



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL TAXQUEÑA EJE 3 ORIENTE, EN EL DISTRITO FEDERAL

### *TESIS*

*QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL*

*P R E S E N T A*

*OSCAR CRISANTOS REYES*

ASESOR

*ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO*

*MÉXICO, D. F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2011.*





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCG/SEAC/UTIT/075/06

Señor  
OSCAR CRISANTOS REYES  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DEL DISTRIBUIDOR VÍAL TAXQUEÑA-EJE 3 ORIENTE,  
EN EL DISTRITO FEDERAL"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- III. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN
- IV. PROGRAMA DE OBRA
- IV. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 4 de Agosto del 2008.  
EL DIRECTOR

*Vo Bo*  
*[Signature]*  
3 Ago 2008  
Ing Carlos M. Chávarri M.

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA  
GGZ/RSU/gar.

*[Signature]*  
23-08-2011

*Vo.Bo*  
*[Signature]*  
23.8.2011

*[Signature]*

*Vo Bo*  
23/08/11  
*[Signature]*  
A Deméneghi C

*[Signature]*  
23/08/2011

# *Dedicatorias*

## *A mi madre:*

*Gracias mamita por tu gran apoyo y comprensión, por creer en mí, por consolarme y escucharme, cuando estaba triste o con una gran preocupación, por todo esto y muchas cosas más te estoy eternamente agradecido y decirte que te quiero mucho, yo sé que sin ti no hubiera logrado cumplir muchas de mis metas.*

## *A mi padre:*

*Por tus consejos y enseñanzas, por ser un guía moral y de valores, por apoyarme, te doy las gracias papa, ya sabes que te quiero mucho y todo lo que soy es gracias a ti.*

*A ambos les doy las gracias por que le echaron muchas ganas y realizaron muchos sacrificios para sacar adelante a nuestra familia.*

## *A mis hermanos:*

*Hermanitos Raúl, Alma, Gabriel y Nadia, los quiero mucho y les doy las gracias por ser parte de mi vida, ya que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, me siento orgulloso de todos ustedes, y decirles nuevamente que los quiero mucho.*

## *A mis sobrinos:*

*A Kenia, Vivianna y Angelito los quiero mucho niños, son una parte muy importante de mí y de nuestra familia, ya que sus risas y sus travesuras iluminan nuestras vidas.*

## *A la UNAM*



*Mi agradecimiento infinito a esta gran casa de estudios en especial a mi alma mater la Facultad de Ingeniería, la cual me abrió sus puertas para brindarme los conocimientos y los valores con los cuales espero llegar a ser un buen profesional, también extendiendo un agradecimiento a mis maestros que compartieron sus conocimientos y experiencias, las cuales han sido invaluable en mi vida.*



*Al Ingeniero Alfonso Arce Arango, Lic. Jorge Carriles Rubio, Ing. Fernando Amezcua Ordaz y a mis compañeros de trabajo, les doy las gracias por brindarme su apoyo y confianza.*

*En memoria del Ingeniero Enrique Heredia Rubio:*

*Gracias por haberme brindado la oportunidad de iniciar mi vida profesional en su empresa, por los consejos y enseñanzas que compartió conmigo y brindarme su amistad.*

*Al Ing. Carlos Manuel Chávarri Maldonado*

*Gracias por sus asesorías y su tiempo que me brindo para poder elaborar esta Tesis*

*A mis amigos Moisés Reyes Toledano, Miguel Ángel Hernández Rodríguez, Víctor Hugo Falcón, Antonio Cacho Jara, José Luis Castañeda León y al Contador Rubén René Romo Saiz les doy las gracias por haberme apoyado y decirme que si se puede.*

*Un agradecimiento a mis sinodales:*

*Ing. Ernesto R. Mendoza Sánchez*

*Ing. Marcos Trejo Hernández*

*Dr. Enrique Cesar Valdez*

*Agustín Deméneghi Colina*



# Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
II. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN	8
II.1. TRABAJOS PRELIMINARES	8
II.1.1. MOVILIZACIÓN DEL CONTRATISTA	9
II.1.2. ENCAUCE DEL TRÁNSITO PEATONAL Y VEHICULAR.	11
II.1.3 TOPOGRAFÍA	13
II.1.4. OBRAS INDUCIDAS	16
II.1.5. OBRA INDUCIDA SUBTERRÁNEAS	18
II.2. CONSTRUCCIÓN DE PILOTES	31
II.2.1 MATERIALES	32
II.2.2. CORTE Y DOBLADO	36
II.2.3. ARMADO	37
II.2.4. CIMBRADO	39
II.2.5 COLADO	40
II.2.6. PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO.	44
II.2.7. MARCADO DE PILOTES	48
II.2.8. ALMACENAJE	48
II.3. CONSTRUCCIÓN DE ZAPATAS	51
II.3.1 PERFORACIÓN PREVIA	51
II.3.2. HINCADO DE PILOTES	54
II.3.3. EXCAVACIÓN DE ZAPATAS.	59
II.3.4. COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE CONCRETO E IMPERMEABILIZACIÓN DE LA ZAPATA	64
II.3.5 DESCABECE DE PILOTES	67
II.3.6 HABILITADO	69
II.3.7 CIMBRADO	69
II.3.8. COLADO	70
II.3.9. ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ZAPATA	72
II.3.10. EQUIPOS EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ZAPATAS:	103
III. PROGRAMA DE OBRA	105
IV. CONCLUSIONES:	107
BIBLIOGRAFÍA	108



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo tiene como objetivo analizar desde el punto de vista constructivo, una descripción de los trabajos realizados en la construcción de la cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña-Eje 3 Oriente. La cimentación empleada es una combinación de zapatas tipo cajón y pilotes de puntas.

Se realizará una breve descripción general del proyecto así como de sus características y de los beneficios sociales, ambientales y económicos que justifican la construcción de esta obra.

También se realizará una descripción de los procedimientos constructivos y normas que fueron empleadas en las excavaciones y construcción de las zapatas.

Se desarrollará la descripción de la de la infraestructura, equipos y materiales necesarios para la ejecución de los trabajos.

Se elaborará un programa general de construcción de la cimentación, que describirá las etapas y periodos de ejecución de los trabajos.



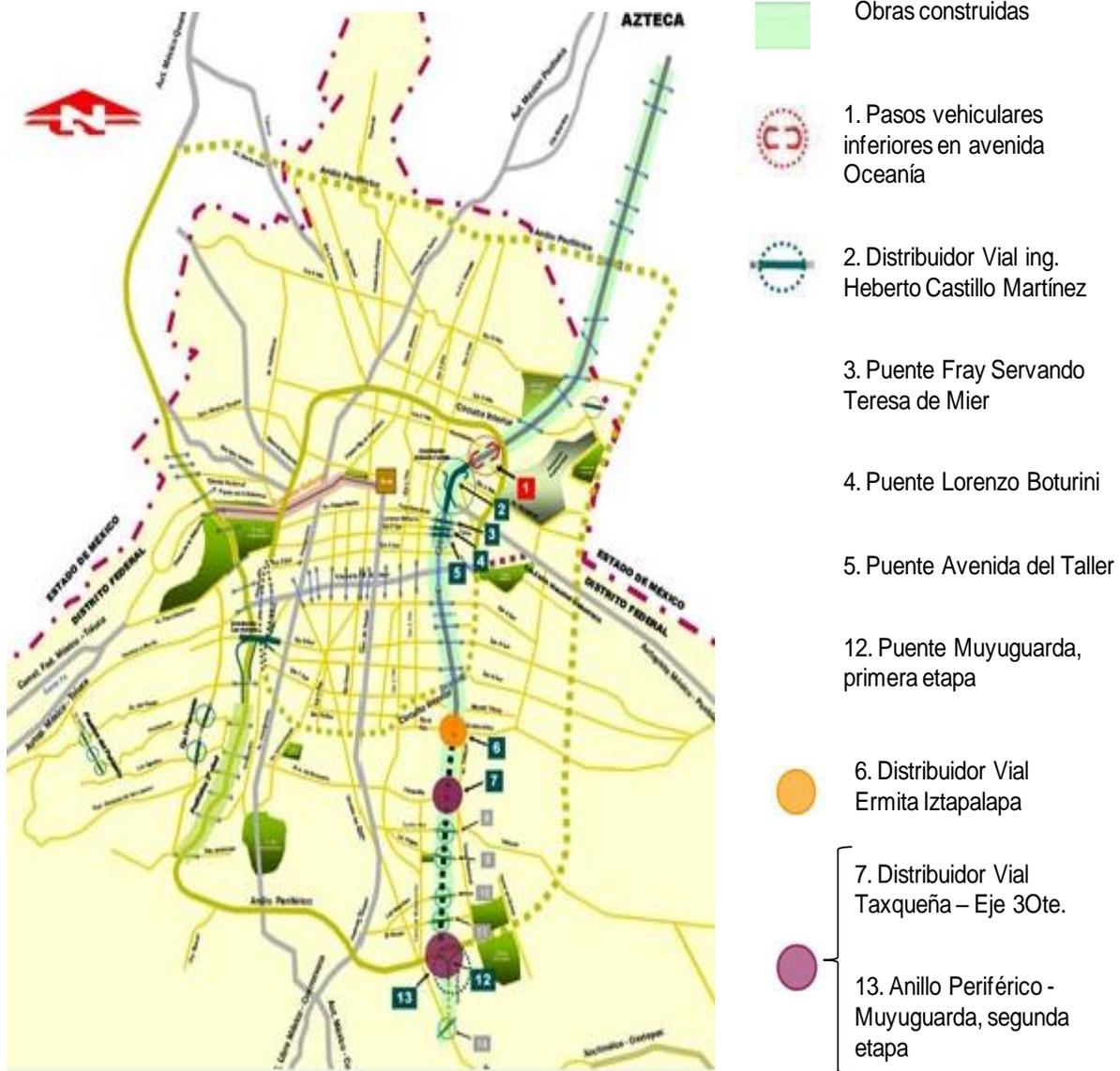
## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La Ciudad de México desde sus orígenes se ha convertido en el centro social, cultural, económico e institucional de nuestro país, lo que le ha generado un incremento en su densidad de población tanto en sus delegaciones como en su zona conurbana. Este fenómeno demográfico presente en nuestra metrópoli ha provocado cambios en los patrones de viaje, en 1983, por ejemplo los viajes con origen y destino en el territorio del Distrito Federal equivalían al 62 por ciento, pero en 1994 se redujeron a menos del 57 por ciento. Mientras, los viajes metropolitanos, los que cruzan el límite del DF y el del estado de México- pasaron de 17 por ciento a casi 22 por ciento. Esta situación ha impulsado la creación de nuevas redes de transporte que ha evolucionado a través del tiempo adecuándose a las necesidades de desarrollo de la ciudad. Una de las obras que se han creado para tratar de mitigar las problemáticas viales e impacto ambientales en el Distrito Federal es el **Eje Troncal Metropolitano** cuya finalidad es comunicar la zona metropolitana desde Ciudad Azteca, en el Estado de México, hasta Anillo Periférico Sur, en la Delegación Xochimilco.

Con la construcción de los pasos inferiores Oceanía, Distribuidor Vial Iztapalpa y el Distribuidor Vial Taxqueña se lograra adicionar 6 Km. De vialidad de acceso controlado al Eje Troncal, enlazando los tramos ya construidos desde Ciudad Azteca hasta la Av. Santa Ana alcanzando una longitud total de 31 Km.



**Fig. 1 Trazo del Eje Troncal Metropolitano**



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



### DISTRIBUIDOR VIAL TAXQUEÑA – EJE 3 OTE.

El Distribuidor Vial Taxqueña – Eje 3 Ote., tiene una longitud de 1.5 Km y a diferencia del Distribuidor Vial San Antonio y de los segundos pisos que fueron coordinados por la Secretaria de Medio Ambiente, ahora estuvo a cargo de la Secretaria de Obras del DF.

La empresa a cargo de la construcción del distribuidor fue la constructora ICA bajo la supervisión de la DGOP y la empresa Ingeniería Integral Internacional México S.A. de C.V.

### LOCALIZACIÓN

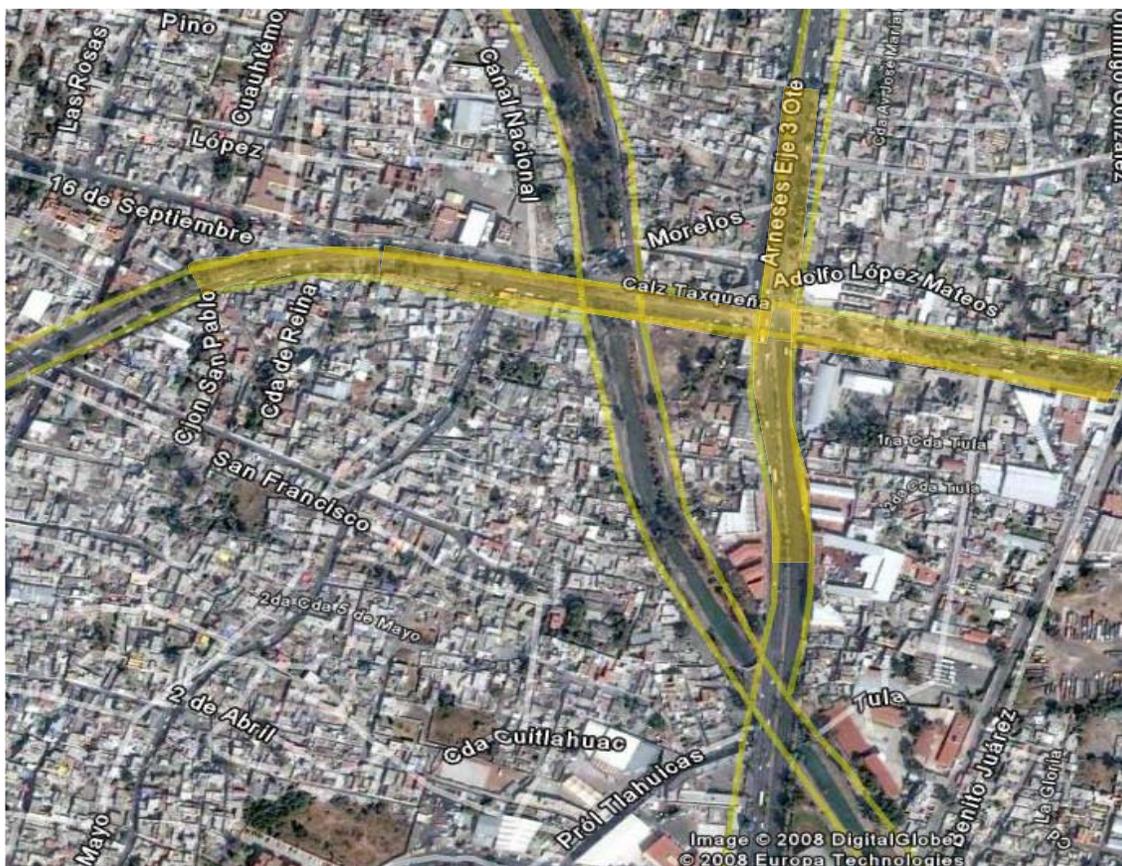


Fig. 2 Localización del proyecto



**Datos técnicos**

El proyecto consta de un puente de cuatro cuerpos, dos de ellos localizados sobre la Calzada Taxqueña y los otros dos sobre el Eje Vial 3 Oriente, estos permitirán el cruce y los movimientos direccionales en la zona.

La obra tuvo un periodo de ejecución de 10 meses que inicio en el mes de diciembre del 2005 y finalizo el 15 de octubre del 2006.

El costo total del proyecto fue de 273 millones de pesos y genero 659 empleos directos e indirectos durante su duración.

**Datos técnicos**

Vialidad de 2 Niveles

	Longitud
Cuerpo Principal	875 m
Gazas Complementarias	<u>273 m</u>
<b>Longitud Total de la Vialidad</b>	<b>1,148 m</b>
Superficie de rodamiento:	9,092 m <sup>2</sup>
Velocidad de circulación:	60 Km/m <sup>2</sup>
Capacidad de circulación:	2,400 veh/hr/sentido

**Cimentación**

No. de Zapatas:	20
No. de Pilotes:	768
Longitud de Pilotes:	15,16 y 17 m

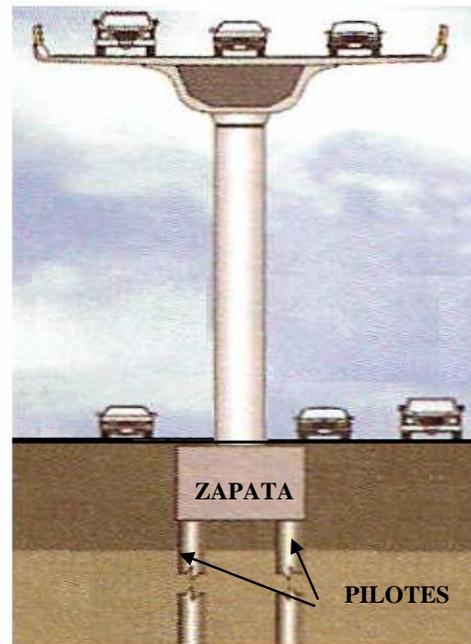


Fig.3 Esquema general del puente



Por las condiciones geológicas, sísmicas del suelo (Zona III suelo pantanoso) y por las características propias de la estructura, se optó por diseñar una cimentación compuesta de Zapatas y Pilotes distribuidos a lo largo de la estructura (ver fig. 4).

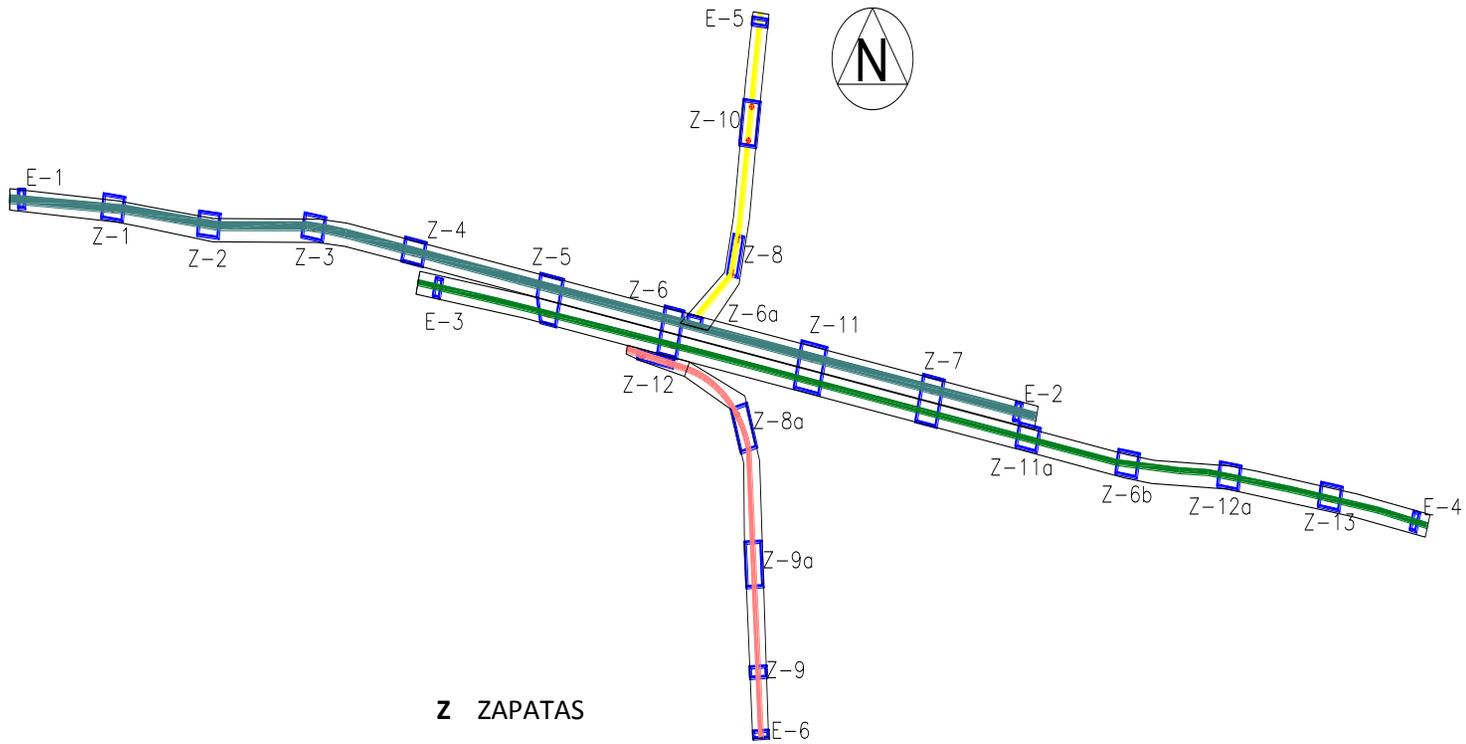


Fig.4 Plano de localización de zapatas



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **Beneficios**

La construcción de esta obra proporcionará un mejoramiento de las condiciones viales y ambientales de la ciudad ,así como un impulso al desarrollo económico y social de la misma. Los beneficios directos son los siguientes:

- Reduce los tiempos de traslado.
- Aumenta la velocidad de operación.
- Se reducen los niveles de contaminación y consumo de combustibles.
- Desarrollo económico y social de la zona



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **II. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN**

Los procedimientos empleados para la construcción de la cimentación consisten principalmente en la construcción de los pilotes, excavaciones y concretos empleados en las zapatas, así como los procedimientos utilizados en los trabajos de obras inducidas.

