

Nº 23
REV.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA.

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

CIMENTACION DE LOS EDIFICIOS DESTINADOS A INSTITUTOS DE CIENCIAS
ECONOMICO-ADMINISTRATIVAS Y CIENCIAS E INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD
IBEROAMERICANA STA. FE A BASE DE PILAS

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

presenta

MOISES CERDA ROMAN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F.

JUN. DE 1992



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 está 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.

CIMENTACION DE LOS EDIFICIOS DESTINADOS A INSTITUTOS DE CIENCIAS ECONOMICO-ADMINISTRATIVAS Y CIENCIAS E INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA STA. FE., A BASE DE PILAS.

INDICE

CAPITULO	PAGINA
I. INTRODUCCION	
1.1 Generalidades.....	5
1.2 Objetivo de las cimentaciones.....	5
1.3 Clasificación de las cimentaciones.....	6
1.4 Descripción de la Obra.....	10
II. MAQUINARIA Y EQUIPO USADO	
2.1 Selección de equipos.....	14
2.2 Equipo Básico.....	15
III. PERFORACIONES	
3.1 Desagüe.....	37
3.2 Lodos Estabilizadores.....	38
3.3.1 Densidad.....	40
3.3.2 Viscosidad Plástica.....	40
3.3.3 Viscosidad Marsh.....	41
3.3.4 Filtrado.....	41
3.3.5 Contenido de Arena.....	42
3.3.6 Añejamiento.....	43

3.3.7	Dosificación y Rendimiento.....	43
3.3.8	Circulación del lodo hasta la superficie.....	44
3.3.9	Preparación de lodos de Arcilla.....	45
3.3.10	Tipos de Lodos.....	46
3.3.11	Contaminación de Lodos.....	47
3.3.12	Contaminación de Física.....	48
3.3.13	Contaminación de Química.....	49
3.3.14	Eliminación de la Costra.....	51

IV. BROCALES

4.1	Construcción de brocales guía.....	53
-----	------------------------------------	----

V. ADEMES

5.1	Canisas o Adenes recuperables.....	58
5.2	Canisas no recuperables.....	60
5.3	Estructuras de Adene.....	61
5.4	Elementos de Contención.....	62

VI. COLACION DEL ACERO DE REFUERZO

6.1	Selección de áreas de trabajo.....	70
6.2	Suministro y almacenamiento del acero de refuerzo.....	72
6.3	Almacenamiento.....	73
6.4	Habilitado.....	73
6.5	Fijación del acero de refuerzo.....	75

VII. COLADO DEL CONCRETO

7.1	Colado del concreto.....	80
7.2	Datos de pedido del concreto.....	85

7.3	Pruebas para aceptación o rechazo del concreto en obra.....	87
7.4	Revenimiento.....	88
7.5	Tipos de revenimiento.....	92
7.6	Juntas de colado.....	93
7.7	Curado del concreto.....	97
7.7.1	Métodos de curado.....	98
7.8	Aditivos.....	99
7.9	Precauciones.....	102

VIII. CONCLUSIONES

8.1	Conclusiones.....	105
8.2	Bibliografía.....	107
8.3	Apéndice A.....	109
8.4	Apéndice B.....	122

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Cimentación: elemento de unión cuya concepción es función tanto de las características del terreno, como de las de construcción. El conjunto de los estudios geológicos, químicos, físicos y mecánicos proporcionan los datos necesarios para la determinación del comportamiento del terreno durante el curso del tiempo, será factible prever el tipo de cimentación que habrá de adaptarse así como en cada hipótesis la profundidad que será necesaria alcanzar.

1.2 OBJETIVO DE LAS CIMENTACIONES

Las cimentaciones constituyen el elemento a través del cual se transmiten los esfuerzos de la estructura al terreno. Se trata de un elemento de enlace o trabazón que ha de tenerse en cuenta tanto en las características de la construcción como en las del terreno.

Es indispensable prever, como va a comportarse la estructura en presencia de asentamientos diferenciales entre los puntos de apoyo sucesivos.

El edificio y su cimentación constituyen, un conjunto más o menos rígido, siendo preciso tomar en consideración las deformaciones del conjunto sobre un terreno dado. Partiendo del conocimiento del suelo, debe considerarse no sólo la concepción de la cimentación, sino además el conjunto formado por edificios, la estructura y la cimentación como un todo.

1.3 CLASIFICACION DE LAS CIMENTACIONES

Las cimentaciones se clasifican en razón de su profundidad, ya que presentan métodos de construcción muy distintos; sin embargo algunos precisan técnicas de proyecto o de ejecución muy particulares.

- A) Cimentaciones de superficie (de poca profundidad)
- B) Cimentaciones profundas
- C) Cimentaciones especiales

A) Cimentaciones de superficie.

Se llevan a cabo cuando existe en el terreno a poca profundidad una capa suficientemente resistente para soportar el edificio.

De acuerdo a la resistencia del terreno y la importancia del edificio se consideran tres clases de cimentaciones de superficie:

A.1 Cimentaciones corridas mediante zapatas.

Consiste en construir una losa o zapata de concreto que repartirá las cargas sobre superficie mayor.

A.2 Cimentaciones mediante losas o zapatas de repartición.

Son mucho más anchas respecto a la base del muro o pilar que deben soportar. Este caso es muy indicado cuando hay presencia de una capa resistente, pudiendo así disminuir los esfuerzos cortantes.

A.3 Cimentaciones mediante losas o placa general o continúa.

Permiten disponer de una superficie del edificio y en algunos casos puede ser superior a la misma.

B) Cimentaciones profundas.

Consiste en trasladar la carga hasta el terreno resistente a través de puntos de apoyo separados, o sea mediante pozos o pilotes.

Estos soportes de gran longitud casi siempre de concreto pueden construirse y ponerse en la obra mediante métodos muy variados. Los pozos pueden caracterizarse por sus dimensiones que serán tales que un hombre pueda descender por ellos. Sin embargo a pesar de esta distinción se tiende a confundirlos ya que los métodos para su ejecución son con frecuencia los mismos.

C) Cimentaciones especiales.

- C.1. En un terreno muy húmedo o inundable, la protección de los sótanos o de losa obliga a la construcción de cajones. La cimentación deberá ser del tipo de la losa general y su ejecución obliga al uso de métodos diferentes, necesitando precauciones especiales.
- C.2. En un terreno más consolidado o disgregado (en minas o canteras). Puede resultar que sea necesario dividir o fragmentar los edificios en pequeñas unidades muy rígidas.
- C.3. En un terreno, cuando los edificios están sometidos a continuas vibraciones, es necesario reducir la intensidad de estas vibraciones y lo más próximas posibles de su origen.

Es preciso construir por debajo de las máquinas, cimentaciones capaces de absorber estas vibraciones.

1.4 DESCRIPCION DE LA OBRA.

La obra se encuentra ubicada en la Av. Prolongación Reforma No. 880 en Santa Fe, México, D.F.

Se proyecta construir una ampliación de las instalaciones denominada "Instituto de Ciencias Económico-Administrativas y de Ciencias e Ingeniería" de la Universidad Iberoamericana.

El edificio en proyecto se localiza en la zona sur de acuerdo al a modificación de la vialidad Vasco de Quiroga y ocupa una área de 6561 m².

Las instalaciones de la Universidad, se encuentran dentro de los abanicos volcánicos, los cuales al verse sometidos a procesos erosivos han generado formas de relieve topográfico, principalmente lomeríos alargados separados por barrancas de gran desnivel, las cuales fueron labradas por los ríos que fluían de Poniente a Oriente; resultando la Formación Tarango formada por la siguiente serie de unidades :

- Horizontes de cenizas volcánicas, de gran compacidad y consistencia dura (horizontes tobaceos).
- Capas o lentes de arena pumfíticas de diversas granulometrías.
- Acumulaciones de materiales con diversas granulometrías, desde arenas hasta boleos, arrastrados por corrientes de agua.
- Depósitos fluviales, presentan cantos rodados de forma subangulosa empacados en una matriz arenosa que ocasionalmente muestra estratificación cruzada.
- Remanentes de depósitos glaciares, "Lahares" que se caracterizan por presentar clastos angulosos en un arreglo cáutico con una matriz formada por gravas, arenas y hasta arcillas.

Particularmente hablando de la zona donde se proyecta construir el edificio de Posgrado, se espera encontrar rellenos de mina de espesor variable

cubriendo a la unidad arenosa de color gris claro con gravas y boleos de roca andesítica de compacidad muy alta.

El edificio lo forman dos cuerpos, uno de forma cuadrada de 70 m. de lado, con un patio central circular de 50 m. de diámetro y un edificio rectangular de 15 x 80 m. Tendrán tres niveles.

La plataforma actual para alcanzar el nivel existente, se formó con materiales producto de excavación o corte de otras zonas del predio, colocándolo a volteo y recibiendo sólo un acomodo con bandeos de tractores y senicompactado con el peso propio de la maquinaria para poder funcionar como estacionamiento de automóviles, lo cual origina que su compacidad, resistencia o cimentación son muy heterogéneos.

Tomando en consideración que en una zona la capa resistente del suelo, identificada como la Formación Tarango de alta resistencia y baja deformidad, se localiza superficialmente, la solución de cimentación más apta resultarán ser zapatas; pero en otras zonas la Formación Tarango se encuentra a más de 6 m. por lo que la solución más conveniente serían pilas coladas "in-situ" a

10 m. de profundidad, con una retícula ortogonal de trabes en cimentación para rigidizarla y minimizar los posibles asentamientos diferenciales.

II. MAQUINARIA Y EQUIPO USADO.

2.1 SELECCION DE EQUIPOS.

La selección de equipos para las excavaciones es importante para la economía del trabajo. Las características de los suelos que influyen en la selección de equipos, son :

- Dureza del suelo.
- Rigidez o cohesión del suelo.
- Cantidad de agua presente en el suelo.
- Capacidad del suelo para soportar equipos pesados, sin cubrirse de baches y convertirse en un lodazal.

En los informes de investigación de suelos se pueden encontrar indicaciones sobre la dureza de los suelos que se encontrarán en el curso de las excavaciones. Los indicadores suelen ser los siguientes :

- La descripción del suelo.

- El conteo de golpes del muestreador.
- La naturaleza plástica del suelo.
- El valor de capacidad de carga de diseño del suelo.
- El ángulo recomendado de inclinación para las excavaciones.

2.2 EQUIPO BASICO.

En México se utilizan principalmente los siguientes equipos :

- 1.- Equipo de Hincado
- 2.- Equipo de Perforación
- 3.- Equipo de Alneja
- 4.- Equipos Especiales

Los equipos de hincado comúnmente constan de un martinete diesel, adaptados a grúas por medio de una guía o resbaladera; existen también grúas que sirven para levantar objetos pesados o los mismos pilotes precolados.

Las grúas que más comúnmente se utilizan son las del tipo hidráulico y son las siguientes :

MARCA	MODELO	CAPACIDAD (TON)	PESO
Link-Belt	LS-68	15.0	17.7
Link-Belt	LS-78	17.5	21.7
Link-Belt	LS-98	20.0	27.7
Link-Belt	LS-108 B	35.0	38.7
Link-Belt	LS-118	45.0	54.7

Se menciona esta marca, por que es la única que actualmente se fabrica en México.

Los martinetes más comúnmente utilizados en México son los de la marca Delmag y los diferentes tipos son :

MARTINETE DIESEL TIPO	UNIDAD	D-12	D-12-0	D-30-0	D-36-0
Masa de golpeo (pistón)	kg	1,200	2,200	3,000	3,600
Energía por golpe	kg-n	3,125	6,700 3,350	9,100 4,550	11,000 5,750
No. de golpes por minuto	min.	40-60	38-52	38-52	37-53
Presión máx. de explosión sobre pilote	kg	42,500	118,000	126,000	180,000
Adecuado para hincar pilotes hasta	kg	4,000		8,000	10,000
Consumo combustible diesel	Lt/Rr	6.6	6.0	6.5	11.50
Consumo lubricante	Lt/Rr	0.75	0.70	0.70	0.70
Peso total	kg	2,750	5,160	5,960	8,050
Longitud	ML	4.25	5.25	5.25	5.27

Para seleccionar el tipo de martinete en la hinca de pilotes, se recomienda usar la siguiente expresión.

Energía 0.3 a 0.5 kg.n por cada kg. de pilotes.

Una vez que se ha determinado el peso del pilote se escogerá el martinete más adecuado y sumando los pesos máximos se procederá a determinar la grúa óptima, así por ejemplo tenemos :

PESO DEL PILOTE (KG)	MARTINETE TIPO	PESO (KG)	CAPACIDAD DE LA GRUA	TIPO DE LA GRUA
4,000	D-12	2,750	15.0	LS-68
6,000	D-22	5,160	20.0	LS-98
8,000	D-30	5,960	35.0	LS-108
10,000	D-36	8,050	35.0-45.0	LS-108-118

FUNCIONAMIENTO DE LOS MARTINETES DIESEL "DELMAG" Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS (los más usuales en México).

- a) Tipos de martinetes Delmag
- b) Qué es un martinete Delmag
- c) Fenómeno de atomización por golpe
- d) Cómo funciona un martinete Delmag
- e) Operación, mantenimiento y cuidado de un martinete

a) Tipos de Martinetes Diesel Delmag.

Existen diferentes tamaños y capacidades de martinetes diesel Delmag, los cuales se mencionaron.

b) Qué es un Martinete Diesel Delmag.

Es un equipo para hincar, accionado por combustible diesel, que trabaja de acuerdo al principio de la atomización por golpe y funciona como un motor de dos tiempos.

Los martinetes diesel son por lo tanto simultáneamente: Martinete y Motor, trabaja generando su propia energía sin necesidad de fuerzas energéticas externas como son vapor, necesidad de fuerza hidráulica o electricidad, con sus cables y tuberías que complican el trabajo.

Los martinetes diesel son usados especialmente en el trabajo de cimentación para hincar tablaestacas, pilotes y tubos en el terreno.

Los martinetes se componen básicamente de un cilindro, un pistón, bomba y una pieza de golpeo.

El enfriamiento de los martinetes Delmag, es por aire, a diferencia de otros equipos que emplean agua.

c) Fenómeno de Atonización por Golpe.

Este principio consiste en un sistema de inyección de combustible diesel y su atonización es empleada en los martinetes diesel.

En contraste con la inyección a alta presión común a otras máquinas diesel, el combustible se inyecta en la cazoleta del bloque de impacto a baja presión al comienzo del ciclo de compresión. Al caer el pistón (nazo) comprime el aire en el cilindro (energía de impacto). El impacto a su vez atoniza el combustible que escapa a la cámara de combustión donde el aire, muy comprimido, provoca la combustión inmediata.

Dado que la energía de explosión alcanza su valor máximo inmediatamente después del impacto, se consigue una prolongación del movimiento del pilote que había comenzado en el momento del impacto.

