = 350 kg/cm2 agregado máximo 3/4" (A)	m3	1.1	\$1,605.90	\$1,766.49
Sobrepeso por revenimiento de 18 cm agregado 3/4"	m3	1.1	\$183.15	\$201.47
Desmoldante	l	4.4	\$14.21	\$62.52
Subtotal: MATERIALES				\$2,030.48
MANO DE OBRA				
Cuadrilla colado de sección	jor	0.175	\$1,194.03	\$208.96
Subtotal: MANO DE OBRA				\$208.96
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Bomba de concreto REED B series modelo B20	h	0.0666	\$97.40	\$6.49
Vibrador "BOSCH" 18,600 25 m3/hr 15 hp	h	0.3531	\$53.44	\$18.87
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$25.36
COSTO DIRECTO				\$2,264.80
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Empate de varillas del No. 6 con placa de conexión, con soldadura E-7018	junta	18	\$43.05	\$774.90
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Soldadura E-7018	kg	0.18	\$28.80	\$5.18
Subtotal: MATERIALES				\$5.18
MANO DE OBRA				
Cuadrilla soldadura	jor	0.035	\$617.51	\$21.61
Subtotal: MANO DE OBRA				\$21.61
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Soldadora "LINCOLN" SAE 300 amp. K1277	h	0.282	\$57.67	\$16.26
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$16.26
COSTO DIRECTO				\$43.05

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, colocación y habilitado de cimbra metálica para colado de sección de pilas prefabricadas de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior.	m	5	\$32.17	\$160.85

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Cimbra metálica	kg	0.328	\$16.35	\$5.36
			Subtotal:	\$5.36

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cuadrilla grúa	jor	0.005	\$1,465.89	\$7.33
			Subtotal:	\$7.33

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.04	\$486.96	\$19.48
			Subtotal:	\$19.48
COSTO DIRECTO				\$32.17

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro de placas de conexión	lote	1	\$719.40	\$719.40

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Placa de conexión de acero cedula A-36	kg	44	\$16.35	\$719.40
			Subtotal:	\$719.40
COSTO DIRECTO				\$719.40

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla bentonita	jor	1	\$977.90	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador equipo de bentonita	jor	1	\$341.96	\$341.96
Ayudante oficial	jor	3	\$211.98	\$635.94
			Subtotal:	\$977.90
COSTO DIRECTO				\$977.90

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$1,693.89
			COSTO DIRECTO	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$1,465.89
			COSTO DIRECTO	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$777.31
			COSTO DIRECTO	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudante oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$617.51
			COSTO DIRECTO	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Cuadrilla colado de sección	jor	1	\$1,194.03	\$1,194.03

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
Operador equipo bomba de concreto	jor	1	\$347.67	\$347.67
Ayudante oficial	jor	4	\$211.59	\$846.36
			Subtotal: MANO DE OBRA	\$1,194.03
			COSTO DIRECTO	\$1,194.03

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG1.2	Construcción de sección final de pila prefabricada para cimentación de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior con una altura de 500 cm, hecha a base de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2 y acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, con un armado de 9 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 33 cm con placa de conexión entre secciones en la parte inferior	pza	1	\$11,138.70	\$11,138.70

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en sección prefabricada de pilas	t	0.153	\$11,653.54	\$1,782.99

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Varilla fy = 4200 kg/cm2, del No. 6 y del No. 4	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
Subtotal:	MATERIALES			\$9,174.11

MANO DE OBRA				
Cuadrilla habilitado de acero	gor	2.5	\$777.31	\$1,943.27
Cuadrilla grúa	gor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
Subtotal:	MANO DE OBRA			\$2,089.86

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$389.57
COSTO DIRECTO				\$11,653.54

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c = 350 kg/cm2, con revenimiento de 18 cm, en molde para sección de pila con diámetro exterior de 120 cm y diámetro interior 70 cm, utilizando bombeo a 5 metros	m3	3.73	\$2,264.80	\$8,447.70

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Concreto premezclado RN f'c = 350 kg/cm2 agregado máximo 3/4" (A)	m3	1.1	\$1,605.90	\$1,766.49
Sobrepeso por revenimiento de 18 cm agregado 3/4"	m3	1.1	\$183.15	\$201.47
Desmoldante	l	4.4	\$14.21	\$62.52
Subtotal:	MATERIALES			\$2,030.48