Los procedimientos son respaldados con normas de construcción de diferentes instituciones, esquemas y gráficos empleados durante la construcción de la cimentación la cual se desarrolla en las siguientes etapas:

- Fabricación de pilotes
- Perforación previa
- Excavación de Zapatas
- Colado de zapatas

#### **II.1. TRABAJOS PRELIMINARES**

Con el fin de garantizar que el sitio de la obra, se tuviera los espacios y las condiciones necesarias, para que el personal y la maquinaria puedan llevar a cabo con eficiencia y seguridad, los trabajos de la construcción de la cimentación; se requirió realizar las siguientes actividades previas:

- **Movilización del Contratista**
- **Confinamiento y señalización**
- **Topografía**
- **Obras Inducidas**



### II.1.1. MOVILIZACIÓN DEL CONTRATISTA

El contratista movilizó personal, recursos y equipos de construcción, al sitio de la obra, en donde realizó la construcción de instalaciones temporales que sirvieron de apoyo para el alojamiento de almacenes de herramientas, oficinas, casetas de vigilancia, talleres de habilitado de acero de refuerzo, carpintería para las cimbras y camas de colado para la producción de los pilotes.



Oficina de campo



Taller de habilitado para los pilotes



Almacén de herramientas y cama de curado de los pilotes

Fig.1.1 Infraestructura de campo



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Cabe mencionar que durante el periodo de construcción de la obra fue necesario mantener la higiene en las áreas de trabajo y en los alrededores por lo que se instalaron receptáculos de basura y sanitarios portátiles. Por otra parte se emplearon brigadas de limpieza encargadas de retirar la basura y escombros generada por la el personal y la construcción.



Letrina Portátil



Colocación de depósitos de basura



Trabajos de limpieza

Fig.1.2. Higiene dentro de la obra



## **II.1.2. ENCAUCE DEL TRÁNSITO PEATONAL Y VEHICULAR.**

Tratando de causar las menores afectaciones, al tránsito vehicular y peatonal de la zona, fue necesario reencausar la circulación y delimitar el área de trabajo en ambos sentidos de las calzadas Taxqueña (Oriente –Poniente) y del Eje 3 Oriente (Norte y Sur). Las medidas a implementar son las siguientes:

### **Confinamiento**

Para este fin se realizó la colocación de bollas de concretos, acordonamientos y tapiado.



Colocación de bollas y cordones para el confinamiento



Colocación de muros metálicos

Fig.1.3. Confinamiento de la obra



### Personal de Transito

Este personal se encargó de dirigir el tránsito en cruces peatonales y vehiculares adyacentes a las áreas de trabajo.



Fig. 1.4. Personal de tránsito en cruces y pasos peatonales

### Señalización

Son aquellos elementos que forman parte del equipamiento en obra, cuyo objetivo es la prevención de accidentes laborales así como de canalizar el flujo vehicular.



Fig. 1.5 Señalizaciones viales y preventivas en la obra y vialidades



### II.1.3 TOPOGRAFÍA

Con el fin de realizar el trazo y nivelación del proyecto, una cuadrilla de topografía integrada con personal calificado, deberán de constatar que los trazos y la ubicación de los bancos y puntos de referencia estén correctamente posicionados, para ello emplearan equipos topográficos de alta precisión.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Trazos de ejes auxiliares y posicionamiento de puntos referenciales
- Colocación de bancos de nivel (Testigos en muros)





## **BANCOS DE NIVEL**

El objetivo de las presentes especificaciones es proporcionar los puntos básicos que deberán seguirse para realizar los trabajos de monitoreo, tanto en las estructuras y obras inducidas proyectadas para la construcción del Puente Vehicular así como también en las edificaciones adyacentes. El monitoreo de estas estructuras incluirá los desplazamientos verticales y horizontales que se presenten antes, durante y después a la realización de la obra. Los resultados de este monitoreo permitirán detectar oportunamente cualquier comportamiento anormal (condiciones de inestabilidad o deformaciones inadmisibles), que pueda provocar daños en instalaciones, colindancias y en la misma construcción, además de retroalimentar los criterios de proyecto y deslindar responsabilidades entre los involucrados. El monitoreo permitirá -en caso de ser necesario- determinar medidas correctivas en los procedimientos constructivos.

## **TESTIGOS EN MUROS (PALOMAS)**

Todas las casas o edificios que se encuentren dentro del área de influencia, deberá marcarse con al menos dos puntos de referencia conocidas como “palomas” para observar los movimientos verticales o hundimientos. La distancia entre puntos o elementos de referencia no deberá ser mayor a 20 m

- Los testigos en muros se instalarán en todas aquellas estructuras ubicadas dentro del área de influencia.
- Los testigos se ubicarán a una altura aproximada de 1.5 m
- La zona donde se ubicará un testigo deberá limpiarse y aplanarse con mortero previamente.
- En los sitios elegidos se pintan de color blanco cuadros de 7x7 cm.
- Haciendo uso de un nivel de precisión se marca el eje horizontal de los testigos refiriéndolo a un banco de nivel.
- Los triángulos de las referencias se pintan de rojo y se marca la clave de identificación.



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal

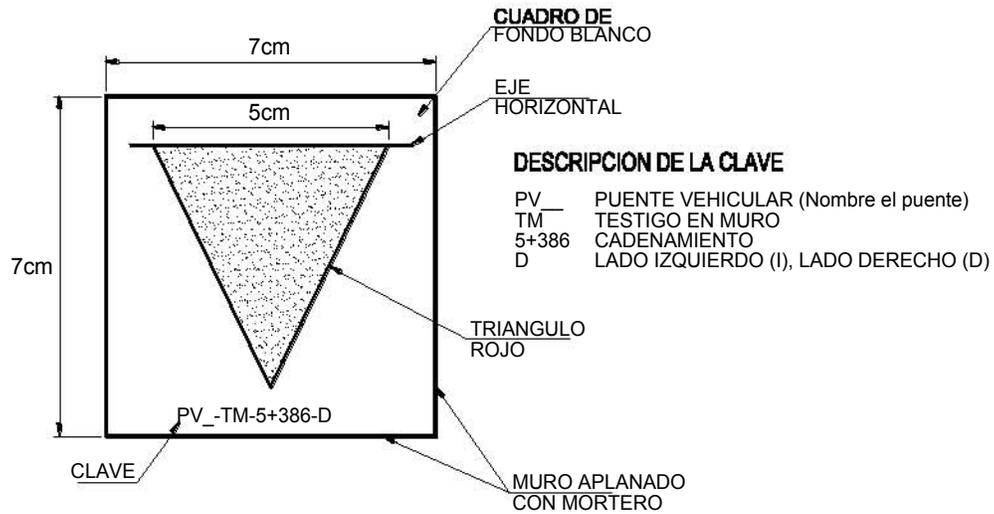


Fig. 1.7. Testigos en muros (palomas)



#### **II.1.4. OBRAS INDUCIDAS**

Las obras inducidas son todas aquellas obras existentes que generan interferencias por arriba o debajo del nivel de desplante del proyecto, por esta razón las estas deben de retirarse y retirarse según sea el caso. La clasificación de las obras inducidas son las siguientes:

- a) Superficiales**
- b) Aéreas**
- c) Subterráneas**

##### **II.1.4.1 OBRAS INDUCIDAS SUPERFICIALES Y AEREAS**

Las Obras superficiales y aéreas son aquellas que generan interferencias sobre y por encima del nivel de proyecto, dichas interferencias suelen ser árboles, banquetas, carpeta asfáltica, semáforos, señalizaciones, cableado eléctrico y telefónico, alumbrado público, edificaciones, etc.



Fig. 1.8. Limpieza del Terreno, Tala y destacone



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**Retiro de mobiliario urbano y carpeta asfáltica.**

En esta etapa se procedió a retirar estructuras superficiales como son semáforos, postes de alumbrado público, telefónico y cualquier otra estructura que obstruya los trabajos de construcción del distribuidor. También se efectuó el retiro de la carpeta asfáltica en las zonas donde se llevaran a cabo las excavaciones de las zapatas



Demolición de guarniciones y banquetas



Retiro de la demolición



Retiro de postes y cableados

**Fig. 1.9. Retiro de obras superficiales**



### **II.1.5. OBRA INDUCIDA SUBTERRÁNEAS**

Son las obras inducidas subterráneas son aquellas que son detectadas en el subsuelo en el área de influencia de la cimentación, para eliminar sus interferencias estas deben ser detectadas y en sus casos deben de ser re direccionadas y extraerlas del sitio.

#### **Calas de Exploración:**

Para su detección se emplearan calas de exploración de 1.0X1.0XH variable, al realizar los trabajos de detección de obras subterráneas estos deberán de efectuarse con sumo cuidado procurando no dañar la infraestructura existente que pudiese generar riesgos en la zona, además de evitar reparaciones no contempladas y afectar al programa de construcción. Para la detección de las obras se deberán apoyar en planos de urbanización que contengan información sobre conducciones subterráneas de agua potable, residual, agua tratada, cableado de alta tensión, gas, etc.



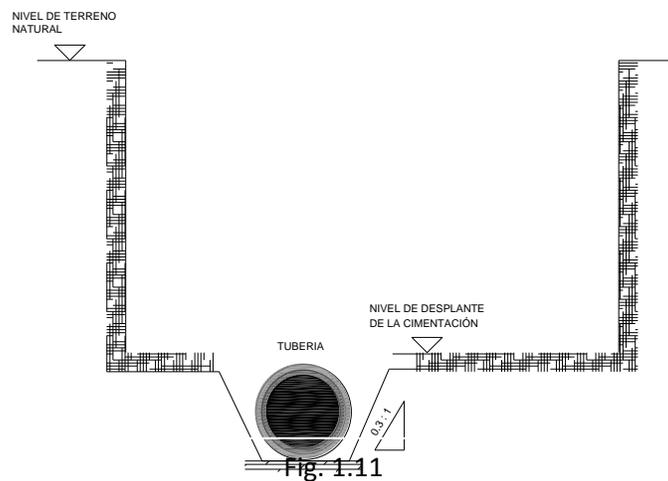
Fig. 1.10. Excavación de calas para la detección de obras inducidas subterráneas



## Retiro de las obras

En aquellas excavaciones donde se detecten líneas de tubería de agua potable, drenaje, agua cruda, fibra óptica (voz, imagen, datos), líneas telefónicas conducto de gas natural etc. que se alojen por arriba o debajo del nivel de desplante de la losa de cimentación, se deberán retirar de las siguientes formas.

- a) Por encima de la losa de cimentación: En este caso simplemente se efectuó el retiro cortando las tuberías en toda el área excavada, previo desvío concluido para ese tramo.



- b) Por debajo del nivel de desplante de la cimentación: Para este caso, se procedió a realizar la excavación con taludes en relación 0.3:1 (horizontal a vertical). Se retiró por tramos la tubería, verificando en todo momento que no circulara agua para evitar la inundación de la excavación.

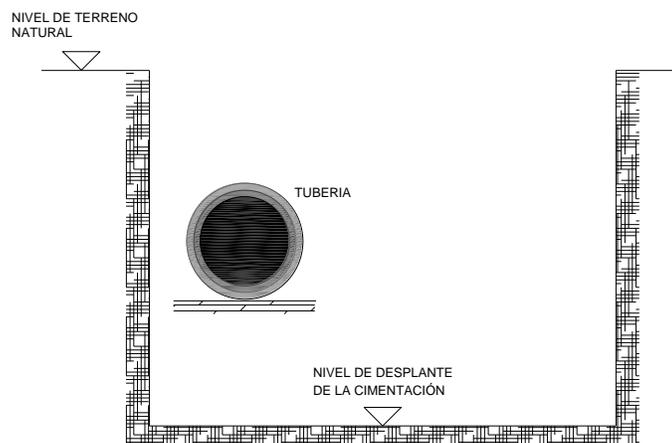


Fig. 1.12



### Colocación de tuberías

Para realizar la colocación de las tuberías de agua potable o alcantarillado se deberá de llevar a cabo la traza, en campo de la geometría de las zanjas o elemento por excavar con él sobre ancho necesario.

En la siguiente tabla se indica el ancho y profundidad de las zanjas para cada tipo de tubería afectada por la construcción de las cimentaciones del puente vehicular:

DIÁMETRO	TIPO	PROF. (m)	ANCHO ZANJA (m)	SOBRE- ANCHO (m)	d (cm)	e (cm)
4" (10 cm)	Agua Potable	1.50	0.60	0.25	10	2
6" (15 cm)	Agua Potable	1.55	0.70	0.27	10	2
12" (30 cm)	Agua Potable	1.70	0.85	0.27	10	5
12" (30 cm)	Drenaje	2.85	0.75	0.22	10	5
15" (38 cm)	Drenaje	1.35 - 3.00	0.90	0.25	10	5
18" (45 cm)	Drenaje	3.90 - 4.50	1.00	0.27	10	5
36" (90 cm)	Drenaje	4.00 - 5.45	1.75	0.42	11	8

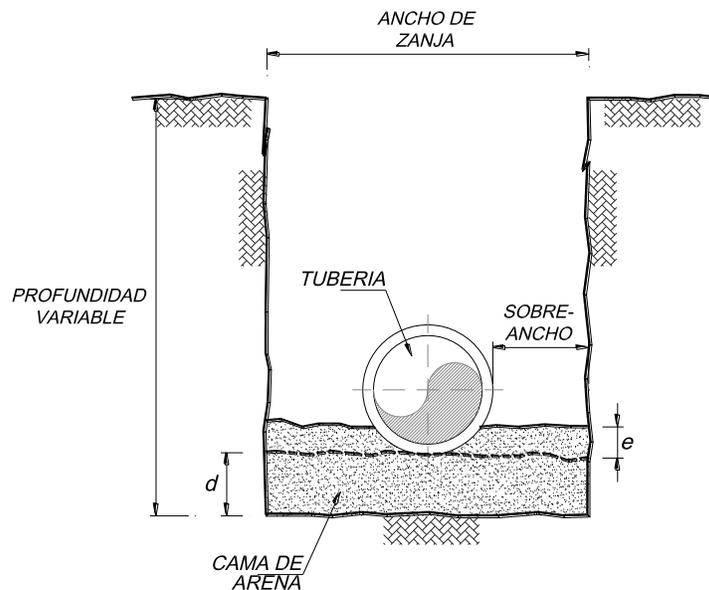


Fig. 1.13. Esquema de la geometría de excavación de zanjas (\*)

(\*) Nota: la tabla y esquema fueron obtenidas de las normas técnica complementaras del Distrito Federal en lo referente a tuberías de agua potable y alcantarillado.



Es necesario confinar la zona de obra, restringiendo el tránsito vehicular cuando menos 3 m del límite de excavación, así como dejar pasos peatonales señalados y confinados.

## **PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN Y CONTENCIÓN**

### **1. Excavación menor a 2.5 m**

Para las tuberías de drenaje que descargan a los colectores o tuberías de agua potable, cuya profundidad de excavación no sea mayor de 2.5 m, se ejecutará la excavación en una sola etapa, colocando un sistema de contención temporal (ademe) a base de tablonés, polines, largueros, etc., el cual se describe a continuación.

La excavación de la zanja se realizará con equipo mecánico ligero (retroexcavadora), debiéndose excavar el ancho indicado en proyecto hidráulico. Una vez terminada la excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (48 hrs), los últimos 30 cm se excavarán con herramienta manual evitando el

remoldeo del desplante. Los tramos de avance serán de una longitud máxima de 20 m, y permanecerá abierto un tiempo máximo de 3 días.

El sistema de ademe consistirá básicamente en la colocación de tablonés verticales a lo largo de la pared vertical de la excavación y en ambos lados, fijándolos con polines horizontales (largueros) en tramos no mayores a 2 m. Los largueros se colocarán partiendo del inferior cuya posición será 20 cm sobre el lomo de la tubería por colocar; el siguiente larguero se colocará a la mitad entre el terreno natural y la posición del inferior.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal

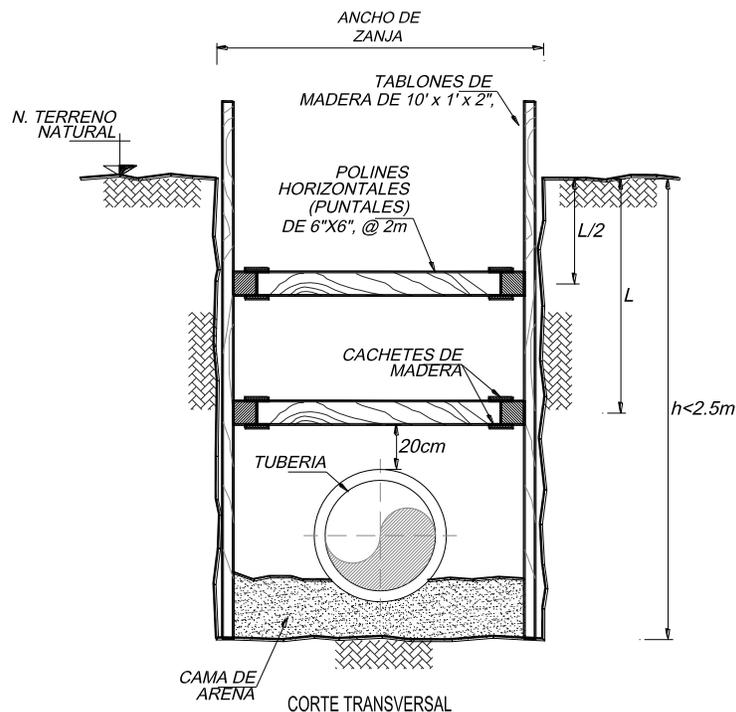


Los largueros se apuntalarán mediante polines (puntales) que se calzarán perfectamente con cuñas de retaque, y se fijarán con cachetes de madera.

Los polines tendrán dimensiones mínimas de 6" x 6" y los tablonces de 10' x 1' x 2" , (figs. 1.14. y 1.15. ).

Se deberá contar con estructura de ademe suficiente para poder usar conforme se avance en la excavación y rellenos; utilizando en una zona para proteger la excavación durante el tendido de la tubería, y retirarla conforme avance el relleno.

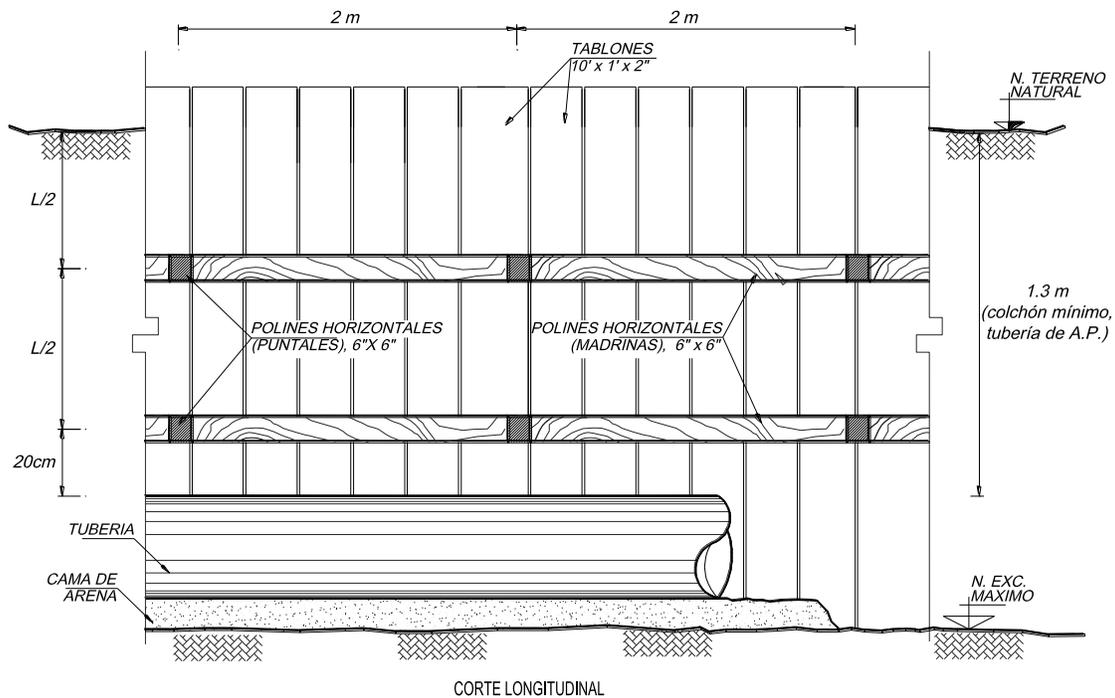
En caso de filtraciones, anegación por lluvia de las zanjas, etc., es recomendable construir cárcamos de bombeo y contemplar un bombeo de achique para ejecutar los trabajos adecuadamente.



**Figura 1.14.**



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



**Figura 1.15.**

En los tramos de tubería de drenaje, se deberá descubrir los sitios indicados como cruceros de conexión o pegas para encontrar la tubería a desviar, a partir de esto se determinará la profundidad real de la zanja que alojara la tubería y con el ancho correspondiente al diámetro de la tubería. En el caso de tuberías de agua potable deberá existir un colchón mínimo de 1.3 m sobre el lomo del tubo (fig. 1.15.).

La trayectoria de otras instalaciones municipales existentes que crucen con el desvío proyectado serán previamente detectadas, mediante franjas pintadas en el pavimento. En estos puntos las excavaciones se realizarán con herramienta manual garantizando la integridad de las instalaciones.



## **2. Excavación mayor a 2.5 m**

Para tuberías de drenaje que se desplante a una profundidad mayor a 2.5 m, se colocará un sistema de contención a partir del límite del sobreebanco. Para profundidades de hasta 3 m se colocará únicamente un nivel de troquelamiento y para profundidades mayores a esta se colocarán dos niveles de troquelamiento.