La energía total del golpe está formada por lo tanto por la suma de:

Energía de compresión+Impacto*Explosión.

La suma de estas tres formas de energía permanece constante durante cada ciclo, mientras no se cambie la cantidad de combustible inyectado. Cada elemento de energía ejecuta un cierto cometido, teniendo cada uno su propia significación.

La energía de compresión precarga todo el sistema compuesto por el bloque de impacto, el cabezal y el pilote, de tal manera que prácticamente forman una sola unidad antes del golpe. Asegura que el subsiguiente impacto se distribuya sobre la mayor sección posible de la cabeza del pilote. Esto reduce la fuerza del golpe por unidad de superficie a un grado menor de lo que es posible con martinets que utilizan otro principio. La precarga

además, facilita una más eficaz transmisión de la energía al pilote, lo que es una ventaja adicional.

La energía de impacto de la masa que cae normalmente, proporciona la mayor parte de la fuerza de hinca. La combustión comienza en el momento del impacto y la energía de la explosión tiene el efecto de prolongar el de por sí relativamente corto impulso de impacto y, la explosión tiene la ventaja de dejar que la energía desarrolle su máximo efecto en el pilote cuando éste ya ha comenzado a moverse una vez vencido el rozamiento estático. Esto da como resultado un mayor rendimiento del que puede conseguirse con martinetes que no produzcan energía de explosión. Más aún, el efecto del empuje adicional de la explosión, es tal que reduce el peligro de ruptura en las cabezas de pilotes (pilotes de concreto). Esto es debido a que el efecto amortiguador de los gases en expansión, se opone a la repentina relajación del pilote después del golpeo.

Es interesante hacer notar que la energía del impacto y la explosión, se combinan en proporciones distintas para dar la energía total. En pilotes de rápida penetración, la mayor parte de la energía que actúa sobre el pilote

sale de la explosión. A medida que la hinca se hace progresivamente más dura, comienza a dominar la energía de impacto como factor predominante y se reduce proporcionalmente la energía de la explosión.

d) Como funciona un Martinete Diesel.

Inyección del combustible diesel y compresión. Para hacer arrancar el martinete, se levanta la masa de golpeo (pistón) por medio de un dispositivo disparador. Al alcanzar una altura determinada, la masa es soltada automáticamente.

El pistón al descender, acciona la palanca de la bomba de combustible inyectando una cantidad determinada del mismo, a una presión de 1.5 atm. en la cazoleta de la pieza de golpeo. Apenas el pistón cubre las lumbreras de escape, comienza entonces a comprimir el aire en el cilindro. El aumento de presión en la cámara de combustión eleva la temperatura.

d.1) Pulverización, golpe y explosión. (Fig. II.1.b)

El pistón con su extremo esférico, golpea sobre el diesel contenido en la cazoleta y sobre la masa de golpeo la que es empujada hacia abajo y el pilote es hincado en el terreno.

El combustible es proyectado finalmente pulverizado a la cámara de combustión y como el aire está altamente comprimido, inflama el combustible pulverizado, resultando la explosión correspondiente.

La energía desarrollada por la explosión resultante se divide en dos partes; una parte, empuja a la masa de golpeo conjuntamente con el pilote hacia abajo, dando como consecuencia una hincada de pilote más profunda en el terreno y la otra parte, envía el pistón hacia la zona superior del cilindro.

d.2) Escape. (Fig. II.1.c)

Cuando el pistón asciende, deja libre los orificios de escape o lumbreras por las cuales se liberan los gases de la combustión saliendo al exterior y entonces, la presión en el interior del cilindro se equilibra.

d.3) Barrido. (Fig. II.1.d)

El pistón sigue ascendiendo y por los orificios o lunbreras entra aire fresco efectuando el barrido del cilindro; liberando la palanca de la bomba de combustible volviendo a su posición inicial; permitiendo que el vástago y el émbolo de la bomba se deslicen hacia arriba, dando lugar a la entrada de combustible a la bomba, nuevamente para que se repita el ciclo de los cuatro pasos anteriormente indicados, es necesario que el pilote encuentre cierta resistencia a la penetración.

e) Operación, Mantenimiento y Cuidado de un Martinete.

- e.1 Descripción de las partes exteriores de un martinete.
- e.2 Funcionamiento del dispositivo de desenganche (disparador).
- e.3 Operación de levante del martinete.
- e.4 Operación de levante del pistón.
- e.5 Puesta en marcha del martinete.

e.1) Descripción de las partes exteriores de un martinete. (Fig. II.2)

1. Parte superior del cilindro.
2. Dispositivo de desenganche (Disparador).
3. Topes de levante del martinete (en ambos lados izquierda y derecha).
4. Tope inferior.
5. Conductos de combustible (alimentación y retroceso).
6. Orificios de escape (lunbreras).
7. Protección de la bomba.
8. Cuerpo de explosión del martinete.
9. Rieles para guías del tipo V.
10. Agujeros de levante del martinete.
11. Segmento circular.
12. Parte inferior del cilindro.
13. Palanca de acción para pernos de levante de martinete.
14. Pernos de levante.
15. Leva de levante de pistón.
16. Palanca de desenganche automático de leva.
17. Mordazas de disparador.

18. Tope de acción de palanca de desenganche de leva.

e.2 Funcionamiento del dispositivo de desenganche (disparador). (Fig. II.3)

La posición normal de la palanca (13) es apuntada hacia arriba, esta posición se logra ya que existe una muelle que acciona la palanca manteniéndola en esa posición. En esta forma los pernos (14) se encuentran hacia afuera.

La palanca (16) apunta hacia abajo y la leva (15) se encuentra metida (posición hacia adentro).

Accionando la palanca (13) hacia abajo, los dos pernos (14) se introducen hacia adentro quedando el martinete libre.

Al asentar el disparador en el tope inferior (4), la palanca (16) se levanta accionando hacia afuera la leva (15) y se engancha en el pistón.

En esta posición estamos listos para iniciar el funcionamiento del martinete.

e.3 Operación de levante del martinete.

El levante del martinete con ayuda del disparador que está colocado en unas guías o resbaladeras, se efectúa de la siguiente manera:

En primer lugar, se desliza el disparador hacia abajo con ayuda del cable con el cual está soportado. Poco antes de que se llegue a los topes (3), se deberá accionar la palanca (13) hacia abajo para evitar que los pernos de levante (14) choquen con los topes (3).

Este procedimiento permite al disparador deslizarse libremente delante de los topes (3) (ver figura posición A).

Una vez que el disparador ha pasado los topes (3), se suelta la palanca (13), lo que hace que los pernos (14) salgan y ocupen la posición por debajo de los topes (3). Ahora, tirando por el cable que está sujeto al disparador, este deberá levantar el disparador y el martinete conjuntamente, desplazándose libremente. (Ver figura II.3 posición B).

e.4 Operación de levantar el pistón con ayuda del disparador.

Para levantar el pistón o para arrancar el martinete, se deberán seguir los pasos que a continuación se explican :

Como primer paso se deberá deslizar el disparador hacia abajo hasta el tope inferior (4), siguiendo el procedimiento descrito de levante de martinete.

Al llegar el disparador hasta abajo, la palanca (16), es accionada por el tope (4) e inmediatamente se acciona la leva (15), (ver posición C) insertándose a la muesca circular del pistón.

En este segundo paso, ya podemos iniciar a levantar el pistón, tomando las siguientes precauciones: se deberá accionar la palanca (13) hacia abajo (posición A) para que los pernos (14) puedan pasar libremente por los topes (3).

No olvidar por ningún motivo accionar la palanca (13), de lo contrario el martinete se levantará con todo y sufridera y se corre el peligro que el pilote a hincar se pueda caer.

El tercer paso, es continuar levantando el pistón tomando en consideración que si no va a trabajar, se deberá detener antes que la palanca (16) choque con el tope (18) (ver posición D).

si se desea accionar el martinete, se continuará subiendo el disparador y se accionará la palanca (15) dejando libre el pistón, el cual caerá por peso propio, iniciándose en ese momento el trabajo del martinete.

e.5 Puesta en marcha del martinete.

Para la iniciación de los trabajos de accionar un martinete diesel Delmag, es necesario seguir este mecanismo :

1. El martinete deberá ser descargado del transporte de los puntos indicados en el levante.

2. Se colocará el disparador en las guías correspondientes, introduciéndolo por la parte inferior de la resbaladera y levantándolo aproximadamente 5 metros a lo largo de la guía.
3. Se quitará el martinete de la armazón de transporte, colocándolo al pie de la resbaladera y apoyándose el martinete sobre apoyos de madera o similar. Nunca apoyarlo en la tierra o suelo.
4. Enganchar el cable en los ganchos de la parte superior del cilindro.
5. Levantar el martinete aproximadamente unos 50 cm. sobre el suelo. Atornillar las mordazas de la guía, primero de un sólo lado apretando perfectamente las tuercas y chequeando que se tenga el ajuste y holguras especificadas.
- 6.a) Subir el martinete hasta que la mordaza esté por encima de la base de la resbaladera.
- b) Colocar sobre un tubo de la resbaladera el seguro tipo "U" y fijarlo.

- c) Bajar lentamente el martinete hasta apoyarlo en el seguro y soltar el cable de los ganchos superiores del cilindro.
7. Retirar el tapón superior y el riel de protección del pistón. Desatornillar el tornillo de seguridad de transporte para el pistón en la parte superior del cilindro.
8. Cargar de combustible diesel el tanque del martinete.
9. Bajar el disparador hasta la posición de levante del martinete.
10. Levantar el pistón hasta que quede al ras con la parte superior del cilindro, cuidando no levantar demasiado el pistón, lo que traería como consecuencia que se arrancara el seguro "U" y cayera el martinete.
11. Extraer el tapón del aceite, mediante una herramienta especial llamada extractor de tapón de aceite, procediendo de la siguiente manera :

Atornillar completamente el extractor (B) al tapón de aceite (A).
Ahora mediante fuertes golpes hacia arriba con la canisa (C) sobre el anillo (E), se suelta (A) y se extrae (Fig. II.4).

12. Una vez extraído el tapón de aceite, se cargará el depósito de aceite de acuerdo a la capacidad del tanque para cada martinete.
13. Colocar nuevamente el tapón de aceite al pistón, esto deberá hacerse con el extractor de la siguiente manera :

Estando atornillado el extractor al tapón (A), colocarlo en la apertura de carga y mediante fuertes golpes con la canisa (C) sobre la base (D), se introducirá el tapón (A) hasta que quede bien fijo en su posición original.

14. Lubricar el bloque de impacto por las graseras indicadas. Se deberá inyectar la grasa aproximadamente cada dos pilotes hincados o por lo menos, después de una hora de trabajo. No lubricar nunca cuando la masa golpeadora este abajo.

15. Quitar los tapones de escape de los orificios o lunbreras. Abrir la llave del combustible diesel.

16. Girar la palanca de regulación de la bomba de combustible completamente hacia la derecha; en esta posición es la máxima inyección de combustible. Colocar la cuerda a la palanca de la bomba y accionando ésta, observar por un orificio especial el interior del cilindro, si la bomba envía combustible diesel a la cazoleta. Colocar los cables de regulación de la bomba. (Esta operación deberá efectuarse con el pistón levantado).

17. Retirar el tapón de limpieza y observación y limpiar perfectamente el interior del martinete con una estopa o trapo limpio que se ata al extremo de un alambre eliminando toda suciedad, aceite o agua. Además, hay que limpiar el extremo esférico del pistón. Se bajará el pistón hasta que el extremo esférico quede visible a través del orificio de observación.

18. Se colocará el tapón de limpieza. Atención, no se deberá usar aceite o grasa porque se atascaría con la combustión. Para lubricar la rosca utilice únicamente polvo de grafito.
19. Colocar la sufridera en la parte inferior de la resbaladera y engancharla a las orejas especiales de la parte inferior del cilindro, de tal forma que martinete y sufridera se deslicen como una unidad.
20. Quitar los seguros de transporte de la masa de golpeo. Es importante retirarlos antes de iniciar la operación de hincado.
21. Levantar el martinete hasta una altura tal que el pilote a hincar quede libremente. Acercar el pilote hasta la resbaladera.
22. Quitar el seguro tipo "U".
23. Levantar el pilote hasta la posición vertical.

24. Asentar el martinete y colocar un material de amortiguamiento entre pilote y sufridera, que comúnmente es madera.

25. Ahora se puede iniciar el hincado del pilote. Se levanta el pistón por medio del disparador cuando la leva toca el tope correspondiente en la parte superior del cilindro, se desengancha el pistón y este empieza a golpear. Se levantará el disparador unos 80 cm. por encima del extremo superior del martinete, para evitar que el pistón no lo pueda tocar nunca.

III. PERFORACIONES.

Perforación es el proceso inicial en la construcción de pilas y consiste en la formación de un agujero en el subsuelo, en que posteriormente se colocarán materiales que finalmente forarán la pila.

Las secciones transversales de las pilas son generalmente circulares, aunque algunas veces sobre todo cuando se trata de estructuras de gran peso o de condiciones especiales de carga, pueden ser rectangulares, oblongas, etc.

Aunque las secciones transversales de las pilas generalmente son continuas, es común hacer ampliaciones en la base conocidas como CAMPANAS, que al aumentar el área de apoyo permiten incrementar la capacidad de la carga, obteniéndose un uso racional de los materiales. (Fig. III.1).

La aplicación de campanas se hace cuando las pilas se realizan en "seco", de manera que sea posible la verificación del correcto estado de éstas. Las campanas hechas bajo agua o lodos bentoníticos implican el riesgo de que el corte de estas o la remoción del material ya cortado se haya realizado

inadecuadamente, dando por resultado una incertidumbre en las condiciones finales de dichas campanas.

Muchas excavaciones se inician con un corte vertical y algunos suelos se mantienen erectos hasta profundidades considerables, pero la mayoría se desploman cayendo grandes bloques de material al fondo de la excavación.

En general, en los suelos arenosos, la arena tenderá a deslizarse y desplomarse durante el proceso de la excavación.

Las heladas y las fuertes lluvias pueden ablandar el suelo del fondo de las excavaciones. La protección contra las lluvias debe incluir diques o pequeñas barreras en torno al perímetro de la excavación; a los suelos arenosos no les afecta mucho, pero los limosos o arcillosos se pueden dilatar cuando se congelan y convertirse en lodazales cuando se deshuelan.

3.1 DESAGUE.

Cuando una excavación llega al nivel freático del terreno, puede no ser

evidente de inmediato que se ha llegado a él. El método más común para desaguar una excavación consiste en construir uno o varios cárcamos al fondo de la excavación. Con frecuencia, los cárcamos se sitúan fuera de los límites del edificio.

Tal vez sea necesario excavar fosas (zanjas perimetrales) en torno al perímetro de la excavación, para conducir el agua hasta los cárcamos. Cuando el agua llega a los cárcamos, se elimina por medio de bombas, que deben estar diseñadas con ese fin.

