

# Universidad Nacional Autónoma de México

28  
15

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO  
DE UNA LUMBRERA POR EL  
SISTEMA DE  
"MURO HINCADO"



## TESIS

Que para obtener el Título de  
INGENIERO CIVIL  
EDUARDO AMADOR SALINAS



México, D. F. 1983



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.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA LUMBRERA POR EL SISTEMA  
DE "MURO HINCADO".

CAPITULO

- I. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO
  - I.1 El sub-suelo de la Ciudad de México.
  - I.2 Breve Reseña del Metropolitano de la Ciudad de México.
  - I.3 Desvío de Colectores en Glorieta la Raza.
- II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
  - II.1 Construcción de Brocal.
  - II.2 Preparación de Cuchillas Metálicas.
  - II.3 Construcción de Muro de Concreto Armado.
  - II.4 Hincado de Muro.
  - II.5 Excavación de Núcleo de Lumbrera.
  - II.6 Preparación para el Empuje de un Escudo.
- III. PRECIO UNITARIO
  - III.1 Análisis
- IV. CONCLUSIONES

## CAPITULO I.--ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

### I.1 EL SUB-SUELO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Los suelos sobre los que se desplantan las estructuras en toda obra civil, han sufrido procesos geológicos en el espacio y el tiempo en forma irregular.

En la Ingeniería se debe conocer las características geológicas generales para poder asociarlas de tal manera que la mecánica de suelos en sus diferentes aspectos, pueda tener una mayor eficiencia en los planteamientos de los problemas -- por resolver.

La obra que se describe en esta tesis se encuentra localizada en lo que se llama "CUENCA DEL VALLE DE MEXICO", por lo tanto se hara una breve reseña de la formación geológica de esta zona.

De acuerdo al levantamiento geológico efectuado recientemente se pudo dividir el número de volcanes y depósitos-- a que dieron lugar a tres grupos adscritos en el Terciario Medio; al Plioceno y al Pleistoceno, según su grado de erosión y su orden de aparición estratigráfica.

De los esfuerzos a principios del Terciario Medio -- ejercidos, se inicia la imersión de la actual zona Continental, con la formación de grandes volcanes, cuyo contenido petrográfico desplazados hacia la superficie es variado, se encuentran

andesitas basálticas, andesitas con anfíbolas y piroxenas, dacitas y latitas.

En la Sierra de Kochintepec hay manifestaciones características de este Terciario Medio, el espesor mayor estimado es de 1500 m. siendo visibles unos 800 m., esto se puede ver en las bases del Iztaccihuatl y el Ajusco.

La actividad volcánica disminuye en los fines del Mioceno y va seguida por un período de erosión intensa que regularizó el relieve abrupto del terreno.

Se inicia en el Plioceno una etapa nueva de emisiones lavíticas, dacíticas y riolíticas, al igual que la serie andesítica del Iztaccihuatl y del Ajusco; pertenecen también a este grupo, los restos de los volcanes compuestos de andesitas oscuras, como el Cerro Peñón de los Baños y el Tigre, al sureste de la Sierra de Guadalupe, al extinguirse estos volcanes, la actividad se manifiesta en la parte septentrional de la Cuenca donde grandes derrames de andesitas basálticas (Plioceno Superior) interrumpen toda conexión directa con el norte:-- cobrando importancia un mecanismo tectónico ligado a la falla Clarión (ver fig.No. 1), que afecta a la Cuenca a lo largo de fracturas dirigidas de noroeste a sursureste, al igual que erupciones de bombas y cenizas volcánicas, conocidas como "Nubes Ardientes" tales como las identificadas en el "Cerro del Guajo

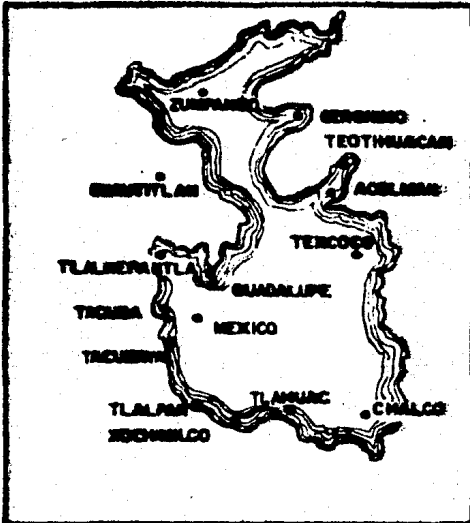


lote" al norte del Santuario de los Remedios.

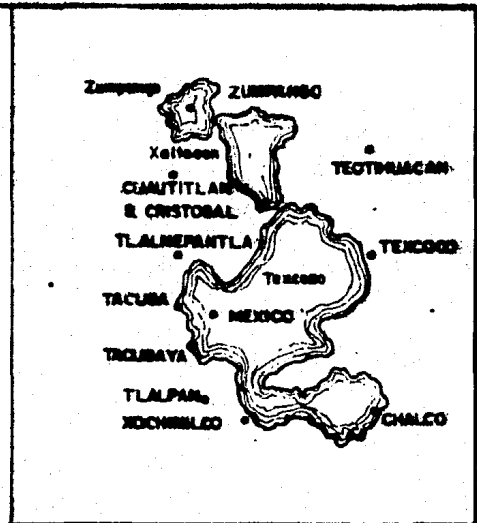
En el Plioceno Superior en que predomina un clima - semi-árido, lluvias torrenciales erosionaron el relieve abrupto, depositando al oriente y poniente de la Cuenca grandes abanicos aluviales, integrados por productos de la destrucción de los complejos volcánicos del Terciario Medio Superior, esta es la formación clasificada como "Tarango".

En la época Pleistocénica del período Cuaternario; - el clima se torna frío, húmedo y ocasiona la formación de glaciares en las prominencias de una red fluvial en las partes bajas; ambos sistemas causan erosión de una gran parte de los depósitos de la formación "Tarango", hasta formar los dos valles principales que drenaban por el sur en el río Amacuzac; el mayor de ellos pasaba por el lugar ocupado actualmente por la Ciudad de México y llegaba a Cuernavaca, mientras que el segundo recorría las partes bajas de la Sierra Nevada hasta alcanzar la Cuenca del Alto Amacuzac en Cuautla.

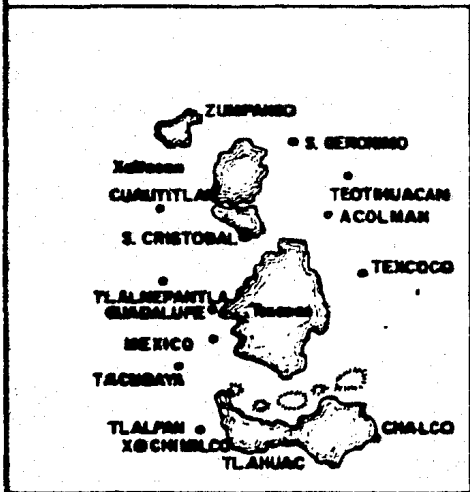
Simultáneamente al desarrollo de la red fluvial descrita, se presentan nuevas erupciones en el norte y sur, creando los Cerros de la "Estrella", "Chiconautla" y "Chuimalhuacán" hasta que sobrevinieron las fuertes erupciones del "Chichinautzin" (ver fig.No.2), rellorando el espacio entre la Sierra Nevada y Ajusco, impidiendo el drenaje hacia el sur y transforman-



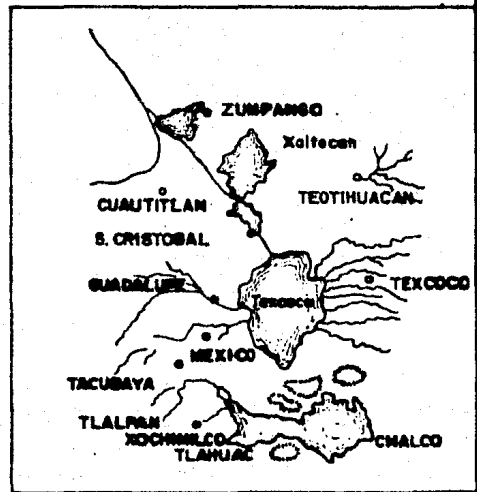
1. Las líneas que rodean a México en épocas diferentes.



2. A comienzos del siglo XVI.



3. A comienzos del siglo XIX.



4. A fines del siglo XIX. (En el año 1889).



do el Valle de México en una Cuenca cerrada.

A una secuencia de tal obstrucción los depósitos fluviales regularizaban rápidamente la topografía abrupta que habían provocado la erosión, a continuación ocurre una gran deposición de cenizas volcánicas en los lagos de las partes bajas, que constituye la formación "Tacubaya", sigue después el período "Morales", tipificado por suelos cementados por carbonatos (caliche). Nuevos estratos constituidos por aluvión y polvo volcánico con alto contenido de fósiles definen la formación "Becerra".

Un nuevo período árido llamado "Barrilaco", caracterizado por las vetas de caliche preside a la formación "Totolzingo" integradas por tierras de color café y negro, con gran cantidad de materia orgánica y a la época arqueológica formada por suelos arenosos y vestigios de las culturas desarrolladas en el Valle.

Las erupciones del Xitle hace aproximadamente 2,400 años y la del Popocatepetl en 1920 son las últimas manifestaciones volcánicas del Valle de México.

La Cuenca del Valle de México situada en el extremo sur del altiplano mexicano esta limitada al norte por las Sierras de Tepetzotlan, Tezontlalpan y Pachuca, al este por los Llanos de Apan y la Sierra Nevada, al sur por las Sierras Chi

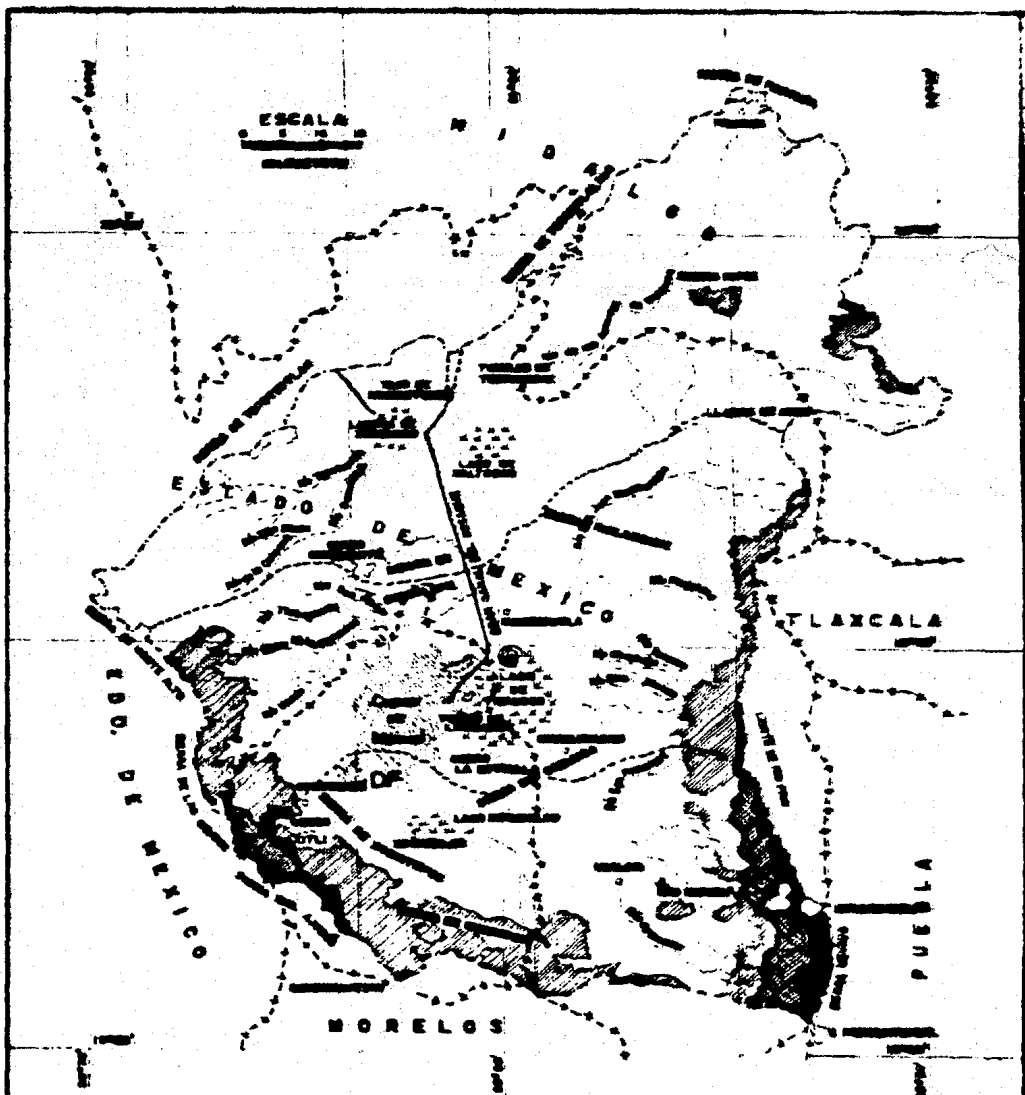
chinautzin y del Ajusco y al oeste por las Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, tiene 9,600 Km<sup>2</sup>. de superficie de la cual solo el 30 % es plana y situada a una altura media de 2,250 m. sobre el nivel del mar (ver fig. No.3).

El Distrito Federal ocupa 1480 Km<sup>2</sup> y en él se encuentra la Ciudad de México con un área urbanizada mayor de 500 Km<sup>2</sup> y un número de habitantes que se excede de 12 millones.

La precipitación media anual de acuerdo con datos recabados en un período mayor de 50 años, es de 700 mm. ello representa un volumen llovido del orden de 6500 millones de m<sup>3</sup> al año. Las recientes exploraciones que se han efectuado con objeto de estudiar cimentaciones de estructuras en la Ciudad de México, nos proporciona una información bastante precisa de las características estratigráficas y mecánicas, que presenta el subsuelo en el área urbana; partiendo de ésta información se ha dividido a la Ciudad en tres zonas estratigráficas y son; ZONA DE LOMAS.- Parte esta asentada en las faldas de la Sierra de las Cruces y formada por terrenos compactos, areno-limosos, con alto contenido de gravas unas veces, y otras por tobas pumíticas bien cementadas (ver fig. No.4).