Se hincarán perfiles estructurales IPR (elementos verticales) de 8" x 59.8 kg/m, a cada lado de la excavación, a una distancia entre ejes de viguetas que no excederá 3 m. Previo al hincado de las viguetas deberá realizarse una perforación guía del 80% del diámetro envolvente de la vigueta y hasta la profundidad de hincado -2 m bajo el nivel máximo de excavación y sobresaldrán 50 cm del nivel de vialidad. La perforación será sin extracción de material, sólo con batido.

La excavación se realizará con equipo ligero, en 3 etapas y en tramos cuya longitud máxima sea de 12 m; la primera a  $\pm 1.5$  m de profundidad, la segunda alcanzará 20 cm por arriba del lomo del tubo y la tercera hasta alcanzar el nivel máximo de excavación; los últimos 30 cm se excavarán con herramienta manual, evitando el remoldeo del terreno de desplante.

El frente de las excavaciones observará taludes con relación 1:1, atendiendo a las mismas etapas (fig.1.16.).

El tiempo máximo que la excavación permanecerá abierta será de 48 hrs., el frente de los mismos 3 días.

Ejecutada la excavación de primera etapa se afinarán de inmediato las paredes y se colocarán los tablonés de 2" de espesor y polines de 6"x 6" a cada 80 cm. de separación (vertical) con sus cuñas de retaque en los extremos. A este nivel de excavación se colocará una viga madrina formada por un perfil IPR de 10" x 44.7 kg/m, fijándola a estos mediante ménsulas y soldadura y en seguida se colocará un primer nivel de troqueles a la profundidad indicada para cada caso de tubería bajo el nivel de terreno natural. Los puntales serán tubos de acero CED-40 de 4" de diámetro.



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal

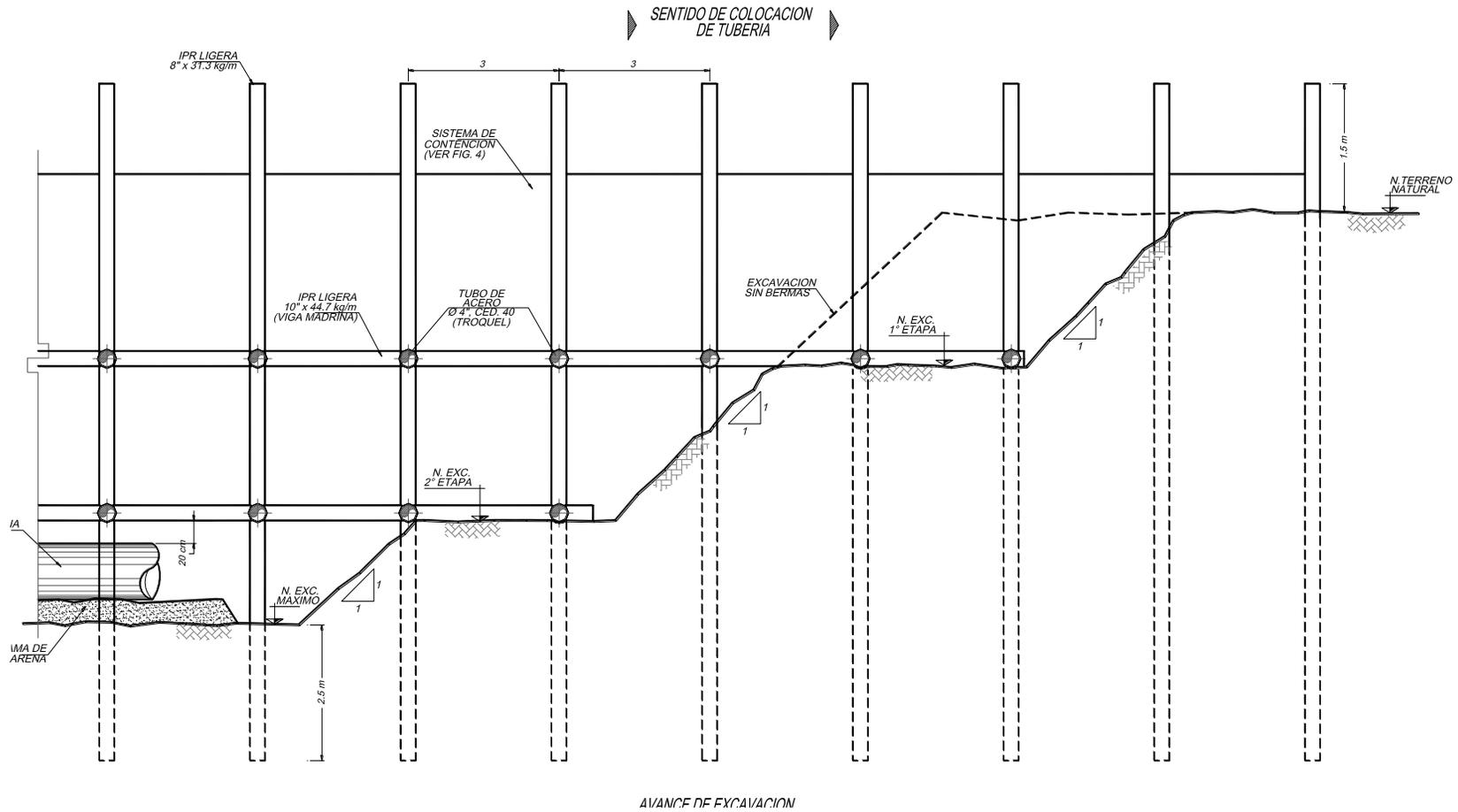


Figura 1.16.



Una vez cumplido lo anterior se procederá a la excavación de la segunda etapa, la cual llegara 20 cm arriba del lomo del tubo. A este nivel de excavación se colocará un perfil IPR de 10" x 44.7 kg/m, fijando de igual manera que el nivel anterior. Al mismo tiempo que los tablonés, se colocarán los troqueles en los mismos puntos de fijación entre viguetas, no debiendo existir holguras en sus apoyos, para lo cual se colocarán cuñas, además se sujetarán mediante estrobos a los elementos verticales (fig.1.17.).

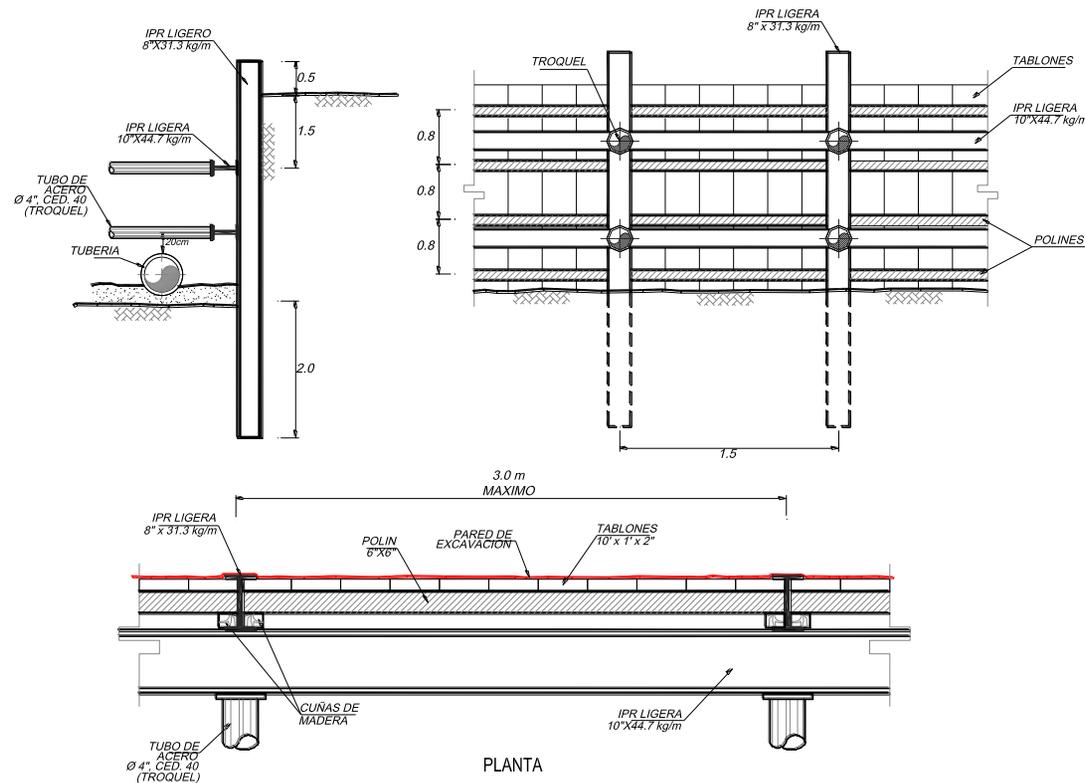


Figura 1.17.



La tercera etapa de excavación no contará con viga madrina ni puntales, y se procederá a colocar de forma inmediata el sistema de tabloncillos y polines hasta alcanzar la profundidad de excavación de proyecto.

Cuando por condiciones de la obra sea necesario mantener abierto el frente de la excavación por más de 3 días, se implementará el mismo sistema de contención o bien se tenderán los taludes a una relación de 2:1 (H:V) incluyendo bermas de 2.0 m a la mitad de la excavación y recubrimientos con malla de gallinero y concreto lanzado de 3 cm de espesor. Se colocará un tercer nivel de troqueles (temporales) a 1.0 m bajo el último nivel, el cual se retirará conforme avance la colocación de la tubería. Adicionalmente, si la excavación se encuentra en el nivel máximo de excavación se colocará una sobrecarga de al menos  $2 \text{ t/m}^2$  en el fondo de la excavación a base de costales de arena.

### 3. Construcción de pozos de visita

La excavación para los pozos de visita se realizará de forma similar a la indicada anteriormente, incluyendo su sistema de contención, los puntales serán sustituidos por anillos formados por vigas madrina, soldadas en sus extremos. Se excavará en una área cuyos lados serán de 50 cm mayores a los de la geometría del pozo de visita (fig. 1.18.).

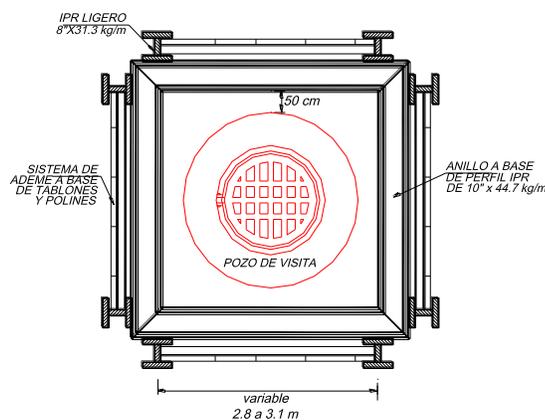


Figura 1.18.



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Alcanzado el nivel de desplante del pozo de visita y afinado el fondo se realizarán las actividades inherentes a la construcción del pozo. El tiempo de construcción de cada pozo deberá ser el mínimo posible, sin embargo el tiempo entre la excavación, afine del fondo y construcción no excederá a 12 horas.

### **COLOCACIÓN DE RELLENOS**

#### **1. Tramo**

Sobre la cama de arena o gravilla se colocarán los tubos. El acomodo, acostillamiento, unión y todos los detalles de construcción se realizarán conforme a proyecto hidráulico y las Normas de DGCOH.

Con los tubos en su posición se rellenará la zanja hasta el nivel de desplante de los pavimentos. Los rellenos serán material limo-arenoso (tepetate) producto de banco, compactado en capas de 20 cm de espesor (máximo) y al 95% mínimo respecto a la prueba AASHTO estándar (T-99), además de alcanzar un valor relativo de soporte (VRS) mínimo de 20%. El contenido de humedad será el apropiado para garantizar la compactación.

La compactación será con pisón hasta cuando menos 20 cm por arriba del lomo del tubo, continuando con la colocación y compactación del relleno en capas. El equipo para compactar será el que garantice, tanto, el grado de compactación como la integridad de las tuberías y no propicie la deformación de la línea.

Conforme avance la colocación de los rellenos se retiraran los elementos involucrados en el soporte de la excavación.



## 2. Pozos de visita

Terminados los pozos de visita se colocarán rellenos con un material limo-arenoso (tepetate), compactado al 95% AASHTO estándar (T-99) en capas de 20 cm (máximo) de espesor y valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo). Los elementos de contención se retirarán conforme avance la colocación de los rellenos. En tanto permanezcan las excavaciones abiertas no se permitirá la acumulación de materiales u otros objetos que representen sobrecargas mayores a  $1 \text{ t/m}^2$  en un perímetro igual a la profundidad.

### DEMOLICIÓN Y RETIRO DE TUBERÍAS EXISTENTES, Y COLOCACIÓN DE RELLENOS

En aquellas excavaciones de la cimentación donde aflore o se encuentren las tuberías municipales que se cancelaran, tales como agua potable o drenaje y que se encuentran por arriba del nivel de desplante de la losa cimentación, se deberá proceder a su retiro tomando en cuenta que se pueden presentar dos casos:

a) *Tubería por arriba del nivel de desplante de la losa de cimentación*

En este caso, al ser localizada las tuberías se procederá simplemente a su demolición y su retiro cortando las tuberías en toda el área excavada, previo desvío concluido para ese tramo. (fig.1.19.).

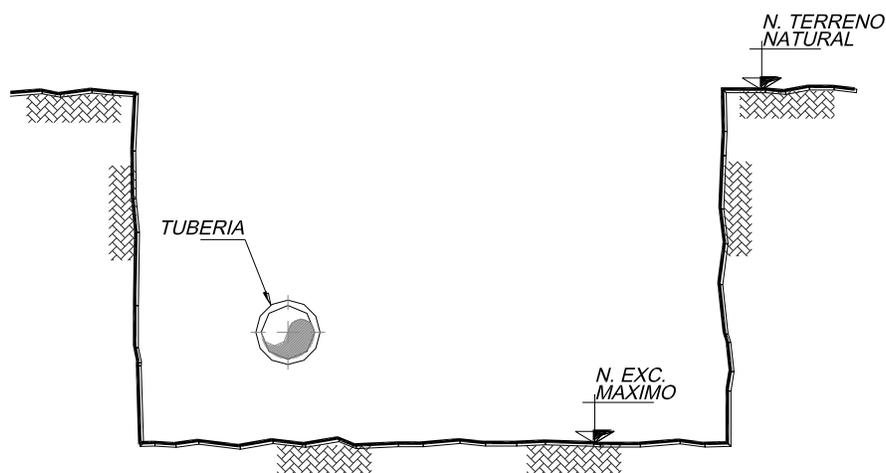


Figura 1.19.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal

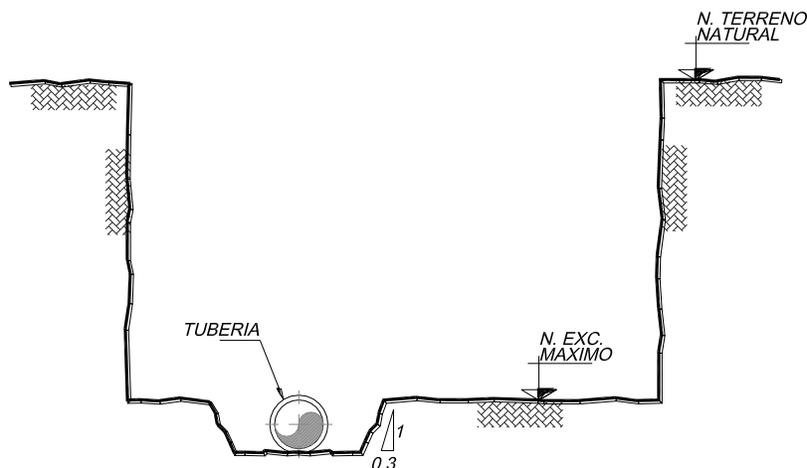


### b) Tubería abajo del nivel de desplante de la losa de cimentación

En este caso, una vez detectadas las tuberías, se procederá a realizar una excavación que deberá ser con taludes en relación 0.3:1 (horizontal a vertical). A continuación se deberá retirar por tramos la tubería, verificando en todo momento que no tengan agua para evitar la inundación de la excavación.

Una vez retirado todo el material de las tuberías se deberá proceder al relleno de la sobreexcavación, estos rellenos será con material limo – arenoso (tepetate) producto de banco, compactado en capas de 20 cm de espesor (máximo) y al 95% mínimo respecto a la prueba AASHTO estándar (T-99), además de alcanzar un valor relativo de soporte (VRS) mínimo de 20%. El contenido de humedad será el apropiado para garantizar la compactación. (fig. 1.20.).

Para los dos casos será necesario contar con un equipo de bombeo de achique.



**Figura 1.20.**

Estas especificaciones se complementan con los planos topográficos, estructurales, arquitectónicos y de proyecto geométrico correspondientes, así como con las Normas Generales de Construcción del DDF, y normas específicas de DGCOH.



## II.2. CONSTRUCCIÓN DE PILOTES

La producción de pilotes es una de las actividades críticas dentro del programa de obra ya que si el suministro de este falla se corre el riesgo de retasar el avance en la construcción de la cimentación en sus etapas iniciales, Todo esto implica la creación de una infraestructura en el sitio, que sea capaz de asegurar la producción que la obra demanda.

Para este Proyecto se emplearon pilotes de punta de 15 a 17 m longitud estas longitudes son necesarias para alcanzar la profundidad a la que se encuentra el estrato competente que ayudará a soportar las cargas generadas por la estructura y superestructura.

Los **Pilotes de punta** son elementos estructurales esbeltos (relación de esbeltez mayor a 10) que son confinados por el suelo. Las dimensiones transversales oscilan entre 30 cm y 1 m de ancho, para este proyecto se emplearán pilotes de 50,0 x 50,0 cm.



En la figura se muestra una cimentación a base de pilotes de punta. En este tipo de cimentación, las cargas se transfieren, a través de pilotes que trabajan por punta, aun estrato resistente. Debido al hundimiento regional, se desarrollará fricción negativa en la parte superior de los pilotes, con lo que se incrementará la carga axial y disminuirá el esfuerzo vertical efectivo al nivel de desplante de la punta de los pilotes, con la consecuente disminución de la capacidad de carga de la cimentación

Figura 2.1.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



### II.2.1 MATERIALES

Para la construcción de los pilotes es necesario asegurar la calidad de los materiales utilizados en su fabricación, a continuación se mencionan los materiales, especificaciones y normas que deberán de emplear:

#### Cemento

El cemento Pórtland utilizado será Tipo II destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de sulfatos, como es el caso de los pilotes que están en contacto con las aguas subterráneas, que contienen estas concentraciones que son algo más elevadas que lo normal, pero no muy graves. El cemento deberá de cumplir con las especificaciones ASTM-C-150-72. .

#### Agregados

Los agregados finos y gruesos deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-111-1988.

<b>TITULO</b>	<b>NORMA</b>
Concreto - agregados – especificaciones	NMX - C-111-1988
Agregados para concreto – Partículas más finas que la criba F 0.075 (Nº 200) por medio de lavado – Método de prueba	NMX – C – 084 –1990
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX - B-231- 1996
Agregados – Muestreo	NMX - C-30-1997- ONNCCE
Agregados – Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznable	NMX - C-071-1983
Agregados Determinación de partículas ligeras	NMX – C-072-1983
Agregados – masa volumétrica – Método de prueba	NMX-C- 073-1990
Agregados – Efecto de las impurezas organizadas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros – Método de prueba	NMX - C-076-1983
Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de prueba	NMX-C-077-1997-ONNCCE
Agregados – Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso	NMX-C-164-1986
Agregados – masa específica y absorción de agua del agregado fino – método de prueba	NMX-C-165-1984
Agregados – contenido total de humedad por secado – método de prueba	NMX-C-166-1990
Agregados para concreto – Examen petrográfico – Método de prueba	NMX-C-265-1984
Agregados para concreto – Determinación de la Reactividad potencial (Método químico)	NMX – C-271- ONNCCE-1999



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



La arena deberá ser de grado duro y no deberá contener arcilla o materia orgánica, se recomienda que el material más fino que pasa la malla no. 200 y en ningún caso excederá del 10 %.

PROPIEDAD	REGLAMENTO		ARENA	MAXIMO (1)
	CLASE 1	CLASE 2		
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA No. 200 EN LA ARENA, PORCENTAJE MAXIMO, EN PESO	10	10	-	-
CONCRETOS SUJETOS A ABRASION	-	-	3	5
CONCRETOS PRESFORZADOS	-	-	3	5
OTROS CONCRETOS	-	-	3	5
CONTRACCION LINEAL DE LOS FINOS QUE PASAN LA MALLA No. 40	2	3	-	-

( 1 ) RECOMENDABLE CUANDO EL MATERIAL FINO NO ES FUNDAMENTALMENTE ARCILLOSO.

La grava que constituye el agregado grueso, será el producto de roca sana ya sea de mina o triturada (del tipo calizo o basáltico) en este último caso, no deberá presentar forma laja, el tamaño máximo de la grava no será mayor de 3/4 del espaciamiento mínimo entre varillas o paquetes de varillas.

Con las especificaciones de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, los valores de densidad y absorción son los siguientes:

Densidad            2.5    Mínimo

Absorción            1.5%    Máximo



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **Agua.**

El agua a utilizar en la elaboración y curado del concreto, deberá ser limpia, ya sea potable o tratada y deberá cumplir con lo indicado en la norma mexicana NMX –C-122-1982.

### **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo deberá satisfacer los requisitos especificados del I, así como los señalamientos que a éste respecto se hacen en las especificaciones generales de construcción. El acero de refuerzo, debe llegar a la obra sin oxidación perjudicial; así como exento de aceite ó grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección.

### **Alambrón**

Se denomina comúnmente como alambrón al acero de refuerzo que se usa principalmente para tomar esfuerzos de tensión diagonal, se fabrica en acero  $f_y=2,320$  kg/cm<sup>2</sup> y se forman las varillas lisas de 6.4 mm de diámetro. Está restringido a usarse en estribos, sunchos, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para tomar esfuerzos cortantes por fricción.