3.2 LODOS ESTABILIZADORES.

Se conoce como lodos estabilizadores o lodos de perforación, a todos aquellos fluidos viscosos formados naturalmente o preparados ex-profeso, para estabilizar o ademar las paredes de una perforación, zanca o excavación.

Con el auge de las perforaciones de pozos petroleros, se encontró que algunas arcillas (monmorilonita sódica) al ser mezcladas mecánicamente durante la perforación con las aguas freáticas, formaban fluidos de alta viscosidad y

densidad, que detenían las paredes del subsuelo por su alto empuje y por una capa de arcilla que se adhería a las mismas (enjarre).

Este casual descubrimiento, condujo a investigar las propiedades de los lodos formados con otro tipo de arcillas y a encontrar proporciones idóneas para formar lodos más efectivos y económicos, los que además pudieran ser reutilizados más veces.

En nuestro medio, las arcillas más empleadas en la formación de lodos estabilizadores son las bentonitas sódicas y cálcicas. En la actualidad, se ha avanzado mucho en la investigación y utilización de fluidos estabilizadores del subsuelo bajo el manto freático; llegándose a mezclas de aceites con polímeros, de bentonita con cemento (lodos fraguantes) o arcillas atapulgitas (en aguas de alta concentración salina).

Las propiedades físico-químicas primordiales de un lodo bentonítico son: densidad o peso específico, viscosidad plástica, viscosidad Marsh, filtrado, contenido de arena, concentración o potencial de hidrógeno (PH), añejamiento, dosificación y rendimiento.

3.3.1 DENSIDAD.

Denominada también como peso específico, es la cantidad de materia por volumen. Se evalúa en el laboratorio por medio de una balanza de lodos formada por un receptáculo para el lodo, en un brazo y una escala con contrapeso deslizante, en el otro. Se expresa con unidades de peso sobre volumen (gr/dm^3 , kg/dm^3 ó Ton/dm^3). Los lodos utilizados en condiciones normales tienen una densidad comprendida entre 1.15 y 1.40. En algunos casos para aumentar la densidad, se necesita añadir minerales inertes pesados como la barita.

3.3.2 VISCOSIDAD PLASTICA.

Esta propiedad es determinada mediante viscosímetros rotacionales, con los que se mide la resistencia al esfuerzo cortante a diferentes r.p.n., además en estos aparatos se determina la viscosidad aparente, la resistencia del gel, la tiroxopia y especialmente, el punto de cedencia el cual es la ordenada al origen de la curva de flujo y correspondiente al valor mínimo del esfuerzo cortante para el cual empieza a fluir el lodo. La viscosidad

plástica debe ser pequeña para permitir la separación de las arenas que el lodo acarrea al salir de la perforación o zanja; al aumentar se reduce la penetración. Es conveniente mantener la viscosidad plástica en un rango comprendido entre 10 y 30 centipoises.

3.3.3 VISCOSIDAD MARSH.

Se define como el tiempo necesario para que escurran 946 cm³ de lodo, a través del orificio calibrado de un cono Marsh. Este ensaye debe realizarse en obra, para determinar si un lodo puede reutilizarse o es necesario emplear nuevo lodo. Debe tratarse que se tengan valores bajos, entre 35 y 90 segundos.

3.3.4 FILTRADO.

Este ensaye permite determinar la capacidad de un lodo para formar "enjarre", que es una membrana impermeable de arcilla adherida al subsuelo, que hace posible que se puedan transmitir las presiones hidrostáticas de la columna del lodo y evitar al mismo tiempo, la generación de derrumbes locales. Para

efectuar esta prueba es necesario un filtro prensa, en el cual se calcula el agua libre (cm³) y el espesor del enjarre (mm). Cierta porción del agua de un lodo permanece libre entre los granos sólidos por lo tanto, en una relación agua-bentonita constante de un lodo, al aumentar el agua libre, aumenta el espesor del enjarre, pero disminuye al mismo tiempo su resistencia y es menos efectivo para estabilizar las paredes de la excavación. Por consiguiente, es necesario que el espesor del enjarre sea inferior a 5 mm.

3.3.5 CONTENIDO DE ARENA.

Como su nombre lo indica es la proporción de arena contenida en un lodo. Al incrementarse la cantidad de arena, además de dañarse los equipos, se reduce la efectividad de un lodo, ya que para una relación constante de agua-bentonita, al aumentar el contenido de arena el volumen de agua libre y en consecuencia, se incrementa el espesor del enjarre. Por lo tanto, debe mantenerse inferior al 3% en volumen. Para evaluar el contenido de arena de un lodo, se hace pasar cierta cantidad de éste por la malla 200 y la arena retenida se expresa como un porcentaje del volumen.

3.3.6 AÑEJAMIENTO.

Es el tiempo transcurrido entre la preparación y utilización de un lodo. Se ha comprobado que en un añejamiento mínimo de 24 hrs. la viscosidad plástica y el punto de cedencia aumenta, mientras que el agua libre disminuye, sin variar el espesor de enjarre. Sin embargo, cada tipo de bentonita responde diferente, por lo que el reposo puede variar entre 8 y 24 hr. y en algunos casos es necesario que la bentonita se termine de hidratar dentro de la perforación, cuando se trata de obturar flujos o fugas.

3.3.7 DOSIFICACION Y RENDIMIENTO.

La dosificación depende del tipo de bentonita empleado, del agua freática y de las características que se desee tenga un lodo. Por lo tanto, es necesario hacer ensayos previos con diferentes proporciones y determinarse así las propiedades de cada concentración. Es usual que en un agua con baja concentración de sales, el porcentaje en peso de bentonita en relación al agua sea del 5 al 10%. Es usual definir como rendimiento, a la cantidad de m³ de lodo, con viscosidad media de 15 centipoises, que pueden prepararse

con 1 Ton., de bentonita seca. Este rendimiento se determina experimentalmente, haciendo y determinando su viscosidad plástica. Mediante una gráfica de relación bentonita-agua vs. densidad, se puede interpretar y determinar el rendimiento.

3.3.8 CIRCULACION DEL LODO HASTA LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

El lodo se almacena en unos depósitos especiales que en general no son más que una simple excavación estibada. Esta puede tener, en el caso de sondeos muy profundos, una superficie de 50 m² y una profundidad de 1.50 m.

Cuando se emplean equipos móviles, o en el caso de perforaciones en el agua, los depósitos de lodo están constituidos por tanques de palastró.

Una bomba potente aspira el lodo de estos tanques y lo envía al pozo. En general esta bomba es de dos cilindros y de doble efecto.

A la salida del sondeo, un largo canal (20 m. por ejemplo) recoge el lodo y

lo conduce a los tanques de almacenaje, de donde se tomará de nuevo, permitiendo que se sedimente el ripio de la perforación. Los fragmentos más gruesos se eliminan con una criba vibrante colocada al principio del canal; las bombas deben ser lo más potentes posible.

3.3.9 PREPARACION DE LODOS DE ARCILLA.

La arcilla se extrae, se muele, se desnenuza, se criba y después se mezcla con agua en un tanque provisto de un agitador mecánico, con la ayuda de chorros de vapor que proporcionan al lodo una mejor calidad o bien después de una hidratación preliminar conseguida con la circulación bajo la presión de las bombas del sondeo. Se hidrata durante varios días y después se diluye a voluntad.

Cuando se modifica la composición del lodo durante la perforación hay que operar progresivamente para no formar "tapones" de composiciones diferentes.

3.3.10 TIPOS DE LODOS.

Para evitar la contaminación del lodo conviene tratarlos durante la perforación. Pero es más conveniente partir de un lodo especial que transformar un lodo que está ya más o menos contaminado.

Se obtienen de este modo diversos tipos de lodos.

3.3.10.1 LODOS A BASE DE AGUA Y DE ARCILLA.

A) Lodos de agua dulce :

- Lodo ordinario no tratado.
- Lodo con fosfatos.
- Lodo "rojo" con quebrachos y sosa cáustica.
- Lodos de cloruro cálcico.

B) Lodos de agua salada :

- Lodos de cloruro de sódico.
- Lodos de cloruro cálcico.

C) Lodos de silicato sódico :

3.3.10.2 LODOS CON BASE DE ACEITE.

A) Lodos de aceite emulsionado.

B) Lodos de aceite.

En realidad cualquier lodo base de agua puede transformarse fácilmente en un lodo emulsionado. Igualmente la adición de almidón, de gomas naturales transforma lodos en otros.

3.3.11 CONTAMINACION DE LODOS.

Durante la ejecución de una perforación, los lodos pueden perder sus propiedades, ya sea por incorporación de cuerpos cuya aparición se debe a la

profundización de la perforación, o bien por un cambio de las condiciones físicas en las que se encuentran.

Los cuerpos extraños pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, los cambios en las condiciones físicas pueden provenir del aumento de la temperatura con la profundidad (grado geotérmico). Este aumento incrementa en general, la viscosidad del lodo.

Las contaminaciones por sólidos o líquidos se produce por las aguas cargadas de productos químicos; los sólidos provienen de los terrenos triturados por la acción de la herramienta de perforación. Se presentan bajo forma de granos de distintos grosores, de naturaleza inerte o no, (se le nombra contaminación física).

3.3.12 CONTAMINACION FISICA.

Durante la perforación los lodos se cargan de partículas cuyas dimensiones pueden ser mucho mayores que las del lodo. De este modo se obtiene una suspensión que se puede calificar como heterogénea.

Las arenas (diámetro teóricamente superior a 0.0074 mm, taniz 200) se sedimentan con facilidad y no tienen prácticamente ninguna acción sobre la coagulación de la suspensión. En cambio, su presencia provoca el desgaste de las bombas, tubos y trépanos, el aumento del agua libre y costras que permiten mucha filtración.

Los sedimentos menores de 0.0074 mm a 0.001 mm. si no se compensa su presencia por una nueva suspensión de arcilla coloidal, el lodo tiene una cantidad de agua libre elevada, con el riesgo, además, de coagularse al primer incidente en el trabajo que se realiza, provocando una parada de la circulación del lodo. Esta coagulación se hace de una forma "linosa", formándose grumos de materias casi secas a causa de la pérdida de agua libre en la formación. En este caso es posible que la herramienta de perforación quede atascada en el sondeo.

3.3.13 CONTAMINACION QUIMICA.

La contaminación química por sólidos es la más peligrosa para los lodos de perforación.

La perforación de ciertas formaciones yesíferas por ejemplo incorpora al lodo de un modo continuo partículas nocivas, tanto más activas cuanto más finas sean.

En el caso de formaciones muy potentes, el costo de este tratamiento puede llegar a ser tan elevado que será preferible cambiar la naturaleza del lodo y hacerlo insensible a la contaminación por lodos de productos químicos que se puedan encontrar en el sondeo.

El lodo de agua y arcilla puede reemplazarse por: aceite, almidón, goma natural (un tipo de goma arábiga) o de silicato sódico. Sin embargo, las sustituciones de este tipo no se practican en las obras públicas.

La contaminación química de los lodos agua-arcilla no proviene de una reacción química propiamente dicha. La contaminación del lodo se produce sobre todo, cuando se pone en contacto con los iones calcio y sodio.

El sodio se presenta en estado natural como cloruro sódico o disuelto. Raramente se encuentra en las obras públicas. Por el contrario, el calcio es

mucho más frecuente, porque se encuentra en el terreno bajo la forma de yeso o de anhídrita o bien por su introducción en la perforación en el momento de la cimentación.

3.3.14 ELIMINACION DE LA COSTRA.

Los pozos modernos se ponen en producción perforando con unos tiros la columna de entubado cementada a lo largo de toda su longitud; las testificaciones eléctricas o de otro tipo permiten localizar con precisión los horizontes productivos; en la actualidad, se desciende en la perforación un tubo ranurado para mantener el pozo abierto en los lugares interesantes. Entonces es preciso eliminar la costra.

Si la precisión del fluido contenido en la formación es mayor en 2 a 10 kg/cm² que la que existe en la perforación, la costra se desprende sola; en algunos casos es necesario alisadores, anillos perforantes, escobas especiales, agitadores, etc. o emplear algún método como los siguientes :

- Se reabsorbe la costra por vía química por medio de un "ácido de

lodo^a compuesto de una mezcla de clorhídrico y fluorhídrico.

- Empleando un lodo con alto contenido de calcio. La costra se elimina mediante un lavado con ácido clorhídrico al 15% (15 g. de gas clorhídrico para cada 100 g. de solución).
- Se destruye la costra con unos rascadores con pinchos después de haber sustituido el lodo de almidón. Bien por destrucción por bacterias que se pueden desarrollar en el almidón, o bien por hidrólisis con un ácido o con un producto conveniente.
- Se aprovecha que las partículas de arcilla que forman la costra están cargadas de electricidad negativa para desplazarlas mediante un campo eléctrico.

Consiste en unir a tierra el polo negativo de un generador de corriente continua y descender el ánodo frente al horizonte que se quiere limpiar.

IV. BROCALES.

4.1 CONSTRUCCION DE BROCALES GUIA.

Estos brocales cubren varias funciones importantes durante el proceso, ya que nos permite :

- Trabajar sobre el trazo deseado, no teniendo la necesidad de reconstruirlo, así como también fijar las cotas de nivel.
- Marcar la localización de cada tablero, con objeto de llevar una excavación alternada, de acuerdo a un programa de trabajo, previamente establecido.
- Disponer de una superficie de trabajo firme y segura, tanto para suspender las armaduras de los tableros y evitar con ello que éstas sufran desplomes o flexión, al apoyarse en el fondo de la excavación; como para, la colocación de las juntas de construcción en una forma adecuada.

- También permite apoyar elementos de sujeción del tubo trenie, en el momento de depositar el concreto.

En la fig. IV.1 se muestra esquemáticamente la sección típica. Su construcción básicamente consiste en :

a.- Excavación.

Excavar la zanja para dejar este brocal hasta una profundidad que varía de 1.00 a 1.50 m. dependiendo del tipo de material que se encuentre en la costra superficial del terreno.

b.- Armado de Brocal.

Este se hace en dos lechos con acero de refuerzo, que puede oscilar del No. 3 al No. 4 cada 30 ó 35 cm. en los dos sentidos.

c.- Cimbra del Brocal.

Esta será de madera con el sistema convencional, para cuidar que la sección guarde verticalidad y permanezca constante.

Asimismo, es importante que se le de la holgura suficiente, para permitir que la almeja pase libremente sin atorarse (5 cm. de cada lado).

Al momento de retirar la cimbra deben troquelarse las paredes de la sección y aplicarse en seguida un curado, durante el fraguado inicial.

d.- Colado.

Es aconsejable usar concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ para lograr un buen trabajo de conjunto.