MANO DE OBRA				
Cuadrilla colado de sección	gor	0.175	\$1,194.03	\$208.96
Subtotal:	MANO DE OBRA			\$208.96

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Bomba de concreto REED B series modelo B20	h	0.0666	\$97.40	\$6.49
Vibrador "BOSCH" 18,600 25 m3/hr 15 hp	h	0.3531	\$53.44	\$18.87
Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$25.36
COSTO DIRECTO				\$2,264.80

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Empate de varillas del No. 6 con placa de conexión, con soldadura E-7018	junta	9	\$43.05	\$387.45

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Soldadura E-7018	kg	0.18	\$28.80	\$5.18
Subtotal:	MATERIALES			\$5.18

MANO DE OBRA				
Cuadrilla soldadura	gor	0.035	\$617.51	\$21.61
Subtotal:	MANO DE OBRA			\$21.61

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Soldadora "LINCOLN" SAE 300 amp. K1277	h	0.282	\$57.67	\$16.26
Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$16.26
COSTO DIRECTO				\$43.05

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, colocación y habilitado de cimbra metálica para colado de sección de pilas prefabricadas de 120 cm de diámetro exterior y 70 cm de diámetro interior.	m	5	\$32.17	\$160.85

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Cimbra metálica	kg	0.328	\$16.35	\$5.36
			Subtotal:	\$5.36

<i>MANO DE OBRA</i>				
Cuadrilla grúa	jor	0.005	\$1,465.89	\$7.33
			Subtotal:	\$7.33

<i>EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.04	\$486.96	\$19.48
			Subtotal:	\$19.48
COSTO DIRECTO				\$32.17

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro de placas de conexión	lote	1	\$359.70	\$359.70

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MATERIALES</i>				
Placa de conexión de acero cedula A-36	kg	22	\$16.35	\$359.70
			Subtotal:	\$359.70
COSTO DIRECTO				\$359.70

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla bentonita	jor	1	\$977.90	\$977.90

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador equipo de bentonita	jor	1	\$341.96	\$341.96
Ayudante oficial	jor	3	\$211.98	\$635.94
			Subtotal:	\$977.90
COSTO DIRECTO				\$977.90

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
			Subtotal:	\$1,693.89
			COSTO DIRECTO	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
			Subtotal:	\$1,465.89
			COSTO DIRECTO	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
			Subtotal:	\$777.31
			COSTO DIRECTO	\$777.31

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla soldadura	jor	1	\$617.51	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Soldador	jor	1	\$405.53	\$405.53
Ayudate oficial	jor	1	\$211.98	\$211.98
			Subtotal:	\$617.51
			COSTO DIRECTO	\$617.51

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Cuadrilla colado de sección	jor	1	\$1,194.03	\$1,194.03

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	1	\$361.35	\$361.35
Operador equipo bomba de concreto	jor	1	\$347.67	\$347.67
Ayudante oficial	jor	4	\$211.59	\$846.36
			Subtotal:	\$1,194.03
			COSTO DIRECTO	\$1,194.03

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
CG 1.4	Construcción de tapón para anclaje de pila en estrato resistente a una profundidad de 1 m, hecho a base de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con un armado de 6 varillas del # 6 y estribos del # 4 @ 16 cm	pza	1	\$3,556.80	\$3,556.80

ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Perforación para la fabricación de tapón para anclaje con diámetro de 70 cm y profundidad de 30 m en material Tipo V.	m	1	\$415.65	\$415.65

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Brocal de acero estructural	kg	1.885	\$16.35	\$30.82
			Subtotal:	MATERIALES \$30.82

MANO DE OBRA				
Cuadrilla Perforación	jor	0.0329675	\$1,693.89	\$55.84
			Subtotal:	MANO DE OBRA \$55.84

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Perforadora "SOILMEC" R 516, torque 15,300 kg-m	h	0.266577	\$1,234.14	\$328.99
			Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA \$328.99
				COSTO DIRECTO \$415.65

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 18 cm, en excavación de una profundidad de 1 m, con tubo tremi	m ³	1.107	\$2,306.97	\$2,553.82