### **Alambre recocido**

Se utiliza para amarrar entre si las varillas, es normalmente alambre del #18 (no tiene función estructural).



Varilla



Alambrón para sunchos



Alambrón para estribos



Alambre recocido

## 2.2 Materiales que constituyen al acero de refuerzo

El acero deberá de almacenarse bajo cobertizos y clasificarse según su tipo, diámetro y grados, protegiéndolo contra la humedad y alteración química colocándolo sobre plataformas, polines u otros soportes que lo protegerán contra la oxidación. Deberá de asegurarse la calidad del acero de refuerzo suministrado a la obra incluyendo análisis químicos y características físicas, conforme a la norma NMX-C407-ONNCCE-2001, siguiendo los procedimientos de muestreo, en planta y por lote, indicados; también se aplicaran los métodos de pruebas definidos para cada muestra. Toda muestra debe cumplir con los requisitos químicos, dimensionales, de corrugaciones, masa, mecánicos y de acabado especificados en estas normas mexicanas.



## II.2.2. CORTE Y DOBLADO

Con el objeto de obtener las formas y dimensiones requeridas para el ensamble del esqueleto de acero, el metal será cortado y doblado con las dimensiones y formas requeridas en el proyecto.

Los cortes se realizaran con elementos mecánicos tales como, segueta, sierra de disco o cizallas, por ningún motivo el acero será cortado con soplete, con el fin no generar debilitamiento del metal. Las varillas de refuerzo de cualquier diámetro se doblarán en frío, observando que el doblado no produzca fisuramiento, laminación ó desprendimientos superficiales. Si el doblado se llegara a realizar en caliente, en ningún caso se elevará a más de quinientos treinta (530) grados centígrados

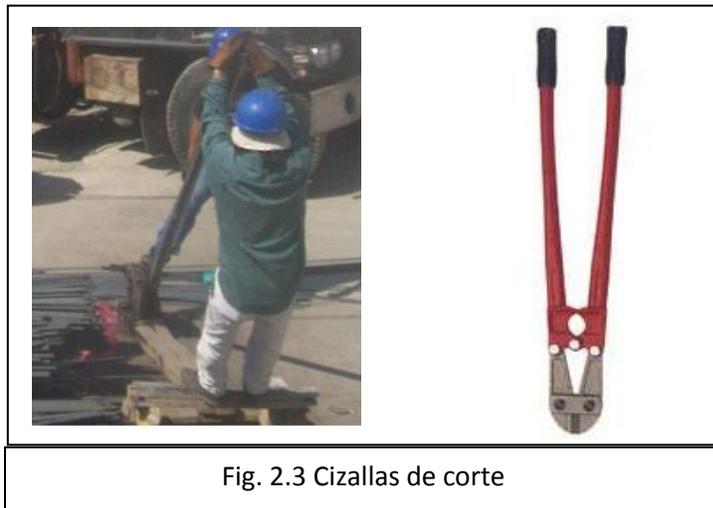


Fig. 2.3 Cizallas de corte



Fig. 2.4 Maquinas de enrollado



### II.2.3. ARMADO

La distancia mínima de centro a centro entre 2 varillas paralelas debe ser de 2.5 veces su diámetro si se trata de secciones circulares y de 3 veces la dimensión diagonal si trata de sección cuadrangular. En todo caso, la separación mínima de las varillas no podrá ser menor que 1.3 veces el tamaño máximo del agregado, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que se pueda pasar el vibrador a través de ellas.

Las varillas paralelas a la superficie exterior de un miembro quedarán protegidas por recubrimiento de concreto, de espesor no menor a su diámetro pero en ningún caso será menor a 2.5 cm. al colocarse deberán hallarse libres de oxidación, tierra, aceite o cualquier otra sustancia extraña

El acero de refuerzo deberá colocarse firmemente y mantenerse fijo durante el colocado del concreto de la sección.

Todos los traslapes deben hacerse de acuerdo al proyecto. Los anclajes mecánicos son aceptados.

A continuación se muestra en la figura los detalles de acero de refuerzo en pilotes.

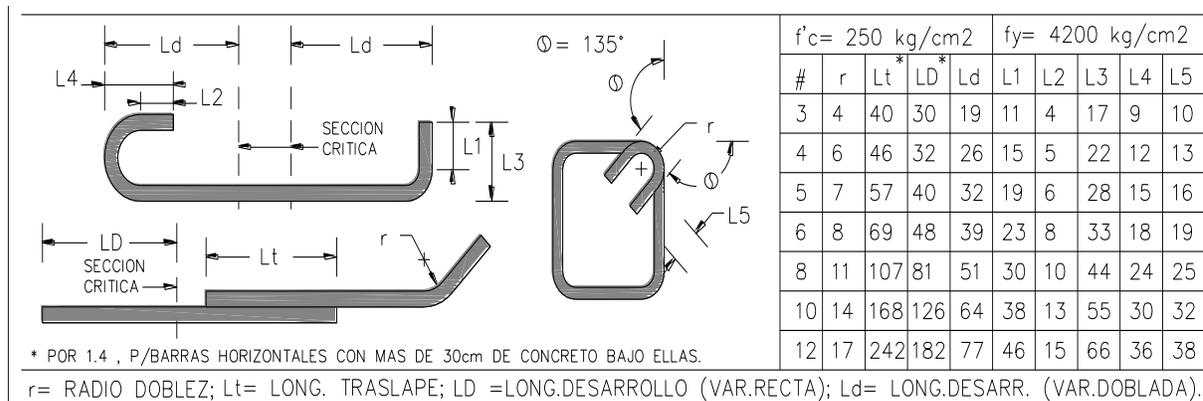


Fig. 2.5



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



El arreglo general del armado del acero de refuerzo se muestra en la figura, en donde se observa la distribución y colocación de varillas y estribos,

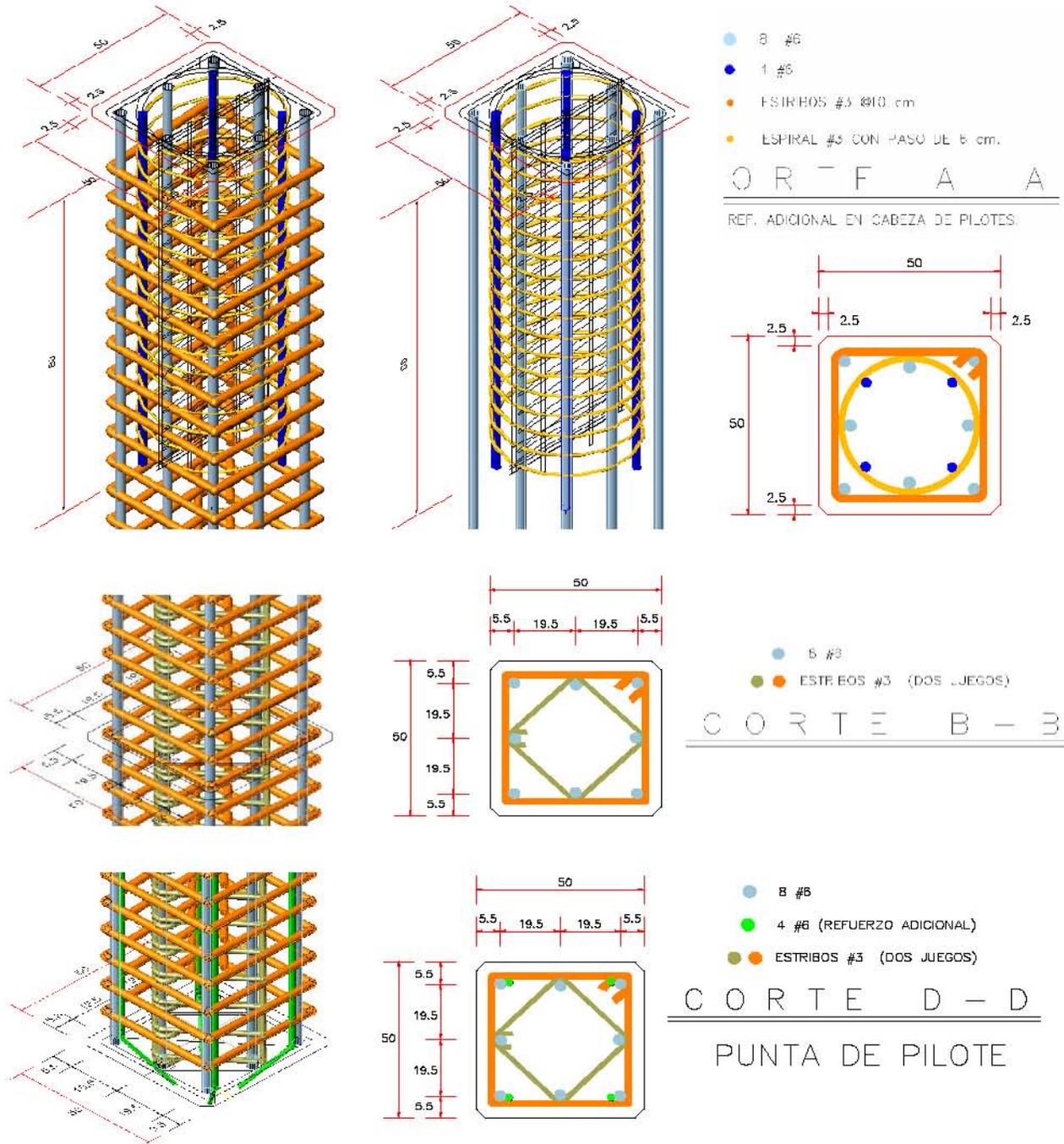


Fig. 2.6. Armado de acero de refuerzo del Pilote



## II.2.4. CIMBRADO

Definición: Es un sistema integrado por formas de madera o metal y sus soportes, su función principal es la de contener al concreto hasta que éste haya alcanzado su fraguado final y consecuentemente la resistencia necesaria para auto soportarse.

El costo de cimbra para una obra de concreto puede representar entre el 35 y 60% del costo total por concepto de concreto, por lo que el diseño y construcción de cimbras demanda buen juicio y una adecuada planeación que garanticen economía y seguridad.

Para reunir estos requisitos, una cimbra debe poseer entre otras cosas las siguientes prioridades:

- Tener la geometría del concreto.
- No deformarse más allá de las tolerancias del concreto.
- No permitir la pérdida de lechada.
- Facilitar el llenado.

La construcción de los pilotes se hará en sitio, sobre camas de concreto que cumplan con los requerimientos de planicidad. En el sitio se construyeron cinco camas, cada una de ellas tiene una capacidad de 6 pilotes. Para separar y confinar el concreto se emplearan tablonés, polines, vigas de acero IR y moldes metálicos para dar la forma a la punta del pilote Ver figura 2.7.



Fig. 2.7. Esquema de cimbra de pilotes



### **Desmoldantes**

El uso repetitivo de las cimbras y moldes es uno de los factores económicos de mayor importancia en la construcción de prefabricados. El aditivo desmoldante debe ser útil en este sentido, y en particular, para proteger a las cimbras contra el desgaste o la corrosión. La efectividad de tal protección depende, asimismo, del material que cubre la cara de la cimbra

NOTA: las cimbras deberán estar limpias de cualquier agente externo que pueda provocar adherencia entre las superficies de los moldes y los pilotes.

### **II.2.5 COLADO**

Sobre la cimbra se colara concreto armado con una resistencia nominal de 250 Kg/cm<sup>2</sup>.. Para aplicar el concreto se empleara, una revolvedora de concreto, una bomba telescópica y personal encargado de expandir y vibrar el concreto sobre toda la cimbra. Los colados se harán de forma continua para evitar juntas frías.

Al Terminar la colocación del concreto sobre la cimbra, este deberá de ser vibrado para eliminar burbujas de aire atrapadas en el concreto y al final se alisarán las caras descubiertas de los pilotes.

Nota: no se colocará concreto cuando la temperatura ambiente exceda de 32 grados centígrados.



2.8 (a) Colado de Pilotes



2.8. (b) Vibrado



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña-Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal

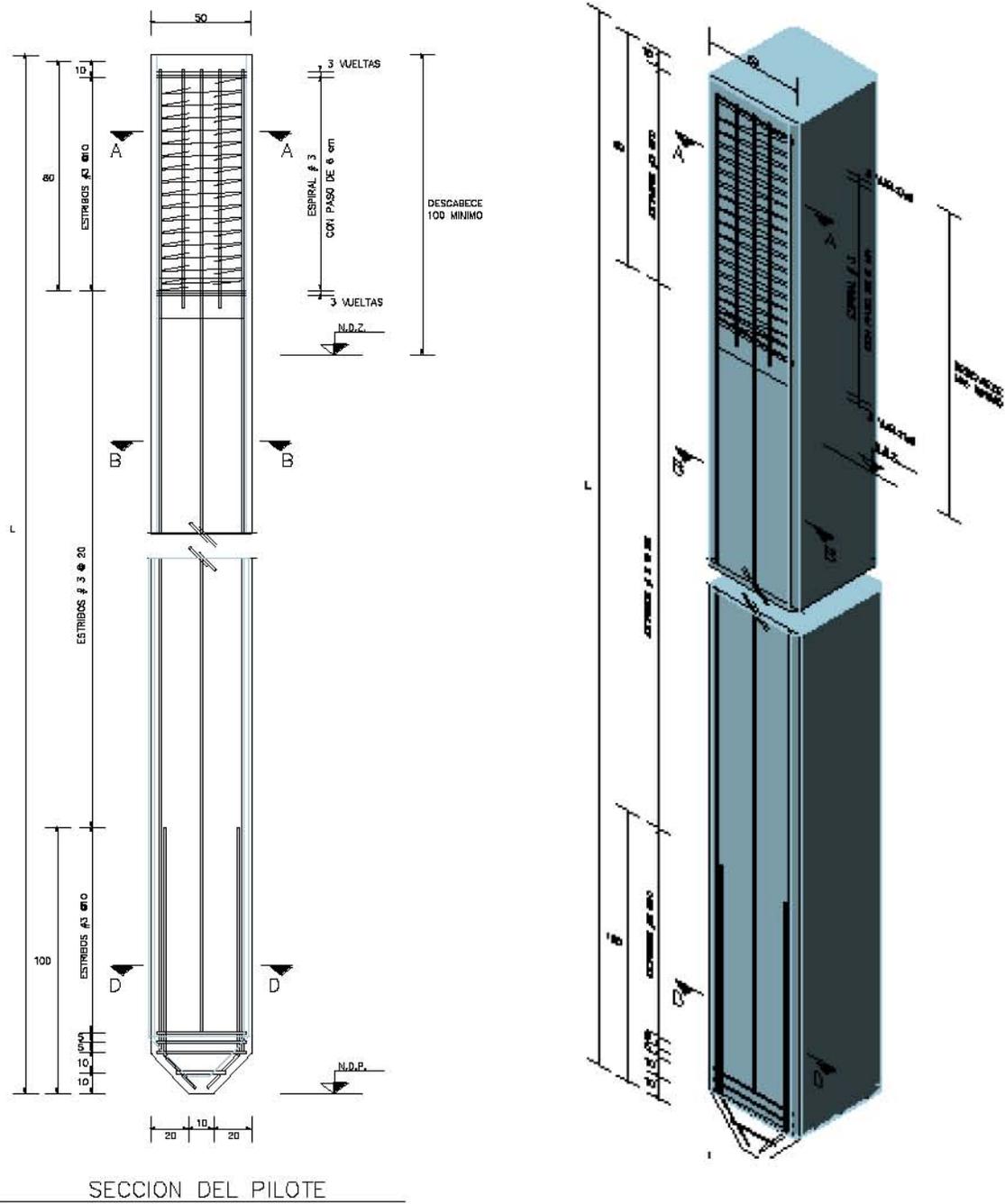


Fig. 2.9 Pilote



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



### **Fraguado**

El fraguado inicial del concreto es el lapso transcurrido desde el momento en que se agrega el agua a la mezcla, hasta que el concreto adquiere la rigidez correspondiente a una resistencia a la penetración de  $35 \text{ kg/cm}^2$  determinada conforme lo estipulado en la prueba ASTM-C-403-1999 (NMX-C-177-1986).

No deberán de transcurrir más de 90 minutos, desde que se inicie el mezclado y la terminación de la colocación, compactación y acomodo del concreto.

No se permite el vaciado de concretos que lleguen a su destino final después de 60 minutos de haber salido de la planta dosificadora.

La verificación del tiempo de fraguado tiene por objeto comprobar que el concreto se coloque antes de alcanzar su fraguado inicial y que una vez colocado y compactado, no sea sometido a vibración adicional, después del fraguado inicial

### **Curado del concreto**

Para el curado del concreto referirse a lo indicado en Normas Base, y en las modificaciones y adiciones siguientes.

Todo el concreto colado deberá ser protegido contra condiciones climáticas adversas. Se prevendrá la rápida evaporación debida por altas temperaturas, viento, ó ambas.

El concreto elaborado con cemento tipo II, deberá ser curado por un periodo que se adapte a las condiciones del lugar, pero no menor a cuatro ( 4 ) días.

Los aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto deberán ser aprobadas por la Dirección de la obra y cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas listadas en la tabla No. 4.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**T A B L A No. 4**

<b>TITULO</b>	<b>NORMA</b>
Determinación de la retención de agua, por el medio de compuestos líquidos que forman membranas para el curado del concreto	NMX-C-304-1980
Determinación del factor de reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto	NMX - C-309-1980
Compuestos líquidos que forman membranas	NMX-C-081-1981
Materiales laminares para curado de concreto	ASTM - C-171-1997 <sup>a</sup>
Determinación de la humedad	ASTM - C-156-1998
Determinación del espesor de materiales laminares	ASTM - D-2103-1986
Determinación de la resistencia a la tensión en el papel impermeable	ASTM - D-829
Determinación de la resistencia y elongación de películas de polietileno	ASTM - D-882-1990



## II.2.6. PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO.

### **Prueba de Revenimiento**

Esta prueba sirve para determinar la fluidez que tiene el concreto. Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua / concreto para una relación agua / arena determinada.

### **Procedimiento**

Tome dos o más muestras representativas, a intervalos espaciados de manera regular, de la mitad de la descarga de la mezcladora; no tome muestras del comienzo o el final de la descarga. Obtenga muestras dentro de los primeros 15 minutos.

#### **Paso 1**

Póngase de pie sobre las dos pestañas del cono para sostenerlo firmemente durante los pasos 1 a 4. Llene el molde del cono 1/3 del volumen [67 mm (2-5/8½) de altura con el concreto y golpee éste con 25 golpes utilizando una barra de acero de 16 mm (5/8½) de diámetro x 60 cm (24½) de largo y de punta hemisférica.

Distribuya uniformemente los golpes sobre la sección de cada capa. Para la capa del fondo, se requerirá inclinar la barra ligeramente y distribuir aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro externo, y después progresivamente continuar con golpes verticales especialmente hacia el centro.

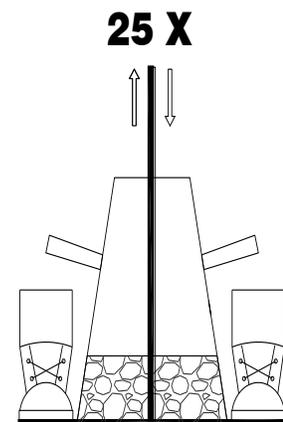


Fig. 2.10 (a)



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**Paso 2**

Llene el cono 2/3 parte de su volumen (la mitad de la altura) y de nuevo golpee 25 veces con la barra penetrando, pero no atravesando, la primera capa. Distribuya los golpes

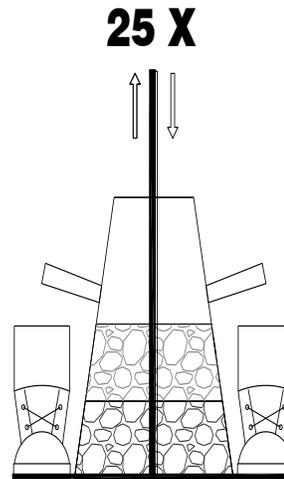


Fig. 2.10 (b)

**Paso 3**

Llene el cono hasta el tope y golpee 25 veces con la barra penetrando pero no atravesando la segunda capa. Distribuya los golpes de manera uniforme.

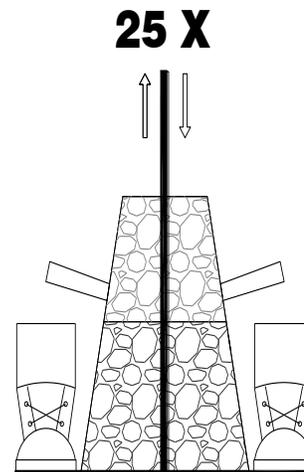


Fig. 2.10 (c)

**Paso 4**

Remueva el exceso del concreto o mortero del tope del cono con una barra de acero de forma tal que el cono esté perfectamente lleno y nivelado. Limpie el exceso de la base del molde del cono.

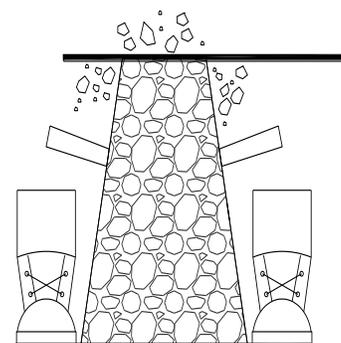


Fig. 2.10 (d)



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



### Paso 5

Inmediatamente después de completar el paso 4, proceda con la operación de elevación del molde, esto deberá realizarse en 5 a 2 segundos con un levantamiento continuo sin movimiento lateral. La operación entera desde el comienzo del relleno hasta el levantamiento del molde deberá llevarse a cabo sin interrupciones y deberá completarse en un tiempo de aproximadamente 2.5 minutos.