En el sur, en las faldas del Ajusco, las formaciones son derrames basálticos de diferentes espesores que forman el "Pedregal"

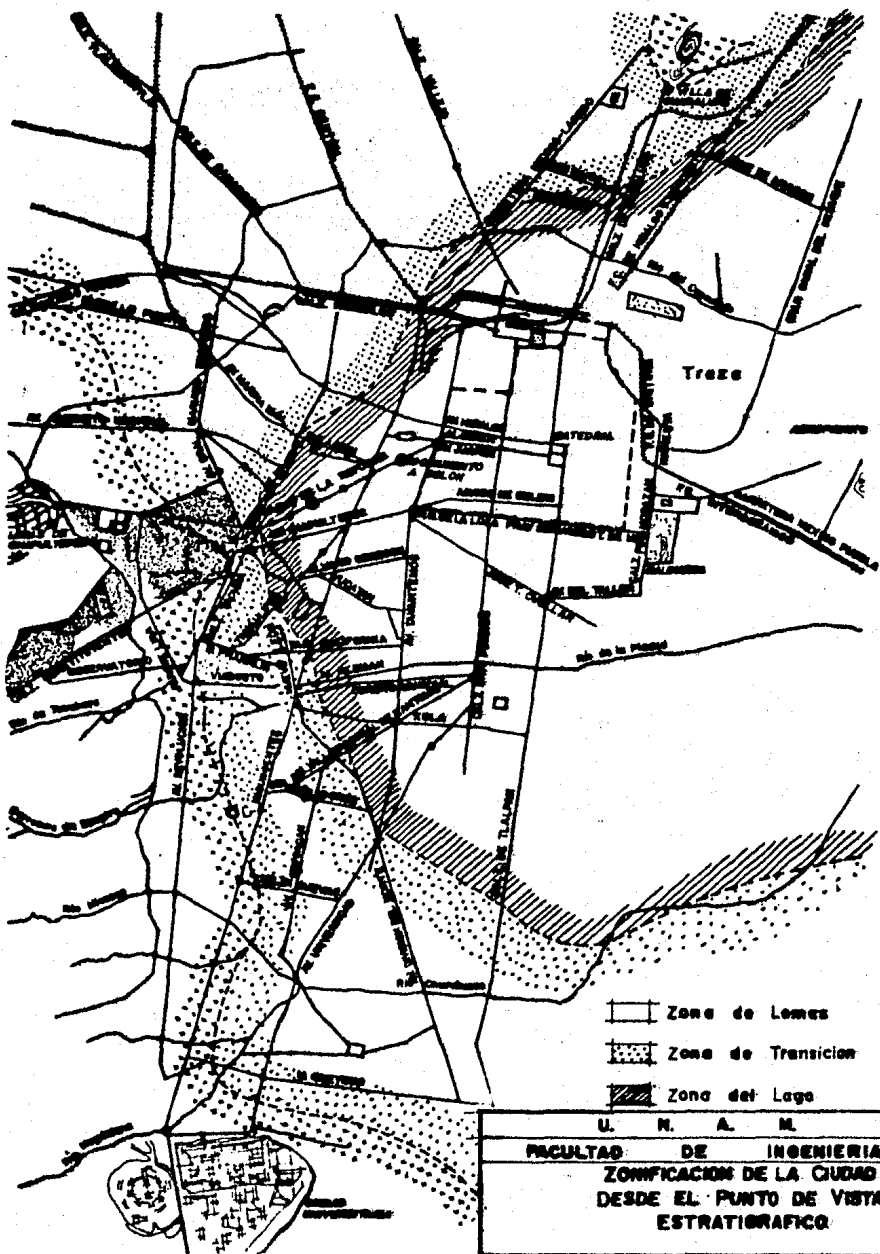
13






**SÍMBOLOS CONVENCIONALES**

- Fronteras General de la Ciudad
- - - Fronteras de los Subsectores
- 500 m.s.n. Valle
- ▨ 500 e 1000 m.s.n. Valle
- ▩ 1000 e 2000 m.s.n. Valle
- 2000 m.s.n. Valle
- Puntos del Valle 2240 m.s.n.

U N I V E R S I D A D	
FACULTAD DE INGENIERIA	
<b>MAPA GEOGRAFICO E HIDROGRAFICO DEL VALLE DE MEXICO</b>	
FOLIO 3	EDUARDO AMADOR SALINAS



-  Zona de Lomas
-  Zona de Transición
-  Zona del Lago

U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ZONIFICACION DE LA CIUDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATEGICO	
FOL. Nº 4	EDUARDO AMADOR SALINAS

A ésta zona por su altitud relativa, se le denomina "Las Lomas" y en general se caracteriza porque la capacidad de carga del terreno es elevada y con condiciones favorables para cimentar estructuras, así como por la ausencia de capas de arcilla compresibles que puedan causar asentamientos de gran magnitud. Una precaución que debe observarse es la presencia de cavernas u oquedades entre emisiones lavíticas, o bien bolsas de arena y asentamientos bruscos por saturación. Los efectos sísmicos son relativamente menores.

ZONA DE TRANSICION.--Esta formada superficialmente por depósitos arcillosos o limosos orgánicos, cubriendo estratos de arcilla volcánica muy compresibles y de espesores variables, intercalados con capa de arena limosa compacta o arena limpia, las cuales descansan sobre potentes mantos en los que predominan la grava y la arena.

En algunas partes, las condiciones estratigráficas varían en forma considerable aún en mismo predio. El nivel freático es profundo en algunas partes. La capacidad de carga son intermedias y los efectos sísmicos variables dependiendo de la estratigrafía. Las propiedades de los materiales del subsuelo, así como la estratigrafía deben ser investigados con todo detalle para diseñar correctamente las cimentaciones y las superestructuras.

ZONA DEL LAGO.-El subsuelo sobre el que esta cimentada la zona central de la Ciudad de México, consta de las siguientes capas:

Depósitos Areno-Arcillosos o Limosos con abundancia de restos arqueológicos, o bien una capa de material de relleno que varia entre 1 y 10 m.

Una formación Arcillosa, originada por la descomposición de cenizas volcánicas, extraordinariamente compresibles, de varios colores y consistencias comprendidas entre blanda y media, intercaladas con pequeñas capas o lentes de arena; su espesor oscila de 15 a 32 m..La primera capa de gran compacidad de unos 3 m. de espesor, constituida por suelos arcillosos o limo-arenosos se encuentra a 33 m. bajo la superficie aproximadamente.

Arcilla volcánica de características semejantes a las de formación superior, aunque más compactas y resistentes-- el manto tiene un espesor comprendido entre 1 y 12 m.

Depósitos de Arena con Grava, separados por estratos de limo o arcilla-arenosa. En algunos lugares, se han encontrado una tercera formación arcillosa compresible a 65 m. de profundidad. Todas éstas formaciones estan sometidas a cargas variables con el tiempo y características de área urbanizada aumentando considerablemente en los últimos años, lo cual ha provocado el alarmante descenso en todo el valle.

Estas cargas tienen 2 orígenes:

a).--Cargas superficialmente aplicadas; particularmente en las zonas ocupadas por los monumentos aztecas y de la colonia.

b).--Cargas por abatimiento de niveles piezométricos; debidos -- principalmente al bombeo de dichas zonas.

Atendiendo a éstas razones, la zona del lago, se ha subdividido en 2 regiones. La primera (Zona C), abarca la antigua traza de la Ciudad, y en ella, las propiedades medias de los estratos pueden variar considerablemente aún en el mismo predio. La segunda (Zona D) pertenece a la parte urbana que no ha experimentado cambios sensibles debido a que las cargas han sido moderadas o nulas. En éstas zonas, el nivel freático se encuentra muy próximo a la superficie y los efectos sísmicos son mayores.

## I.2 BREVE RESEÑA DEL METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

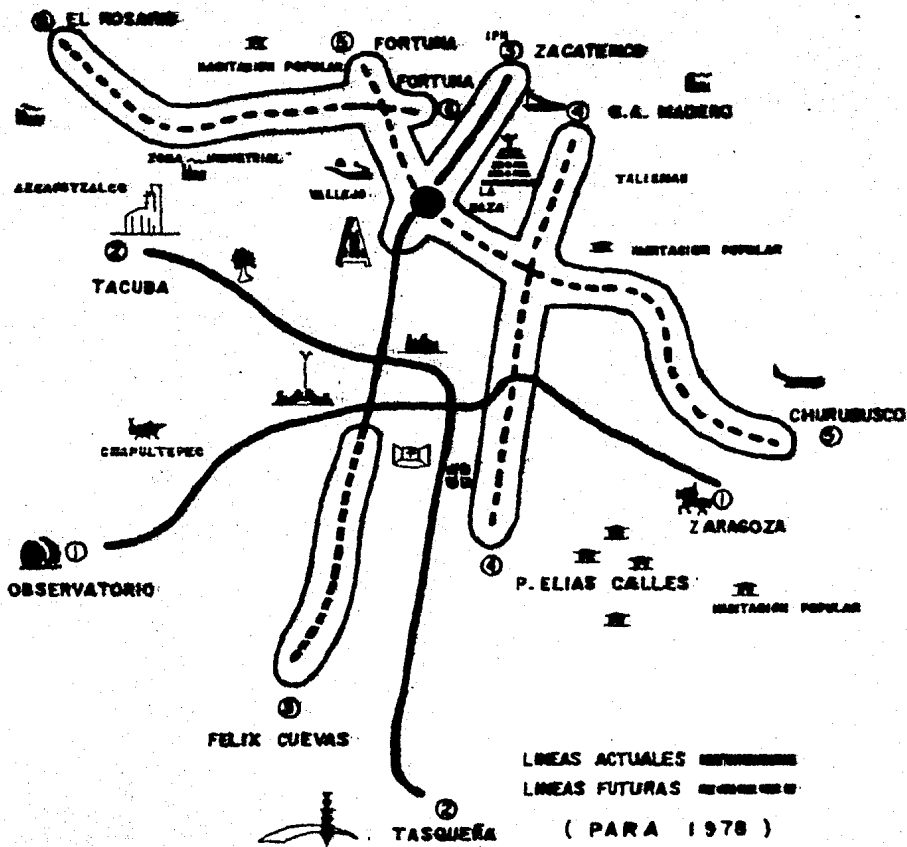
En la Ciudad de México que día a día se sigue incrementando en su población, ya que ésta se ha triplicado en los últimos 25 años, se cuenta entre las 10 Ciudades más pobladas del Mundo, se encuentra con un gran problema, que es la transportación masiva de pasajeros.

El Gobierno de México tuvo un gran acierto al empezar la Construcción de un tren Metropolitano que viniera a resolver el gran problema de transportación masiva por un lado y por otro el evitar más congestionamientos de tránsito en las arterias de la Ciudad. Una serie de estudios hicieron posible que se llegara a una solución, que inicialmente fue la construcción de 3 líneas del tren Metropolitano, que satisficiera la demanda de transportación masiva y después de 10 años de operación de éstas, se ha tenido que ampliar a otras 3 para seguir subsanando el problema, las líneas operantes y las de nueva creación son las siguientes: (ver fig.No.5)

Línea No.1 Construida en su mayor parte de Oriente a Poniente, se inicia en la Calzada I.Zaragoza y Río de Churubusco hasta terminar en la Colonia Tacubaya, contando con 18 estaciones de paso y 3, de transbordo.

Línea No.2 Construida de Sur a Noreste, iniciando desde Calzada de Tlalpan y Calzada Taxqueña hasta la Calzada Can





U. N. I. V. E. R. S. I. D. A. D. E. M. E. X. I. C. O.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
<b>AMPLIACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"</b>	
FIG. NO 5	EDUARDO ANTONIO SALINAS

tera en Tacuba, contando con 18 estaciones de paso y 2 de transbordo.

Línea No.3 Construida de Sur a Norte se dejó parcialmente terminada contando con 13 estaciones de paso y 3 de transbordo, actualmente se sigue la ampliación de esta línea. En dirección Sur se tienen previstas 5 estaciones y en ampliación posterior, se tiene la continuación hasta la Ciudad Universitaria. La línea en su totalidad inicia en la Calzada Ticoman en el Norte y termina en la Avenida Felix Cuevas en el Sur.

Línea No.4 Su trazo Norte-Sur irá por Avenida Inguaran de la Colonia Martin Carrera hasta la Avenida Plutarco Elias Calles. Tiene una extensión de 10.4 Km. con 10 estaciones; este tramo será elevado en su totalidad y su prolongación hacia Ecatepec por el Norte y a Kochimilco por el Sur esta considerado en etapas futuras.

Línea No.5 Su construcción se inicia en la Av. Hangares, a un costado del Aeropuerto Internacional Benito Juárez. Tendrá una longitud de 14.2 Km. y conectará a la zona Norte, en la Delegación Gustavo A. Madero con la zona Oriente, en colindancia con Nezahualcóyotl, que tiene el 4º lugar en densidad demográfica de la República. Esta línea se construyó subterránea y elevada teniendo 12 estaciones de paso y 2 de transbordo.

Línea No.6 Con objeto de lograr un equilibrio en el

plan maestro del Metro, se decidió crear un ramal autónomo de comunicación Oriente-Poniente, derivándolo del trazo originalmente proyectado para la línea No. 5.

Se iniciará en la estación Instituto del Petróleo, que ahora se rá de transbordo con la línea No. 5, y se encuentra en la confluencia de la Av. 100 metros y en la antigua carretera Azcapotzalco-La Villa; continua al Poniente por parque Via, hasta la Unidad El Rosario, en Azcapotzalco. Tendrá una extensión de 8.3 Km. con 7 estaciones.

En la línea No.1, No.2 y No.3, el procedimiento constructivo -- que se siguió fué el de cajón con "Muro Milan" estructural, este sistema se puede resumir en lo siguiente:

Es un procedimiento de construcción a cielo abierto para lo -- cual, se construyó un brocal de concreto armado, que va a servir de guía para la excavación en la cual se utiliza lodo bentonítico, armado y colado posteriormente el "Muro Milan", la función principal del muro, es la de actuar como tablaestacas para la -- excavación del núcleo, pasando después a formar parte estructural del cajón siendo las paredes del mismo.

En una tercera etapa se arma y se realiza el colado de las losas de fondo y superior para completar el cajón, una vez terminado esto se procede a rellenar y pavimentar.

En las líneas No.4, No.5 y No.6 se alternarán varios métodos --

constructivos, ya que el tren Metropolitano de la Ciudad de México circulará en tramos subterráneos, superficiales y elevados.

Cuando la población del área Metropolitana sea del orden de 19 millones de habitantes, en 1990, dispondrá de una red de 200 Kilómetros de longitud y con 188 estaciones; se requerirán 320 trenes para transportar 7 millones 800 mil pasajeros por día; siendo entonces la participación del sistema en el total de viajes-persona-día del 25 por ciento.

En el año 2000 los pobladores de la región central -- según proyecciones conservadoras, será aproximadamente el doble de los actuales.