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Concreto premezclado RN $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ agregado maximo 3/4" (A)	m ³	1.1	\$1,605.90	\$1,766.49
Sobreprecio por revenimiento de 18 cm agregado 3/4"	m ³	1.1	\$183.15	\$201.47
			Subtotal:	MATERIALES \$1,967.96

MANO DE OBRA				
Cuadrilla grúa	jor	0.175	\$1,465.89	\$256.53
			Subtotal:	MANO DE OBRA \$256.53

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.1503	\$486.96	\$73.19
Tubo Tremi 20 metros	h	0.1503	\$61.82	\$9.29
			Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA \$82.48
				COSTO DIRECTO \$2,306.97

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en sección prefabricada de pilas	t	0.0504	\$11,653.54	\$587.34

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
MATERIALES				
Varilla $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, del No. 6 y del No. 4	kg	1100	\$7.90	\$8,690.00
Alambre recocido No. 18	kg	33	\$14.67	\$484.11
			Subtotal:	MATERIALES \$9,174.11

MANO DE OBRA				
Cuadrilla habilitado de acero	jor	2.5	\$777.31	\$1,943.27
Cuadrilla grúa	jor	0.1	\$1,465.89	\$146.59
			Subtotal:	MANO DE OBRA \$2,089.86

EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Grua "LINK BELT" LS-108B 40.5 toneladas	h	0.8	\$486.96	\$389.57
			Subtotal:	EQUIPO Y HERRAMIENTA \$389.57
				COSTO DIRECTO \$11,653.54

CUADRILLAS

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla habilitado de acero	jor	1	\$777.31	\$777.31

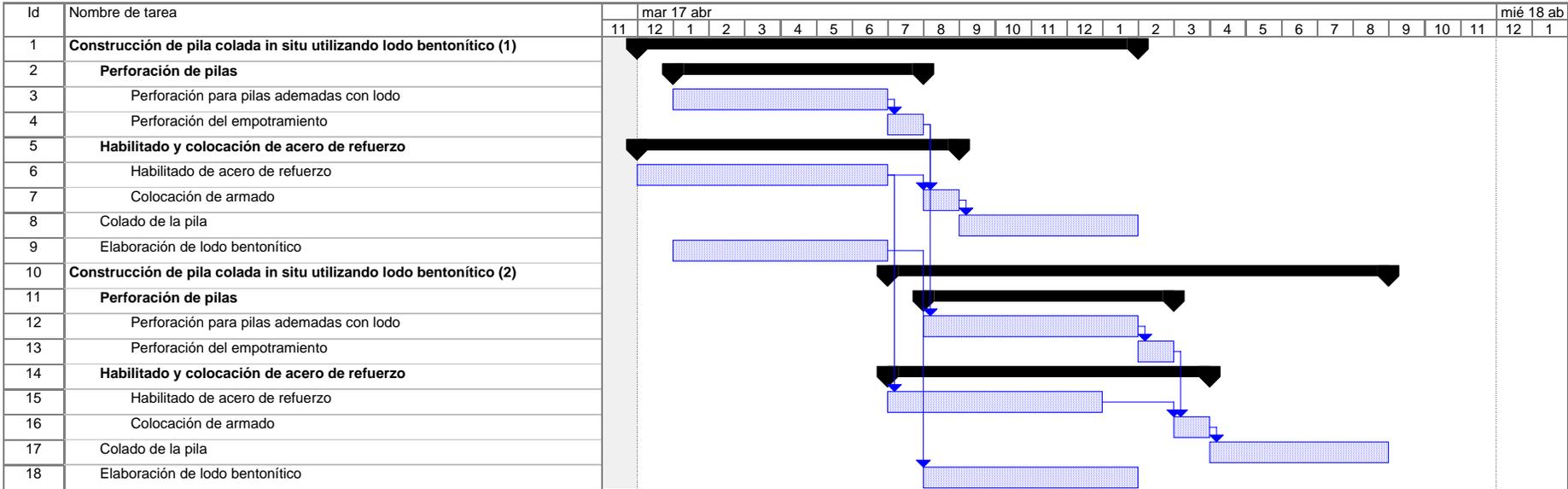
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Cabo de oficios	jor	0.1	\$358.26	\$35.83
Oficial fierro	jor	1	\$317.52	\$317.52
Ayudante oficial	jor	2	\$211.98	\$423.96
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$777.31
			COSTO DIRECTO	\$777.31