Estos brocales deben soportar empujes o desplazamiento, derivados de la presión del terreno al transitar la maquinaria. También estarán expuestos al golpeo de: las juntas al ser colocadas y troqueladas, tubo trenie, arnaduras y almeja de ataque.

4.2 LOS BROCALES PARA PILAS COLADAS "IN-SITU" CUMPLEN LAS MISMAS
FUNCIONES Y PUEDEN SER DE :

4.2.1 BROCAL DE TABIQUE.

Los brocales de tabique tienen una altura variable para este caso en particular se recomiendan de 150 cm., pero tienen la desventaja que es muy tardada su elaboración resultando un mayor costo en la perforación a causa del tiempo, si posteriormente se construyen dados sobre las pilas el brocal se tendrá que demoler. (Fig. IV.2).

4.2.2 BROCAL DE ACERO.

Es muy cómodo trabajar con brocales de acero, debido a que se pueden manejar con facilidad y tener un gran número de usos.

Estos brocales se tienen de diferentes diámetros, según lo requiera la obra; en este caso particular se tienen brocales de 150, 100 y 80 cm., de diámetro, con una longitud de 105 cm., para facilitar las excavaciones de las pilas de diámetros de 120, 80 y 60 cm. (Fig. IV.3).

V. ADEMES.

Cuando las perforaciones no se pueden estabilizar con lodos, se recurre al uso de camisas metálicas las cuales pueden ser recuperables o perdidas.

5.1 CAMISAS O ADEMES RECUPERABLES.

Las camisas metálicas recuperables se utilizan generalmente en suelos arenosos cuyo nivel freático está muy abatido y que por lo tanto el lodo bentonítico se fuga hasta equilibrarse con ese nivel.

Otra aplicación de estas camisas se tiene, cuando las perforaciones contienen agua salada en donde la bentonita se floclula si no se mezcla con algún aditivo, cuyo costo y control, resulta ser antieconómico.

Cuando las perforaciones son mayores de 2 metros de diámetro en terrenos friccionantes en estado suelto, el material ya empieza a dejar de trabajar en arco; en estos casos para obtener perforaciones confiables, se hace necesario el uso de camisas metálicas recuperables.

El espesor de la canisa recuperable debe ser tanto de milímetros como de centímetros, por ejemplo una canisa de 80 cm. de diámetro tendrá un espesor de 8 mm, una de 150 cm. de diámetro tendrá un espesor de 15 mm; se recomienda que el mínimo de espesor sea de 3 mm, ya que de menor espesor tendría problemas al ser hincada y extraída.

Por lo general, las canisas recuperables son hincadas y extraídas con equipo especial y el principio técnico, está descrito en la memoria de la Reunión Conjunta de Consultores de septiembre de 1980, que llevó a cabo la Sociedad Mexicana de Suelos.

El uso de la canisa recuperable, tiene su limitante, ya que se debe evitar la subpresión en el fondo de la perforación que se origina al abatir el nivel del agua dentro de la canisa metálica durante el proceso de extracción del material. (Fig. V.a).

Para reducir este fenómeno, es necesario que la canisa se empote de 3 a 4 diámetros abajo del nivel de agua del desplante de colado, al mismo tiempo

que se restituya el nivel del agua dentro de la canisa de tal manera que la $H=0$.

La operación anterior resulta ser la mayoría de las veces un poco problemática y tardada, pues en la práctica no se puede restituir el peso del volumen del material extraído por su equivalente en agua en forma simultánea; para evitarlo, es necesario que el nivel dentro de la canisa esté por lo menos un metro arriba del nivel freático con lo que se tienen grandes consumos de agua.

La mejor forma de utilizar la canisa metálica es empotrándola en algún estrato impermeable o bien combinando la perforación con el sistema de lodos.

5.2 CANISAS NO RECUPERABLES.

Las canisas metálicas no recuperables, generalmente se usan para evitar estrangulamientos en los colados in-situ, debido a que al depositar el concreto en la perforación, la pared de estas hace la función de cimbra; por lo tanto, debe soportar el empuje del concreto.

Quando el subsuelo acusa la presencia de turba o un alto contenido de agua (más del 300%), es conveniente colocar una canisa perdida, por la razón anterior.

Generalmente la canisa metálica no recuperable, es de lámina del No. 12 ó 18; esta se coloca a diferencia de la anterior, es decir que no se hinca; también tiene la particularidad de que puede ser continua o no. (Fig. V.b).

5.3 ESTRUCTURAS DE ADEHE.

En la Ciudad de México, ha cobrado cada día mayor importancia el cuidadoso estudio de la construcción de edificios altos. En especial, como consecuencia de las observaciones efectuadas a raíz del macrosismo de Septiembre de 1985, en las cuales se llegó a la conclusión entre otras; de darle mayor y mejor empotramiento a las estructuras.

Estas estructuras requieren una excavación más profunda para alojar la cimentación propiamente dicha, así como los sótanos que necesariamente serán usados como área de estacionamiento.

La necesidad de hacer, "Excavaciones Profundas" en terrenos reducidos, colindando con otras estructuras; obligan a usar y diseñar sistemas de contención cada vez más rígidos y que en algunos casos, deberán usarse como parte de la estructura misma. La presencia de presión hidrostática, dificulta aún el proceso constructivo, teniendo la necesidad en muchos de los casos, de estudiar la excavación por etapas para contrarrestar el efecto de la falla de fondo.

Por lo anterior, es necesario la identificación cuidadosa y precisa de las consideraciones técnicas que intervienen para llegar a la selección del elemento de contención más confiable, tanto en la excavación, como después en la construcción de la cimentación.

5.4 ELEMENTOS DE CONTENCIÓN.

Las estructuras más comúnmente empleadas en los trabajos de excavación profunda en la Ciudad de México son :

A.- Muros adobe colados "in-situ".

- B.- Atagúa de concreto precolado.
- C.- Tablaestacado de madera.
- D.- Atagúa mixta de madera y neta.

5.4.A MUROS ADEME COLADOS "IN-SITU".

El muro ademe colado "in-situ" también mal conocido como Muro Milán, es un elemento estructural de concreto armado.

Estos elementos de contención, son alojados en el trazo colindante del terreno de que se trate, dentro de una zanja previamente excavada con equipos hidráulicos guiados y generalmente adenada con "lodos bentoníticos".

La fabricación se hace a base de tableros (nachihenbrados), que se construyen en forma alternada.

5.4.B ATAGUIA DE CONCRETO PRECOLADO.

Como otro auxiliar de la cimentación profunda, tenemos la atagúa de concreto

precolado; tiene la finalidad de facilitar la excavación de los cajones de cimentación en terrenos poco estables, conformados básicamente de arcillas y linos blandos.

La ataguía de concreto, se utiliza de preferencia en excavaciones cuya profundidad sobrepasa los 6.00 m. pues, al tratarse de elementos de mayor rigidez, disminuye la densidad de troquelamiento, abatiendo el costo a la vez que facilita la excavación.

Por otra parte, se puede utilizar con un pequeño recubrimiento como muro de contención permanente sin que éste trabaje en conjunto, como parte de la estructura; a diferencia, del "Muro Milán" que si puede ser diseñado para este fin.

Las secciones más usuales son de 25 x 70 cm. ó 30 x 70 cm. (Fig. V.c). Esto obedece al máximo aprovechamiento del equipo de hincado. La experiencia condujo a determinar como óptima esta sección, ya que secciones mayores de 70 cm., de ancho se pueden dañar seriamente, tanto en las maniobras como en el hincado mismo. Secciones menores de 70 cm., son antieconómicas por el

desaprovechamiento del equipo y maniobras al cubrir menos área. (Fig. V.d).

5.4.C TABLAESTACADO DE MADERA.

A este auxiliar de la cimentación profunda suele llanársele también con el nombre de ataguía de madera.

La tablestaca ha venido a resolver un problema en el renglón de la cimentación profunda, principalmente en terrenos cohesivos blandos.

En la Ciudad de México entre otras, es donde se ha desarrollado este auxiliar de la cimentación, debido al predominio de las arcillas y limos; la creciente necesidad de construir sótanos, conenzar cargas, cortar esfuerzos entre construcciones y preservar el agua freática en las colindancias de una nueva construcción, ha originado que la tablaestaca se mejore cada vez más.

Para aclarar el funcionamiento de la tablaestaca tomemos como ejemplo el edificio de Bancomer, construido en la esquina de Bolívar y Venustiano Carranza; en este inmueble se utilizó una tablaestaca de 16 metros de

longitud y se hincó en todo el perímetro , lo que permitió :

- a) Excavar sin peligro de derrumbes los sótanos y la cimentación compensada.
- b) Bombear el agua del subsuelo confinado por la tablaestaca, preservando el nivel freático en un alto porcentaje, a las construcciones vecinas.
- c) Cortar esfuerzos de hundimiento posible o futuro, debido a que la tablaestaca separó el subsuelo de las construcciones adyacentes de la nueva cimentación, aún antes de construirla.

La tablaestaca es un elemento de madera prefabricado con tablonces unidos entre sí, con tornillos de coche de 7.9 a 9.5 milímetros, formando un nachibre; la punta va protegida con lámina del No. 18.

La madera que se usa es de 2a. ó 3a. escogida, no debe contener nudos flojos, estrellamientos o rajaduras; las dimensiones más usuales son de 3.81 a 5.08

cm. de espesor por 30.48 cm. de ancho y los largos varían según sea el caso.

Para que la tablaestaca pueda ser maniobrada e hincada, se requiere que los tablonés se cepillen ligeramente, matando las aristas procurando unirlos firmemente entre sí, con tornillos de coche y rondanas de 5 cm. de ϕ , embutiendo las cabezas.

La operación anterior se hace en unos bancos especiales que contienen el escantillón, prensando las piezas antes de taladrarlas, para lograr una correcta distribución y fijación de la tornillería.

Los tornillos se colocan al tresbolillo, en 2 hileras separadas 15.24 cm. y la distancia longitudinal entre tornillos es de 30.48 cm. El tresbolillo se interrumpe en los extremos y traslapes, colocándose 2 tornillos en el inicio y terminación de los tablonés. (Fig. V.e).

Para facilitar que la tablaestaca cierre perfectamente en el machibre, se le hace en la punta un corte a 45 grados de tal manera que al estarse hincando, el suelo ejerce un empuje horizontal. (Fig. V.f).

Antes de proceder al hincado de la tablaestaca es recomendable que las piezas se sumerjan en agua mínimo de 12 horas, de esta manera al hincharse la sección se aprieta al máximo con la tornillería y su volumen no tenderá a modificarse con la humedad del subsuelo.

La tablaestaca solamente es factible hincarla en terrenos arcillosos o limosos blandos, con un número de golpes en el sondeo de penetración estándar, menor de 8, en caso de tener capas con mayor dureza, se pueden hacer perforaciones previas al hincado.

Siendo la tablaestaca una pieza esbelta, debe procurarse de preferencia, contar con guías y martillos de caída libre, o bien mecánico con la energía adecuada, para no romperlas, así como de troquelar las piezas antes de su hincado. (Fig. V.g).

5.4.D ATAGUIA MIXTA DE MADERA Y ACERO.

En algunos casos, cuando se trata de excavaciones poco profundas o se tienen construcciones ligeras en las colindancias, suele emplearse una atagüía

nixa. Este tipo de atagüa consiste en el hincado de viguetas (I) de acero, espaciadas constantemente a distancias comprendidas entre 1.00 y 2.00 m. Una vez hincadas, se procede a la excavación por tranos alternados y conforme se avanza la excavación, se van colocando polines de madera de 7.5 x 7.5 cm. ó 10.0 x 10.0 cm., en forma horizontal, uno sobre otro y con los extremos entre los patines de las viguetas formándose, de esta forma, una pantalla de madera. Esta atagüa, puede dejarse como cimbra perdida para colar el muro de contención.

VI. COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO.

6.1 SELECCION DE AREAS DE TRABAJO.

El trabajo en la obra se hace más fácil si desde un principio hay buena organización; vale la pena hacer una selección de las áreas de trabajo y de almacenamiento, de acuerdo a la magnitud de la obra y si es necesario cortar, doblar y fijar el acero de refuerzo, o nada más fijarlo porque ya se recibe doblado y cortado.

Para ello es recomendable tener en cuenta :

1. Disponer del mayor espacio posible, para el almacenamiento de las varillas y, para el almacenamiento de arnados, o para el trabajo general.
2. Mantener siempre limpias las áreas de trabajo.

3. Colocar las pilas de varillas, la mesa de doblar y cortadoras en las posiciones más convenientes, las varillas pueden ser hasta de 12 m. de longitud y girar estas largas varillas para doblar sus extremos es inconveniente, lleva tiempo lo que puede evitarse colocando una dobladora en cada extremo de la mesa.

4. Manejar las varillas con cuidado, especialmente durante la descarga y el apilamiento. Evitar que las varillas sean arrojadas en la pila desde mucha altura, esto puede producir dobleces no especificadas y es más difícil enderezar los dobleces que producirlos.

5. Evitar el contacto de las varillas con el suelo, si no se tendrá que eliminar el lodo y la tierra que les haya adherido antes de utilizarlas.

Es recomendable usar durmientes de madera o de concreto y colocarlos lo suficientemente cerca uno del otro, para que las varillas se mantengan derechas durante el almacenamiento.

Si las varillas van a permanecer almacenadas durante mucho tiempo, se deben cubrir para protegerlas de la lluvia y así evitar la oxidación excesiva; si no es así el concreto no se adhiere bien y la resistencia del elemento puede disminuir seriamente.

6. Tener cuidado que no se utilicen varillas de acero dulce en lugar de las de acero de alta elasticidad, cuando estas sean las especificadas en el programa. (Las varillas de alta elasticidad generalmente tienen corrugaciones y se distinguen fácilmente de las varillas redondas y lisas de acero dulce).

6.2 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO.

El acero de refuerzo proviene directamente del fabricante cuando existen grandes volúmenes, por razones de economía, se debe ordenar cada tipo y tamaño en cantidades grandes, las varillas se reciben con longitudes estándar de 12 metros aunque es posible obtener longitudes mayores mediante un costo adicional, cuando la soldadura o el empalme es inconveniente o no está permitido.

Al ordenar las varillas, se debe informar al proveedor sobre el peso máximo que se pueda manejar en la descarga, para que los atados sean apropiados, puede resultar costoso deshacer los atados a su llegada.

6.3 ALMACENAMIENTO.

Este tiene por objeto, tener un control sobre el acero de refuerzo y el establecimiento de medidas necesarias de forma que estén a la mano cuando sean pedidas por los fierros.

Su ubicación debe determinarse por medio de un estudio basado en evitar acarreo a grandes distancias, ya que esto incrementa los costos reflejándose en el precio unitario.

6.4 HABILITADO.

El acero llega a la obra en longitudes estándar de 12 m.; para utilizarse en el armado de los elementos estructurales de la construcción hay que

adecuarlo. La serie de tratamientos al acero se llama habilitado, este puede ser doblado, cortado y etiquetado.