### I.3 DESVIO DE COLECTORES EN GLORIETA LA RAZA.

Dada la importancia que representa la construcción -- del tren Metropolitano en la Ciudad de México y los problemas que emanan de esta, se tuvieron que realizar obras de desvío de colectores de aguas negras a más de redes de atarjeas, agua potable, ductos telefónicos, de alumbrado público y desvíos viales, que interferían con el cajón del metro.

En este inciso se tratará de dar un panorama general de lo que representa el desvío de Colectores Río Consulado, San Juan de Letrán e Interceptor Humboldt, en la zona norte de la Ciudad de México, que interferían a la ampliación de la línea 3 norte.

El Colector Consulado tiene una longitud de 1.3 Km. de su descarga en la planta de bombeo No. 5 en el Gran Canal, -- hasta la Avenida Constituyentes en el Bosque de Chapultepec; -- este Colector se localiza en las avenidas Río Consulado, Instituto Técnico y Melchor Ocampo.

Para su análisis, fue dividido en dos partes, denominandose "Consulado Alto" a la parte que descarga en el Interceptor Central ubicado en Avenida Río Consulado e Insurgentes Norte; se nombró "Consulado Bajo" al resto, el cual descarga en la planta de bombeo No. 5.

Los Colectores tributarios que forman el sistema, son los siguientes:

- a).-Colector Campos Elíseos; ubicado en la calle del mismo nombre, desde F.C. de Cuernavaca y Presidente Masaryk hasta la confluencia con el Colector Consulado en Av. Melchor Ocampo y Darwin.
- b).-Colector Río San Joaquín; ubicado en la calle del mismo nombre, desde Ingenieros Militares hasta su confluencia con el Colector Thiers, en calle Margarita.
- c).-Colectores Thiers Norte y Sur; están ubicados en forma paralela, conectándose aguas arriba con el Colector Río San Joaquín y Margarita; ambos Colectores descargan al Consulado en Av. Melchor Ocampo y Michelet.

El Colector Consulado tiene otras aportaciones de menor importancia, como son los Subcolectores Circunvalación, Casa de Moneda, Duret e Ingenieros Militares, que descargan al Colector San Joaquín; otros como el ramal Ejercito Nacional y el ramal Bahía de la Ascensión, que descargan directamente en el Consulado.

Los principales ingresos o aportaciones al sistema se encuentran en las partes altas de los tributarios Colector San Joaquín y Colector Campos Elíseos en el poniente de la Ciudad; éstas aportaciones provienen de las Presas Dolores, Barrilaco, Periodistas y San Joaquín.

En su trayectoria, el Colector Consulado tiene pocas aportaciones, ya que el área drenada por el, es pequeña.

Se consideró un tirante constante en la frontera aguas abajo, y el gasto máximo calculado fue de  $29 \text{ m}^3/\text{seg.}$  en la descarga, para un período de retorno de 10 años. El área drenada por este Colector, es de  $7.9 \text{ Km}^2$ .

El Colector Río Consulado "Parte Baja", se encuentra ubicado en la calle del mismo nombre, desde la Av. Insurgentes Norte, hasta su descarga en la planta de bombeo No.5 en el Gran Canal.

Este Colector tiene como tributarios a los siguientes subcolectores:

- a).--Ramal 1 su trayectoria empieza en la calle de Shubert, Ricardo Bell, Beethoven, Calzada de los Misterios, Hierro y Platino; y descarga al Consulado por la calle Manganeso.
- b).--Ramal A; comienza su desarrollo en la calle Mascagni y descarga al Ramal 1 en la Calzada de los Misterios.

Se consideró tirante constante en la frontera aguas abajo, y el gasto máximo calculado fue  $11.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$  en la descarga, para un período de retorno de 10 años.

El área drenada por este Colector, es de  $2.32 \text{ Km}^2$ . En el Colector Consulado en su parte "Alta y Baja" se usó el procedimiento constructivo a cielo abierto, con el sistema de tubo de concreto colado en sitio, de un diámetro interior de 3.15m. y espesor de 35 cm..

Su interferencia con el cajón del metro es en el ca--

denamiento 4 + 350.00, con respecto a la estación terminal Indios Verdes, coincidiendo sus cotas con las del cajón del metro.

En vista de lo anterior se hizo un estudio previo para dar una solución, tuneleando a un nivel inferior de su cota actual, se optó por este sistema para conectarse al Drenaje Profundo de la Ciudad de México (Interceptor Central).



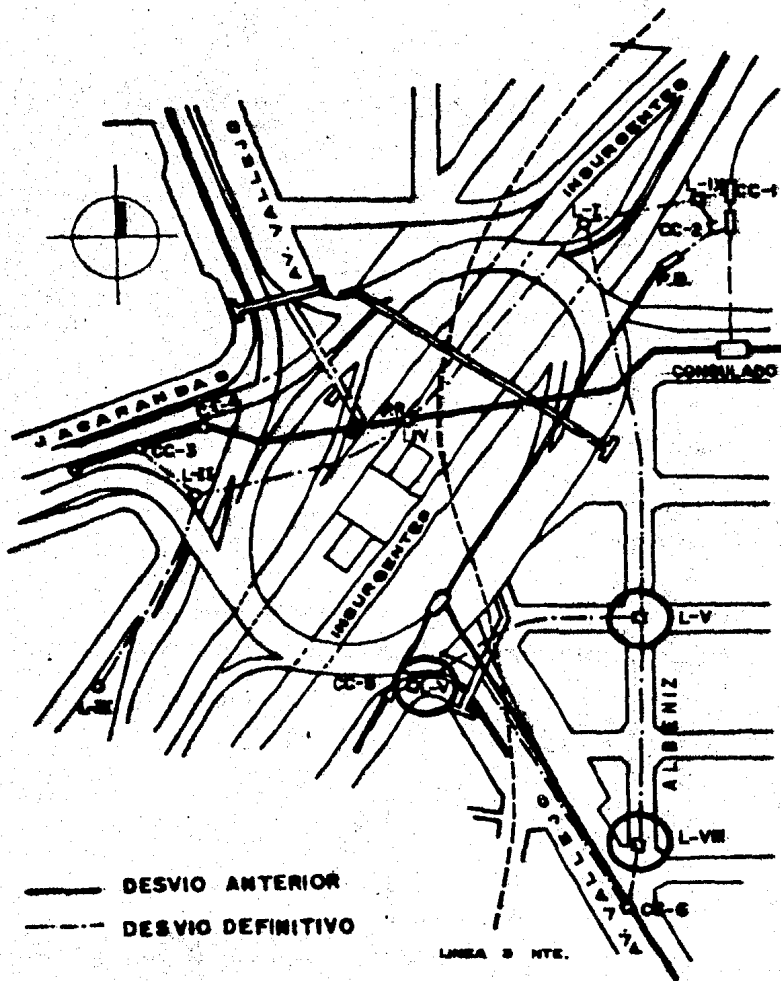
## FUNCIONAMIENTO DEL DESVÍO

Debido a diferentes factores, se optó por acortar el calendario de obra para la construcción del cajón del metro, con esto se lograba inaugurar la estación la Raza, a un año de haber iniciado las obras de construcción del Ferrocarril Metropolitano. Por tales circunstancias el Colector Río Consulado fue dividido en 2 etapas para su desvío.

Como primer etapa, la obra de desvío del Colector Río-Consulado, inicia en lo que es la caja de conexión CC-3 (ver -- fig No.6), que une a la lumbrera L-IV por un tramo de tubos prefabricados de 2.44 m. de diámetro; de ahí las aguas son conducidas por un tunel a la lumbrera L-I, en esta también se conectan las aguas provenientes del desvío de los Interceptores Héroes y San Juan de Letrán, del cual hablaremos más adelante. Después de pasar por la lumbrera L-I continua por el tunel hasta conectarse con la lumbrera L-IX una vez ahí, se ramifica en 2 tramos.

El primer tramo es a la caja de conexión CC-1, que se conecta directamente a la estructura de incorporación al Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

El segundo tramo se conecta a la caja de conexión CC-2 y a su vez a un cárcamo de traspaleo para ser desviadas las -- aguas hacia el Colector Consulado en su parte Baja.



U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
<b>CROQUIS DE LOCALIZACION</b>		
FIL. N° 6	EDUARDO AMADOR	SOLIMAS

En la lumbrera L-IX se tiene una compuerta mecánica la que se opera de acuerdo al gasto que hay en el sistema.

Como segunda etapa de desvío, se completa la obra de este colector; en el lado poniente de la Glorieta la Raza se captan las aguas del colector por la caja de conexión CC-3 para dirigirlas por un cajón de conducción a la lumbrera L-II, la cual se conecta a través de un túnel a la lumbrera L-IV.

En la lumbrera L-IV se dejó un sistema de agujas, con el fin de conectar al segundo desvío cuando éste se hubiera terminado.

Dentro de la segunda etapa de desvío se dejaron un túnel (L-II a L-III) y una lumbrera (L-III), como obras de captación para el Colector No. 5, que se localiza al sur de la Glorieta la Raza.

Dentro de la Glorieta la Raza se proyectó otro desvío, para el sistema de Colectores Héroes-San Juan de Letrán. El sistema antes mencionado drena principalmente los derrames de los sistemas Central, Colector 1-3, Colector 155, Colector 5; se le considera un área de captación superficial de  $1.8 \text{ Km}^2$ .

La descarga del sistema es a la lumbrera del Interceptor Central, localizada en Insurgentes Norte y Río Consulado. Por el desnivel existente a la salida, se supuso tirante crítico como condición de frontera, la cual descarga un gasto máximo de  $16.2 \text{ m}^3/\text{seg}$  para la lluvia de 10 años de período de retorno. El colector tiene un diámetro interior de 2.13 m. y espesor de

tubo de 15 cm..

El Interceptor Humboldt, que es la unión del sistema de Colectores Héroes-San Juan de Letrán, descarga a la planta de bombeo "La Raza" la cual se encuentra conectada a través de un tunel superficial el cual se conecta a una lumbrera para -- finalmente descargar al Drenaje Profundo.

Interferían al cajón del metro en los cadenamientos 4 + 385.00 el Interceptor y en 4 + 263.00 el Colector ambos referidos con respecto a la estación terminal Indios Verdes. La solución del proyecto para estas dos interferencias se encaminó unir las en un solo punto, para realizar un solo desvío. Se desviaron las aguas del Colector Héroes por medio de una caja de conexión CC-5 la cual quedó conectada con un tramo de tubos prefabricados de 2.44m. de diámetro interior, con la lumbrera L-VII, que se une a la lumbrera L-V por un tunel, el cual pasa 1.5 m. abajo del cajón del metro. El Colector San Juan de Letrán fue desviado, a la caja de conexión CC-6 y ésta hacia la lumbrera L-VIII, con un tramo de tubo prefabricado de 2.44m. de diámetro; una vez conectado a la lumbrera se unirá por un tunel a la lumbrera L-V. Las aguas de los dos colectores se concentran en la lumbrera L-V y de ahí por un tercer tunel son llevados a la lumbrera L-I, la cual recibe adicionalmente las aguas del Desvío Colector Río Consulado para encausarlas hacia el Drenaje Profundo de la Ciudad de Méx.

## CAPITULO II.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

### II.1 CONSTRUCCION DE BROCAL

En el desvío del Colector San Juan de Letrán e Interceptor Humboldt, se llevo a cabo la construcción de las lumbreras Nos. V, VII y VIII utilizando el proceso de "Muro Hincado" - motivo de esta tesis. Los suelos en que se realizaron, son blandos localizados en la zona del lago (Zona D), por lo cual se justifica el empleo de este sistema.

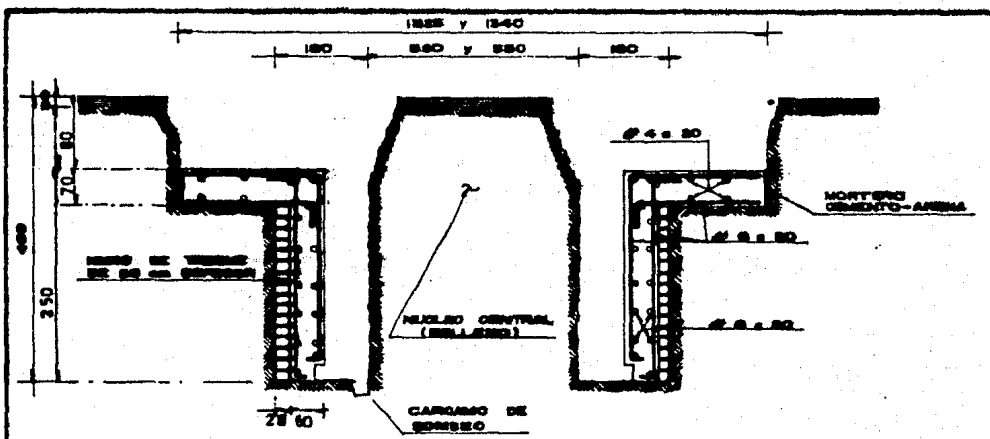
Hay que hacer notar que es en la Ciudad de México el único sitio en el que se ha empleado este sistema; no pudiéndose emplear en otro tipo de suelo si no son del tipo de arcillas blandas, que es característico de esta Ciudad. En los siguientes párrafos se tratará de describir el proceso constructivo de estas lumbreras y los problemas que surgieron en su construcción.

**BROCAL.**-Se entiende para este caso particular como una estructura de concreto armado, cuya función principal es la de servir como muerto de anclaje y como una guía para el hincado de la lumbrera, así como de proteger y sostener los bordes superiores de la excavación, además este brocal proporciona un piso de operación en la boca de la lumbrera, como también una superficie adecuada para el anclaje de los marcos metálicos, en los cuales se apoyarán los gatos hidráulicos, que servirán para el hincado de los muros que forman la lumbrera. En las inmediacio

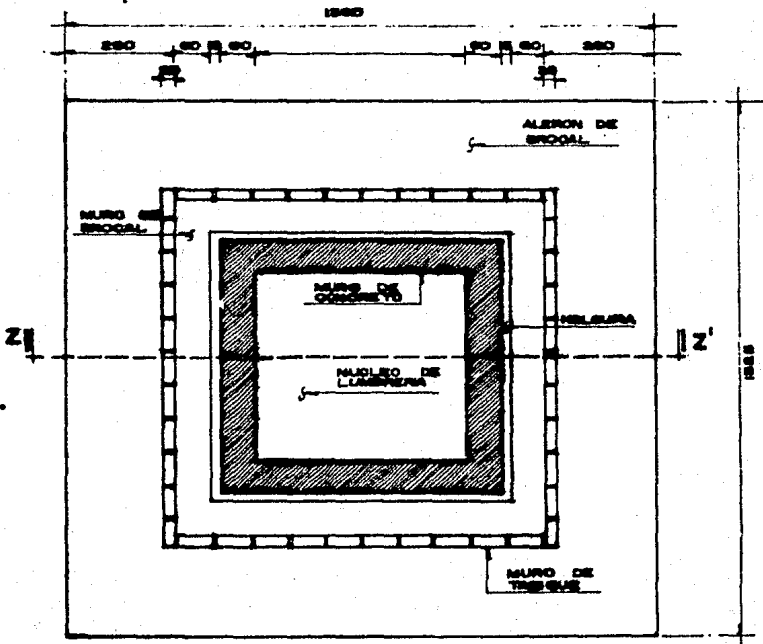
nes de toda lumbrera existen instalaciones, que pueden ser del tipo provisional, como definitivas, dando a entender como instalaciones provisionales aquellas que se levantarán para alojar determinado tipo de equipo, que al término de la construcción deberá ser substituido por el equipo definitivo.