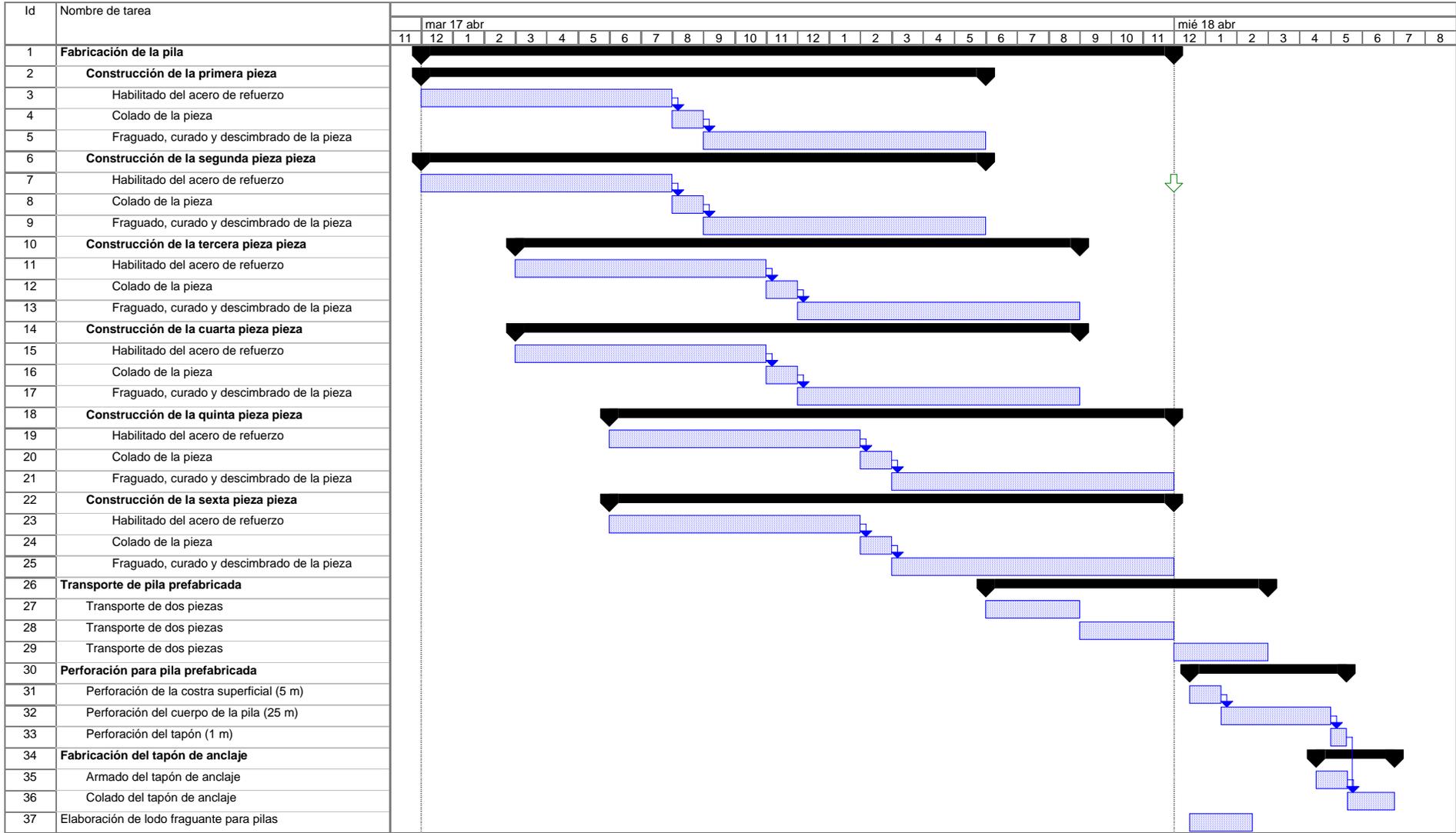
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla grúa	jor	1	\$1,465.89	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	\$667.93	\$667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	\$341.96	\$341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	2	\$228.00	\$456.00
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$1,465.89
			COSTO DIRECTO	\$1,465.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cuadrilla perforación	jor	1	\$1,693.89	\$1,693.89