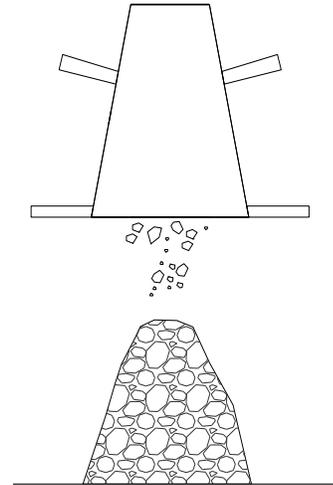


Fig. 2.10 (e)

### Paso 6

Coloque la barra de acero horizontalmente sobre el molde invertido para que la barra se extienda sobre el concreto con revenimiento. Inmediatamente después mida la distancia de la parte inferior de la barra de acero al centro original desplazado de la parte superior de la muestra de concreto. Esta distancia, redondeada a los 6 mm ( $1/4\frac{1}{2}$ ) más cercanos, es el revenimiento del concreto o mortero. Si existe una caída lateral o una inclinación del concreto hacia un lado descarte el ensayo y repítalo con otra muestra.



Fig. 2.10 (f)



**Prueba de Resistencia a la Compresión.**

En cada uno de los lotes de colado se deberá de verificada la calidad y resistencia del concreto utilizados en la construcción de los pilotes, para ello deberá obtenerse una muestra (3 cilindros) por cada mezcla de concreto y se ensayara un cilindro a los 7 días y los otros 2 a los 28 días, en caso de que los reportes indiquen baja resistencia pilotes colados con dicho concreto serán rechazados.



Fig. 2.11 Muestreo con cilindros para realizar la prueba de resistencia a la compresión



## **II.2.7. MARCADO DE PILOTES**

A lo largo de cada pilote se colocará una serie de marcas que indiquen la longitud a cada metro, estas servirán como indicador de la profundidad en el avance del hincado de los pilotes.



Fig. 2.12. Marcado de Pilotes

## **II.2.8. ALMACENAJE**

El manejo de los pilotes durante el proceso de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte se hará en forma tal que se eviten esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, etc.

Todos los pilotes que durante su manejo sufran agrietamientos, hasta el punto de indicar que el refuerzo tiene deformaciones, serán rechazados, no podrán maniobrarse antes de alcanzar el 70% de su  $f'c$ , y para el hincado deberá alcanzar el 95% de su  $f'c$



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



A continuación se muestran los puntos de sujeción para maniobrar los pilotes

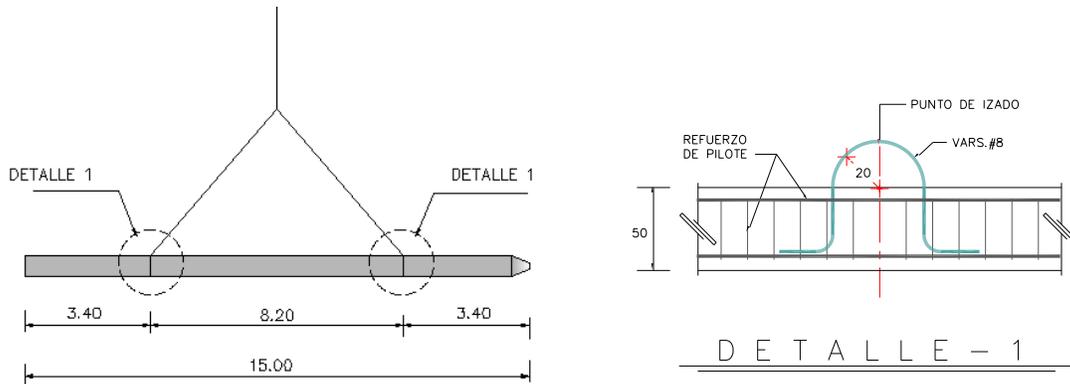


Fig. 2.13.

Para transportar los pilotes desde el sitio de fabricación al sitio de izaje y colocación se moverán sobre una plataforma o Dolly.



Fig. 2.14.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Los pilotes se estiban en un máximo de 5 camas sobreponiéndolos con separadores de madera.



Fig. 2.15.



## **II.3. CONSTRUCCIÓN DE ZAPATAS**

### **II.3.1 PERFORACIÓN PREVIA**

El objetivo de relajar las perforaciones previas es la de facilitar el hincado de los pilotes y evitar los despeamientos excesivos de volúmenes de suelo. Dichas perforaciones sirven de guía en el momento de lanzar los pilotes, asegurando la estabilidad y verticalidad de los mismos. El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado es de 36 hrs.

La ubicación de los puntos de colocación de cada uno de las perforaciones, deberán de fijarse con exactitud en el sitio de la obra mediante estacas, varillas o trazos, las cuales no deberán de variar más de 2 cm. respecto a las indicadas en el proyecto.



Fig. 3.1. Puntos de ubicación para el hincado de pilotes



### **Equipo de Perforación:**

Para realizar las perforaciones en el suelo se empleara perforadora hidráulica de rotación y percusión montada sobre orugas que empleara un barreno espiral.



Fig. 3.2. Perforadora helicoidal montada sobre orugas

En el caso de que en el sitio de excavación se localice en zonas donde haya carpeta asfáltica o losa de concreto se empleara una broca cilíndrica que realice cortes circulares de 25.0 cm. de diámetro.

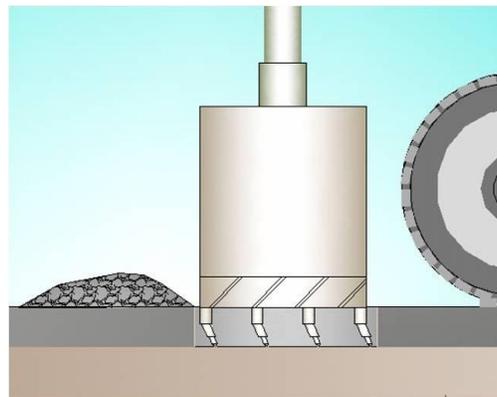


Fig. 3.3. Perforadora circular montada sobre orugas



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



El equipo realizara perforación cuya área sea del 80 % del área transversal del pilote (50 cm. de diámetro) de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de  $\pm 2.5$  cm.

La perforación que servirá de guía para el hincado del pilote tendrá una profundidad de aproximadamente 5.0 m.

En aquellos pilotes que queden a una distancia menor a 4 m de cualquier instalación hidráulica adyacente, se prolongará la perforación hasta 50 cm por debajo del lecho inferior de éstos, pudiendo realizarse la perforación sin extracción sino por simple remoldeo del material.

El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado es de 36 hrs.

La perforación que servirá de guía para el hincado del pilote tendrá una profundidad de aproximadamente 5.0 m.



Fig. 3.4. Perforación previa para el lanzado e hincado de pilotes



### II.3.2. HINCADO DE PILOTES

#### Izaje de Pilotes

Antes de izar los pilotes se procederá a recortar y esmerilar las asas de sujeción utilizadas para las maniobras de almacenaje.

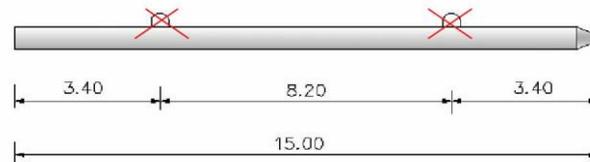


Fig. 3.5.

La forma de sujeción de los pilotes se hará empleando estrobos que se colocarán a 4.8 m de la cabeza del pilote.

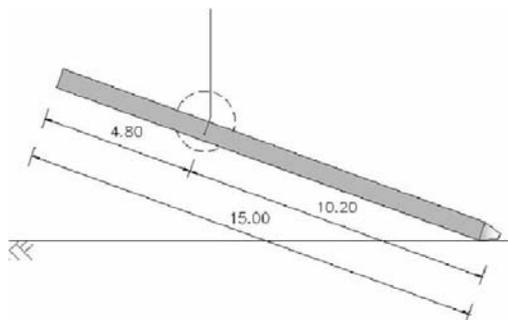


Fig. 3.6.

Los estrobos serán retirados cuidadosamente por los trabajadores los cuales utilizarán una canastilla, arnés y una línea de seguridad.



Fig. 3.7.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



Después del manejo e izaje de los pilotes mediante estrobos, se colocarán en la perforación previa, ésta maniobra se realizará una vez que los pilotes hayan alcanzado 90% de la resistencia de proyecto.

Todos los pilotes deberán estar perfectamente limpios y su cabeza será perpendicular al eje del mismo.

La desviación angular máxima admisible del pilote es de 2%, la tolerancia en la profundidad de hincado de  $\pm 1\%$  de la longitud total.

El pilote, así como la resbaladera del martillo se colocarán en forma vertical, de caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo.

Para alcanzar la verticalidad del pilote pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en un ángulo de 90 grados, teniendo como vértice el pilote o bien otro método que garantice dicha verticalidad, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a las de las contra trabes.

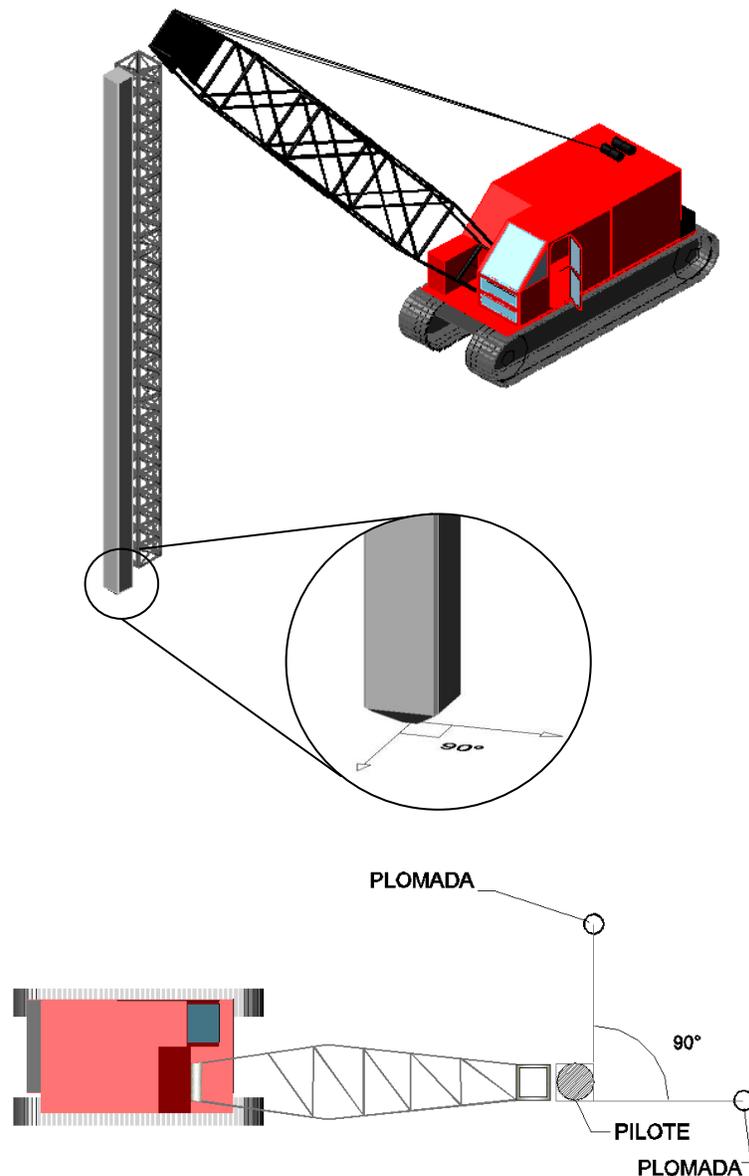


Fig. 3.7.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado con baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor a 0.3 veces el peso del pilote y la energía del martillo será superior a 0.3 kg-m por cada kilogramo de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón sea demasiado grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañar al pilote. La altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.0 m.



Fig. 3.8. Martillo de baja velocidad para el hincado de pilotes



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



La velocidad del pistón o la carrera se reducirá al principio del hincado cuando se encuentre en la zona alterada de la perforación, además de realizarse con sumo cuidado para minimizar los esfuerzos de tensión.

Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto (-17.5 m aprox.) para ello se empleará una barra extensora que ayude a introducir el pilote al nivel requerido.

Durante el hincado, deberá llevarse un registro del número de golpes necesarios para hincar la totalidad del pilote.

Una vez hincado cada pilote se obtendrá el nivel de la cabeza, verificando nuevamente éste al final del hincado de todos, debiendo corresponder al indicado en proyecto.

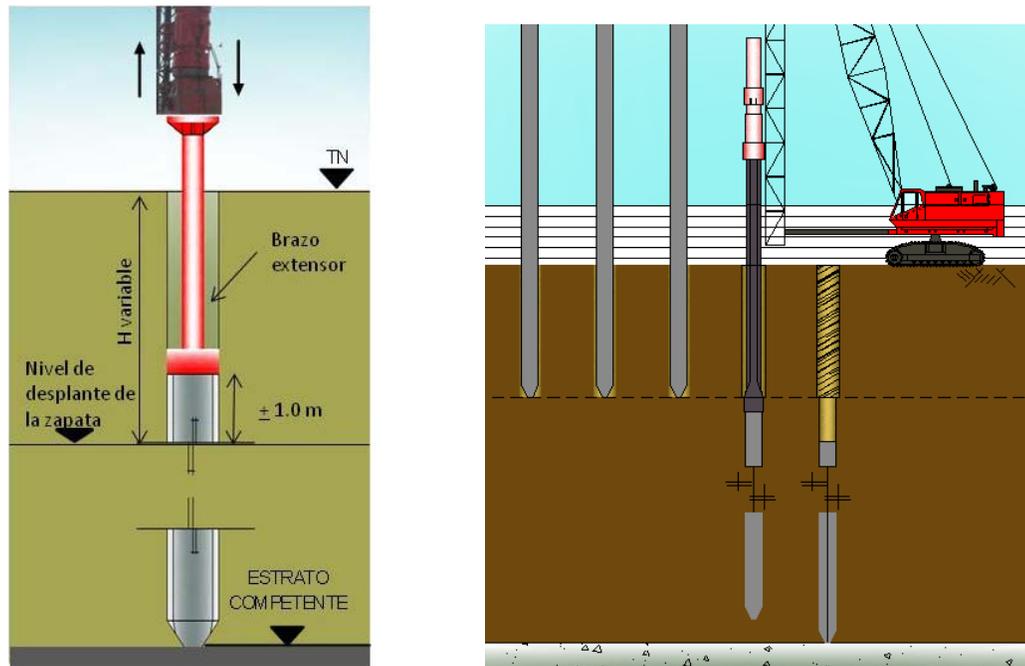


Fig. 3.9. Hincado de pilotes



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



También se podrán hincar los pilotes sin necesidad de percusión efectuando una barrenación de 50.0 cm de diámetro hasta una profundidad de proyecto que oscila de 16 a 17 m de profundidad hasta alcanzar el estrato de roca competente.

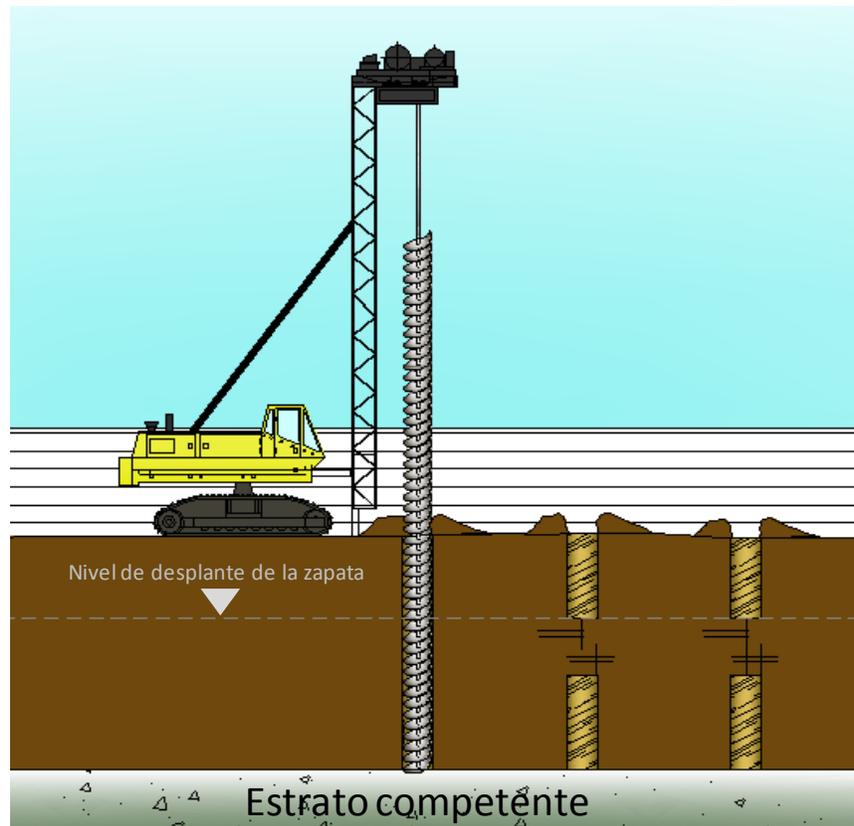


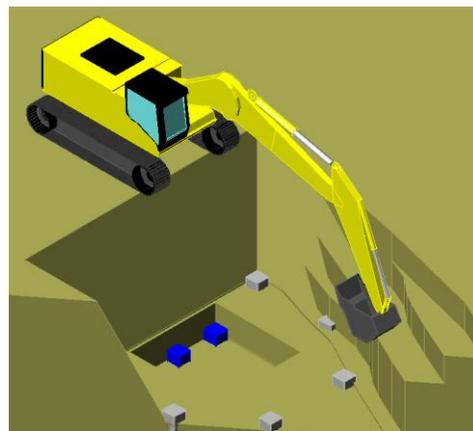
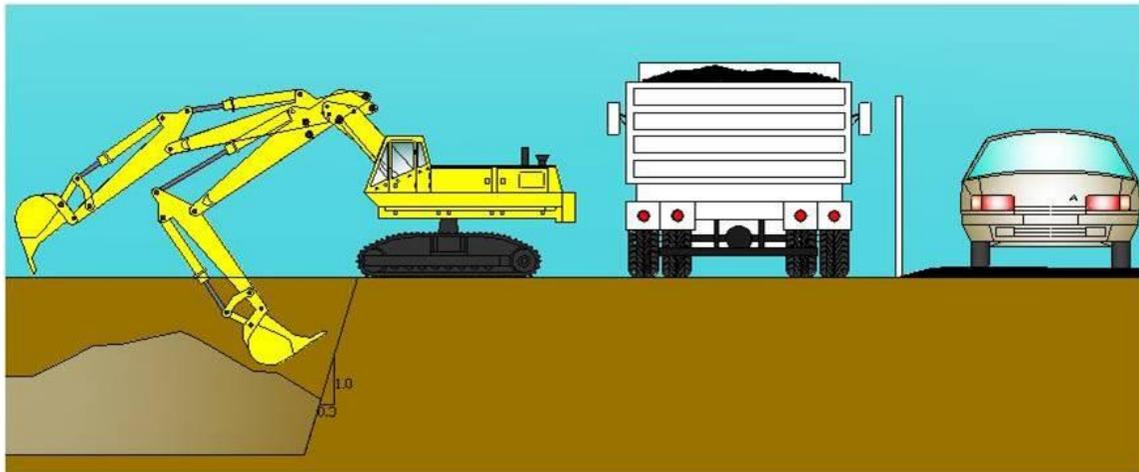
Fig. 3.10. Hincado de pilotes por barrenación



### **II.3.3. EXCAVACIÓN DE ZAPATAS.**

**1.0-** La excavación para las zapatas piloteadas deberá iniciarse hasta que la totalidad de éstos hayan sido hincados.

**2.0-** La excavación se realizará en una sola etapa hasta la profundidad de desplante y con la geometría de proyecto.



**Fig. 3.11. Excavación de Zapatas**

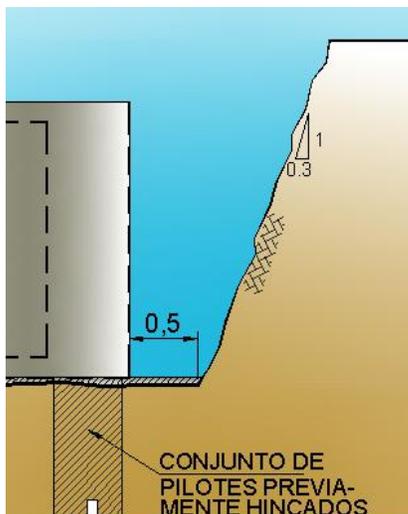


La excavación de zapatas se realizara de dos formas:

- Excavación con taludes de 0.3:1
- Excavación con taludes verticales estabilizados con Muro Berlín

### EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON TALUDES DE 1.3:1

La excavación deberá observar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1:0.3 y ocupará un área cuyos lados serán de 50 cm mayores a los de la geometría de la zapata a nivel de desplante. En el caso en que se presenten caídos será necesario colocar concreto lanzado y malla metálica para estabilizar las paredes de la excavación. La excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (5 días).



3.12(a). Perfil de excavación de las zapatas con talud 0.3:1



3.12(b). Concreto lanzado para evitar caídos



## **EXCAVACIÓN VERTICAL CON CONTENCIÓN TEMPORAL CON MURO BERLIN (TABLESTACA)**

1. Se colocará la contención temporal en aquellas excavaciones que estén a una distancia mínima de una vez la profundidad de desplante del cajón de cimentación, de alguna edificación o vialidad que pueda ponerse en riesgo.