También como en todo tipo de obra, con un tiempo de duración suficiente, se justifique la construcción de almacenes, bodegas, -- oficinas, colectivos, caseta de vigilancia, subestación eléctrica, comedores, talleres (carpintería, herrería, maquinaria eléctrica) -- depósitos de combustible y estacionamientos. Antes de iniciar la excavación de los muros del brocal, se procedió a localizar el eje de la lumbrera por construir, para trazar la sección que es un rectángulo de 13.4 x 13.4 m. aproximadamente; la excavación se realizó en etapas de acuerdo a lo que se indica a continuación (ver fig. No. 7) :

Como primera etapa se demuele un anillo perimetral de 4.14m. de ancho, con espesor de carpeta asfáltica de 20 cm. en promedio, posteriormente se excavó a una profundidad de 1.5m. a rasante de alero de brocal, dejando una isleta (núcleo central), que se extraerá, cuando se inicie la excavación del núcleo de la lumbrera. Todas las instalaciones municipales que interfieren con la excavación de las zanjas será necesario desviarlas y relocalizarlas fuera de la construcción de la lumbrera; no -

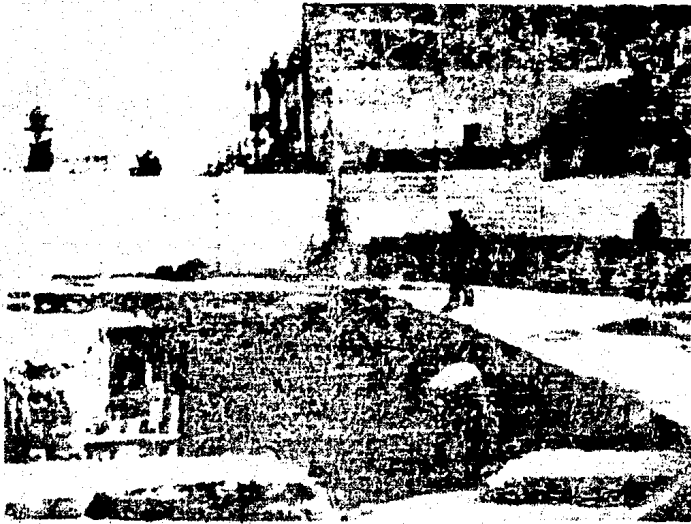


**CORTE Z-Z'**

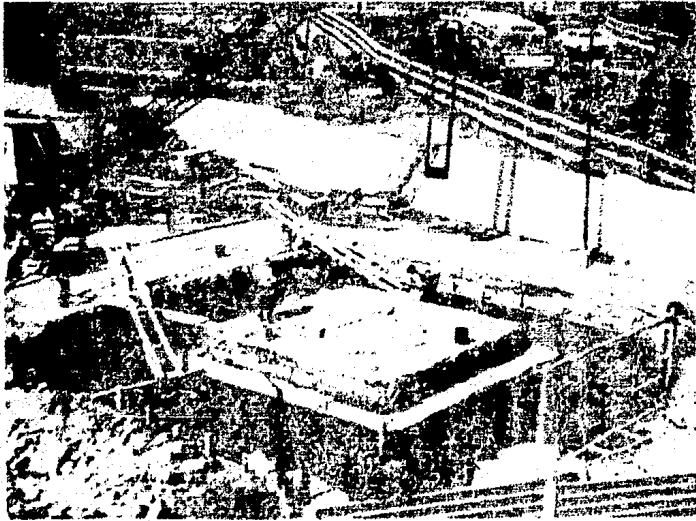


**PLANTA DE LUMBRERA**

U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CORTE Y PLANTA DE LUMBRERA	
FOL. Nº 7	EDUARDO AMADOR SALINAS



ARQUEO DE LA ROYAL Y COLONIA DE MARGOS  
COMISIONADO POR EL GOBIERNO DE V. VII.





se deberá continuar con la excavación de las zanjas hasta no tener totalmente desviadas las instalaciones municipales, pues algún pequeño movimiento puede ocasionar la rotura de éstas.

Una vez excavado el perímetro se continua con otra zanja perimetral, junto al núcleo central de 1.8 m. de base por 2.5 m. de profundidad, la que irá ademada en una de sus paredes con un muro de tabique de 28 cm. de espesor, el objeto de este muro es -- evitar desprendimientos del terreno y fallas locales que puedan ocasionar movimientos indeseables de las zonas vecinas.

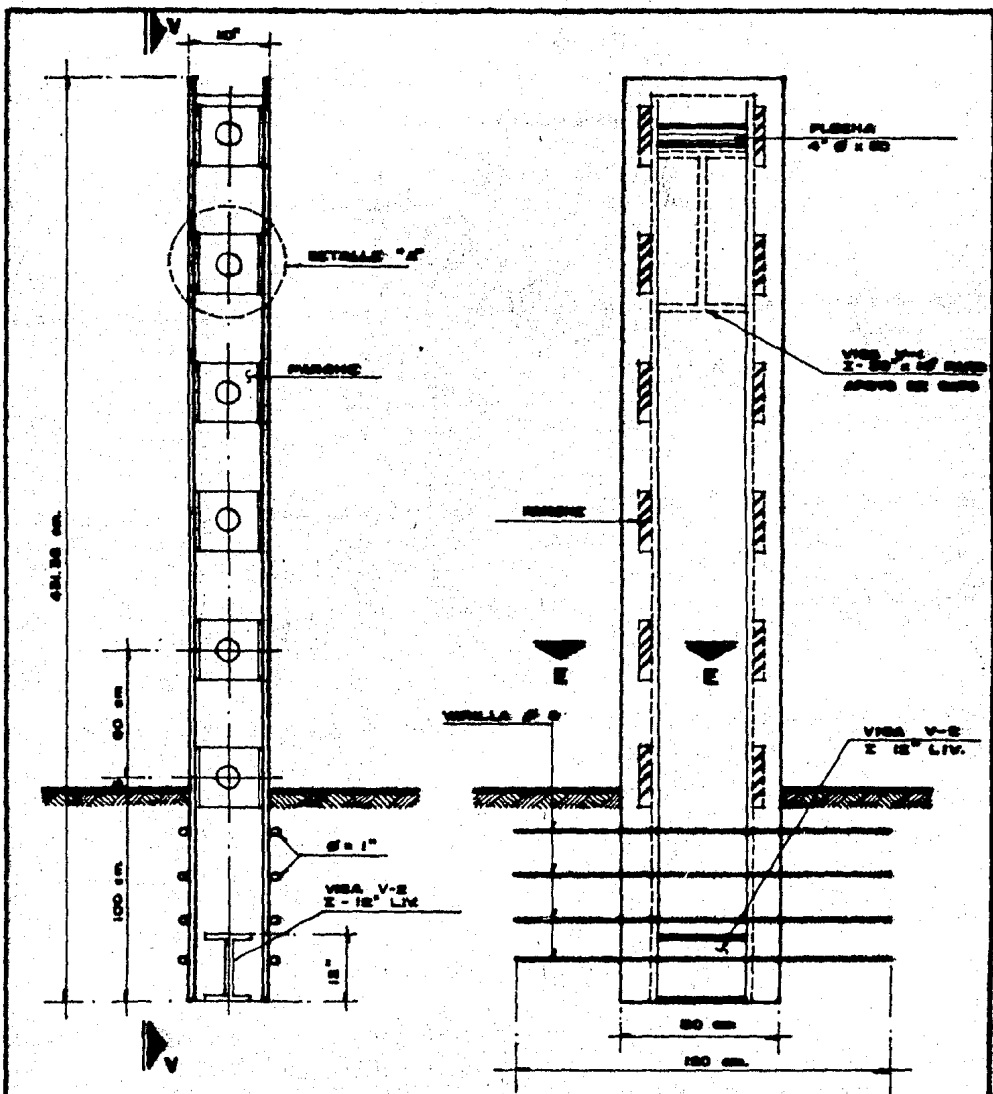
En vista de la presencia del nivel de aguas freáticas (N.A.F.) -- fue necesario efectuar un control de filtraciones durante la excavación de las zanjas, lo que se logró excavando un pequeño cárcamo en el fondo de las zanjas, para ser extraída el agua -- con una bomba eléctrica de 2" de diámetro.

Para impedir el intemperismo y la contaminación del acero de refuerzo con el terreno natural, en la zona del brocal se colocó una capa de mortero cemento-arena 1:5 de 3 cm. de espesor, en todo el piso del perímetro excavado, incluyendo el fondo de la excavación donde asienta el muro de tabique.

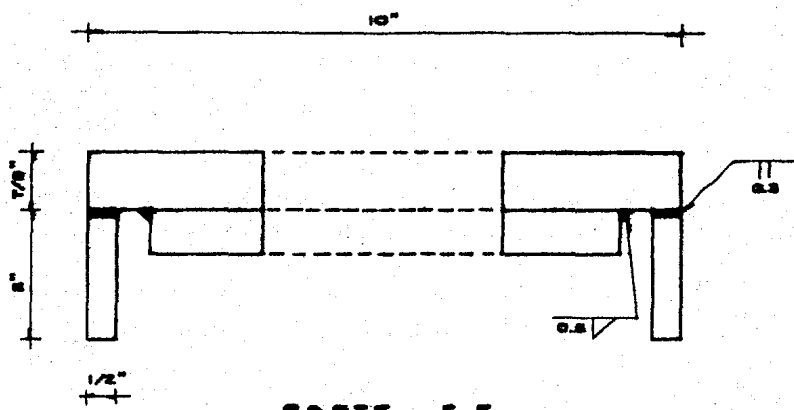
En algunas zonas hubo pequeños desprendimientos a la colocación del muro de tabique, por lo que se colocaron entre muro y terreno natural tabloncillos aislados para evitar más fallas.

En una segunda etapa se habilitó y colocó el acero de refuerzo

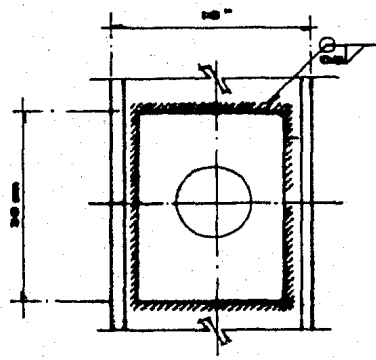
33



U. R. A. S.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
MARCO METALICO	
TIPO "K"	
FIG. Nº 8	EDUARDO ANTONIO SALINAS



**CORTE E-E**



**DETALLE "A"**

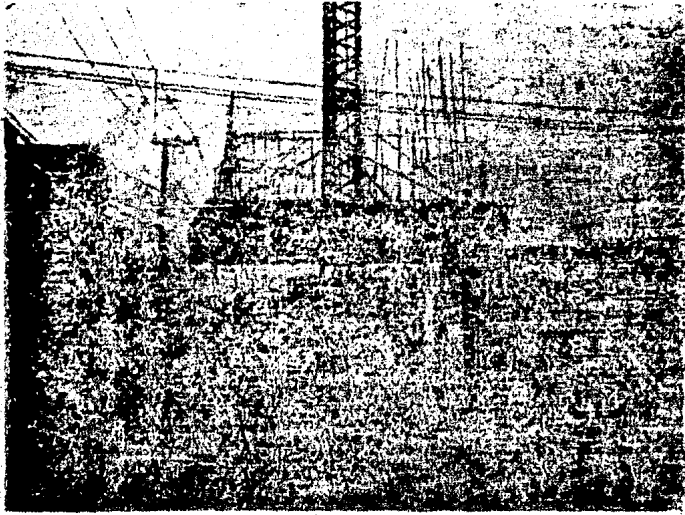
U. N. A. E.			
FACULTAD DE		INGENIERIA	
CORTES Y		DETALLES	
DE MARCO		TIPO "A"	
FIL. Nº 9	EDUARDO	AMBER	SALINAS

## II.2 PREPARACION DE CUCHILLAS METALICAS

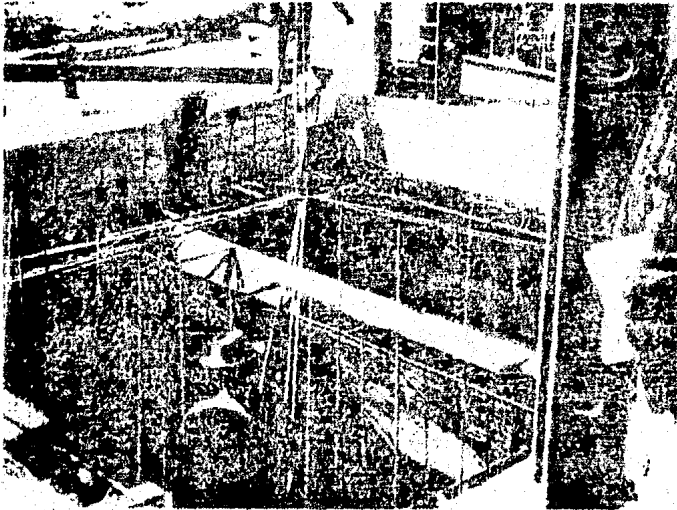
La Cuchilla metálica es una estructura, que su fin primordial, es la de facilitar el corte en el suelo durante el hincado de los muros, e impedir el bufamiento del fondo de la excavación. La Cuchilla vista en planta es un marco con un refuerzo en el centro, que se amolda a las medidas de la lumbrera en sus interiores y son de 6.05 x 6.05 m., teniendo una holgura entre paños de 10 cm.,. La estructura metálica se forma en el taller de herrería, contiguo a las instalaciones de la lumbrera. En la fabricación se van uniendo placas de acero de 1/4" de espesor, formando una sección circular (ver fig. No. 10), y en la convergencia de estas placas, se sueldan placas de 1" de espesor, - siendo estas la que tienen contacto con el terreno en el momento de estar hincando la cuchilla.