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
<i>MANO DE OBRA</i>				
Operador (cimentación profunda)	jor	1	667.93	667.93
Cabo de maniobra (cimentación profunda)	jor	1	341.96	341.96
Maniobrista (cimentación profunda)	jor	3	228	684
Subtotal:			MANO DE OBRA	\$1,693.89
			COSTO DIRECTO	\$1,693.89





Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		<i>Perforadora "SOILMEC" R 516, torque 15,300 (kg-m)</i>			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		722480	7,947,280.00	Vida económica (Ve)	22500
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	1500
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		722480	7,947,280.00	Potencia del equipo	300
Valor rescate (Vr) % 24.00		173395.2	1,907,347.20	Factor de Mantenimiento (Q)	0.77
Valor por depreciar		549084.8	6,039,932.80	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 268.44			
B) Inversión (\$/hr)		I= 525.58			
C) Seguros (\$/hr)		S= 98.55			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 206.70			
		Suma Cargos Fijos (\$/hr)=		1,099.27	
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		$E = e \times HPOP \times Pc$			
	Diesel	211.95 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		$L = aPe$			
	Capacidad Carter	C (l)= 85		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
	$a = C/T + (.0035 \times HPOP) =$	1.6375			
	L (\$/hr) =	36.025			
d) Llantas		$\text{Valor de llantas (VLI)} / (\text{Vida económica (Hv)} \times \text{factor de neumáticos (fnu)})$			
		VLI (\$) = \$	-	LI (\$/hr) = \$	-
		Hv (hr) =	5500		
		fnu =	0.45		
		Suma Consumo (\$/hr) =		247.98	

Total Costo por Hora (\$/hr) =	1,347.24
Total Costo por Hora (USD/hr) =	122.48

Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		<i>Perforadora "WATSON" 5000, torque 13,300 (kg-m)</i>			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		190499	2,095,489.00	Vida económica (Ve)	14000
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	2000
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		190499	2,095,489.00	Potencia del equipo	300
Valor rescate (Vr) % 10.00		19049.9	209,548.90	Factor de Mantenimiento (Q)	0.8
Valor por depreciar		171449.1	1,885,940.10	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 134.71			
B) Inversión (\$/hr)		I= 92.20			
C) Seguros (\$/hr)		S= 17.29			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 107.77			
		Suma Cargos Fijos (\$/hr)= 351.97			
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		$E = e \times HPOP \times Pc$			
	Diesel	211.95 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		$L = aPe$			
	Capacidad Carter	C (l)= 96		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
		$a = C/T + (.0035 \times HPOP) = 1.7475$			
		L (\$/hr) = 38.445			
d) Llantas		Valor de llantas (VLI) / (Vida económica (Hv))*factor de neumáticos (fnu)			
		VLI (\$) = \$ -		LI (\$/hr) = \$	-
		Hv (hr) = 5500			
		fnu = 0.45			
		Suma Consumo (\$/hr) = 250.40			

Total Costo por Hora (\$/hr) =	602.36
Total Costo por Hora (USD/hr) =	54.76

Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		Grúa "LINK BELT" LS-98 24.8 (ton)			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		253617	2,789,787.00	Vida económica (Ve)	22500
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	1500
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		253617	2,789,787.00	Potencia del equipo	112
Valor rescate (Vr) % 24.00		60868.08	669,548.88	Factor de Mantenimiento (Q)	0.77
Valor por depreciar		192748.92	2,120,238.12	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 94.23			
B) Inversión (\$/hr)		I= 184.50			
C) Seguros (\$/hr)		S= 34.59			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 72.56			
				Suma Cargos Fijos (\$/hr)=	385.88
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		E = e x HPOP x Pc			
	Diesel	79.13 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		L = aPe			
	Capacidad Carter	C (l)= 16.8		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
	a = C/T + (.0035 x HP*OP) =	0.462			
	L (\$/hr) =	10.164			
d) Llantas		Valor de llantas (VLI) / (Vida económica (Hv))*factor de neumáticos (fnu)			
		VLI (\$) = \$	-	LI (\$/hr) = \$	-
		Hv (hr) =	5500		
		fnu =	0.45		
				Suma Consumo (\$/hr) =	89.29