2. Se trazará la posición del tablestacado ubicando en cuantas caras de la excavación se colocara el ademe temporal o solo las viguetas de reacción, dependiendo las colindancias por proteger.

3. Una vez ubicada la posición del ademe, se realizará una perforación previa para el hincado de viguetas de acero tipo IPR-8"x 31.3 kg/m (ligera) a cada 2 m máximo. Para facilitar el hincado de las viguetas, se realizará una perforación guía sin extracción del material, al 80% del área envolvente de la vigueta y hasta la profundidad de hincado (2.0 m por abajo del nivel máximo de excavación). Las viguetas sobresaldrán 0.5 m del nivel del terreno.

4. La excavación se realizará en dos etapas y con equipo ligero. La primera etapa de excavación será a 1.5 m, y la última hasta el fondo de la excavación. Si la colocación del ademe es en las cuatro caras de la excavación el corte será vertical, en caso contrario las caras sin contención tendrán que excavarse en taludes 0.3:1 (horizontal a vertical).

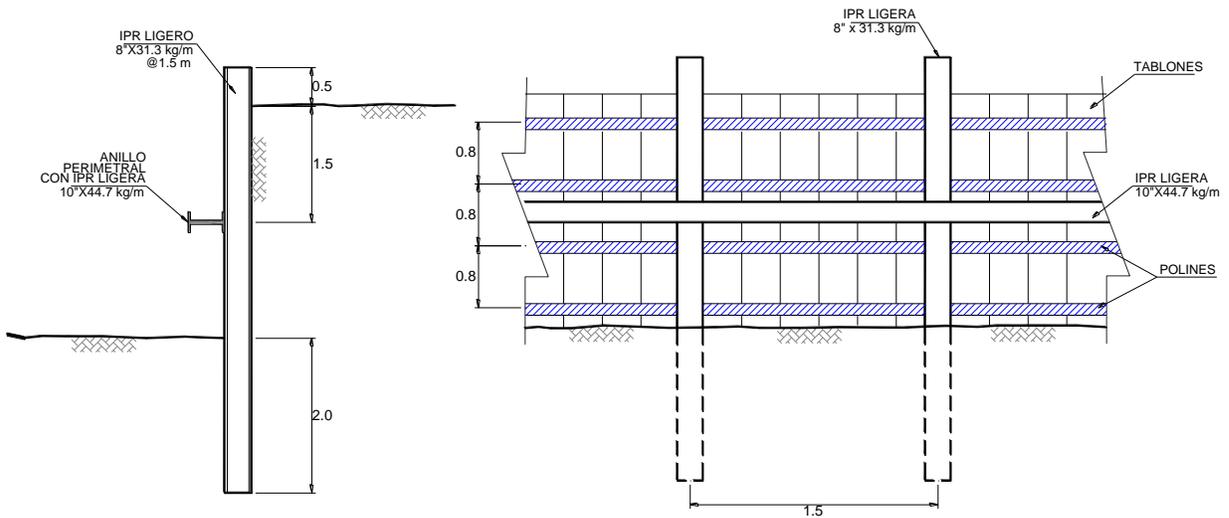
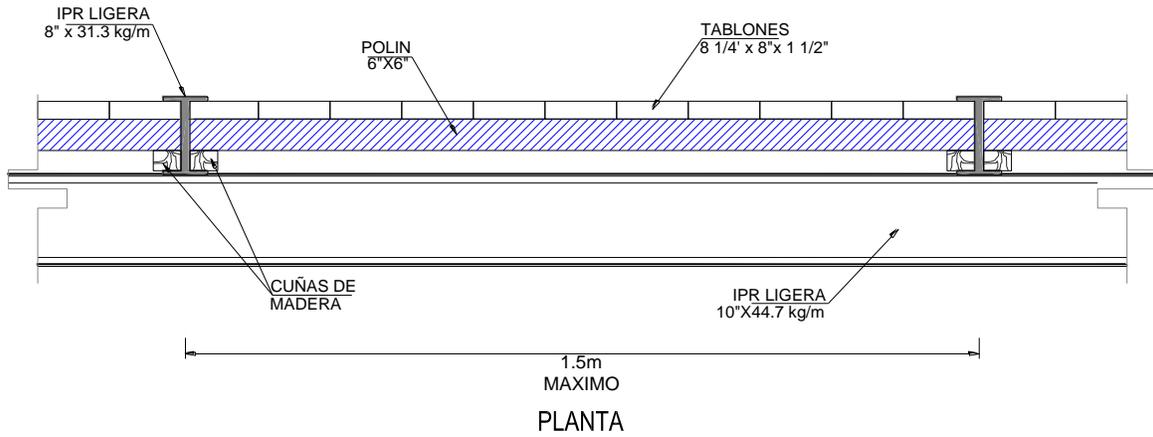
5. Concluida la etapa de excavación, inmediatamente se afinarán las paredes y se colocarán entre las vigas IPR, tablonces de 1 1/2" de espesor garantizando el contacto con el suelo y polines horizontales de 6" x 6" a cada 0.80 m de separación con sus cuñas de retaque en los extremos.

6. En la 1ª etapa de excavación a 1.5 m a partir del nivel del terreno se colocará horizontalmente un perfil IPR (viga madrina) 10" x 44.7 kg/m, que se fijarán a las viguetas verticales, colocadas en el perímetro de toda la excavación, mediante ménsulas y soldadura formando un anillo en todo el perímetro de la excavación.

7. Deberá garantizarse que las viguetas verticales así como los tablonces colocados estén en contacto directo con el suelo por contener, sin holguras, pudiendo utilizar una lechada de mortero para rellenar los huecos entre los contactos.



# Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



3.13. Sistema de contención temporal con muro Berlín



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



Durante las etapas de excavación y construcción de las zapatas deberá contarse con un sistema de bombeo de achique que sea capaz de resolver cualquier eventualidad posible, como lluvia, abatimiento de nivel freático y ruptura de tuberías.



3.14. Bombeo de achique

Cuando la excavación llegue al nivel de desplante de la losa de la zapata la se verificara la planicidad y la profundidad de la excavación, así como la verticalidad de los pilotes, suposición y su profundidad del hincado. El pilote deberá de asomarse  $\pm 1.10$  m del nivel de desplante.



Fig. 3.15. Brigada topográfica en las zapatas



### II.3.4. COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE CONCRETO E IMPERMEABILIZACIÓN DE LA ZAPATA

#### Plantilla

Una vez que se tenga el área de la zapata excavada en su totalidad al nivel de desplante de proyecto, se colocará una plantilla de concreto pobre ( $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ ) de 5 cm de espesor que cubra únicamente el área de la zapata.



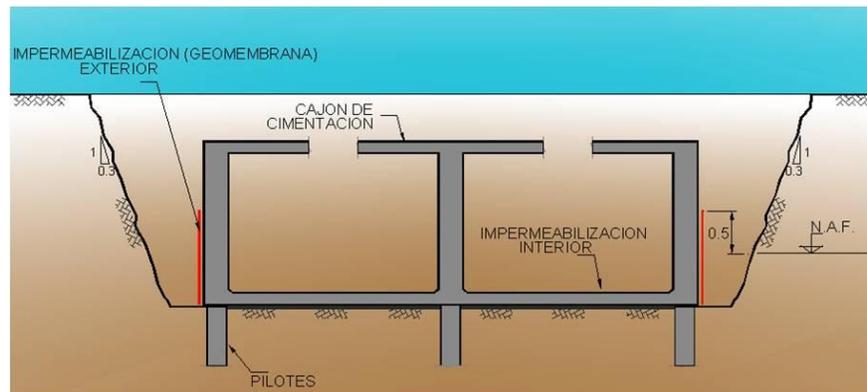
Fig. 3.16. Colocación de plantilla en el fondo de la zapata (+5.0 cm de espesor)

#### Impermeabilización de las zapatas

Por la parte exterior de los muros que forman el cajón, se aplicará un tratamiento a base de algún producto no degradable que forme y garantice una película impermeable, selladora (geomenbrana) del micro fisuramiento que pudiera presentar el concreto. Esta película se colocará en toda la periferia del cajón y hasta la altura de la losa tapa, o por lo menos a 50 cm por arriba del nivel de aguas freáticas del sitio (Fig. 3.17.). La colocación de los rellenos se realizará de tal forma que se garantice la integridad de la película.

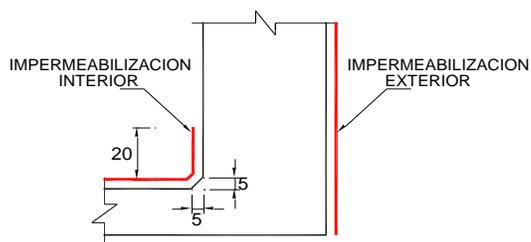


## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



**Figura .3.17.**

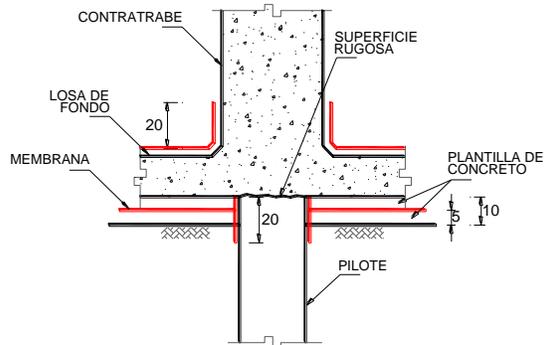
En la parte interna de la losa de fondo, se aplicará un tratamiento análogo al de los muros. El producto usado deberá cumplir, además de la impermeabilidad, la adherencia necesaria para que se mantenga en su sitio bajo la presión hidrostática a la que trabajará. Este producto utilizado será una membrana de polietileno de alta densidad (polipropileno) termo soldada, de 90 micras de espesor mínimo, colocada sobre la plantilla de losa de fondo del cajón, con características mínimas tales, que garanticen una permeabilidad menor a  $0.01 \text{ l/dia/m}^2$  y para su manejo y colocación cuente con una resistencia a la tensión mínima de  $900 \text{ kg/m}$ , quedando ubicada entre dos plantillas de concreto de 5 cm cada una; la plantilla superior será de concreto con las mismas características que el del cajón. Especial cuidado se tendrá en las juntas entre cajón y pilotes, retirando el material suelto del pilote y aplicando el tratamiento indicado para las juntas frías, adicionalmente en la unión entre ambos se cubrirá el pilote con 20 cm de la membrana impermeabilizadora.



**Figura 3.18.**

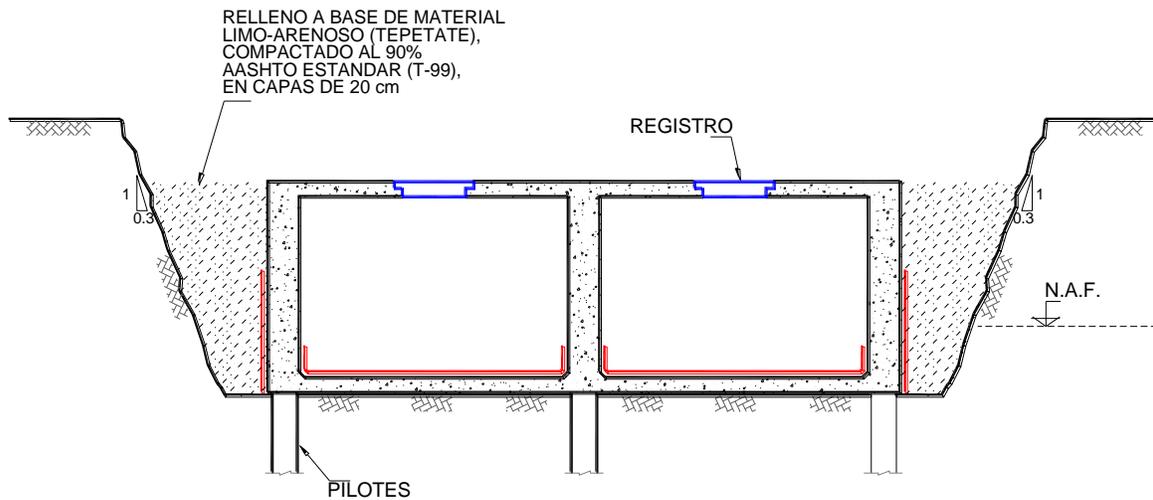


## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



**Figura 3.19.**

El registro de la losa tapa del cajón para recuperar la cimbra, servirá para verificar posteriormente la estanqueidad de los mismos y aplicar, en caso contrario, el tratamiento correctivo.



**Figura 3.19**





## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



La demolición se realizara mediante martillos rompedores, cuñas o alguna herramienta similar.



Fig. 3.21. Descabece de Pilotes

Los fragmentos de concreto así como los materiales ajenos a la cimentación deberán ser retirados en su totalidad.



Fig. 3.22. Plantilla y demolición de pilotes terminado.



### II.3.6 HABILITADO

El acero de refuerzo se colocará cuando que se haya terminado el descabezamiento de los pilotes. El acero se armara de acuerdo al diseño del proyecto.



Fig. 3.23. Habilitado de acero de refuerzo en zapatas

### II.3.7 CIMBRADO

Es un sistema integrado por tablonas, travesaños y puntales de madera, los cuales confinaras los muros perimetrales e interiores de la zapata, este sistema de cimbra será retirado hasta cuando el concreto haya alcanzado su fraguado final y consecuentemente la resistencia necesaria para su auto soportarse.

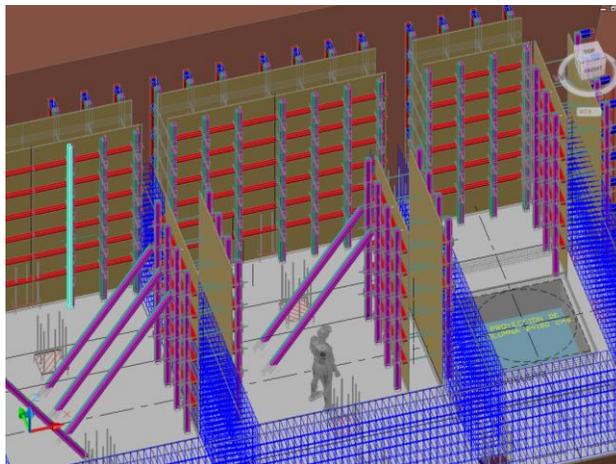


Fig. 3.24. Cimbrado de madera en zapatas



### **II.3.8. COLADO**

Los elementos constituyentes del concreto no deberán deteriorarse ni modificar sus propiedades con el tiempo y bajo las condiciones a que estarán sujetos, es decir, deberán ser compatibles entre ellos y resistentes al medio que los rodeará (agua con alto contenido de sales).

Los agregados gruesos del concreto deberán tener el tamaño adecuado para que estos se introduzcan fácilmente entre el armado de los elementos que formarán los cajones (ver planos estructurales).

El concreto deberá ser colocado y vibrado, incluso contener un aditivo fluidificante, de tal forma que se garantice la no existencia de conductos generados por aire, o cualquier discontinuidad por efecto de la segregación o cualquier otro.

El colado de los cajones se realizará, de ser posible, en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías.

Deberá preverse la cantidad de concreto por cada elemento, ya que por ningún motivo se suspenderá el colado una vez que de inicio.



Fig. 3.25. Colado de Zapatas

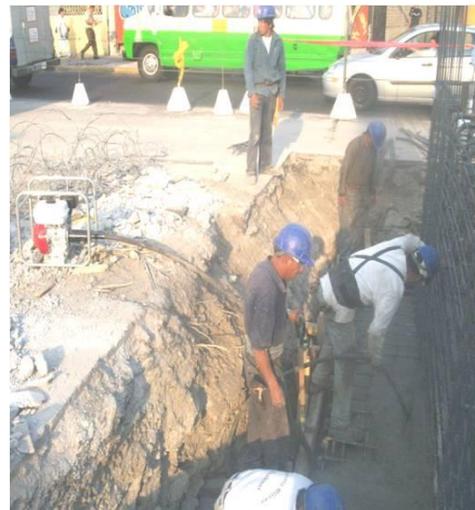


Fig. 3.26. Vibrado



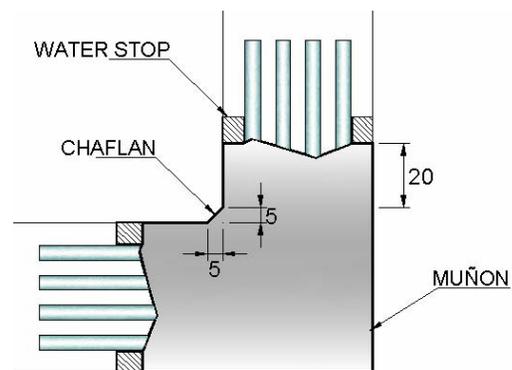
*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



De existir juntas, estas no se admitirán en la losa de fondo ni en los muros perimetrales, así como en la conexión entre estos. Para tal fin en el collado de los elementos citados se deberá contemplar muñones de 20 cm y chaflanes de 5 cm como se muestra en la figura 3.27.

El área de contacto entre concretos de diferentes edades (junta fría) deberá presentar un acabado rugoso, se humedecerá por un plazo de 24 hr previas al colado y se aplicará un aditivo para unir concretos de diferentes edades, además de colocarse cintas de water-stop a cada lado (figura 3.27).

El fraguado del concreto se controlará con un método tal que asegure la no generación de grietas, fisuras, etc., pudiéndose obtener mediante un adecuado curado a base de películas o aditivos.



**Figura 3.27.**



### **II.3.9. ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ZAPATA**

#### **MATERIALES**

##### **ACERO DE REFUERZO**

Acero de refuerzo es el que se coloca ahogado en la masa de concreto para soportar los esfuerzos generados por cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

Todo el acero de refuerzo grado estructural cumplirá con las especificaciones de la norma ASTM-615 grado 42 ó Norma Oficial Mexicana NMX-C407-ONNCCE-2001, en cuanto a dimensiones, corrugaciones, masa unitaria, requisitos mecánicos, acabados y demás requisitos contenidos en las mismas.

Los materiales necesarios para el habilitado y colocación del acero de refuerzo, deberán cumplir con lo especificado en los planos, así como las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y NMX-C407-ONNCCE-2001.

En cuanto a la composición química del acero empleado en la fabricación de varillas, y respecto al análisis del colado, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.050%, además el contenido de fósforo en la varilla no debe de exceder a 0.062%, en masa. El fabricante debe proporcionar por colada el contenido de carbono, manganeso, fósforo, azufre y carbono equivalente.

El acero de refuerzo, debe llegar a la obra sin oxidación perjudicial; así como exento de aceite ó grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección. Deberá almacenarse bajo cobertizos y clasificarse según su tipo y sección, protegiéndolo contra la humedad y alteración química.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**HABILITADO.**

Las varillas deberán corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos.

Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido ó con el tipo de sujeción que se especifique. Los separadores para dar el recubrimiento al acero, serán silletas de acero ó piezas manufacturadas para tal fin; no se permitirá el uso de gravas, trozos de madera ó pedazos de metal diferente del acero de refuerzo.

Todas las varillas se doblarán en frío, observando que el doblado no produzca fisuramiento, laminación ó desprendimientos superficiales

Los empalmes serán de dos tipos, traslapados y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos, además de observar lo siguiente:

- Salvo otra indicación, en una misma sección no se permitirá empalmar más del treinta y tres por ciento (33%) de las varillas de refuerzo.
- No deberán traslaparse varillas mayores del número ocho (8).
- En elementos sujetos a flexión, las varillas traslapadas sin contacto entre sí, no deben separarse más de veinte por ciento (20%) de la longitud de traslape ni más de 150 milímetros.
- La longitud de traslape de los paquetes de varillas será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementadas en veinte por ciento (20 %) para paquetes de tres (3) varillas y, treinta y tres por ciento (33 %) para paquetes de cuatro (4) varillas. Dentro del paquete, las varillas que lo forman no se traslaparán.
- Las juntas soldadas a tope deberán tener una resistencia de por lo menos ciento veinticinco por ciento (125 %) de la resistencia de fluencia de las varillas que se suelden. La soldadura para unir varillas de refuerzo debe realizarse de acuerdo a los lineamientos del código AWS (American Welding Society) vigente y Norma Oficial mexicana NOM-H-121-1998.
- Las varillas a tope se soldarán de acuerdo a los detalles que se indiquen en los planos.



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Los electrodos serán serie E-90XX de bajo contenido de hidrógeno y se calificarán de acuerdo a la norma AWS D1.5.

Para controlar la calidad de las uniones soldadas en varillas del número ocho (8) o mayores, se deben realizar pruebas destructivas de tensión a por lo menos el 2 % de las juntas realizadas y pruebas radiográficas al 3 % de las uniones. Además, deben cumplir con la norma NOM-H-121.

### **COLOCACIÓN**

Todo el acero de refuerzo deberá colocarse de acuerdo a lo indicado en los planos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La separación libre entre varillas paralelas de una capa, será de un diámetro de las mismas ó 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso, y nunca menor a veinticinco (25) milímetros.
- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos ó más capas, las varillas de las capas superiores deberán colocarse directamente arriba de las que están en las capas inferiores, a una distancia de veinticinco (25) milímetros.
- En muros y losas, excepto en losas nervadas, la separación del refuerzo principal no será mayor de tres (3) veces el espesor del muro ó de la losa, ni mayor de cuatrocientos cincuenta (450) milímetros.

(40) milímetros. El arranque y final en los zunchos será de dos vueltas, los traslapes de vuelta y media.

Los paquetes de varillas no deberán contener más de cuatro (4), dispuestas en forma cuadrada o triangular para el caso de tres (3) varillas.

Todas las varillas de refuerzo se deberán recubrir con los espesores de concreto señalados en los planos estructurales.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



## **MATERIALES PARA CONCRETO**

Los materiales que se emplean en la elaboración de concreto hidráulico serán:

Cemento Portland, agregados finos y gruesos seleccionados, agua y aditivos, aprobados por la Dirección de la Obra.