1. Doblado.

En la totalidad de los elementos que constituyen la obra se tiene una alta congestión de acero, incrementándose en las intersecciones entre columnas y trabes; por este motivo es de suma importancia verificar que el doblado sea exacto de acuerdo con lo programado, ya que de otra manera no sería posible fijarlo en la posición correcta. Para esto se utilizan máquinas de operación manual o eléctricas. Es importante señalar que estas máquinas ocupan para su operación una área relativamente pequeña.

2. Cortado.

Antes de iniciar un corte de varilla se revisa el programa de ellas, en orden de longitud. De esta manera, al cortar las más largas, se reduce el desperdicio.

El corte de las varillas se realiza con una cortadora eléctrica; para diámetros grandes, se hace el corte por medio de un soplete. Las máquinas usadas para este fin no ocupan mucho espacio.

3. Etiquetado.

Después de cortadas y dobladas, las varillas deben atarse y etiquetarse en pilas listas para que las utilicen los fierros.

Cada atado y etiquetado debe estar compuesto por varillas de un sólo tipo y tamaño. Se debe cuidar que su peso no sea excesivo para su fácil manejo.

Los atados de varillas deben tener etiquetas apropiadas que indiquen la longitud, tamaño, forma y tipo.

Cada etiqueta debe tener el número de referencia del programa de varillas.

6.5 FIJACION DEL ACERO DE REFUERZO.

Una vez terminada la perforación y colocado el adene, el siguiente paso consiste en la introducción del acero de refuerzo.

La localización del castillo deberá estar cerca de la pila y la instalación de los separadores que aseguren su correcta colocación dentro de la perforación, así como el uso de una grúa con la altura suficiente que permita una introducción vertical de todo el arnado, evitando en lo posible el contacto con las paredes.

Frecuentemente, cuando se cuenta con grúas adecuadas, se fabrican arnados de varillas para el refuerzo de vigas y columnas.

Aunque esta práctica puede dar como resultado un considerable ahorro de mano de obra y de tiempo, si se compara con la colocación del acero directamente en la estructura, debe tenerse en cuenta que se necesita una área apropiada para el almacenamiento temporal de los arnados.

Una buena fijación es esencial para que el arnado permanezca en su posición

correcta, no solamente durante el colado sino también bajo la presión posterior de cualquier tipo de tránsito.

El método normal de fijación consiste en utilizar alambre de anarre, de hierro dulce, de calibre 16 ó 18, en las intersecciones de las varillas principales con los estribos.

Los extremos sueltos de los anarres deben cortarse o doblarse hacia dentro, para que no hagan daño al oxidarse y no aparezcan en la superficie del concreto.

La fijación del armado de las pilas se puede realizar por medio de silletas (en caso de usar camisas) colocadas en la parte periférica del armado, con un tamaño de 5 cm., que es el recubrimiento y poder evitar que pierda la verticalidad.

En caso de tener una excavación en la que no existan caídos, se puede fijar el acero con apuntalamientos de varilla colocados con un ángulo de inclinación y anarradas con las varillas de la pila con alambre de hierro

dulce, de tal forma que se eviten los movimientos horizontales del acero durante el colado y compactado del concreto.

Una vez fijado en su posición, el acero de refuerzo no debe doblarse, ni siquiera para facilitar el colado del concreto; sin embargo si fuera necesario, es importante que las varillas de acero dulce no sean dobladas a un radio de menos de dos veces su diámetro, y que las de acero de alta elasticidad no lo sean a un radio menor de tres veces su diámetro.

VII. COLADO DE CONCRETO.

El colado y compactación correctos del concreto son las partes más importantes que constituyen la operación del colado, desde el muestreo, mezclado y transporte, hasta el curado final.

El vaciado del concreto dentro de la perforación es muy delicado dentro del proceso de construcción de una pila, los principales cuidados que hay que tener son :

- a) Rapidez en la ejecución.
- b) Evitar la segregación.
- c) Evitar la contaminación.

a) Para la rapidez en la ejecución, es recomendable el uso de concreto premezclado que permite que la maniobra de colado, se realice en menor tiempo que el que se requiere fabricando el concreto con revolturas de campo.

- b) La segregación del concreto al caer dentro de la perforación se evita con una manguera o tubería con un diámetro 12 veces mayor que el tamaño máximo del agregado, pero no mucho más, para que los agregados gruesos se detengan al chocar con las paredes del conducto.
- c) Para evitar la contaminación del concreto es fundamental hacer el colado continuo de toda la pila. Cuando el colado es bajo agua ó en presencia de lodos bentoníticos es preciso usar el sistema TREMIE. (Fig. VII.1).

El colado TREMIE, se hace introduciendo el concreto por medio de una tubería de acero hasta el fondo de la perforación, de forma que fluya de abajo hacia arriba para que sólo la parte superior del concreto tenga contacto con el agua o lodos. Este concreto deberá denolarse de cualquier forma al terminar el colado, ya que está contaminado.

7.1 COLADO DE CONCRETO.

El objetivo principal del colado es depositar el concreto lo más cerca

posible de su posición final, de la manera más rápida y eficaz, para evitar la segregación y lograr una compactación total.

La mejor manera de colar es observando y cumpliendo las siguientes recomendaciones generales :

7.1.1 El concreto debe depositarse en su posición final o lo más cerca de esta.

El paleo a mano, como en el caso de las losas, significa pérdida de tiempo y más esfuerzo. En general, debe evitarse mover el concreto mediante vibradores, ya que esto puede ocasionar segregación.

Debe tenerse especial cuidado cuando se utiliza una tolva móvil para colocar el concreto en muros esbeltos y otras secciones angostas, a fin de evitar la formación de cúmulos o capas en pendientes. La descarga de la tolva móvil debe controlarse cuidadosamente, moviendo esta para colar el concreto en franjas.

7.1.2 El concreto debe colarse en capas uniformes.

Se deben evitar colados en cúmulos grandes o capas inclinadas, ya que siempre existirá riesgo de segregación, especialmente con mezclas que tienden a ser poco adhesivas.

7.1.2.1 En muros y columnas, ninguna capa debe tener más de 450 mm. de espesor.

Con capas de un espesor mayor de 450 mm, el peso del concreto en la capa superior hace casi imposible, aún con vibración, eliminar el aire de la capa inferior; el aire atrapado significa compactación incompleta, así como fallas en las superficies verticales.

Debe reducirse el espesor de las capas a 300 mm aproximadamente, cuando la cabeza del vibrador sea de 300 a 350 mm de largo solamente.

7.1.2.2 En losas delgadas, compactadas con vigas vibratoras, se restringen las capas a unos 150 a 200 mm. Con espesores mayores será necesario utilizar

vibradores atizadores.

Las vigas vibradoras no compactan losas de mayor espesor. Las llanas ligeras de doble vibración, solamente compactan espesores de 150 mm aproximadamente.

7.1.3 No debe hacer restricción en cuanto a la altura desde de la que se cuele el concreto.

Esto no es aplicable a mezclas con tendencia a la segregación, o que no puedan compactarse completamente. Una vibración no mejorará el concreto mal colado y segregado; esto es particularmente importante en muros y columnas en los que se requiere un acabado a nivel.

7.1.4 El concreto debe colarse lo más rápido posible.

Pero no más rápido de lo que pueden resistir el método de la compactación y el equipo. Las velocidades de colado y compactación deben ser compatible e iguales.

7.1.5 Cuando se requiera buen acabado en columnas y muros, deben llenarse las cimbras a una velocidad mayor de los 2 m de altura por hora.

También se deben evitar demoras e interrupciones que puedan causar variaciones en el color de las superficies.

7.1.6 Es preciso asegurarse de que cada capa de concreto haya sido bien compactada, antes de colar la capa siguiente. Además cada capa siguiente debe colarse mientras la anterior aún responde a la vibración.

Esto hará que las capas se "entrelacen" entre sí.

7.1.7 Se debe evitar la formación de las juntas frías.

El buen planeamiento es necesario, especialmente cuando se trata de colados grandes. Es probable que esto no sólo cause segregación, sino que también dañe la cimbra, afectando el acabado.

7.1.8 En columnas y muros, el colado debe hacerse de manera que el concreto

no se estrelle contra la cara de la cinbra; asinismo, debe evitarse el impacto fuerte sobre el acero de refuerzo, ya que este golpe podría moverlo.

7.1.9 Es preciso cerciorarse siempre de que el colado del concreto pueda observarse desde el exterior de la cinbra.

Deben tenerse lámparas disponibles para observar el colado en muros y columnas de sección delgada.

7.2 DATOS DE PEDIDO DE CONCRETO.

Para el pedido de concreto es indispensable tener los siguientes datos :

- Nombre del solicitante.
- Lugar de entrega.
- Número de esta Norma.
- Cantidad de metros cúbicos de concreto fresco.
- Grupo correspondiente (1, 2 ó 3).
- Resistencia específica a compresión, kg/cm².

- Grado de calidad del concreto (A ó B).
- Edad a la que se garantiza la resistencia, 28 días, a menos que se establezca otra diferente.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Revenimiento solicitado en el lugar de entrega.

7.2.1 DATOS OPCIONALES PARA EL PEDIDO.

- Contenido de aire en el sitio de descarga, cuando se especifique concreto con inclusor de aire.
- Tipo o tipos requeridos de cemento, pero si no lo especifica, el cemento empleado queda a selección del fabricante.
- Uso de agregado ligero que satisfaga los requisitos del proyecto.
- Uso de aditivos.
- Uso de agregados especiales, como barita, mármol, fibras y otros.

- Requisitos adicionales a lo indicado en la Norma.

7.3 PRUEBAS PARA ACEPTACION O RECHAZO DEL CONCRETO EN OBRA.

Para cada tipo de concreto, se fabricarán un grupo de 4 cilindros estándar por cada día de colado o por cada 25 m³ de concreto 450 metros cuadrados de superficie colada.

La fabricación de los cilindros se hará de acuerdo con la norma A.S.T.M. C-192-81.

Se forarán parejas de cilindros y se probarán la primera a 7 días y la otra a 28 o 14 según que la mezcla se haga con cemento tipo I o III respectivamente.

Se pueden fabricar cilindros para probarse a otra edad, previa autorización del director de la obra.

Siendo $f'c$ el índice de resistencia del concreto, se considerará que esta es

adecuada, cuando el promedio de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de pruebas de resistencia es mayor o igual a $f'c$ y ningún resultado individual es menor a 35 kg/cm² de $f'c$.

El no cumplir el requisito anterior será motivo suficiente para rechazar los elementos afectados o bien, someterlos por cuenta del fabricante del concreto a las pruebas o disposiciones ordenadas por la dirección de la obra.

7.4 REVENIMIENTO.

El revenimiento permite comparara la trabajabilidad de cada mezcla sometida a prueba.

La prueba es útil de dos maneras :

1. La porción de materiales y la granulometría del agregado sean razonablemente uniformes, el revenimiento indicará cualquier variación en el contenido de agua y, por tanto, en la relación agua/cemento.

2. Si la cantidad de agua agregada a la mezcla es constante y el contenido de humedad del agregado también es constante, la prueba de revenimiento señalará si la granulometría del agregado ha cambiado, o si los pesos del cemento o del agregado son incorrectos.

Para realizar el revenimiento se requiere el siguiente equipo:

1. Un cono de revenimiento estándar: 300 mm de altura, diámetro inferior de 200 mm y diámetro superior de 100 mm.
2. Una varilla de 16 mm de diámetro y 600 mm de largo, con un extremo redondeado.
3. Una base impermeable de 450 mm de lado; aproximadamente puede hacerse con triplay de 20 mm, cubierto con una placa de acero del número 18.
4. Un cucharón pequeño.
5. Una llana de acero.
6. Un flexómetro o regla.
7. Trapos para limpieza.

Debe limpiarse bien todo el equipo después de emplearlo.

7.4.1 COMO EFECTUAR LA PRUEBA DE REVENIMIENTO.

Esta prueba debe hacerse de acuerdo con el siguiente procedimiento :

1. Verifíquese que el cono esté limpio, libre de concreto endurecido y seco en su interior. Colóquese sobre la placa de base que también debe estar limpia.
2. Sujétese poniendo los pies sobre los apoyos especiales.
3. Empleando el cucharón, llénese el cono hasta una tercera parte de su altura y varillese esta capa de concreto con la varilla de compactación, exactamente 25 veces.
4. Añádase otras dos capas de concreto del mismo espesor, varillando cada una exactamente 25 veces y permitiendo que la varilla penetre hasta la capa anterior. Después de varillar la capa superior, verifíquese que quede una sobrecarga de concreto, es decir, que sobresalga un poco de concreto por la parte superior del cono.

5. Con la varilla retírese el exceso de concreto.
6. Límpiase bien el cono y la placa base, manteniendo aún los pies sobre los apoyos.
7. Tónense las asas y, haciendo presión hacia abajo, quítense los pies de los apoyos.
8. Retírese el cono con sumo cuidado, con un movimiento hacia arriba y conservando su posición vertical, volteese y colóquese sobre la placa de base, junto al cono de concreto. Tan pronto como se levante el cono, se observará un asentamiento del concreto.
9. Colóquese la varilla de compactación sobre la parte superior del cono invertido, de manera que se extienda sobre el concreto.
10. Mídase la distancia entre la parte inferior de la varilla y el punto central del cono de concreto.

7.5 TIPOS DE REVENIMIENTO.

Existen tres tipos de revenimiento :

1. Revenimiento verdadero; cuando el concreto simplemente se asienta, conservando su forma original.
2. Revenimiento de corte; cuando la mitad de la parte superior del cono de concreto se desprende y se desliza lateralmente en un plano inclinado.
3. Revenimiento de colapso; cuando el concreto se asienta inmediatamente.

Si se obtiene un revenimiento de corte, debe efectuarse una segunda prueba, si esta segunda prueba también se corta, probablemente se deba al diseño de la mezcla y, en ese caso, es preciso rechazarlo.

7.6 JUNTAS DE COLADO.

Las juntas de colado quedarán localizadas en general dentro del tercio medio de los claros de las trabes.

Antes de reiniciar un colado las juntas deberán ofrecer una superficie rugosa que se limpiará perfectamente con soplete de aire o de arena y cepillo de alambre y se mantendrán saturadas con agua desde dos horas antes del colado.

Las juntas de construcción son útiles porque es imposible colar el concreto continuamente, desde el principio hasta el final de la construcción.

El primer requisito para lograr una adherencia es que la superficie de concreto endurecido este limpia, libre de lechada y tenga el aspecto de agregado expuesto.

En segundo término, el concreto fresco debe colarse y compactarse de manera que se "anarre" con la superficie preparada.