Total Costo por Hora (\$/hr) =	475.18
Total Costo por Hora (USD/hr) =	43.20

Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		Grúa "LINK BELT" LS-108B 40.5 (ton)			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		292314	3,215,454.00	Vida económica (Ve)	22500
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	1500
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		292314	3,215,454.00	Potencia del equipo	112
Valor rescate (Vr) % 24.00		70155.36	771,708.96	Factor de Mantenimiento (Q)	0.77
Valor por depreciar		222158.64	2,443,745.04	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 108.61			
B) Inversión (\$/hr)		I= 212.65			
C) Seguros (\$/hr)		S= 39.87			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 83.63			
				Suma Cargos Fijos (\$/hr)=	444.76
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		$E = e \times HPOP \times Pc$			
	Diesel	79.13 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		$L = aPe$			
	Capacidad Carter	C (l)= 16.8		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
	$a = C/T + (.0035 \times HP \cdot OP) =$	0.462			
	L (\$/hr) =	10.164			
d) Llantas		$\text{Valor de llantas (VLI)} / (\text{Vida económica (Hv)} \cdot \text{factor de neumáticos (fnu)})$			
		VLI (\$) = \$	-	LI (\$/hr) = \$	-
		Hv (hr) =	5500		
		fnu =	0.45		
				Suma Consumo (\$/hr) =	89.29

Total Costo por Hora (\$/hr) =	534.05
Total Costo por Hora (USD/hr) =	48.55

Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		<i>Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad de 10m³/hr</i>			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		26327	289,597.00	Vida económica (Ve)	9000
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	1800
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		26327	289,597.00	Potencia del equipo	112
Valor rescate (Vr) % 15.00		3949.05	43,439.55	Factor de Mantenimiento (Q)	0.8
Valor por depreciar		22377.95	246,157.45	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 27.35			
B) Inversión (\$/hr)		I= 14.80			
C) Seguros (\$/hr)		S= 2.78			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 21.88			
		Suma Cargos Fijos (\$/hr)=		66.81	
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		E = e x HPOP x Pc			
	Diesel	79.13 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		L = aPe			
	Capacidad Carter	C (l)= 32.5		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
	a = C/T + (.0035 x HP*OP) =	0.619			
	L (\$/hr) =	13.618			
d) Llantas		Valor de llantas (VLI) / (Vida económica (Hv))*factor de neumáticos (fnu)			
	VLI (\$) = \$	-		LI (\$/hr) = \$	-
	Hv (hr) =	5500			
	fnu =	0.45			
		Suma Consumo (\$/hr) =		92.75	

Total Costo por Hora (\$/hr) =	159.55
Total Costo por Hora (USD/hr) =	14.50

Análisis de Costo - Horario

Maquinaria:		<i>Bomba de concreto REED B serie modelo B20</i>			
DATOS GENERALES		USD	\$	Tipo de cambio (% - USD)	11
Precio de Adquisición (básico)		30000	330,000.00	Vida económica (Ve)	9000
Equipo adicional:				Horas por año (Ha)	1800
Llantas			0.00	Factor de Operación	0.75
Valor inicial (Va)		30000	330,000.00	Potencia del equipo	100
Valor rescate (Vr) % 15.00		4500	49,500.00	Factor de Mantenimiento (Q)	0.8
Valor por depreciar		25500	280,500.00	Tasa de interes (I)	16.00%
				Prima de seguro (S)	3.00%
I.- CARGOS FIJOS					
A) Depreciación (\$/hr)		D= 31.17			
B) Inversión (\$/hr)		I= 16.87			
C) Seguros (\$/hr)		S= 3.16			
D) Mantenimiento (\$/hr)		M= 24.93			
		Suma Cargos Fijos (\$/hr)=		76.13	
II.- CONSUMOS					
a) Combustible Diesel		$E = e \times HPOP \times Pc$			
	Diesel	70.65 \$/hr		(\$/lt) de diesel	4.71
	Gasolina			(\$/lt) de gasolina	6.71
b) Otras fuentes de energía					
c) Lubricantes		$L = aPe$			
	Capacidad Carter	C (l)= 197		(\$/lt) de lubricante	22.00
	Cambio de Aceite	T (hr)= 100			
	$a = C/T + (.0035 \times HP \cdot OP) =$	2.2325			
	L (\$/hr) =	49.115			
d) Llantas		$\text{Valor de llantas (VLI)} / (\text{Vida económica (Hv)} \cdot \text{factor de neumáticos (fnu)})$			
		VLI (\$) = \$	-	LI (\$/hr) = \$	-
		Hv (hr) =	5500		
		fnu =	0.45		
		Suma Consumo (\$/hr) =		119.77	