Para formar la sección se sueldan unos separadores en forma de armadura con base a ángulos de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" de espesor, siendo de dos tipos "A y B" cuyas dimensiones son de - 0.65 m. x 1.00 m. de altura (ver fig. No. 10 y 11).

En la parte central se colocan los separadores tipo "A" y en todo el perímetro los tipo "B" espaciados a cada 95 cm.. Una vez terminada la Cuchilla metálica se procede a colocarla en la zona del núcleo de la lumbrera, para esto se emplea una grua que soporte por lo menos 7 toneladas en peso que es lo que tie

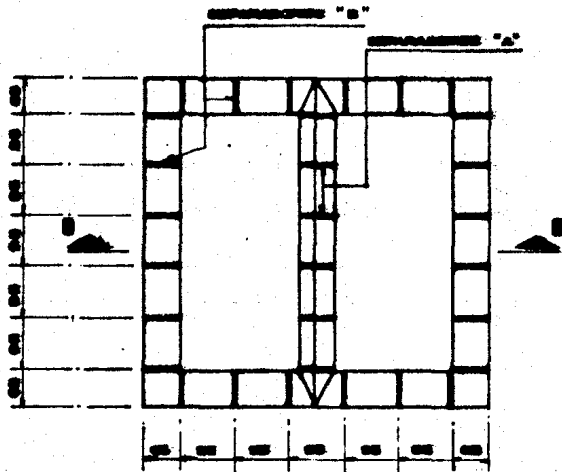


COLOCACION DE CUBIERTA DE ABASTA EN LOZNERA No. V

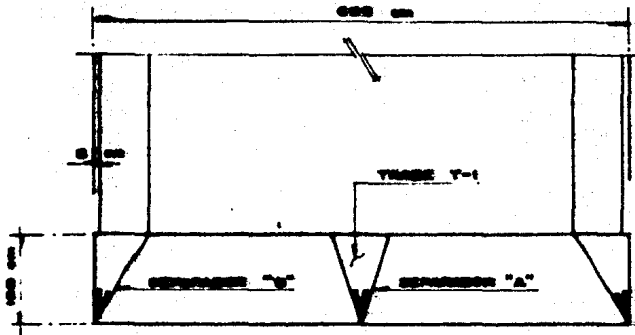


ne la estructura. En nuestro caso se utilizó un equipo Bucyrus Erie 38-B.

Como la Cuchilla es propiamente el desplante del muro estructural, se coloca el armado de dichos muros (ver fig. No. 11), durante el proceso de hincado de la Cuchilla esta no tendera a flotar al atravesar el Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.) ni estando en reposo durante el excavado de la lunbrera.



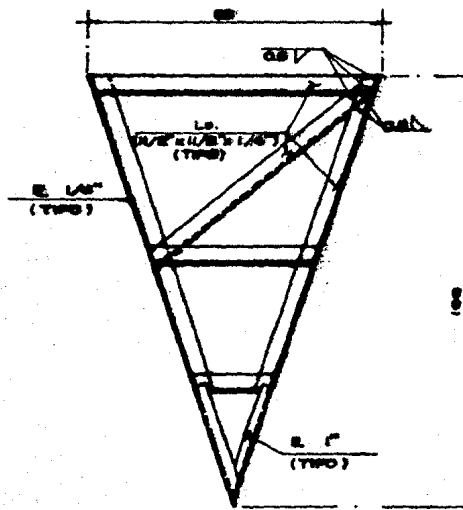
**PLANTA**



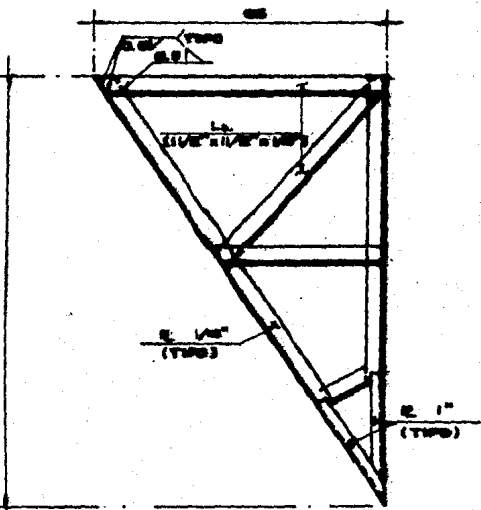
**CORTE B-B**

U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CIBICILLA METALICA	
FIL. N° 10	EDIFICIO: ANGELO SALINAS

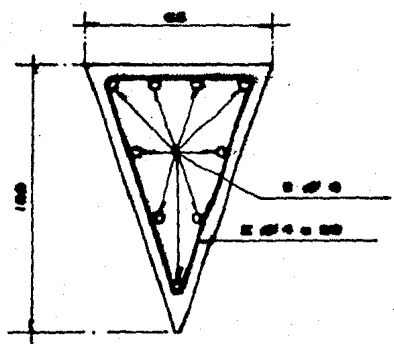
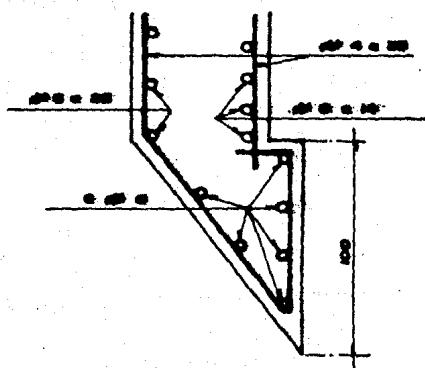
5/2



SEPARADOR "A"



SEPARADOR "B"



TRAPE T-1

U. R. E. E.	
INGENIEROS DE INGENIERIA	
SEPARADORES "A" Y "B"	
FOL. NO. 11	EJEMPLO: ANCHO: 60 CM.



### II.3 CONSTRUCCION DE MURO DE CONCRETO ARMADO

En el centro de la lumbrera se dejó una isleta, que -- sirvió de apoyo a la colocación de la cimbra para el brocal. -- Para éste proceso de construcción se excava dicha isleta hasta dejar el piso de excavación al nivel de desplante del brocal.

Dentro de esta zona se efectuará un control de las -- filtraciones, con objeto de trabajar en seco, desalojando el -- agua producto del nivel freático en la misma forma que la men-- cionada para las zanjas. Realizada la excavación se procede a-- colocar la Cuchilla Metálica en el interior de la lumbrera, y-- en ella el armado de acero de refuerzo de los muros, dejándolo a una altura de 2.50 m., que es la altura de la primera etapa -- de hincado.

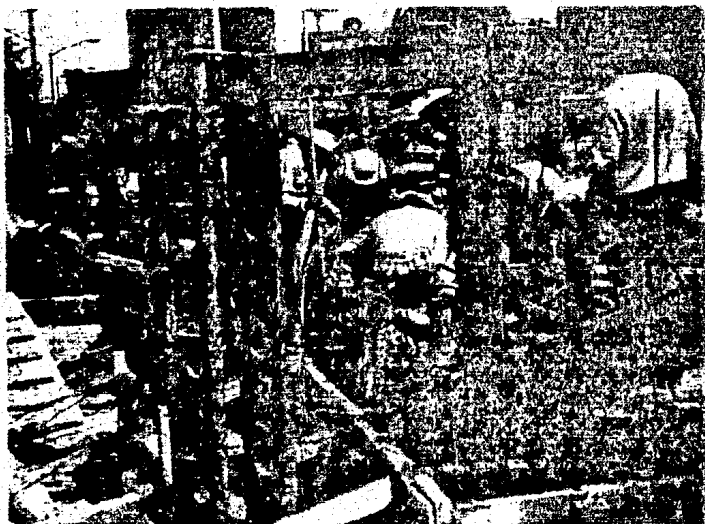
Cabe hacer notar que las dimensiones de la Cuchilla -- en planta (6.05 x 6.05 m.) son menores a las de la lumbrera -- (6.40 x 6.25 m.), por lo que hay una holgura a ambos lados de-- 15 cm. en el sentido longitudinal y de 15 y 30 cm. en el senti-- do transversal. En el sentido donde es mayor la holgura es con el fin de hincar tramos de vigueta de 8", que sirvan como a-- deme provisional entre el terreno natural y las preparaciones-- dejadas embebidas en el muro; que consiste básicamente en de-- jar viguetas horizontalmente en el muro dentro de una sección circular de diámetro de 3.15 m..

Esta sección en el muro es la entrada para un escudo- el cual va a realizar las excavaciones de los diversos túneles. Una vez concluido el armado del muro, se cimbran las paredes - en su interior y exterior, dejando un espesor de 60 cm. y a -- una altura de 2.50 m., dejando las preparaciones necesarias pa -- para otro tramo de 2.50 m. de altura.

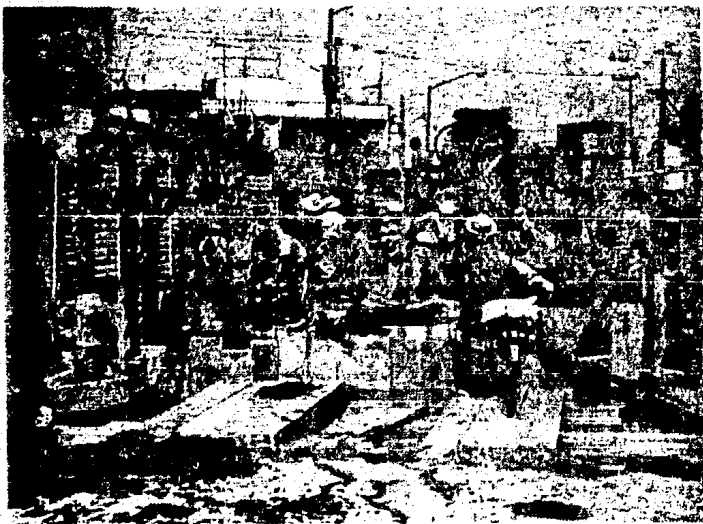
La cimbra que se colocó en el lugar de las viguetas horizontales es del tipo de cercha. Dentro de la primera etapa se colocó concreto premezclado  $F_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ . tipo R.R., tamaño del agregado máximo de 20 mm. y revenimiento de 10 cm.; a una altura de 2.40 m. aproximadamente en las tres lumbreras; cada tramo construido del cajón deberá tener la edad necesaria para alcanzar su resistencia de proyecto antes de proceder a su hincado. Terminado el colado del cajón hasta la altura del brocal, se suspenderá el control de las filtraciones y se procederá al hincado de esta parte del cajón, con el auxilio de dos gatos - hidráulicos apoyados en los marcos fijados previamente al brocal. Por lo general en este primer hincado las fuerzas de empuje son muy ligeras, pues a esta profundidad el cajón penetra - por su propio peso.

Se procederá posteriormente al colado de un segundo - tramo adicional de cajón en una altura igual a la primera.

Se excavará en el fondo de la caja y simultáneamente con el --



COLADO DE MURO EN FABRICA No. V



auxilio de los gatos se procederá al hincado del nuevo tramo - de cajón, se repetira esta operación, construyendo e hincando tramos del cajón hasta llegar a la profundidad del proyecto -- (ver figs No.13,14 y 15).

En el caso que estamos viendo, la profundidad de proyecto fue- de 9.85 m. en promedio, construyendose 5 tramos de muros en -- las tres lumbreras (ver fig.No. 15).

Ya concluido el muro se ancla al faldón del brocal, en la mues- ca que se dejo en el desplante del faldon del brocal.

## II.4 HINCADO DE MURO

Cuando se ha colocado el primer tramo de muro a una altura de 2.50 m. y a su vez el concreto alcanzó la resistencia mínima durante su fraguado, que es por especificación de 0.65 Fc. ó sea  $130 \text{ Kg/cm}^2$ ., cumpliéndose esto, ya esta en posibilidades de ser apoyado el muro aplicandole una carga.

Durante la colocación del acero de refuerzo en los muros, se sueldan a la Cuchilla Metálica unos tubos de acero de 4" de diámetro en forma vertical anclandose a su vez con una vigueta de 8" soldada en los marcos dejados en el brocal. La colocación de dichos tubos es con el fin de que no se vaya a ir enterrando la Cuchilla en el terreno por el peso que se incrementa al colocar el acero de refuerzo y el concreto de los muros.

Además los tubos servirán de apoyo a los empujes de los gatos al momento de hincar el muro. El tiempo mínimo que debe tardar el fraguado inicial del concreto es de 8 hrs.. Ya que según el programa de obra debería realizarse en el menor tiempo posible, por la época de lluvia que se avecinaba utilizandose para esto cemento de resistencia rápida. En los marcos metálicos que se encuentran en los vertices del brocal se hace pasar y dejar una vigueta tipo V-1 (ver fig. No. 12) la cual se ancla por medio de unos pernos de 4"x 50 cm. y a su vez se apoya con pedazos de polines de 4"x 4" en la parte inferior, para que no se des-



place de su posición y poder resistir el empuje de los gatos hidráulicos en el centro de dicha viga.

Ya colocadas las vigas en los marcos, y en sus vértices opuestos del brocal, se procede a colocar 2 gatos hidráulicos de 100 tons. de capacidad cada uno; como el gato tiene una altura de 1.10 m. aproximadamente y la altura de los marcos para tener un apoyo es de 2.30 m., se coloca un pequeño tubo de 6" de diámetro y placas soldadas a sus extremos de 1/2" de espesor con 1.00 m. de altura, este se coloca encima del gato y abajo de este tablon, que se apoyaran sobre el tubo de 4" de diámetro que se había fijado previamente a la Cuchilla Metálica.

Cabe mencionar que el tipo de gatos es similar al que se utiliza en los equipos de excavación de túneles (escudos). Los gatos hidráulicos constan de un cilindro y de un émbolo prolongado por un vástago: la inyección de aceite en el cilindro obtenida con una bomba de émbolo accionada por una palanca, obliga al émbolo del cilindro a levantar la carga o hacer presión sobre la viga. Esta presión se mide con un manómetro y no debe de exceder de 6000 lb/pul<sup>2</sup>..

Se va a controlar el empuje que va teniendo el muro, a través de la carrera que van teniendo los gatos en su vástago que es de aproximadamente de 70 cm..