7.6.1 COMO REMOVER LA LECHADA.

Cuando el concreto se vibra, el agua excedente sube a la superficie proceso conocido como "sangrado". Esta agua trae consigo una pequeña cantidad de cemento y finos que quedan sobre la superficie después de que el agua se ha evaporado. Esta carga de cemento y finos se llama lechada y debido a su alto contenido de agua es débil, porosa y permeable, por lo que no proporciona una buena adherencia para el concreto fresco.

7.6.2 SUPERFICIES HORIZONTALES.

La manera más fácil es cepillar la lechada mientras el concreto aún se encuentra fresco y comienza a endurecerse. La elección del momento oportuno es decisiva, depende del clima.

Por regla general, el mejor momento es alrededor de 1 o 2 horas después de que el agua de la superficie se ha evaporado.

Por regla general, el mejor momento es alrededor de 1 o 2 horas después de que el agua de la superficie se ha evaporado.

Es conveniente tener a la mano dos cepillos, uno de cerdas suaves y otro de cerdas duras en el caso de que el concreto se haya endurecido más de lo esperado.

Si la lechada se ha endurecido, pero no lo suficiente díganos a la mañana siguiente será suficiente un cepillo de alambre y un poco de agua para eliminar la lechada.

Si la superficie se ha endurecido lo suficiente para impedir la acción de los cepillos de alambre, deberá desbastarse mecánicamente. El peligro de usar este método es que puede llegar a estrellar y debilitar el agregado grueso de la superficie, por lo que no se debe emplear hasta que el concreto tenga más de tres días y, aún así, debe hacerse muy cuidadosamente.

Una vez que se ha preparado y limpiado una superficie, debe conservarse limpia. Al lavarla, se tratará de evitar que escurra lechada sobre la

superficie de concreto.

7.6.3 SUPERFICIES VERTICALES.

Las juntas de construcción verticales en muros, vigas y losas, se forman generalmente contra topes, que deben estar situados donde el acero de refuerzo es menos denso; deben ser fácilmente desmontables y fijos de manera que impidan la pérdida de lechada de cemento.

El empleo de morteros o lechadas, o el recurso de mojar la cara de la junta en superficies preparadas, no es recomendable por las siguientes razones :

1. Se ha demostrado mediante pruebas que no se mejora sensiblemente la adherencia entre el concreto endurecido y el concreto fresco.
2. El limitado acceso a una junta horizontal en la parte inferior de un colado para el cual ya se ha levantado la cimbra, hace difícil verificar si el mortero o la lechada se aplicaron uniformemente; en todo caso, para que esta aplicación sea efectiva, la superficie debe

limpiarse mediante un cepillado enérgico.

3. Es prácticamente aplicar mortero o lechada en una junta vertical, especialmente cuando ya se ha levantado la cimbra.
4. Se corre el riesgo de que la lechada o el mortero se sequen antes de que el concreto sea colado; si llega a secarse significa, sencillamente, que se ha vuelto a aplicar la lechada que tan cuidadosamente se eliminó antes.
5. El aspecto exterior de la junta puede deteriorarse debido a una línea de diferente color.

7.7 CURADO DEL CONCRETO.

El concreto que ha sido curado correctamente es superior en muchos aspectos: no sólo es más resistente y más durable bajo ataques químicos, sino que también es más resistente al desgaste y más impermeable; por añadidura, es menor probable que lo dañen las heladas y golpes accidentales que reciba.

Además de asegurar el desarrollo de resistencia en el cuerpo del concreto, el curado apropiado proporciona a la delgada capa expuesta de este una propiedad de "cubierta endurecida", que aumenta considerablemente su resistencia al desgaste y su buen aspecto durante mucho tiempo, cuando está a la intemperie.

En todos los aspectos un concreto bien curado es un mejor concreto.

7.7.1 METODOS DE CURADO.

El curado puede efectuarse mediante la aplicación de diversos métodos y materiales que conviene considerar en dos grupos :

1. Los que mantienen el agua o la humedad en contacto estrecho con la superficie de concreto: tales como inundación, aspersión/rociado, arena húmeda o yute mojado.
2. Los que evitan la pérdida de humedad del concreto: tales como hojas de polietileno, papel de sacos de cemento, conservación de la cimbra en posición y aspersión de membranas de curado.

Se ha demostrado que los métodos del primer grupo son los más eficaces, pero también tienen la desventaja de ser más costosos, tanto en materiales como en mano de obra y, lo que tal vez es más importante, es difícil garantizar que se apliquen adecuadamente.

Los métodos del segundo grupo, no tan eficaces como los del primero, son en general, suficientes para todo tipo de trabajo, excepto los muy especiales y tienen la ventaja de que pueden aplicarse con mayor facilidad.

7.8 ADITIVOS.

Los aditivos pueden emplearse para modificar las propiedades del concreto haciéndolo más adecuado para determinado trabajo, o por economía.

En algunos casos (por ejemplo en el de la resistencia a la congelación-deshielo), un aditivo puede ser el único medio de alcanzar el resultado deseado. En otros casos, los objetivos deseados pueden lograrse mediante cambios en la composición de la mezcla de concreto y no mediante el empleo de un aditivo.

7.8.1 RAZONES PARA EL EMPLEO DE ADITIVOS.

7.8.2 Modificación del concreto fresco, del mortero y de la lechada.

1. Para aumentar la trabajabilidad sin incrementar el contenido de agua, o para reducir el contenido de agua en la misma trabajabilidad.
2. Para retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
3. Para reducir o evitar el fraguado o para crear expansión ligera.
4. Para modificar la tasa o capacidad de sangrado, o ambas.
5. Para reducir la segregación.
6. Para mejorar la penetración y bombeabilidad.
7. Para reducir la tasa de pérdida de revenimiento.

7.8.3 Modificación del concreto, del mortero y de la lechada endurecidos.

1. Para retardar o reducir la evolución de calor durante el endurecimiento temprano.
2. Para acelerar la tasa de desarrollo de resistencia a edades tempranas.
3. Para incrementar la resistencia (a la compresión, a la tensión o a la flexión).
4. Para incrementar la durabilidad o resistencia a condiciones severas de exposición incluyendo la aplicación de sales descongelantes.
5. Para reducir el flujo capilar de agua.
6. Para reducir la permeabilidad a los líquidos.

7. Para controlar la expansión causada por la reacción de álcalis con ciertos constituyentes de los agregados.
8. Para producir concreto celular.
9. Para incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.
10. Para incrementar la adherencia del concreto con el refuerzo.
11. Para mejorar la resistencia al impacto y a la abrasión.
12. Para impedir la corrosión del metal ahogado.
13. Para producir concreto o mortero coloreado.

7.9 PRECAUCIONES.

Los aditivos que modifican las propiedades del concreto fresco pueden causar problemas por endurecimiento temprano o por la prolongación de tiempos de

fraguado.

La causa de un comportamiento de fraguado anormal debe determinarse mediante estudios acerca de cómo dichos aditivos afectan la hidratación del cemento.

El endurecimiento temprano a veces es causado por cambios en la velocidad de la reacción entre las fases de aluminato tricálcico y la de sulfato.

Una sobredosis de aditivo puede causar un efecto retardante indebido que afecte adversamente la hidratación del silicato tricálcico.

VIII. CONCLUSIONES.

- 1.- Las excavaciones importantes requieren una planeación, tomando en cuenta la seguridad y la economía.

Pueden parecer fáciles y luego convertirse en problemas graves y costosos.

El revenimiento del concreto generalmente es de 14 a 18 cm., para facilitar que fluya libremente, aunque de cualquier forma hay que cuidar que la tubería permanezca ahogada en el concreto durante todo el proceso del colado.

Esta precaución es importante sobre todo durante el "chaqueteo" que es un movimiento hacia arriba y hacia abajo a que se somete la tubería para facilitar el flujo del concreto.

Otra precaución, consiste en iniciar el vaciado del concreto con una cámara de balón, de un tamaño adecuado al diámetro de la tubería y que hace las veces de válvula que reduce la contaminación del concreto al iniciar el colado bajo agua.

8.1 MEZCLADO.

En ningún caso se permitirá el mezclado a mano, el mezclado mecánico deberá hacerse de acuerdo con las proporciones previamente aprobadas, sujetas a las modificaciones que se requieran por los cambios de humedad.

Cuando se usen concretos premezclados estos deberán seguir las normas correspondientes a ellos (A.S.T.M. C-98-81),

8.2 TRANSPORTE.

En ningún caso se permitirán revolvedoras cuyo tiempo de transporte sea superior a 45 minutos.

El equipo de transporte deberá ser capaz de proporcionar el abastecimiento del concreto al sitio de colocación sin segregación de los agregados y sin interrupciones que propicien la plasticidad entre colados sucesivos.

En cuanto al acero se debe mantener siempre limpias las áreas de trabajo ya

que además de ser más rápido el movimiento del material, se prevén muchos accidentes.

El control es de vital importancia debido a la gran cantidad de acero utilizada, tanto para evitar robos como para su utilización.

Para ello se pueden pintar los extremos de las varillas con colores diferentes por filas sucesivas para detectar posibles robos y facilitar su cuantificación.

BIBLIOGRAFIA

- Cimentaciones y obras en Realces
Robert Bertin
laude Gasc.
Editores Técnicos Asociados, S.A.
Barcelona-12 España, 1971

- Perforaciones y Sondeos
Henri Cambefort
Ediciones Omega, S.A.
Casanova-220, Barcelona

- Estudios de Suelos y Cimentaciones
en la Industria de la Construcción
Gordon A. Fletcher
Vernon A. Smoots
Ed. Limusa

- El Concreto en la Obra
Tomo II
INCYC
Limusa

- El Concreto en la Obra
Tomo III
INCYC
Limusa

- Aditivos para concreto
INCYC
Limusa

- **Apuntes de Acero de Refuerzo**
Jorge H. de Alba Castañeda
Departamento de Construcción
UNAM, 1984

- **Estudio de Mecánica de Suelos**
Ingeniería Experimental
Viaducto Miguel Alemán 190
México, D. F., Abril de 1991

APENDICE A

FIGURAS

CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DEL
MARTINETE DIESEL

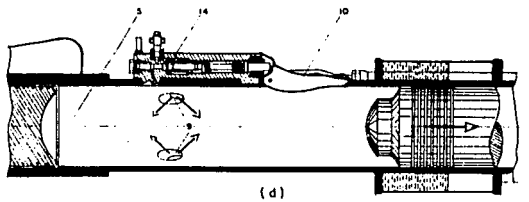
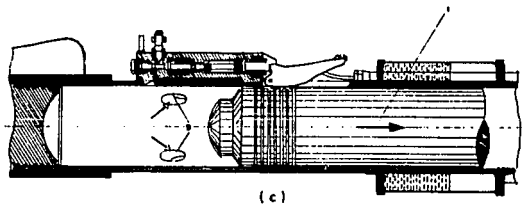
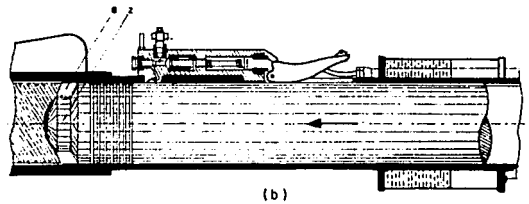
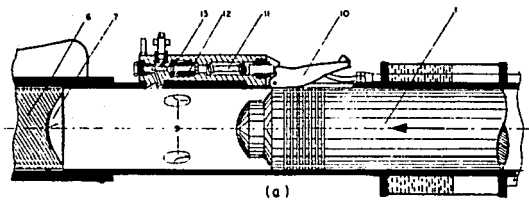
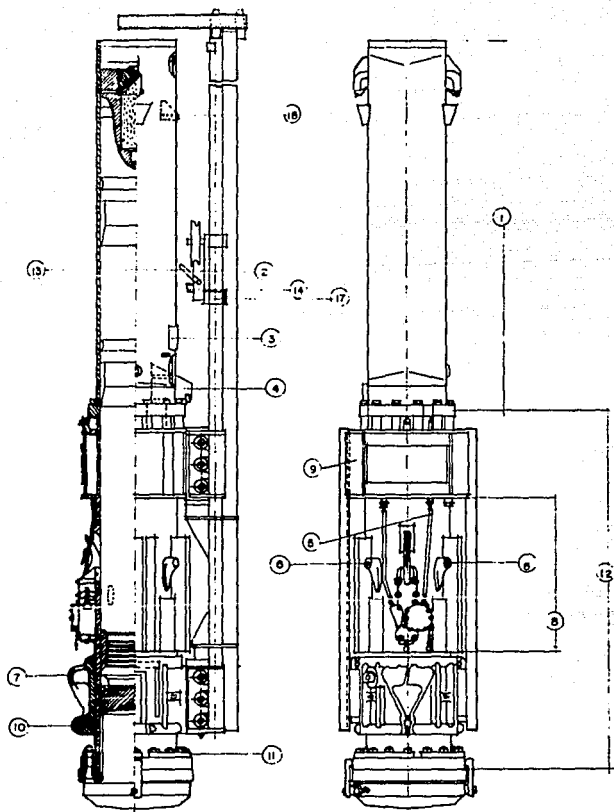


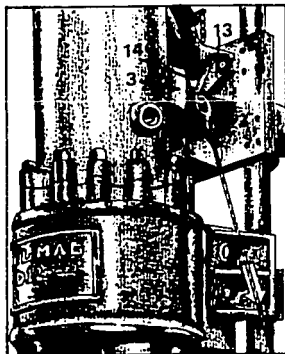
FIG. II.1



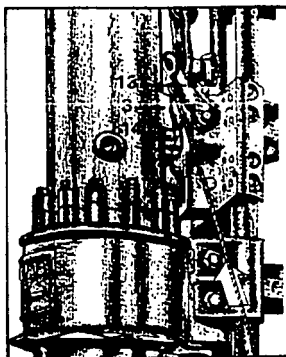
PARTES DE UN MARTINETE

FIG. II.2

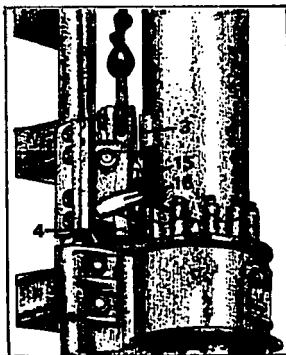
FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO DE DESENGANCHE