Total Costo por Hora (\$/hr) =	195.89
Total Costo por Hora (USD/hr) =	17.81

BIBLIOGRAFÍA

Libros Consultados:

1. Ingeniería de cimentaciones. Fundamentos e introducción al análisis geotécnico, Delgado Vargas, Manuel, 2nd edición, Bogota, Colombia, Alfaomega, 2000.
2. Ingeniería de cimentaciones, Peck Ralph B.; Hanson, Walter E; Thornburn Thomas H, México D. F., Limusa, 1988.
3. Manual de cimentaciones profundas, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México D. F., Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, 2001.
4. Apuntes de cimentaciones, Demeneghi Colina, Agustín; Puebla Cadena, Margarita; Sangines García, Hector, México D. F., Facultad de Ingeniería, 2000.
5. El subsuelo de la cuenca del Valle de México y su relación con la ingeniería de cimentaciones a cinco años del sismo, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México D. F., Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, 1990.
6. Aspectos fundamentales de concreto reforzado, Gózales Cuevas Oscar M., Robles Fernández, F., México D. F. Limusa, 1995
7. Diseño Estructural, Meli, Roberto, México D. F., Limusa, 1995.
8. Ingeniería en cimentaciones, Das, Braja M., México D. F. Thomson, 2006.
9. Normas Técnicas Complementarias, Tomo I Y II, Gobierno del Distrito Federal, México D. F., Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004.
10. Comentarios, ayudas de diseño y ejemplos de la Normas Técnicas Complementarias para diseño de estructuras de concreto, DDF., Instituto de Ingeniería - Facultad de Ingeniería, México D. F. UNAM, 1991.
11. Geotecnia y cimientos III, Primera parte, José A. Jiménez Salas, L. del Cañizo Perate, V. Escario Ubarri, C. Faraco Muñoz, L. Fort López- Tello, J. L. de Justo Alpañés, M. Lloréns Alcón, C. Lorente de No, R. Marsal Monzón, R. Molina Fernández, F. Muzás Labad, C. Oteo Mazo, J. M. Rodríguez Ortiz, M. Romana Ruiz, A. A. Serrano González, A. Soriano Peña, A. Uriel Ortiz y S. Uriel Romero, Madrid España, Rueda, 1980.

Paginas Consultadas:

Grúas:

- <http://www.liebherr.com/cr/es/36013.asp>

Perforadoras:

- <http://www.imtspa.com/eng/af220.html>
- http://www.kellytractor.com/spa/search_equipment_desc.cfm?pid=AF200CFA&a=&b=7&c=126&d=&e=&f=&sort=price&up=1
- http://www.soilmec.com/_vti_g1_ProdSwf.aspx?HomeIDProduct=ID20060331144439&rpstry=4_
- <http://www.soilmec.com/bank/4/157.pdf> Pág. 6
- <http://www.apevibro.com/asp/specs.asp?type=drill&model=20>

Bombas de concreto:

- <http://www.reedpumps.com/bseriespumps.htm>

Almejas:

- http://www.soilmec.com/_vti_g1_p05.aspx

Hidro fresadora:

- <http://www.bauer.de/en/maschinenbau/produkte/schlitzwaende/schlitzwaende.htm>

Vibradores:

- <http://www.soilmec.com/bank/4/157.pdf> Pág. 19

Oscilador de ademes:

- <http://www.soilmec.com/bank/4/157.pdf> Pág. 18

Desarenador:

- <http://www.soilmec.com/bank/4/157.pdf> Pág. 20

Tubo tremie:

- http://www.superchute.com/w2/chute_tremie.html

Maquinas soldadoras:

- http://www.infra.com.mx/infrosoldadura/electrica/soldadoras/microalambre/mm_215.htm

Brocas y botes:

- <http://www.soilmec.com/bank/7/325.PDF> Págs. 2, 4, 5