Por lo general en este primer hincado las fuerzas de empuje --

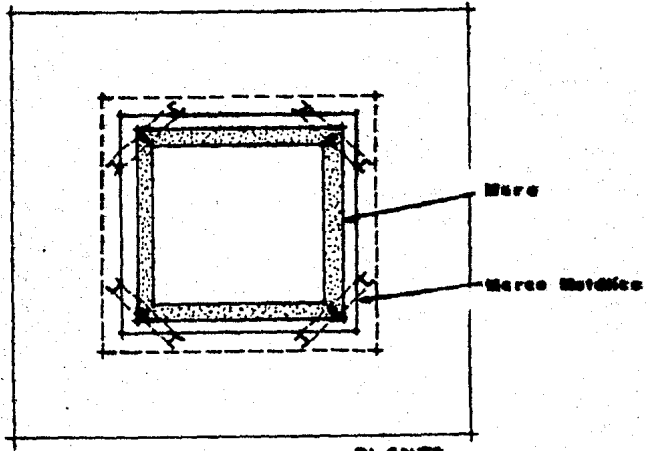
son muy ligeras pues a esta profundidad el cajón penetra por su propio peso. Cada ocasión que el vástago del gato termina su carrera se baja dicho vástago y se procede a colocar otro tubo de una altura de 2.00 m., echo esto se vuelve a dar presión a los 2 gatos simultaneamente hasta alcanzar la profundidad deseada. Cuando se termina el hincado del muro de 2.50m., se procede a iniciar su excavación en el núcleo de la lumbrera.

Otro detalle que hay que tomar en cuenta, es cuando la Cuchilla en su hincado va atravesando capas que contengan arena o grava ya que esto impide que siga avanzando; por tal motivo se dejapropeso un tubo de acero galvanizado de 2" de diámetro incrustado en los muros y anclado sobre la cuchilla metálica y al centro de cada claro.

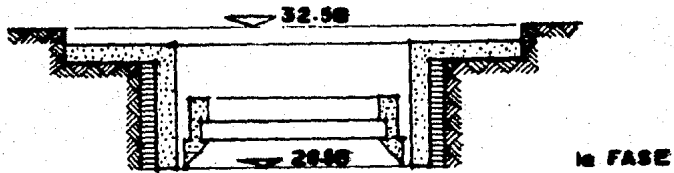
Si la cuchilla no quisiera seguir avanzando se inyecta a través de los tubos aire-agua a una presión de  $5 \text{ Kg/cm}^2$ . y a través de esto se va fatigando el terreno hasta que cede el paso a la cuchilla. En nuestro caso no se llegó a utilizar dicho tubo.

La secuencia de hincado antes mencionada se va repitiendo al siguiente tramo de muro, recorriendo la vigueta V-1- al parche inferior siguiente del marco, y a su vez alternando la posición de los gatos conforme se van hincando los diversos tramos de muro.

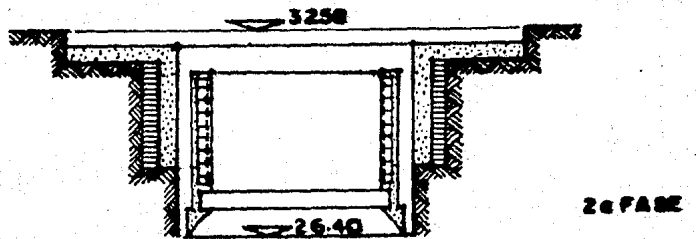




PLANTA

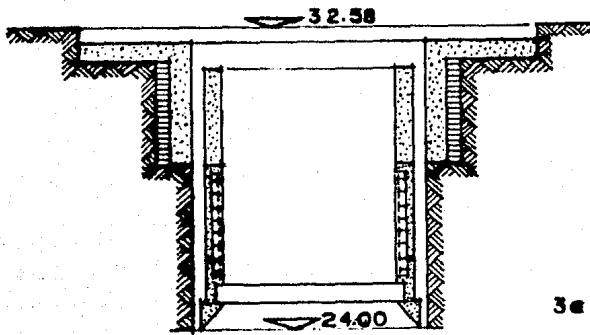


1a FASE

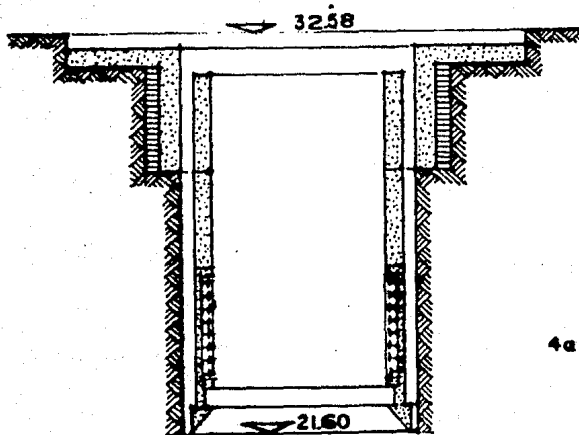


2a FASE

U. E. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ETAPAS PARA HINCADO DE MURO	
FIG. No 13	EDUARDO AMADOR SALINAS

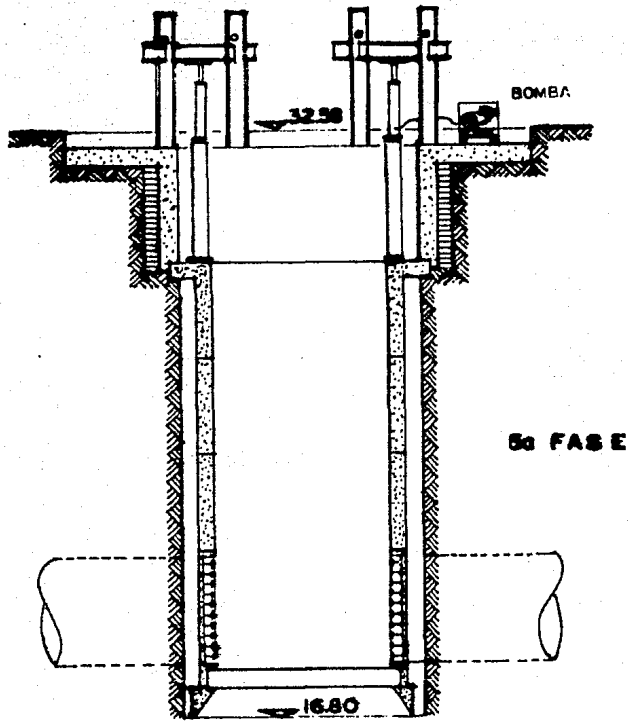


3a FASE



4a FASE

U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
E TAPAS PARA HINCADO DE MURO.	
FIG. No. 14	EDUARDO AMAUCH SALINAS



U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ULTIMA FASE y EQUIPO DE MURO HINCADO	
FIG. N.º 15	EDUARDO AMADOR SALINAS

## II.5 EXCAVACION DE NUCLEO DE LUMBRERA

Terminado el primer tramo de muro colado e hincado a su profundidad correspondiente, se inicia la excavación en la zona central, para esto se utiliza una grua con cucharón o almeja libre de  $3/4$  yd<sup>3</sup> de capacidad.

En esta etapa de excavación siempre se realizo bajo el Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.), teniendo cuidado que el cucharón no fuera a golpear contra la Cuchilla Metálica, ya que esto provocaría fisuras en los muros recién colados. Este proceso de excavación se repetirá cuantas veces se hincen los tramos de muros y a su vez se extraerá el agua del interior de la lumbrera por medio de bombas autocebantes de 4" de diámetro. Cuando se ha alcanzado la profundidad de proyecto se procederá a la limpieza del fondo y al colado de una Losa-Tapón de concreto de 1.00 m. de espesor.

El colado de esta losa se efectuara mediante el procedimiento de tubo tremie utilizando una sola trompa de colado. Durante este colado no deberan tenerse recesos mayores de 15 minutos y la trompa siempre quedara embebida dentro del concreto una longitud mínima de 30 cm.. El diámetro mínimo de la trompa de colado deberá ser 8 veces mayor que el tamaño máximo del agregado; el tapón de la trompa de colado estará constituido por un balón de latex que será desplazado por el concreto a me



EXCAVACION DE NUCLEO DE LUMBRERA No. V

dida que ocurre el primer vaciado. La trompa no deberá trasladarse a través del concreto sino extraída y vuelta a colocar - más adelante, el concreto será de  $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ , tamaño máximo del agregado de  $1 \frac{1}{2}$ " y el revenimiento deberá estar comprendido entre 15 y 18 cm.. Un día después de colada la Losa-Tapón se procederá a la extracción del agua del interior de la lumbrera por medio de bombas autocebantes de 4" de diámetro, para armar y colar la losa de fondo, la cual deberá ligarse estructuralmente a las paredes del cajón.

El espesor de losa de fondo será de 70 cm. con un concreto de  $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ , tamaño máximo del agregado de  $1 \frac{1}{2}$ " el revenimiento de 10 cm. y cemento tipo I. Terminada la construcción de la losa de fondo se procederá a la colocación de una cama de madera y viguetas en el fondo donde se apoyará un escudo con el que se excavará el túnel de lumbrera a lumbrera.

## II.6 PREPARACION PARA EL EMPUJE DE UN ESCUDO

Terminada la losa de fondo se colocará una cama de madera y viguetas, en el fondo donde se apoyará el escudo. Esta cama está constituida de viguetas de 8" y tablonés de 2" de espesor en un nivel cada uno en el cual se sentará el escudo. El escudo también se apoyará sobre la pared opuesta a la penetración, en una estructura de atraque constituida también por viguetas. Para poder iniciar la perforación del túnel, deberá colocar se una estructura de atraque que sea capaz de resistir los empujes de los gatos de avance del escudo, esta estructura de atraque esta constituida por siete anillos de dovelas especiales las cuales a su vez se apoyan sobre viguetas empotradas en el muro posterior de la lumbrera de entrada.

Cuando el frente del escudo está en contacto con el muro se procederá a efectuar la demolición de éste en toda el área de contacto y a su vez retirar las viguetas horizontales y extraer las verticales. Al mismo tiempo se procederá al armado del primer anillo especial dentro de la camisa del escudo. Terminado de armar este anillo, se procederá a la rezaga del material producto de la demolición del muro frontal, se ademarará el frente de excavación con un tupido de madera y se procederá a dar el primer avance del escudo por un tramo de 75 cm. de longitud, esta longitud de avance podrá ser medida en la carrera -

de los vástagos de los gatos de empuje.

Este procedimiento se repetirá las veces que sea necesario hasta colocar los siete anillos, en estas condiciones, toda la camisa del escudo estará en contacto con el terreno natural.

Una vez que se ha terminado el arranque inicial y que la camisa del escudo está en su totalidad en contacto con el terreno natural tal como se indicó en el párrafo anterior se procederá a dar el primer avance normal con el escudo; para esto el escudo cuenta con 14 gatos hidráulicos de avance, con capacidad de 114 tons. cada uno colocados en la parte posterior y en el perímetro interior de la camisa del escudo. Estos gatos se apoyarán en su extremo anterior en la estructura del escudo y en su extremo posterior en un anillo de distribución, que se apoya a su vez en la estructura de atraque, al principio de la excavación y, después de las dovelas de concreto que constituyen el revestimiento primario del túnel. Se debe controlar en cada empuje la carrera de cada uno de los vástagos en los 14 gatos, para garantizar la correcta dirección del escudo y la transmisión uniforme de las fuerzas de empuje a los segmentos de concreto del anillo.

El avance mínimo para la colocación de cada anillo será de 41 cm. de longitud; deberá medirse en la carrera de los vástagos de los gatos.



En caso de que el escudo presente una tendencia a girar o deslizarse lateralmente, se procedera a usar aletas o puntales para corregir estos desvios. Al mismo tiempo que se da el avance del escudo, se deberá mantener ordenado el frente de excavación mediante un tupido de madera apoyado por los 7 gatos frontales de 45 tons. de capacidad cada uno.

CAPITULO III.- PRECIO UNITARIO

III.1 ANALISIS

EL P R E C I O U N I T A R I O se compone de lo siguiente:

PRECIO UNITARIO = C O S T O U N I T A R I O + U T I L I D A D

siendo: C O S T O U N I T A R I O = C O S T O D I R E C T O + C O S T O S I N D I R E C T O S

Desglosandose como sigue:

COSTOS DIRECTOS

Materiales

Mano de Obra

Equipo y Herramienta

COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION

(Oficina Central)

Técnicos y Profesionales

Administración

Alquileres y Amortizaciones

COSTO UNITARIO

Suscripciones y Afiliaciones

Seguros

Materiales de Consumo

Promociones

COSTOS INDIRECTOS DE OBRA

De Campo

Imprevistos

Financiamiento

Fianzas y/o Impuestos Adicionales

El PRECIO UNITARIO es el importe de la remuneración ó pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que realice.

Existen variaciones de criterio en cuanto a la forma de integrar tanto los Costos Directos, como los Costos Indirectos y el elemento Utilidad. Podemos decir que el conjunto anterior nos permite valorizar el Precio Unitario llamandolos "Conceptos básicos en la determinación de los costos". A continuación se -- analizarán estos conceptos:

#### C O S T O S   D I R E C T O S

Se define, como la suma de Costos de Materiales, Mano de Obra y Equipo necesario para la realización de un proceso productivo.

MATERIALES.--Es requisito indispensable del Ingeniero Constructor el conocer ampliamente los materiales óptimos, adecuados para sus condiciones de trabajo, para sus condiciones de servicio (calidad) y para sus limitaciones económicas. Existen varias maneras de clasificar los materiales, ya sea por su origen (naturales, elaborados, artificiales); en cuanto a su composición, resistencia y calidad etc.. El costo del material que se toma como base para integrar el Precio Unitario de un concepto, es el "Costo del Material en Obra", el cual esta integrado por: el -- precio de adquisición en fábrica (lugar de origen), más el costo

del flete y los desperdicios tanto en la transportación como su utilización. Existen gran variedad de precios de adquisición de un mismo tipo de material, en base a la calidad, a la cercanía de consumidor con respecto a la fuente de origen del material, volumen de compras del consumidor, etc..

De lo anterior decimos, que la necesidad que tiene el Ingeniero constructor de conocer y estar al tanto de los precios de adquisición en el mercado de los distintos materiales, de los distintos fabricantes y de los nuevos que aparezcan en el mercado.

Un material puede ser escaso o abundante en un determinado lugar dependiendo de la abundancia o escases de la materia prima o ingredientes que la compongan a más de la demanda en el mercado. El precio de los materiales fluctúa generalmente con la variación de la oferta y la demanda. La existencia de un material puede fluctuar por diversas causas; condiciones climatológicas, problemas laborales que afectan a la producción escases periódica de materia prima etc.. El monto total de las operaciones de carga, transportación (flete) y descarga, dependen primordialmente de la distancia de la fuente productora a la fuente del consumo del material y de los procedimientos que se siga para la carga y descarga del material.