POSICION A



POSICION B



POSICION C

DISPOSITIVO DE DESENGANCHE

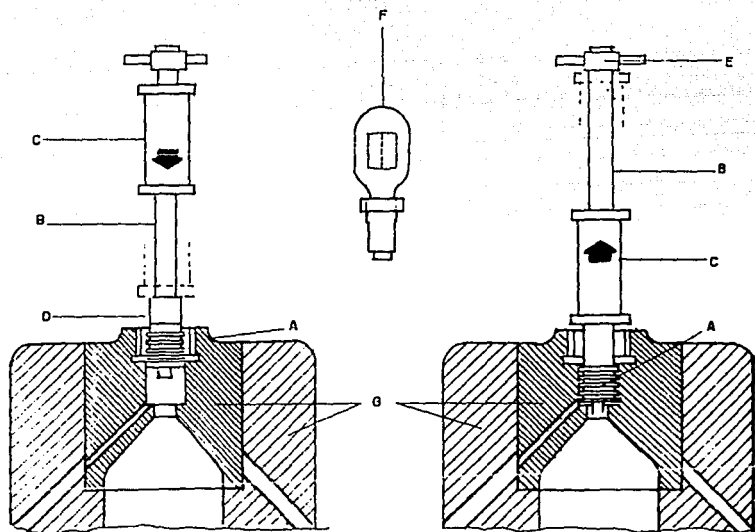


FIG. II.4

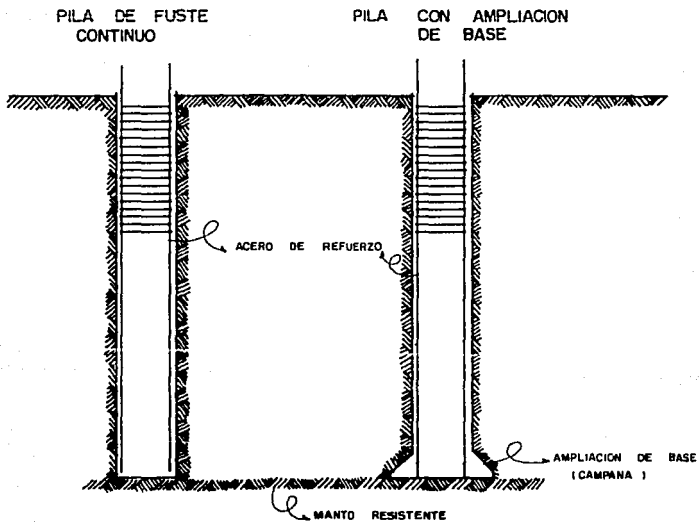
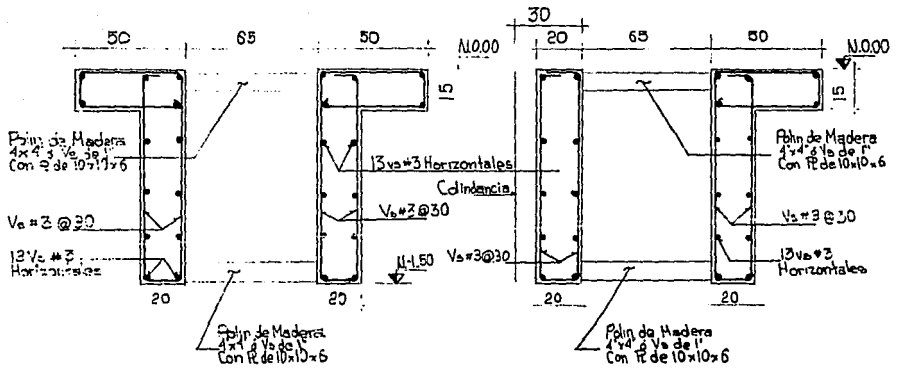
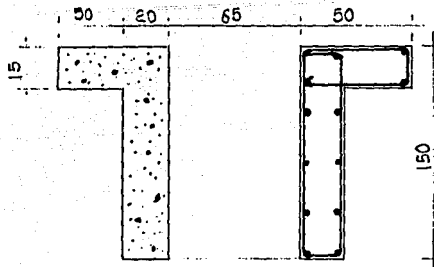


FIG. III.1



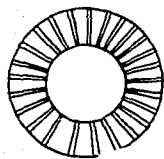
BROCAL TIPO A EN ZONA DE ALINEAMIENTO

BROCAL TIPO B EN ZONA DE COLINDANCIA

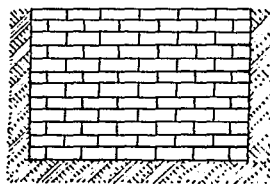


BROCAL

FIG. IV.1



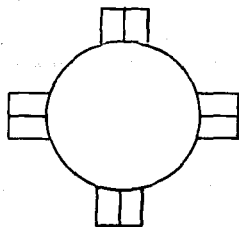
PLANTA



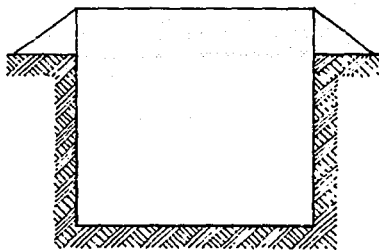
PERFIL

BROCAL DE TABIQUE

FIG. IV.2



PLANTA



PERFIL

BROCAL DE ACERO

FIG. IV.3

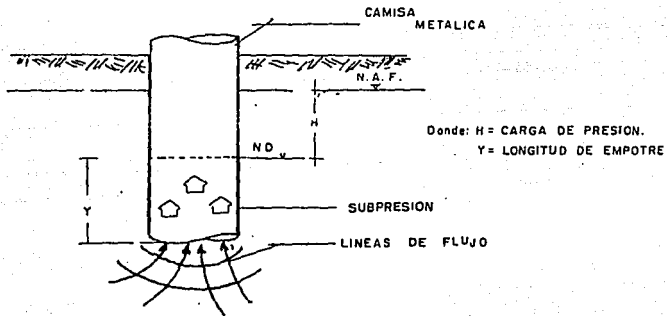


FIG. V. a

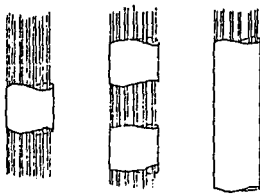
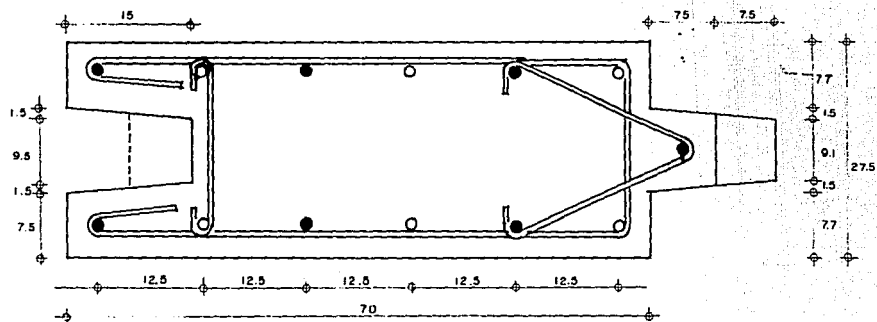


FIG. V. b

ATAGUIAS DE CONCRETO TIPO SECCION NORMAL



REFUERZO LONGITUDINAL

○ VARILLAS DE 5/8" #
● VARILLAS DE 3/8" #

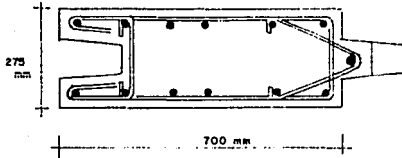
ESTRIBOS

DE 5/16" 10 CM EN LOS 100 CM EXTREMOS Y A 25 cm.
EN LA PARTE RESTANTE

ACOT. EN CMS.

FIG. V.c

ATAGUIA DE CONCRETO TIPO NORMAL



PUNTA DE ATAGÜIA

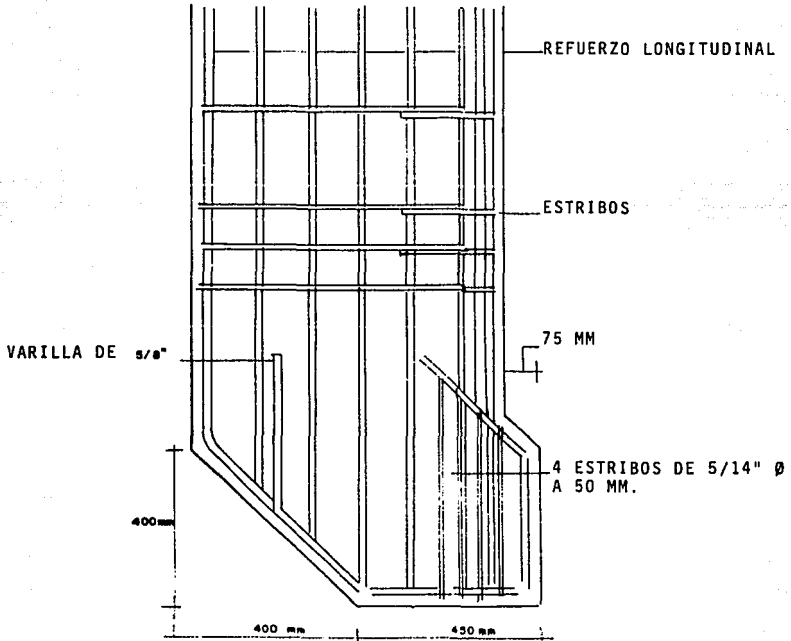


FIG. V.d

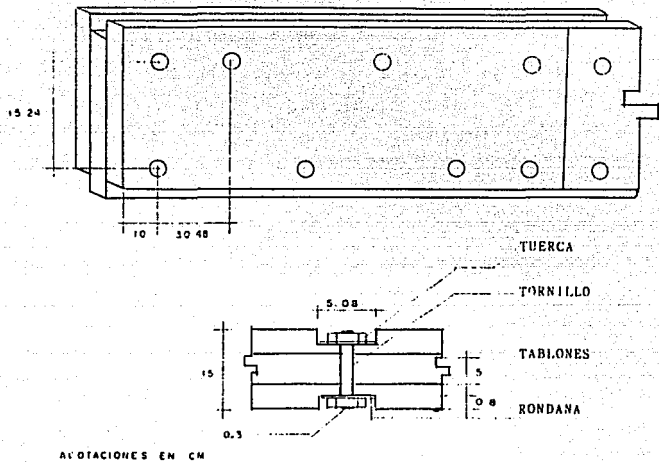


FIG. V.e

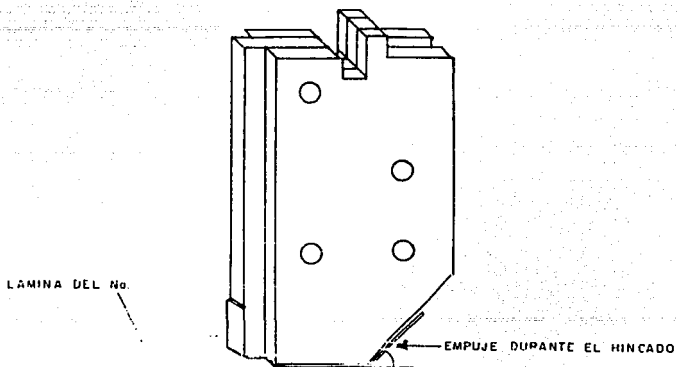
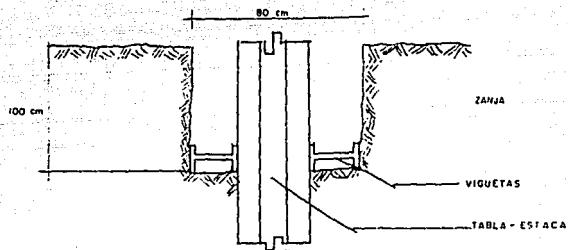


FIG. V.f

TROQUEL DE HINCADO PARA TABLAESTACA HASTA 7 M.



TROQUEL DE HINCADO PARA TABLAESTACA MAYOR DE 7 M.

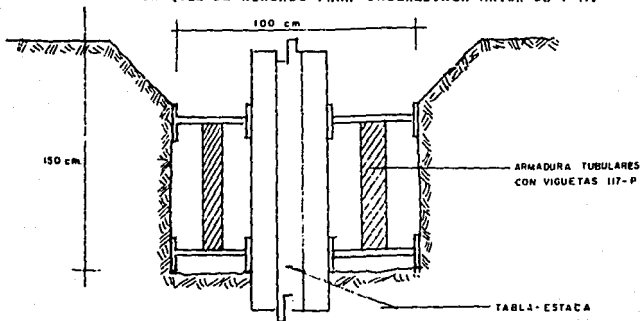


FIG. V.g

EQUIPO PARA COLADO DE PILAS
TREMIE

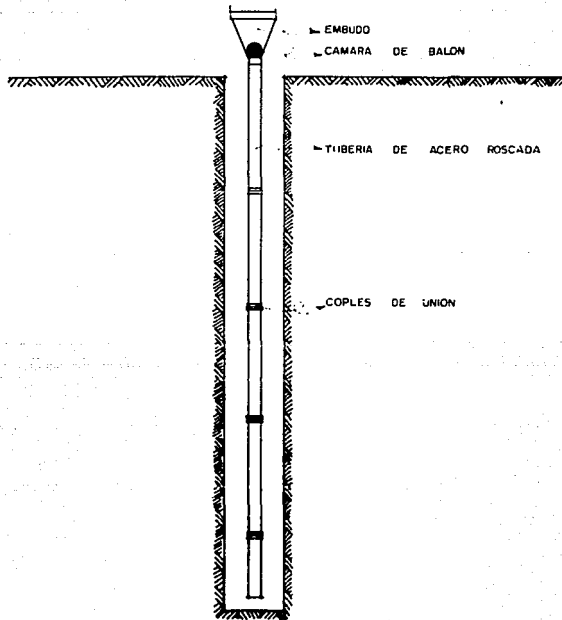
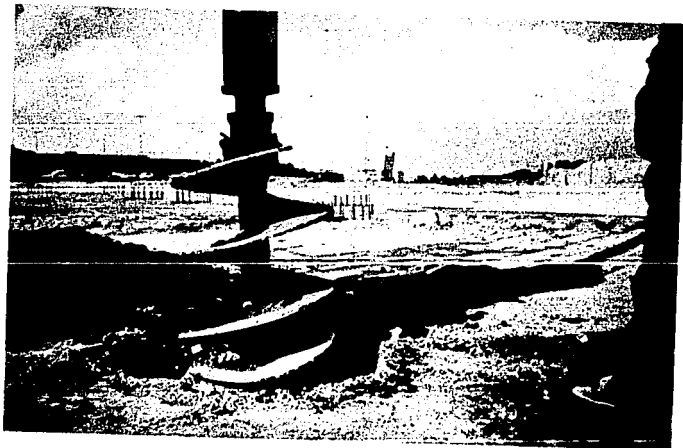