El control de calidad de los materiales empleados, se efectuará por un laboratorio, que esté capacitado para efectuar las pruebas de control que se mencionan en los siguientes capítulos. La calidad del concreto endurecido se verificará en un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación ( E M A )

### **a) Cemento Portland.**

El cemento portland utilizado será cualquier tipo de cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS de acuerdo con la norma NMX-C 414-OONCCE-1999 (tipo II de acuerdo con la norma ASTM-C-150-2000) y con las especificaciones de las Normas Mexicanas ( NMX ), listadas en la tabla No 1, referente a su calidad, almacenamiento, inspección muestreo y demás requisitos para su aprobación. El tiempo máximo de almacenamiento no excederá de ( 8 ) ocho semanas.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**T A B L A No. 1**

<b>TITULO</b>	<b>NORMA</b>
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX-C-231-1996
Cementos hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba	NMX-C-414-ONNCCE-1999
Método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz N° 130 M	NMX-C-049-1997-ONNCCE
Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)	NMX-C-056-1997-ONNCCE
Cementantes hidráulicos-Determinación de la consistencia normal.	NMX-C-057-1997-ONNCCE
Determinación del tiempo de fraguado de los cementantes hidráulicos ( Método de VICAT )	NMX-C-059-1997-ONNCCE
Resistencia a compresión	NMX-C-061-ONNCCE-2001
Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos	NMX-C-062-1997-ONNCCE
Muestreo de cementantes hidráulicos.	NMX-C-130-1968
Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos	NMX-131-1976
Determinación del fraguado falso del cemento portland - Método de prueba	NMX-C-132-1997-ONNCCE
Coadyuvantes de moliendas empleados en la elaboración de cementos hidráulicos.	NMX-C-133-1980
Cementantes hidráulicos-determinación del calor de la hidratación	NMX-C-151-ONNCCE-2001
Muestreo para la inspección por atributos	NMX-Z-12 (R-18 )



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**b) Agregados.**

Los agregados utilizados cumplirán con las especificaciones señaladas por las Normas

Mexicanas ( NMX ), listadas en la tabla No.2 Dichos agregados se obtendrán de los bancos o depósitos aprobados previamente y serán seleccionados solo aquellos que cumplan con los parámetros especificados en Normas Base. Se excluirán los agregados andesíticos. El contratista deberá efectuar su clasificación por tamaños, de acuerdo al tipo de concreto solicitado. Se efectuarán muestreos periódicos a los agregados provenientes de los bancos, a fin de comprobar su uniformidad o variaciones en sus características que pudieran modificar o anular su utilización. Para los muestreos periódicos se tomara una muestra al inicio del suministro, por banco y tipo de material y posteriormente al menos una muestra por mes por tipo de material y por banco.

Los agregados gruesos serán del tipo calizo o basáltico y cumplirán con las especificaciones de la norma NMX-C-111-1988 con las modificaciones establecidas en el Capítulo 11.3.1 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto y con los valores de densidad, absorción y abrasión siguientes:

Densidad	2.5	Mínimo
Absorción	1.5%	Máximo



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



El contenido máximo de material fino que pase la malla No. 200 en los agregados será el indicado a continuación y en ningún caso excederá del 10 %.:

PROPIEDAD	REGLAMENTO			
	CLASE 1	CLASE 2	ARENA	MAXIMO ( 1 )
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA No. 200 EN LA ARENA, PORCENTAJE MAXIMO, EN PESO	10	10	-	-
CONCRETOS SUJETOS A ABRASION	-	-	3.0	5.0
CONCRETOS PRESFORZADOS	-	-	3.0	5.0
OTROS CONCRETOS	-	-	3.0	5.0
CONTRACCION LINEAL DE LOS FINOS QUE PASAN LA MALLA No. 40	2	3	-	-

**1 ) RECOMENDABLE CUANDO EL MATERIAL FINO NO ES FUNDAMENTALMENTE ARCILLOSO.**



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**T A B L A No. 2**

<b>TITULO</b>	<b>NORMA</b>
Concreto - agregados – especificaciones	NMX - C-111-1988
Agregados para concreto – Partículas más finas que la criba F 0.075 (Nº 200) por medio de lavado – Método de prueba	NMX – C – 084 –1990
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX - B-231- 1996
Agregados – Muestreo	NMX - C-30-1997- ONNCCE
Agregados – Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales	NMX - C-071-1983
Agregados Determinación de partículas ligeras	NMX – C-072-1983
Agregados – masa volumétrica – Método de prueba	NMX-C- 073-1990
Agregados – Efecto de las impurezas organizadas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros – Método de prueba	NMX - C-076-1983
Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de prueba	NMX-C-077-1997-ONNCCE
Agregados – Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso	NMX-C-164-1986
Agregados – masa específica y absorción de agua del agregado fino – método de prueba	NMX-C-165-1984
Agregados – contenido total de humedad por secado – método de prueba	NMX-C-166-1990
Agregados para concreto – Examen petrográfico – Método de prueba	NMX-C-265-1984
Agregados para concreto – Determinación de la Reactividad potencial (Método químico)	NMX – C-271- ONNCCE-1999



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**c) Agua.**

El agua a utilizar en la elaboración y curado del concreto, deberá ser limpia, ya sea potable o tratada y deberá cumplir con lo indicado en la norma mexicana NMX –C-122-1982.

**d) Aditivos.**

En todos aquellos elementos estructurales en los que el proyecto indique el uso de concreto clase I colado en sitio o premezclado deberá usar un aditivo fluidizante que permita el manejo adecuado de la mezcla durante el colado. Se deberá tener cuidado de hacer un diseño de mezcla, tal que considere la presencia de este aditivo a fin de no provocar una disminución de la resistencia solicitada en proyecto. El uso de otros aditivos para el concreto deberá contar con la autorización de la Dirección de la obra, siempre y cuando su uso se justifique plenamente, ya sea por indicaciones en planos, ó por causas de fuerza mayor. Dichos aditivos deberán cumplir con lo señalado en las especificaciones de las Normas Mexicanas, listadas en la tabla No. 3.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**TABLA No. 3**

<b>TITULO</b>	<b>NORMA</b>
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083-1997- ONNCCE
Aditivos químicos – Uniformidad y equivalencia – Determinación	NMX-C-014-1981
Determinación del revenimiento del concreto fresco	NMX-C-156-1997- ONNCCE
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión	NMX-C-157-1987
Elaboración y curado en laboratorio de especímenes de concreto	NMX-C-159-1985
Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico	NMX-C-162- ONNCCE-2000
Determinación de la variación en longitud de especímenes de mortero de cemento y de concreto endurecidos	NMX-C-173-1990
Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración	NMX-C-177-1997- ONNCCE
Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios del claro	NMX-C-191-1986
Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto	NMX-C-255-1988
Determinación del contenido de aire en concreto fresco. ( método volumétrico)	NMX-C-158-1987
Método de prueba para la determinación del sangrado en pasta de cemento y en mortero	NMX-C-153-1971
Aditivos inclusores de aire para concreto	NMX-C-200-1978
Método de prueba para aditivos expansores y estabilizadores de volumen del concreto	NMX-C-140-1978
Método de prueba para expansores y estabilizadores de volumen del concreto	NMX-C-090-1978
Aditivos para concreto y materiales complementarios – Terminología y clasificación	NMX-C-117-1978
Aditivos químicos para concreto	ASTM-C-494-1999a



### **ELABORACIÓN DEL CONCRETO.**

Para la elaboración del concreto premezclado y hecho en obra, así como los requisitos de calidad se deberá cumplir con lo establecido en la Norma NMX-C-403-ONNCCE-1999, así como las Indicadas al inicio de este documento, con las modificaciones y adiciones indicadas a continuación:

#### **a) Dosificación de las mezclas.**

El Dosificación de las mezclas para elaborar el concreto será determinado por el laboratorio, para lo cual se efectuarán las pruebas necesarias a los materiales y equipos a utilizar.

La resistencia ( $f'c$ ) de los concretos será especificada en los planos, refiriéndose a la resistencia que deberá obtener el espécimen de ensaye a los 28 días de elaborado el concreto. Dicha resistencia se dará en  $kg/cm^2$ .

Los concretos a utilizar tendrán las siguientes resistencias, excepto en el elemento que indique otra resistencia.

<b>Resistencia del concreto</b>	<b>Elemento</b>
$f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	Plantillas
$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Pilotes
$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$	Cimentaciones
$f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$	Columnas
$f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$	Cabezal ensitio
$f'c = 600 \text{ kg/cm}^2$	Cabezal ( 1ra. Etapa )
$f'c = 600 \text{ kg/cm}^2$	Cabezal ( 2da. Etapa )
$f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$	Trabes
$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$	Firmes



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Estos concretos quedan clasificados en:

Concreto clase 1. Cuando la resistencia especificada sea igual o mayor a 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Concreto clase 2. Cuando la resistencia especificada sea menor a 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Y tendrán que cumplir con lo especificado por el ( RCDF-97 ), para estas clases de concreto. En el caso de la subestructura, cuando así lo indique el proyecto (plantillas ), se permitirá el uso de concreto clase 2, aun cuando su resistencia sea igual ó mayor a 250 kg/cm<sup>2</sup>.

**b) Dosificación.**

La dosificación de las mezclas deberá cumplir con lo indicado en el ACI-304-1993 y en el ACI-211.1-1991. Las cantidades de cemento, agregados y agua, serán determinados por peso. Los dispositivos para pesar serán verificados cada 90 días

Los aditivos se añadirán con el procedimiento y tiempo de mezclado aprobados

El recipiente de mezclado deberá ser lavado en cada cambio de mezclas y al finalizar el turno de trabajo.

**c) Transporte.**

El equipo de transporte debe ser el adecuado según ACI 304 y aprobado, por la Dirección de la Obra, dentro de los siguientes sistemas

Carretillas, vagonetas, cubetas o camiones. Cuando se utilice este sistema de transporte, no se permitirá que éste se apoye directamente sobre el acero de refuerzo, para lo cual se deberán de proveer las pasarelas apropiadas.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



Canales y tubos *para efectuar el colado*, estos se dispondrán de tal manera; que se prevenga cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. El ángulo de caída de la mezcla será, el adecuado para permitir el flujo, sin provocar velocidades excesivas que propicien la clasificación de los materiales, si es necesario pueden establecerse tramos intermedios en los canales o tubos. Los canales pueden ser de metal, madera forrada con lámina metálica o de cualquier otro material previamente autorizado.

*Bombas de concreto.* El equipo de bombeo se instalará fuera de la zona del colado, de tal manera que no produzca vibraciones que puedan dañar el concreto fresco, y/o alterar la distribución del acero de refuerzo. El flujo proporcionado por la bomba, deberá ser continuo, en caso de suspensión la mezcla que permaneció en la tubería deberá de removerse y desecharse, debiéndose lavar todo el equipo antes de continuar.

El contratista deberá contar con un sistema de comunicación expedito entre la planta de elaboración de concreto y el sitio de colocación del mismo, de tal manera que se pueda identificar oportunamente las características del concreto que se transporta.

Los sistemas de transporte deberán ser lavados en cada nuevo proporcionamiento del concreto y al finalizar el tramo de trabajo.

### **d) Colocación del concreto.**

El contratista deberá dar aviso y obtener por escrito la aprobación de la supervisión, antes de efectuar el colado de cualquier elemento. Se deberá verificar las dimensiones, desplantes, solidez y demás requisitos de los moldes y obra falsa, la correcta colocación y firmeza del acero de refuerzo, la colocación de anclas y otros soportes, los doctos para las instalaciones que se establezcan en proyecto, etc. El aviso deberá ser dado por el contratista con una anticipación de 24 hrs. como máximo.

No deberán de transcurrir más de 90 minutos, desde que se inicie el mezclado y la terminación de la colocación, compactación y acomodo del concreto.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



No se permite el vaciado de concretos que lleguen a su destino final después de 60 minutos de haber salido de la planta dosificadora.

El concreto no se vaciará hasta que el sitio que ocupará esté libre de agua ó cualquier otro material extraño.

Se efectuarán colados en contacto con el terreno natural, solo cuando el terreno haya sido preparado.

El colado de elementos estructurales de eje vertical, tales como columnas, muros, etc., se efectuará de la manera siguiente:

La mezcla se vaciará colocándola en capas horizontales continuas de 25 a 30 cm. de espesor ( nunca se excederá la penetración efectiva del vibrador ).

Cada capa se acomodará y compactará en toda su profundidad para obtener un concreto que llene completamente los moldes y cubra en forma satisfactoria el acero de refuerzo. Cuando por razones de emergencia ó caso fortuito sea preciso interrumpir la continuidad de una de las capas por más de una ( 1 ) hora, se colocará una cimbra para formar una junta de construcción.

Si la mezcla se colocara desde una altura mayor a tres ( 3 ) metros, deberán tomarse precauciones especiales, tales como el uso de deflectores y/o tuberías adecuadas. No se permitirá amontonar la mezcla para posteriormente extenderla dentro de los moldes.

A fin de evitar que se marquen juntas así como evitar discontinuidad entre las capas, éstas se deberán colar en forma continua una vez que la anterior haya sido colocada y compactada; y antes de que inicie su fraguado. El tiempo máximo entre la colocación de una capa y la precedente será de treinta ( 30 ) minutos.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



El colado de elementos de eje horizontal, tales como vigas, losas, pisos, etc., se efectuarán de la manera siguiente:

La mezcla se vaciará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento, no se dejarán colar la mezcla de alturas mayores de 1.50 m, ni se permitirá amontonarla, para después extenderla en los moldes; el colado será continuo hasta la terminación del elemento ó hasta la junta de construcción que fije el proyecto y/o lo ordene el representante de la **SUPERVISION**; el tiempo máximo entre un vaciado y el siguiente, será de treinta ( 30 ) minutos.

**e) Colados con temperaturas altas.**

No se colocará concreto cuando la temperatura ambiente exceda de 32 grados centígrados..

**f ) Curado del concreto.**

Para el curado del concreto referirse a lo indicado en Normas Base, y en las modificaciones y adiciones siguientes.

Todo el concreto colado deberá ser protegido contra condiciones climáticas adversas. Se prevendrá la rápida evaporación debida por altas temperaturas, viento, ó ambas.

El concreto elaborado con cemento tipo II, deberá ser curado por un periodo que se adapte a las condiciones del lugar, pero no menor a cuatro ( 4 ) días.

Los aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto deberán ser aprobadas por la Dirección de la obra y cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas listadas en la tabla No. 4.

El curado con vapor deberá ser aprobado por la **SUPERVISION**, siempre y cuando se justifique plenamente. De preferencia se utilizarán bajas temperaturas de vapor por periodos largos de tiempo a presión atmosférica.



Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



**T A B L A No. 4**

<b>ϕ</b>	<b>NORMA</b>
Determinación de la retención de agua, por el medio de compuestos líquidos que forman membranas para el curado del concreto	NMX-C-304-1980
Determinación del factor de reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto	NMX - C-309-1980
Compuestos líquidos que forman membranas	NMX-C-081-1981
Materiales laminares para curado de concreto	ASTM - C-171-1997 <sup>a</sup>
Determinación de la humedad	ASTM - C-156-1998
Determinación del espesor de materiales laminares	ASTM - D-2103-1986
Determinación de la resistencia a la tensión en el papel impermeable	ASTM - D-829
Determinación de la resistencia y elongación de películas de polietileno	ASTM - D-882-1990

**CONCRETO PREMEZCLADO.**

**a) Generalidades.**

Es el concreto hidráulico dosificado y mezclado por el fabricante y que se entrega al comprador para su utilización en estado plástico no endurecido.

El concreto premezclado deberá cumplir con las especificaciones listadas anteriormente y las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas ( NMX ), listadas en la tabla No. 5.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**T A B L A No. 5**

	<b>NORMAS</b>
Determinación del revenimiento en concreto fresco	NMX-C-156-1997-ONNCCE
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión	NMX-C-157-1987
Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico	NMX-C-162-ONNCCE-2000
Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NMX-C-160-1987
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083-1997-ONNCCE
Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de resistencia a la penetración	NMX-C-177-1997-ONNCCE
Determinación del sangrado – Método de prueba	NMX-C-296-ONNCCE-2000
Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con cargas en los tercios del claro	NMX-C-191-1986
Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto	NMX-C-163-1997-ONNCCE
Determinación de la variación en longitud de especímenes de mortero de cemento y de concreto endurecidos	NMX-C-173-1990
Obtención y prueba de corazones y vigas extraídas de concreto endurecido	NMX-C-169-1996-ONNCCE
Concreto premezclado	COVITUR *
Muestreo de concreto fresco	NMX-C-161-1997-ONNCCE
Cabeceo de especímenes cilíndricos	NMX-C-109-1997-ONNCCE



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**b) Datos para pedidos.**

Los pedidos de concreto premezclado, deberán incluir como mínimo los datos siguientes:

- Cantidad de concreto fresco, expresada en metros cúbicos.
- Resistencia especificada y edad a la que se obtendrá.
- Clase de concreto.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Revenimiento en el sitio de la entrada.
- Contenido de aire.
- Tipo de cemento utilizado.
- Aplicación y tipo de aditivo usado.
- Horario de salida de la planta y llegada a la obra.

**- PRUEBAS EN EL CONCRETO.**

Para los requisitos de calidad del concreto, se deberán satisfacer los requisitos señalados en las Normas Base citadas, y con las modificaciones y adiciones siguientes:

**a) Generalidades.**

Concreto fresco es aquel que no ha alcanzado su fraguado inicial, que se define como el lapso que transcurre desde que se agrega agua a la mezcla y hasta que alcanza una resistencia a la penetración igual a treinta y cinco (35) kg/cm<sup>2</sup>, determinado conforme al método estipulado por la prueba ASTM-C-403-1999 (NMX-C-177-1986).



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Para diseñar una mezcla de concreto, se determinarán las siguientes características:

- Tamaño máximo nominal del agregado.
- Consistencia del concreto recién mezclado, definido por su revenimiento.
- Clase y tipo de cemento que se deberá emplear, según se indique en planos, identificando previamente la fábrica de procedencia.
- Clase y tipo de aditivo y los efectos que con su empleo se pretende obtener.
- Relación agua - cemento máxima permisible según Norma Base. En caso de aplicación de aditivo superfluidificante considerarlo en la relación.

### **b) Tamaño máximo del agregado.**

El tamaño máximo permisible en los agregados será el más grande que pueda emplearse, sin exceder de los siguientes valores:

- La quinta ( $1/5$ ) parte de la menor dimensión que vaya a existir entre los lados de las formas del molde del elemento por colar.
- La tercera ( $1/3$ ) parte del espesor del concreto, tratándose de losas ó pisos.
- Las tres cuartas ( $3/4$ ) partes del espacio libre mínimo que vaya a existir entre varillas individuales contiguas del acero de refuerzo ó paquetes de varillas.
- Cuando el concreto se transporta por medio de bomba ó equipo neumático se respetarán las instrucciones de fabricación del equipo, pero en ningún caso excederá la tercera ( $1/3$ ) parte del diámetro de la tubería de conducción ó lanzado.
- El tamaño máximo nominal del agregado se definirá a partir del máximo permisible, disminuyendo éste para hacerlo igual a la abertura de la malla comercial más próxima.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**c) Consistencia.**

Las mezclas de concreto deberán diseñarse con el revenimiento más bajo que pueda usarse, según el tipo de elemento a colar. En ningún caso los revenimientos podrán exceder de los siguientes parámetros:

- Zapatas y muros de cimentación: 10 cm.
- Vigas y muros reforzadas: 10 cm.
- Columnas reforzadas: 10 cm.
- Pavimentos y losas reforzadas: 6 cm.
- Pavimentos y revestimientos simples: 6 cm.
- Concreto en masa: 6 cm.
- Elementos presforzados: 10 cm.

Todos los revenimientos aplicarán antes de agregar aditivo superfluidificante. Cuando se trate de colados sumergidos, deberán realizarse ensayos previos de los materiales disponibles, con objeto de conocer el revenimiento más bajo posible con el que la mezcla de concreto podrá fluir y adecuarse a las condiciones del sitio de colado.

Las tolerancias de revenimiento para la aceptación o rechazo del concreto serán las siguientes:

Para revenimientos especificados menores de 5 cm (+/- 1.5 cm)

Para revenimientos especificados de 5 a 10 cm (+/- 2.5 cm.)



**d) Peso volumétrico en estado fresco.**

El peso volumétrico del concreto en estado fresco determinado de acuerdo al método de prueba de la norma NMX-C-162-ONNCCE-2000, será superior a 2,200 kg/m<sup>3</sup> para el concreto clase 1, y para el concreto clase 2, debe estar comprendido entre 1,900 y 2,200 kg/m<sup>3</sup>; y la frecuencia del control, deberá cumplir con lo asentado en el (RCDF-97, 11.3.2 ).

**e) Relación agua-cemento.**

Es el cociente del peso del contenido de agua neta de mezclado en una revoltura entre el peso de su contenido de cemento. Para el concreto siempre deberá ser menor que la unidad.

Agua neta del concreto es la cantidad que teóricamente resulta de restar en una revoltura el agua total de mezclado, el agua que puedan absorber los agregados ó sumar al agua total de la mezcla, el agua que puedan ceder los agregados.

**f) Temperatura.**

La temperatura del concreto será sujeto a control cuando se efectúen colados a temperaturas extremas o en grandes masas según norma ASTM-C-1064-1999. Temperaturas limites, mínima 16°C y máxima 32°C.