El costo del flete puede estar incluido dentro del precio de -

venta del fabricante, cuando este es "Precio del material puesto en obra", o puede ser cargado al consumidor por separado, mediante ciertas tarifas, que pueden estar basadas en volúmen peso o número de piezas por kilómetro, o bien por flete cerrado. El suministro de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, camiones etc.. La transportación local o los -- llamados "Acarreos", pueden ser horizontales o verticales. Los acarreos horizontales pueden emplear: vagonetas, camionetas, etc.. Los acarreos verticales podran efectuarse con: malacates, gruas, torres elevadoras, cangilones, etc..

Debe tenerse en cuenta para efectos de determinar el costo del material en obra (que posteriormente integrará el P.U.) el efecto que en el costo pueda tener los desperdicios en todas estas etapas de transportación. Estos desperdicios se expresan como un porcentaje del costo del material, se determinan por experiencias anteriores o análisis directos de las condiciones particulares de transportación, y dependen fundamentalmente del tipo de transporte y de las condiciones en que deba realizarse las operaciones de carga, transportación descarga propiamente dicha. Ocasionalmente y por diversas circunstancias, el costo de un material se ve afectado del pago de ciertos derechos y regalías, como pueden ser; derechos de importación, derechos de paso, regalías de importación, etc..

Generalmente el monto de los derechos y regalías esta regido por normas y lineamientos legales o por leyes fiscales vigentes. Los diversos materiales que se emplean en una obra, estan sujetos a distintos riesgos durante las diferentes etapas desde su transportación, hasta su utilización. El riesgo se traduce generalmente en un mayor desperdicio que el normal, considerando las condiciones de empleo de un material.

Clasificandose en dos grupos: Normales y Extraordinarios

Los riesgos Normales se reflejan en un desperdicio del material, considerado aceptable, se expresan como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de su utilización, afectan directamente el costo del material.

Los riesgos Extraordinarios se traducen en desperdicio mayor que el considerado normal, como pueden ser pérdida total o parcial, o del deterioro de un material, son cubiertos generalmente por seguros cargados directamente al costo del material.

## M A N O D E O B R A

La obra de mano interviene en la determinación de los Precios Unitarios, dentro de los Costos Directos, con sus aspectos: Salario y Rendimiento.

Los sistemas que en la Industria de la Construcción se sigue para cubrir al trabajador el importe de su trabajo son en general: a).- Por día b).- Por destajo c).- Por tarea

Sera "Por día", cuando deba darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo.

Sera "Por destajo", si la remuneración se valoriza en base a las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectadas de un precio acordado.

Sera "Por tarea", cuando se le asigna un trabajo determinado por día y al ejecutar el trabajador la tarea asignada, podrá retirarse, recibiendo su jornal diario completo.

Los tres sistemas anteriores tienen sus ventajas y desventajas; para determinar cual es el más adecuado en cada caso habrá que estudiar y analizar las condiciones y tipo de trabajo por realizar. Actualmente, el personal que labora en la Industria de la Construcción, esta organizada en diversos niveles jerárquicos cuyas principales categorías son las de: Maestro, Oficial y ayudante o peón, las que a su vez se subdividen en otras tantas subcategorías, como pueden ser: Oficial de primera, de sol-

dadura, sobrestante, cabo, etc., dependiendo del tipo y magnitud de la obra. De acuerdo a la Ley Federal del Trabajo, las empresas dedicadas a la construcción tienen la obligación legal de laborar jornadas de 8 horas diariamente durante los días hábiles del Calendario Civil.

Por otra parte, según lo obligan los principios constitucionales que nos rigen. Los Patrones tienen la obligación de pagar a sus empleados y trabajadores, tanto los días laborales, como los festivos y septimos días (domingos). Así como los días de vacaciones anuales y 15 días de aguinaldo, lo cual se debe tener presente al formular cualquier análisis de costos o de precios unitarios. Los días como obligatorios de pago y no laborados marcados en la Ley Federal del Trabajo son los siguientes:

52	Domingos	
1	de Enero	
5	de Febrero	
21	de Marzo	
1	de Mayo	
16	de Septiembre	
20	de Noviembre	
1	de Diciembre (ver nota)	
25	de Diciembre	
S U M A	-----	59 1/6 Días.



NOTA.-En la transmisión del Poder Ejecutivo Federal el 1 de Di  
ciembre de cada 6 años se señala como descanso obligatorio.

Por otro lado, los días que por costumbre arraigada en nuestro  
medio, no se laboran son:

Jueves Santo

Viernes Santo

Sabado Santo

3 de Mayo

2 de Noviembre

12 de Diciembre

S U M A ----- 6 Días

Días por enfermedad profesional el trabajador no labora-----3-

Días por razón justificada el trabajador no labora-----2-

S U M A T O T A L ----- 70 1/6 Días.

La L.F.T. señala que los trabajadores disfruten de un período  
anual de vacaciones pagadas, que no deberá ser inferior a 6 dí  
as laborales. La L.F.T. señala que los trabajadores tendran de  
recho a un aguinaldo anual equivalente a 15 días de salario y  
además indica que los trabajadores tendran derecho a una prima  
de 25 % sobre los salarios que les correspondan durante el pe-  
ríodo de vacaciones. Esto equivale a considerar 1.5 días, más  
que se le paga sin laborar.

R E S U M E N :

Días pagados por año	Total del año-----	365 días
	Aguinaldo-----	15 "
	Prima Vacacional-----	<u>1.5"</u>
		381.5 días
Días realmente trabajados	Total del año-----	365 días
	Menos días trabajados--	
	en el año.-----	76 1/6 días
		<u>288 5/6 días</u>

De lo que podemos definir el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, que es:

$$\frac{381.50 \text{ días pagados}}{(365 - 76 \frac{1}{6}) \text{ días laborados}} = \frac{381.50}{288.83} = 1.320$$

O sea, que en realidad se está pagando un 32 % más por día laborado realmente. Esto deberá tomarse en cuenta al elaborar los costos correspondientes a obra de mano.

Existen circunstancias en que por el corto tiempo disponible y por el gran volumen de obra por realizar, se hace necesario establecer 2 ó 3 turnos de trabajo. La L.F.T. señala que: "Jornada diurna es la comprendida entre las 6 y las 20 horas, "Jornada Nocturna" es la comprendida entre las 20 y las 6 horas." "Jornada Mixta" es la que comprende periodos de tiempo de las jornadas diurna y nocturna, la duración máxima de la jornada será de 8 hrs. la diurna, 7 hrs. la nocturna y 7.5 hrs. la mixta.

CATEGORIA	SALARIO B A S E	INCREMENTO A LEY FED. TRAB. 32 %	L. M. E. S. 24.8 % 20.1 %	EDUCACION 1 %	INFONAVIT 5 % X 1.50	GRAB PARTICULARES TOTAL	GRAB FEDERALES TOTAL
P E O N	455.00	145.60	112.84	4.55	29.44	746.43	717.99
AYUDANTE	500.50	160.16	100.60	5.00	31.28	797.54	766.26
S A B O	581.00	179.32	110.78	5.81	34.44	870.02	843.58
OF. FERRERO	640.00	204.80	128.64	6.40	40.00	1019.84	979.84
OF. CARPINTERO	618.00	197.76	124.22	6.18	38.63	984.79	948.18
OF. ALBAÑIL	666.00	212.48	133.46	6.66	41.50	1056.08	1016.58
OF. PLOMERO	637.00	203.84	128.04	6.37	39.81	1015.06	975.25
OF. HERRERO	640.00	204.80	128.64	6.40	40.00	1019.84	979.84
BODEGUERO	600.00	192.00	120.60	6.00	37.50	966.10	918.60
VELADOR	587.00	187.84	117.89	5.87	36.69	925.59	898.70
OPERADOR ORUA	630.00	201.60	126.63	6.30	39.38	1003.91	964.53
OPERADOR DRAMA	708.00	226.56	142.31	7.08	44.25	1128.20	1083.98
SOLDADOR	685.00	209.60	131.68	6.85	40.84	1043.78	1002.80
TABLA Nº 1							

159

161

Podrá también prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias sin exceder nunca de 3 hrs. diarias ni de 3 veces por semana. "Las horas de trabajo extraordinario, se pagará con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.

**SALARIOS.**- Se llama Salario en general a la retribución que se hace al trabajador por el trabajo realizado. El monto de este salario se determina en base al tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su realización y a la capacidad y preparación del trabajador y nunca podrá ser menor al estipulado como mínimo por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

Se define como SALARIO MINIMO a, "La cantidad menor que debe de recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo". El Salario Mínimo deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social y cultural y para proveer a la educación obligatoria a los hijos.

**INFONAVIT.**-Con el proposito de proporcionar a los trabajadores habitaciones, cómodas, higiénicas y a un precio accesible: Se creo el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores (INFONAVIT).Dicho fondo esta formado por las aportaciones en efectivo de la empresa, del 5% sobre los salarios-ordinarios de los trabajadores a su servicio. De lo siguiente

se obtiene el coeficiente sobre salario ordinario..

$$\frac{365 \text{ días de pago al INPCNAVIT}}{288.83 \text{ días laborados}} = 1.263$$

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES.- La Ley Constitucional establece que todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el I.M.S.S., el cual a cambio del pago de las primas de seguro correspondientes, se encargará de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social.

La Ley comprende los siguientes seguros:

- a).- Riesgos de Trabajo
- b).- Enfermedades y Maternidad
- c).- Invalidez, Vejez, Cesantía en edad avanzada y Muerte
- d).- Guarderías para hijos de asegurados

Se debe saber cuantificar el importe de las cuotas o primas del Seguro Social, ya que tiene enorme importancia en la elaboración de precios unitarios, y específicamente en el aspecto "Obra de Mano".

GUARDERIAS.- Con el fin de que los trabajadores asegurados en el I.M.S.S. dispongan de un lugar apropiado donde cuiden a sus hijos durante las horas de trabajo. El monto de la prima correspondiente a este seguro, será el 1 % de la cantidad que por sa

lario pague los patrones, a todos los trabajadores en efectivo por cuota diaria, con un límite superior de 10 veces el salario mínimo generalmente vigente en el D.F..

Se elaboró la tabla No. 1, en el cual nos indica los salarios reales de las diferentes categorías que intervinieron en la realización de los trabajos para las lumbreras V, VII y VIII del desvío de Colectores en Glorieta la Raza. (Ver pag.No.65)

## EQUIPO

Los contratistas deben disponer de la maquinaria de construcción adecuada con la que puedan realizar las obras que les sean encomendadas, cumpliendo con los plazos de ejecución concertadas en los respectivos contratos, así como en la ruta crítica. Una obra cualquiera podrá ser ejecutada mediante diversos procedimientos de construcción y empleando determinados equipos. Pero siempre existirá algún procedimiento y determinado equipo por medio de los cuales las operaciones del contratista sean realizadas en forma óptima desde el punto de vista de la economía y de la eficiencia de los trabajadores.

De esta forma el contratista deberá realizar cuidadosos estudios, a fin de determinar cual es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de la obra u obras que se compromete su organización constructora.

**VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA.**—Es el período de tiempo que la misma pueda mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económicamente ventajosa para su poseedor. La vida útil depende de múltiples y complejos factores como pueden ser: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes debidos a uso normal, vibraciones y fricciones de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, etc..

**VIDA ECONOMICA DEL EQUIPO.**— Es el período de tiempo durante el

cual pueda el equipo operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada.

Si una máquina es constantemente usada y no se tiene el debido cuidado con ella, la productividad de la misma tenderá a disminuir, sus costos de operación irán en aumento constante y consecuentemente los gastos de mantenimiento y conservación serán mayores, irán en aumento los tiempos muertos e improductivos de la misma, reduciendo su disponibilidad y como consecuencia atraso de obra y pérdidas, de ahí la importancia de operar adecuadamente la máquina para evitar pérdidas a la empresa.

**VALOR DE RESCATE DE UNA MAQUINA.**- Se entiende como el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica. Toda máquina usada, aún en el caso que solo amerite considerarsele como chatarra, siempre tiene un cierto valor de rescate, se acostumbra considerar éste como un porcentaje del precio de adquisición de la máquina que puede variar entre el 5 % y 20 %.

**COSTO HORARIO DE OPERACION DE LA MAQUINARIA.**- Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato, se integra mediante los siguientes cargos:

**CARGOS FIJOS, CARGOS POR CONSUMO, CARGOS DE OPERACION.**



CARGOS FIJOS son los correspondientes a:

Cargos por Depreciación

Cargos por Inversión

Cargos por Seguros

Cargos por Almacenaje

Cargos por Mantenimiento Mayor y Menor

Cargos por Depreciación.- Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Se considera una depreciación lineal, es decir que la maquinaria se deprecia la misma cantidad por unidad de tiempo. Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$D = (Va. - Vr) / Ve$$

D.-Depreciación por hora efectiva de trabajo

Va.-Valor de adquisición ( sin llantas según sea el caso)

Vr.-Vida de rescate de la maquinaria

Ve.-Vida económica de la máquina en horas de trabajo.

En la Industria de la Construcción la Legislación Fiscal considera que la depreciación de la maquinaria se completa en un período de 5 años, lo que significa un 20 % anual del costo de adquisición de la máquina.

Cargos por Inversión.- Es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al Capital invertido en maquinaria. Se repre-

se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$I = (V_a - V_r)i/2 H_a$$

I.--Inversión por hora efectiva de trabajo

V<sub>a</sub>--Valor de adquisición

V<sub>r</sub>--Valor de rescate de la maquinaria

H<sub>a</sub>--Horas efectivas de trabajo al año

i.--Tasa de intereses anuales en vigor donde varía de un 12 % y 15 %

Cargo por Seguros.-- Es el necesario para cubrir los riesgos a que esta sujeta la maquinaria de construcción, durante su vida económica, por accidentes que pueda sufrir. Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$S = (V_a + V_r)s/2 H_a$$

S.--Seguros por hora efectiva de trabajo

V<sub>a</sub>--Valor de adquisición

V<sub>r</sub>--Valor de rescate de la maquinaria

H<sub>a</sub>--Horas efectivas de trabajo al año

s.--Prima anual promedio expresada en por ciento del valor de la máquina y varía del 2 % y 4 %

Cargos por Almacenaje.--Es el cargo derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y vigilancia de la maquinaria. Durante los períodos de su vida económica, considerándolos como inactivos. Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

A = K D

A.-Almacenaje por hora efectiva de trabajo

K.-Coeficiente, el cual se calcula en relación a la renta de los locales de los salarios del personal de vigilancia, del tipo de guardia K es muy variable y depende del equipo y es de 0.06 a 0.10

D.-Depreciación de la maquinaria

Cargos por Mantenimiento.- Son las originadas por todas las erogaciones necesarias para la conservación de la máquina en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Se divide en Mayor y Menor.