FIG. VII.1

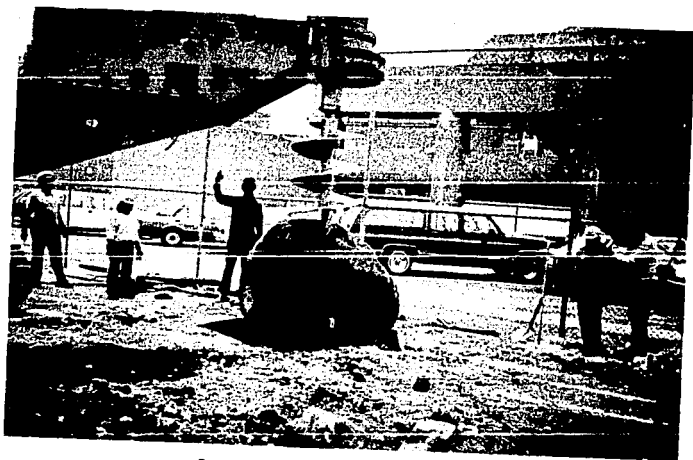
A P E N D I C E B
PROCESO CONSTRUCTIVO POR MEDIO DE
FOTOGRAFÍAS DE CAMPO



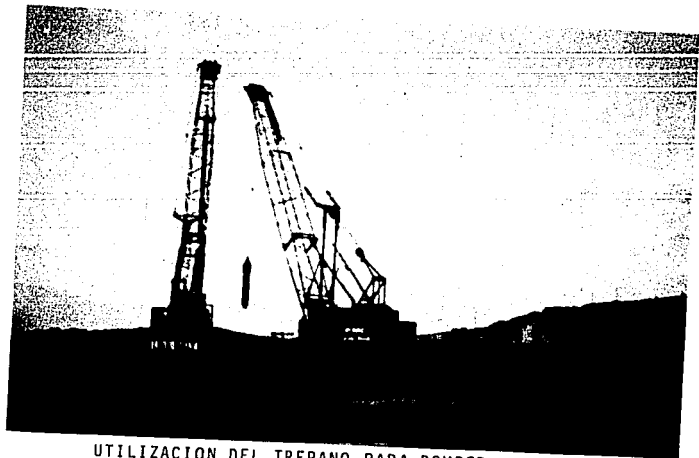
INICIO DE PERFORACION



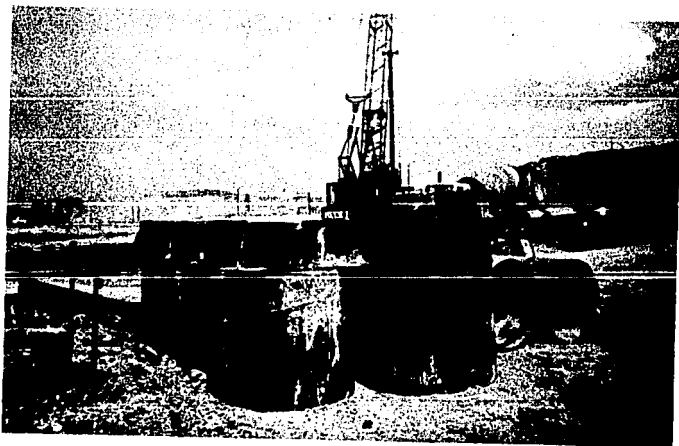
EXTRACCION DE MATERIAL



EXTRACCION DE BOLEOS



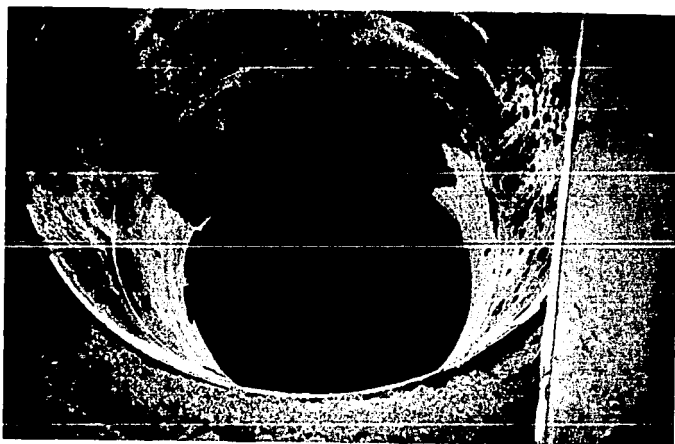
UTILIZACION DEL TREPANO PARA ROMPER LAS
ROCAS QUE SE INTERPONEN EN LA PERFORACION



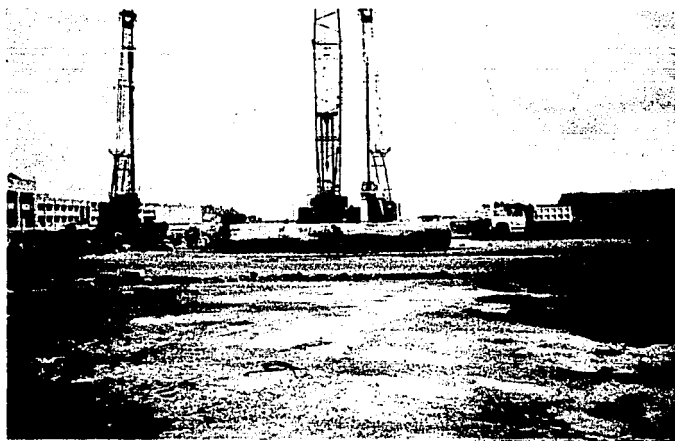
BROCALES PARA PERFORACION



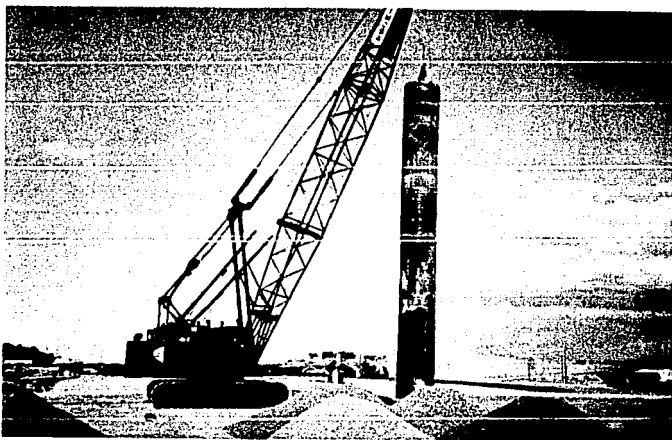
COLOCACION DE BROCAL



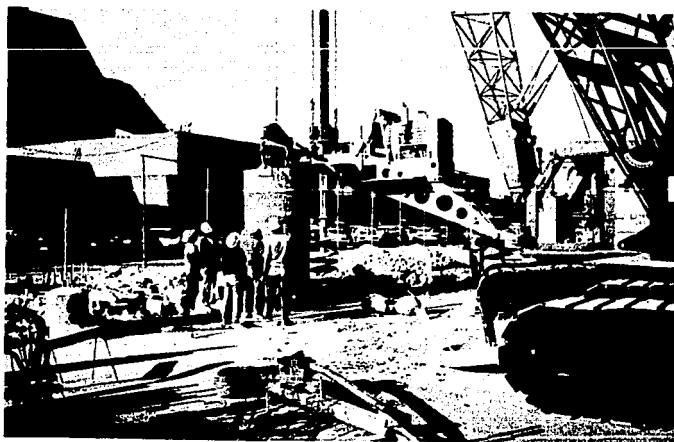
VISTA DE PERFORACION CON BROCAL Y
ESCURRIMIENTOS DE AGUA



UNION DE ADEMES PARA UNA PERFORACION DE 10 MTS.



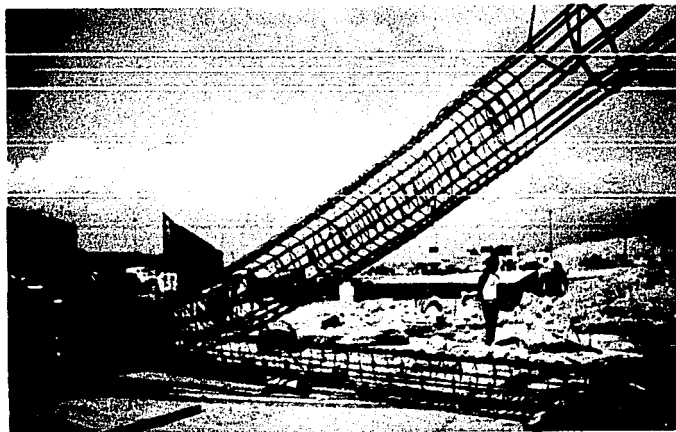
TRANSPORTACION DE ADEME PARA SU COLOCACION



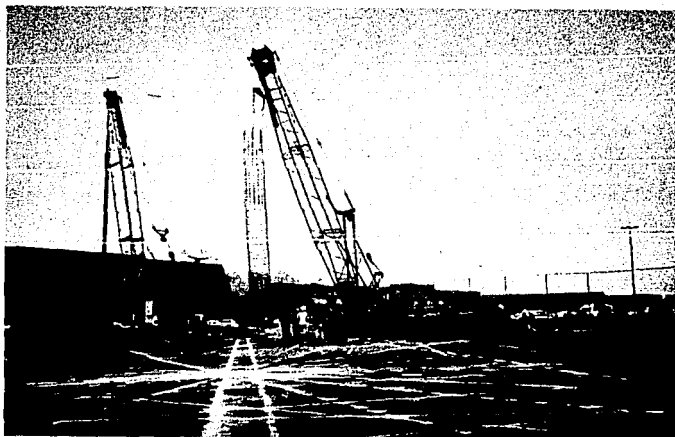
COLOCACION DEL ADEME



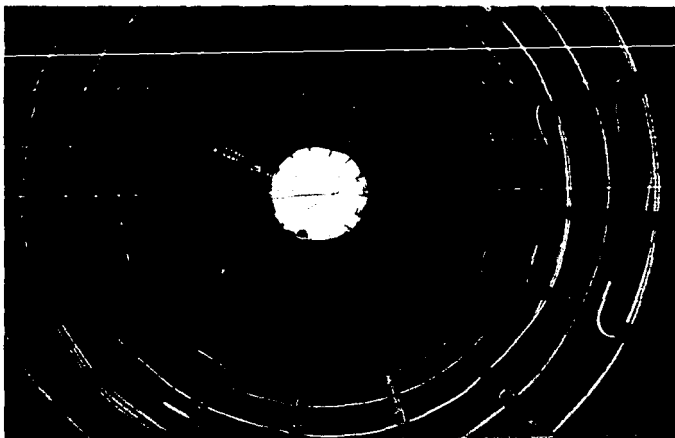
DESENGANCHE DEL ADEME YA COLOCADO



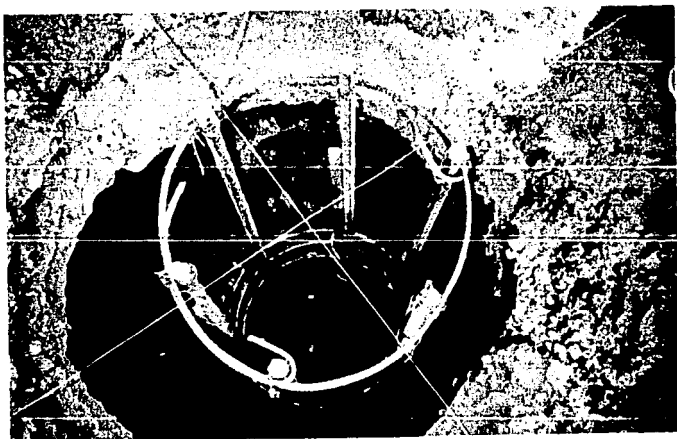
TOMA DE ACERO PARA LA PILA



COLOCACION DEL ACERO



ACERO COLOCADO CON SEPARADORES Y BROCAL



CENTRAMIENTO DE LA PILA COLADA
EN SU PARTE SUPERIOR



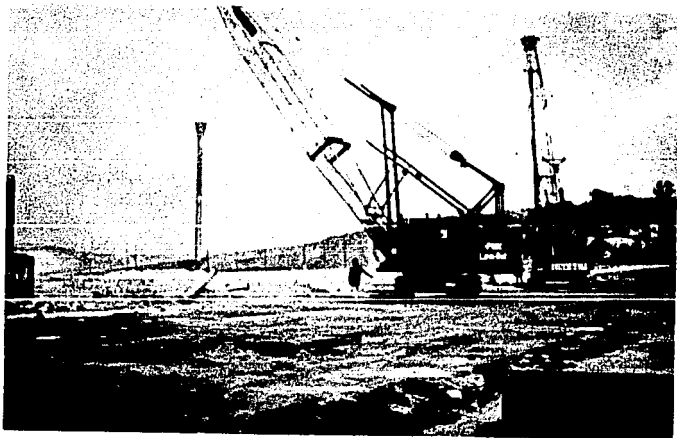
CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO
LLENADO DEL CONO



TERMINACION DEL LLENADO DEL CONO



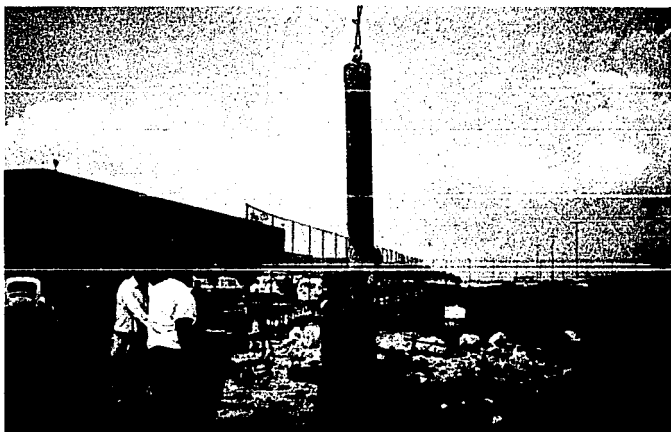
REVENIMIENTO DE CORTE



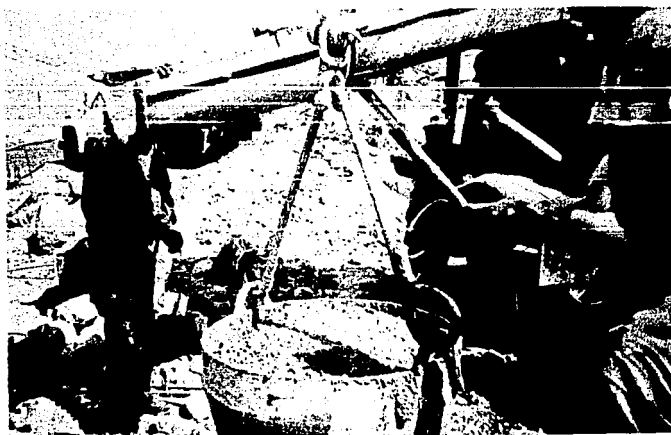
TRANSPORTACION DEL TUBO TREMIE



COLOCACION DEL TUBO TREMIE



COLOCACION DE UN TRAMO DEL TUBO TREMIE



TUBO TREMIE LLENO DE CONCRETO
INDICANDO QUE SE REALICE EL CHAQUETEO