En tiempo caluroso cuando se observe una pérdida de revenimiento ó fraguado demasiado rápido, se deberán enfriar los materiales antes de ser mezclados y el agua, se sustituirá por hielo triturado, de un tamaño tal que éste se derrita completamente durante el mezclado.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Alternativamente los colados se podrán efectuar de noche, en las horas de más baja temperatura. Así mismo los bultos de cemento para la elaboración del concreto se almacenarán dentro de una bodega ó cobertizo. No se permitirá que estén bajo la acción directa del sol ó cubiertos solo con una lona ó material similar.

En tiempo frío, se deberá controlar la temperatura del concreto a la salida de la mezcladora y se protege después de colocado hasta que alcance una resistencia mecánica que le permita soportar sin daños las bajas temperaturas.

**g) Fraguado.**

El fraguado inicial del concreto es el lapso transcurrido desde el momento en que se agrega el agua a la mezcla, hasta que el concreto adquiere la rigidez correspondiente a una resistencia a la penetración de  $35 \text{ kg/cm}^2$  determinada conforme lo estipulado en la prueba ASTM-C-403-1999 (NMX-C-177-1986).y

La verificación del tiempo de fraguado tiene por objeto comprobar que el concreto se coloque antes de alcanzar su fraguado inicial y que una vez colocado y compactado, no sea sometido a vibración adicional, después del fraguado inicial.

**h) Resistencia del concreto.**

Resistencia a compresión es el esfuerzo de ruptura del concreto endurecido, que se obtiene en especímenes cilíndricos estándar, ensayados a compresión axial, expresada en  $\text{kg/cm}^2$ . De acuerdo al método de prueba de la norma NMX-C-083-1997-ONNCCE.



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Salvo especificación contraria, todos los ensayos se efectuarán a los veintiocho días de edad del concreto para concreto normal y a catorce ( 14 ) días para concretos de resistencia rápida.

Los planos deberán especificar la resistencia a compresión (f'c). El informe de la prueba de cada espécimen deberá incluir los siguientes datos cuando menos:

- Número de identificación.
- Obra de procedencia y lugar del colado.
- Planta mezcladora y número del camión muestreado cuando se trate de concreto premezclado.
  - Diámetro y altura del espécimen, si no es estándar, en cm.
  - Área de la sección transversal en  $\text{cm}^2$ .
  - Carga máxima en kg.
  - Resistencia a compresión en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .
  - Tipo de falla cuando no se presenta el cono usual.
  - Defectos observados en el espécimen ó en las cabezas.
  - Edad del espécimen en días.
  - Revenimiento de la muestra en cm.
  - Clase del concreto.

De acuerdo al grado de calidad del concreto, se deben cumplir los siguientes requisitos:

### **Concreto clase 1**

- No más del 10% de las muestras ensayadas deben presentar una resistencia a la compresión inferior a la especificada ( f'c ).

- Como muestra individual, el concreto debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada ( f'c ), menos  $35 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



- Los promedios de resistencia a compresión de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas pertenecientes o no al mismo día de colado, no serán menores que la resistencia especificada (  $f'c$  ).

**Concreto clase 2**

- No más del 20% de las muestras ensayadas, deben presentar una resistencia a la compresión inferior a la especificada (  $f'c$  ).

- Como muestra individual, el concreto debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada (  $f'c$  ) menos  $50 \text{ kg/cm}^2$ .

- Los promedios de resistencia a compresión de todos los conjuntos de siete muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no serán menores que la resistencia especificada (  $f'c$  ).

Cuando el número de pruebas es insuficiente para calcular el promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, el promedio de los resultados obtenidos debe ser igual o mayor que las cantidades indicadas a continuación:

<i>No de pruebas</i>	<i>Valores de resistencia en kg./cm2.</i>	
	<i>Concreto clase 2</i>	<i>Concreto clase 1</i>
1	$f'c - 50$	$f'c - 35$
2	$f'c - 28$	$f'c - 13$
3	$f'c - 17$	$f'c$
4	$f'c - 11$	
5	$f'c - 7$	
6	$f'c - 6$	
7	$f'c$	



**i) Pruebas de corazones.**

Si las pruebas individuales de muestras curadas en el laboratorio producen resistencias menores a ( $f'c - 50 \text{ kg./cm}^2$ ) para concreto clase 2, y ( $f'c - 35 \text{ kg./cm}^2$ ) para concreto clase 1 , y/o las pruebas de los cilindros curados en campo indican deficiencias de protección y curado, y se confirma que el concreto es de baja resistencia, deben probarse especímenes extraídos de la zona de duda, de acuerdo al método de prueba indicado en la norma NMX-C-169-1996-ONNCCE.

Deben tomarse tres corazones para cada resultado de prueba de cilindros que esté por debajo de la resistencia permisible; si el concreto de la estructura va a estar seco durante las condiciones de servicio, los corazones deben secarse al aire durante 7 días antes de la prueba y deben probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los corazones deben sumergirse en agua por lo menos durante 48 horas y probarse húmedos.

El concreto de la zona representada por los corazones se considera estructuralmente satisfactorio, si el promedio de los tres corazones es de por lo menos el 80% de la resistencia especificada ( $f'c$ ) y si la resistencia de ningún corazón es menor que el 70% de la resistencia especificada ( $f'c$ ).

Se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellas que hayan dado resistencias erráticas.

Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, la Dirección de la obra podrá autorizar la realización de pruebas de carga o tomar las medidas que considere adecuadas.



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**j) Módulo de elasticidad.**

Deben tomarse cilindros adicionales para la determinación del módulo de elasticidad del concreto, de acuerdo al método de prueba descrita en norma NMX-C-128-1997-ONNCCE.

Para el concreto clase 1, el módulo de elasticidad a 28 días de edad, será como mínimo  $14000\sqrt{f'c}$  kg./cm<sup>2</sup> y  $8000\sqrt{f'c}$  kg./cm<sup>2</sup> para el concreto clase 2.

**k) frecuencias de pruebas.**

Deberán realizarse determinaciones de la calidad del concreto y sus componentes mediante los ensayos correspondientes, según el tipo de elemento, cada vez que la dirección de la obra lo solicite; pero con una frecuencia no menor a la señalada a continuación:

<b>PRUEBA</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Consistencia de las mezclas mediante prueba de revenimiento	1 prueba por unidad premezcladora ó por cada 5 m3
Peso volumétrico en estado fresco	1 prueba por día, por planta, por tipo de concreto, pero no menos de una prueba por cada 20 m3.
Resistencia a la compresión	5 cilindros por cada 40 m3 o fracción
Resistencia a la flexión( módulo de ruptura )	3 vigas cada 40 m3 ó fracción (especialmente en pavimentos).
Módulo de elasticidad	1 prueba por mes, por planta, por tipo de concreto
Cemento	1 prueba por mes, por tipo de cemento
Agregado para concreto	1 prueba por mes, por planta
Agua para concreto	1 muestra al inicio del suministro por planta
Temperatura *	Una prueba por cada 40 m3 o fracción para concreto premezclado, o una por día de colado para concreto hecho en obra.
Contenido de Aire **	Una prueba por cada entrega para concreto premezclado, o por cada 5 revolturas para concreto hecho en obra.
Contracción por secado y coeficiente de deformación diferida.	Al inicio de obra y en cada cambio de diseño de mezcla para cada tipo de resistencia.

\* Si la temperatura ambiente es menor de 7 °C o mayor de 32 °C.

\*\* Cuando el proyecto solicite concreto con aire incluido.



## **CIMBRA**

En términos generales una cimbra se integra fundamentalmente por 2 estructuras:

- *Cimbra de contacto*
- *Obra falsa*

La cimbra de contacto, como su nombre lo indica, se encuentra directamente en contacto con el concreto, su función primordial es la de contener y confinar al concreto de acuerdo con el diseño de la estructura. Se compone principalmente por paneles, tarimas, moldes prefabricados, etc.

La obra falsa es aquella constituida por elementos que trabajan estructuralmente soportando la cimbra de contacto; los elementos más comúnmente utilizados en la obra falsa son vigas mdrinas, pies derechos, contravientos, puntales, etc.

## **Especificaciones**

- Las cimbras deberán instalarse en tal forma que proporcionen seguridad cuando se les someta a cargas previsibles, durante el proceso constructivo.
- Las cimbras serán limpiadas completamente de óxidos, virutas, aserrín y otros antes de verter el concreto. Para conseguir una limpieza óptima, se recomienda el uso del aire comprimido o de agua a presión.
- La cimbra será construida de manera que las vigas, losas, columnas y otros miembros queden de su dimensión correcta, perfectamente alineada y a la elevación indicada por los planos aplicables.
- Cuando el colado lo requiera; ya sea por congestionamiento de acero y/o elementos ahogados, así como problemas de colocación, se construirán a juicio de los ingenieros, ventanas en la cimbra para facilitar con ellas el vaciado y vibrado.
- Las cimbras deberán ser estancas y también calafateadas por fuera para evitar la pérdida de mortero. Cuando permanezcan expuestas al intemperismo por retrasos prolongados, se tendrá cuidado de que no sufran deformaciones que pidieran afectar a la estructura y a los componentes que en ella intervienen.



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



- Las caras interiores de la cimbra serán uniformes y lisas.
- Se deberán colocar entarimados o pasillos, debidamente apoyados de manera que se evite mover el armado, cimbra o cualquier elemento ahogado dentro del concreto. Estos entarimados servirán para permitir el paso del personal y equipo.

### **POLIN**

El polín es un tipo específico de manera que generalmente se corta de 4" x 4" por la longitud que se desee y se utiliza como puntal cargador (apoyo) para la cimbra de contacto. Un segundo uso es, por ejemplo, en las losas como sustitución a las vigas madrinas.

### **TABLA O DUELA**

Será de diferentes medidas que van de 1" a 2" de espesor y de 2" a 8" de ancho por la longitud deseada. Este tipo de madera sirve principalmente como cimbra de contacto.

### **TABLONES**

Con dimensiones de 2" de espesor por 6" a 10" de ancho por la longitud deseada, sirve principalmente como tendido o para cimbra de elementos especiales.

### **TRIPLAY**

La madera contrachapeada (triplay) en su forma más simple consiste en 3 capas pegadas entre sí, en tal forma que las fibras de la capa intermedia quedan perpendiculares a las fibras de las capas exteriores.

Las ventajas de colocar las capas adyacentes con sus fibras perpendiculares entre sí son importantes cuando consideramos que la madera tiene su mayor resistencia en el sentido de las fibras. Una tabla de madera contrachapeada tiende a igualar las resistencias en ambas direcciones, y ofrece gran resistencia contra rajaduras que pudieran provocarse por clavos, tornillos u otros elementos de unión.



## *Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



El triplay proporciona muchas ventajas al diseñador de cimbras. Los tamaños estándar de las hojas: 4' x 8' (1.22 x 2.44 m) y su espesor comercial que va de 1/4" a 3/4" reducen las juntas en las superficies de recubrimiento, es por esto que al triplay se le asigna como principal uso el de cimbra de contacto.

Por otro lado, el constructor deberá planear aunque sea con simples diagramas la ubicación de las hojas del cimbrado en la obra. Se buscará impedir el corte indiscriminado y el consecuente desperdicio del material para que después de haber utilizado el triplay varias veces para cimbras de concreto aparente, se pueda usar para cimbra de acabado común y finalmente para hacer tarimas y cimbras perdidas.

### **VIGA**

Sus dimensiones son de 4" x 6" x la longitud deseada y se utiliza principalmente como viga madrina para transmitir cargas en las losas. Para la comodidad del armado, las vigas con frecuencia se colocan sobre las armaduras, o se conectan a ellas, de manera que uno de los ejes principales de la misma sea paralelo a la inclinación de la losa. Con esta disposición resulta que la carga vertical transmitida nunca será paralela a alguno de los ejes principales de la viga.

### **SUJETADORES**

Existe una serie de elementos, grapas, abrazaderas y arreglos que pueden utilizarse para sujetar al concreto; muchos de ellos dependen del uso de trozos de refuerzo o bien las varillas con rosca y su correspondiente arandela plana con tuerca que proporciona un amarre excelente para muros, contratraveses y secciones delgadas.

Las roscas cuadradas, roladas o similares, deben usarse de preferencia, ya que resultan económicas y de fácil instalación y mantenimiento.



Probablemente el elemento más versátil para la sujeción de elementos delgados debido a la agilidad con que se confinan es el comúnmente llamado moño. Los moños con longitudes ya específicas para secciones convencionales, están diseñados para soportar tanto la presión hidrostática ejercida durante el vaciado del concreto hacia fuera de la cimbre en la parte inferior, como la fuerza de sentido contrario al tratar de cerrarse la puerta superior de la cimbra el elemento. Después de la utilización de dichos moños o pernos hembra (truncónicos) se deberá resanar o taponear con mortero seco de cemento el orificio que resulta del cono de sujeción.

## **IMPERMEABILIZANTES**

### **Impermeabilización por geo-membranas de Polietileno (PE) unidas por termo fusión.**

Las ventajas de emplear geo-membranas para la impermeabilización de un cajón de cimentación es que es un material químicamente inerte, al contacto con agentes corrosivos o degradantes impidiendo el intemperismo de la estructura.

Para la unión de las membranas se empleara el método de termo fusión en el cual se empleara una cuña caliente de soldadura. Con la que se unen los bordes del traslape de dos láminas por presión ejercida por dos partes de rodillos yuxtapuestos y tangentes, sobre el material parcialmente fundido por la acción de una cuña a una temperatura alta, que produce la fusión superficial de las geomembranas

### **Impermeabilización de juntas frías en concreto.**

Para impermeabilizar las uniones de las juntas frías de muros perimetrales de la zapatas se emplearan membranas con el nombre comercial de WATER-STOP, esta banda está compuesta a base de bentonita sódica y caucho butílico, con lo que se obtiene un material químicamente inerte, al contacto con agentes corrosivos o degradantes como pueden ser ácidos orgánicos e inorgánicos contenidos en las saturaciones de agua del suelo. Esta banda forma un diafragma continuo a prueba de agua que previene el paso de fluido,



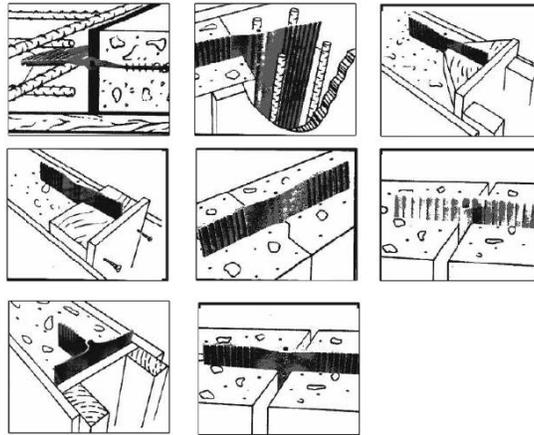
## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



### Colocación del Wáter-Stop

Las membrana es fijada en forma perimetral en ambas caras y a través y a lo largo de la junta posteriormente es embebida en el concreto (ancho de mínimo de protección de concreto de 5.0 cm).

A= 4" B= 3/8" C= 3/16"	
A= 6" B= 5/8" C= 5/32"	
A= 9" B= 3/4" C= 5,5 mm	
A= 9" B= 1/2" C= 5 mm	
A= 9" B= 7/8" C= 3/8"	
A= 12" B= 1" C= 3/8"	





*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



**II.3.10. EQUIPOS EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ZAPATAS:**



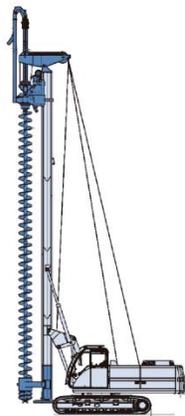
Retro excavadora CAT 312B y/o similar.



Camión de Volteo



Remolque de cama baja para el transporte de los pilotes



Perforadora sobre orugas



Grúa



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



Revolvedora de concreto



Bomba de concreto telescópica



Bomba de concreto



Compresor



Vibrador de concreto



Martillo Neumático



Bomba de agua de 1HP para achique



Bomba de agua auxiliar de gasolina



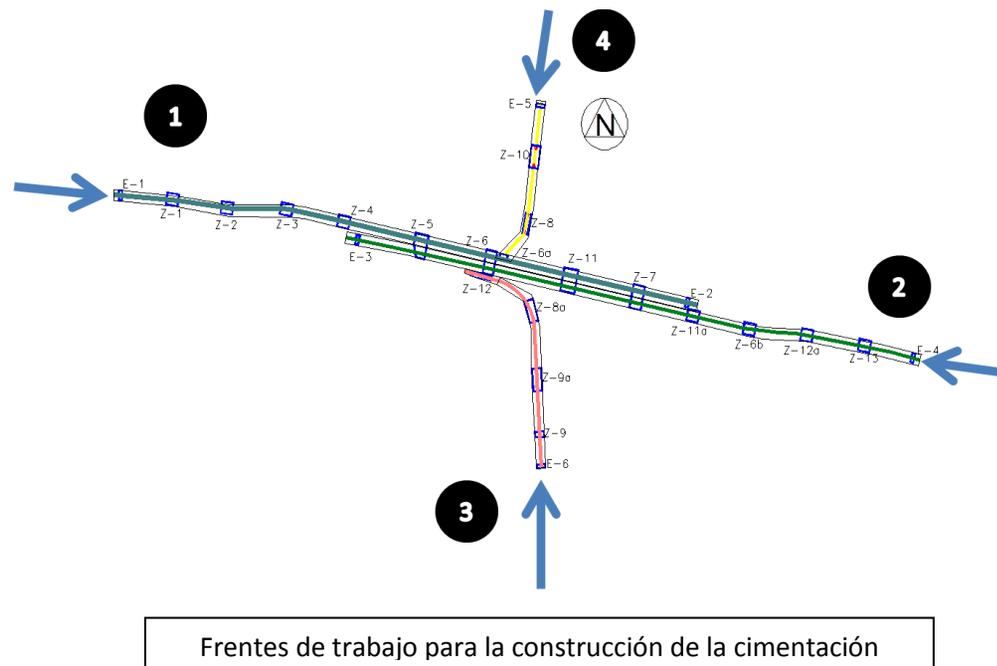
### III. PROGRAMA DE OBRA

El inicio del proyecto se realizó con la movilización del contratista a mediados de septiembre del 2005, en donde se efectuaron los trabajos de instalación de infraestructura y confinamiento del área de trabajo.

Posterior mente se iniciaron los trabajos de obras inducidas, a principios del mes de noviembre del 2005.

La construcción de la cimentación se inició con la construcción de pilotes a principios del mes de enero del 2006, cuando se tuvo un avance del 10% de la construcción de los pilotes, se iniciaron los trabajos de perforación he hincado de pilotes y un mes después se iniciaron las excavaciones de las zapatas. La terminación de la cimentación del distribuidor se realizó a finales del mes de agosto del mes de agosto del 2006

Para poder ejecutar los trabajos de construcción de la cimentación se emplearon cuatro frentes que trabajaron simultáneamente se realizó simultáneamente en los cuatro cuerpos cuatro que integran el distribuidor sin que ningún frente generara interferencias entre sí (ver figura siguiente).





En cuanto al desarrollo de las actividades no se presentaron desviaciones al programa de obra, ya que los que las entregas de los trabajos, se realizaron en las fechas pactadas en el contrato. Este avance positivo se debió a que se mantuvo un adecuado suministro de la mano de obra, materiales y equipos, además de que no se presentaron inconvenientes en la ejecución de los trabajos.

**PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN**

Actividades previas	sep-05	oct-05	nov-05	dic-05	ene-06	feb-06	mar-06	abr-06	may-06	jun-06	jul-06	ago-06	sep-06	oct-06
Movilización														
Tramites y permisos	■	■												
Propuestas viales		■	■											
confinamiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Obras inducidas</b>														
Obras Superficiales			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Obras Subterráneas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Cimentación</b>														
Construcción de pilotes					■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Hincado de Pilotes						■	■	■	■	■	■	■	■	
Construcción de Zapatas							■	■	■	■	■	■	■	



*Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial  
Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal*



#### **IV. CONCLUSIONES:**

La construcción de este proyecto como toda obra urbana se presentaron muchas dificultades técnicas, ya que al estar situada en un medio altamente urbanizado, en donde existen un gran flujo vehicular y peatonal, además de inmuebles muy próximos al sitio de la obra, por lo cual fue de vital importancia realizar una adecuada planeación estratégica para llevar a cabo los trabajos de construcción, lo que permitió la movilidad y maniobrabilidad del personal y equipos, así como la fluidez de los suministros.

Cabe mencionar que un punto muy importante durante la construcción de este proyecto fue el adecuado control de los trabajos de obra inducida, ya que si estos no son realizados adecuada y oportunamente, se pudieran ocasionar retrasos en la construcción de la obra, o en el peor de los escenarios generar daños a la infraestructura de la zona comprometiendo el desarrollo del proyecto e incrementar su costo. En el caso de la construcción del distribuidor, los trabajos de obras inducidas se realizaron dentro del programa de obra ya que en su gran mayoría las obras inducidas principalmente las subterráneas, se encontraban dentro de los estudios del proyecto ejecutivo.

En general la construcción de este proyecto se realizó satisfactoriamente ya que se terminó y entregaron los trabajos, en el tiempo establecido en las bases del contrato, además de que es estos fueron ejecutados conforme lo establecido en los procedimientos y especificaciones del proyecto ejecutivo, con lo que se aseguró la calidad de los trabajos.



## Construcción de la Cimentación del Distribuidor Vial Taxqueña- Eje 3 Oriente, en el Distrito Federal



### BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF-93, RCDF-97).
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM)
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus respectivas Normas Técnicas complementarias ( RCDF-97 ).
- Normas Mexicanas.( NMX ).
- Reglamentos del Instituto Americano del Concreto (ACI-318-99),
- Asociación Americana de Carreteras Estatales y de Transportación Oficial (AASHTO 1996 y1999, 19 Edición).



### BIBLIOGRAFÍA