En el mantenimiento Mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellos que puedan realizarse en el campo, empleando personal especializado y que se requiere retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye la mano de obra y renovación de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

Dentro del mantenimiento Menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios y reparaciones y cambios de repuestos, en los propios lugares de las obras; así como los cambios de aceite, de líquidos, filtros, grasa, y estopas. Incluye al personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento.

Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$M = Q D$$

M.-Mantenimiento mayor o menor por horas efectivas de trabajo

Q.-Coeficiente que se calcula en base a experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características de trabajo.

D.-Depreciación de la maquinaria

Cargos por Consumo.- Estos se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de: Combustibles, Otras fuentes de Energía, Lubricantes y Llantas.

Consumo de Combustibles.- Son todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel, para que los motores -- produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo.

Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$E = e P_c$$

E.-Consumo de combustible, por hora efectiva de trabajo

e.-Cantidad de combustible necesaria por hora efectiva de trabajo, se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que varía de acuerdo al combustible utilizado.

P<sub>c</sub>.-Precio del Combustible

Consumo de Otras Fuentes de Energía.- La determinación del cargo por la energía que se consuma, requerirá un estudio especial en cada caso.

Consumo por Lubricantes.- Es el derivado por erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites así como los gastos para suministrarlos en la máquina.

Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$$L = a Pe$$

L.-Consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo

a.-Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación

Pe.-Precio de los aceites

Los consumos y cambios de aceites se calculan por las siguientes formulas:

Para maquinas con potencia de placa igual ó menor de 100 H.P..

$$a = c/t + 0.003 \text{ H.P.OP.}$$

Para maquinas con potencia de placa mayor de 100 H.P..

en donde:

$$a = c/t + 0.0035 \text{ H.P.OP.}$$

a.-Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo

c.-Capacidad del carter en litros

t.-Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite normalmente t = 100 horas

H.P.OP.-Potencia de operación

Cargo por Consumo de Llantas.- Se considera solo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$LL = Vll / Hv$

LL.-Consumo de llantas por hora efectivas de trabajo

Vll.-Valor de las llantas

Hv.-Horas de vida económicas de las llantas aproximadamente 80 000 ó 5 000 horas de operación normal

Cargos de Operación.- Son las erogaciones que hace el contratista por concepto de pago de salarios del personal encargado de la operación de la máquina por hora efectiva de la misma.

Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$O = St / H$

O.-Operación del equipo por hora efectiva de trabajo

St.-Salario por turno del personal necesario para operar la máquina

H.-Horas efectivas de trabajo, dentro del turno

Cargo por Transporte.- El transporte de la maquinaria se considera como pago indirecto, pero cuando sea conveniente a juicio del constructor, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos, o como un concepto de trabajo específico.

Cargo Unitario por la Maquinaria.- Se expresa como el cociente del costo directo por hora-máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina. Se representa por la siguiente ecuación:

en donde:

$CM = HMD / RM$

CM.-Carga unitario por maquinaria

HMD.-Costo directo hora-máquina

RM.-Rendimiento horario

## C O S T O S I N D I R E C T O S

Es la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

### COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION (Oficina Central)

Es la suma de los gastos que, por naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado (Año fiscal, Año calendario, etc.) sea cual fuera su organización, se agrupa en siete áreas principales.

Cargos técnicos y Profesionales.- Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica y profesional de una empresa como ejemplo: honorarios o sueldos de ejecutivos, consultores técnicos, directivos, auditores, contadores, iguales, asuntos jurídicos, fiscales, etc..

Cargos Administrativos.- Son aquellos gastos por conceptos de servicios de personal especializado, para el correcto funcionamiento de la compañía, como secretarias, jefes de compras, almaceneros, choferes, ayudantes de oficina, mozos, etc..

Alquiler y Amortizaciones.- Son aquellos gastos por concepto-

de locales o servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones técnicas o administrativas como: renta de oficinas, renta de bodega general, pagos a correos y telegrafos, pagos de teléfonos, luz, etc..

Suscripciones y Afiliaciones.- Son aquellos gastos que se hacen necesarios para la operación de una empresa y su mejoramiento técnico, por ejemplo: la adscripción a la Camara Nacional de la Industria de la Construcción; los gastos necesarios para el registro ante la Secretaria del Patrimonio Nacional; la suscripción a revistas técnicas, etc..

Seguros.- Bajo este concepto integraremos los seguros necesarios tanto para vehiculos de oficina, así como también los seguros con empresas particulares, para protección de los empleados y directivos de la misma.

Materiales de Consumo.- Agruparemos en este concepto gastos tales como; gasolina, papeleria, copias fotostáticas, materiales de limpieza, etc..

Promociones.- Son aquellos gastos realizados por anticipado, a veces sin recuperación, necesarios para el buen logro del desarrollo futuro de una obra, por ejemplo: gastos de representación de concurso, de proyecto y gastos de relaciones públicas, etc..



## COSTOS INDIRECTOS DE OBRA

Es la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

### CARGOS DE CAMPO

- a). Técnicos. - Los gastos necesarios para la estructura administrativa técnica de la obra; residente, ayudantes de residentes, etc..
- b). Administrativos. - Como puede ser almacenistas, ayudantes de almacenistas, personal a lista de raya, veladores, etc..
- c). Transportes. - En este inciso se encuentran los transportes de equipo y herramienta, etc..
- d). Gastos Accesorios. - Estos pueden representarse por las construcciones necesarias para el buen funcionamiento de la obra: bodegas, oficinas, baños, dormitorios, etc..

IMPREVISTO. - Es muy común que en cualquier actividad surjan situaciones imprevistas, por lo que deben ser considerados en una partida de gastos que indiscutiblemente se presentan y a los cuales hay que hacer frente. Cabe hacer notar que entre más aproximados sean los análisis de precios, la partida de imprevistos debe disminuir, pero nunca será nula, ya que habrá situaciones imprevistas. Se considera esta partida como un porcentaje del costo directo y varía según el caso, entre 1 % y 5 %.

**FINANCIAMIENTO.**- La mayor parte de las empresas constructoras al iniciar una obra invierten capital propio, ya que es costumbre de los propietarios de una obra pagar los trabajos conforme a estimaciones de obra realizada, de ahí que la empresa constructora actúa como financiera a corto plazo, por lo que esta en su derecho de cobrar intereses por el capital invertido y tiene un rango de variación usual de 0.10 % a 2 %.

**UTILIDAD.**-La productividad legítima de capitales invertidos, el ciclo en el cual el capital es rescatado y los riesgos que acompañan a cualquier inversión, son factores que determinan la utilidad. Creó que la utilidad debe aplicarse sobre todos los gastos, tanto directos como indirectos al considerar que el riesgo cubre a todos. El porcentaje de utilidad oscila entre 5 y 15 %.

**FINANZAS Y/O IMPUESTOS ADICIONALES.**-El cumplimiento de las condiciones de un contrato va respaldado por una fianza, la que indudablemente es una erogación del contratista, por la que tiene derecho a ser compensado. La variación de este cargo esta en función de las condiciones específicas y requerimientos del propietario de obra y su porcentaje oscila entre 0.10 y 0.3 %. De acuerdo a lo enunciado y al bosquejo de los diferentes factores que intervienen en un precio unitario estableceremos los siguientes porcentajes de costo unitario.

Los cuales aplicaremos al análisis de varios precios unitarios

de los conceptos que intervinieron en la construcción de las lumbreras No. V, VII y VIII en el desvío de Colectores en Glorieta la Raza.

**COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION**

Técnicos y Profesionales	3.39
Administrativos	0.82
Alquileres y Amortizaciones	0.75
Suscripciones y Afiliaciones	0.08
Seguros	0.53
Materiales de Consumo	0.35
Promociones	0.68
	<hr/>
	6.66 %

**COSTOS INDIRECTOS DE OBRA**

De Campo	4.22
Imprevistos	2.00
Financiamiento	2.00
Fianzas Y/O impuestos adicionales	5.00
	<hr/>
	13.22 %

**UTILIDAD**

	10.42
	<hr/>
	10.42 %

**TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS + UTILIDAD = 30.3 % C.D.**

RENDIMIENTO.- El análisis de costo de mano de obra, requiere no solo de conocer los salarios de las diversas especialidades sino también las prestaciones adicionales establecidas por la ley o por costumbre. Los rendimientos requieren ser analizados teniendo en cuenta condiciones de facilidad o dificultad de realización del trabajo, organización, prácticas tradicionales, volúmenes a realizar, NUNCA DEBEN SER DATOS SACADOS DE ALGUN LIBRO O MANUAL.

Los rendimientos de equipo, deben obtenerse también como producto del análisis de condiciones y no como datos de catálogo. Dependen en mucho de la organización y programación de los trabajos y muchas veces de los rendimientos de una máquina están en función de un sistema en el que intervienen otros, o bien complementos manuales.

Para los casos que se analizaron se trata de dar una idea de como fueron obtenidos los diferentes rendimientos.

Rendimiento para la excavación a mano en material II de 0.00 a 2.00 m. de profundidad.

Capacidad de la pala.- 3 a 3.5 lts. ó 0.003 m<sup>3</sup>.

Ciclo.- 6 Seg.

Número de horas efectivas por día.-

$$7 \text{ hrs/jor} \times 3600 \text{ seg/hr} = 25.200 \text{ seg/hr}$$

Eficiencia.- 50 %

Rendimiento por día  $\frac{25200 \text{ Seg/jor} \times 0.5 \times 0.003 \text{ m}^3}{6 \text{ Seg} \times 1.20} = 5.25 \text{ m}^3/\text{jor}$

Para efectos prácticos tomaremos el de  $5 \text{ m}^3/\text{jor}$ .

Rendimiento de Muro de tabique rojo recocido de 28 cm. de espesor.

Ciclo en el colocado de tabique 13 Seg.

Ciclo en el colocado de mortero  $\frac{8}{21}$  Seg.

Número de horas efectivas por día.- 25 200 Seg/Jor

Eficiencia.- 70 %

Rendimiento por día  $\frac{25200 \text{ Seg/jor} \times 0.7 \times 0.0078 \text{ m}^3}{21 \text{ Seg}} = 6.5 \text{ m}^2/\text{jor}$

Para efectos prácticos tomaremos  $6 \text{ m}^2/\text{jor}$ .

Rendimiento de Excavación de lumbrera en agua y carga directa a camión:

$$\text{RENDIMIENTO} = 1423 \text{ F/CxA} \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

Donde:

- F.-Factor de llenado de bote, variable con la clase de material y con la profundidad.
- C.-Ciclo de la Draga, variable con la clase de material, con la profundidad con la descarga (libre o directa a camión) y con la zona (presencia de instalaciones). En segundos.
- A.-Factor de abundamiento del material, variable con la clase.

Material I : 1.30

Material II; 1.35

	PROF.	F	C	1423 F/C	A	REND.
I	0 - 2	0.9	38	33.7	1.3	25.9
	2 - 4	0.8	42	27.1	1.3	20.8
	4 - 6	0.8	46	24.7	1.3	19.0
	6 - 8	0.8	50	22.8	1.3	17.5
II	0 - 2	0.85	49	24.5	1.35	18.2
	2 - 4	0.75	54	19.7	1.35	14.6
	4 - 6	0.75	60	17.8	1.35	13.2
	6 - 8	0.75	65	16.4	1.35	12.1

Para este rendimiento se tomo el promedio de los más favorables y fue de 22 m<sup>3</sup>/Hr.

Si tomamos en cuenta que el volumen por excavar por etapas es el de 30 m<sup>3</sup>, se notara que este volumen se puede sacar en un poco más de una hora. Pero hay un echo importante y es que el equipo que se utiliza la mayoría de la jornada esta ocioso.



OBRA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 UDICACION: \_\_\_\_\_ CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO MORTERO CEMENTO ARENA 1:6 UNIDAD M3

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
CEMENTO (0.103 +2% Desp.)	TON	0.105	6520.00	684.60
ARENA (1.256 + 2% Desp)	M3	1.281	575.0	736.58
AGUA	M3	0.324	30.0	9.72
				1,421.18
MANO DE OBRA	U	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
1 PEON	JOR.	0.675	746.43	503.34
1/10 CABO	JOR.	0.067	878.02	58.82
1/10 SOBRESTANTE	JOR.	0.033	1233.19	40.69
REND. 1.48 M3/JOR				
				603.35
EQUIPO		%	M. O.	IMPORTE
HERRAMIENTA		3	603.35	13.10
				13.10
			COSTO DIRECTO	2,042.63
			30-34 IND. y UTILID.	618.91
			PRECIO UNITARIO	2,661.54
U. N. A. N.				
FACULTAD DE INGENIERIA				
FIG. N° EDUARDO AMADOR SALINAS				







OBRA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 UBICACION: \_\_\_\_\_ CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO EXCAVACION A MANO EN ZANJA UNIDAD M3  
EN MAT. II DE 2.00 a 4.00 m. DE PROFUNDIDAD

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
DAÑO DE OBRA	U	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
1 PEON (Excavacion)	JOR.	0.200	746.43	149.28
1 PEON (Traspaleo)	JOR.	0.125	746.43	93.30
2/10 CABO	JOR.	0.030	878.02	26.34
2/20 SOBRESTANTE	JOR.	0.010	1233.19	12.33
REND. Exc. 5 M3/JOR.				
Tras. 8 M3/JOR.				
				281.25
EQUIPO		%	M. O.	IMPORTE
HERRAMIENTA		3	281.25	8.43
				8.43
			COSTO DIRECTO	289.68
			30.3 IND. y UTILID.	87.77
			PRECIO UNITARIO	377.45
			U. N. A. N.	
			FACULTAD DE INGENIERIA	
			FIG. Nº	EDUARDO AMADOR SALINAS



OBRA \_\_\_\_\_  
 UBICACION: \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_  
 CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO CIMENTA NO APARENTE EN MURD UNIDAD M2  
 DE 0.00 m. a 3.00 m. DE ALTURA

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
TABLEROS (TRIPLAY 3/4")	P.T.	1.343	50.25	67.48
SOPORTES 2"x4"x1.50m.	P.T.	0.110	50.25	5.52
VIGAS MADRINAS 2"x4"x4.7	P.T.	0.238	50.25	11.95
CLAVO 4"	KG.	0.046	60.95	2.80
POLIEUCTO 1/2" Ø	M.	3.220	15.00	48.30
ALAMBRO	KG.	0.530	33.23	17.64
DIESEL	Lt.	1.000	10.00	10.00
				103.59
MANO DE OBRA	U	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
1 AYTE. (CIMBRADO)	JOR.	0.125	797.54	99.69
1 OF. CARPINTERO	JOR.	0.125	984.79	123.09
2/10 CABO	JOR.	0.025	378.02	19.91
2/20 SOBRESTANTE	JOR.	0.012	1233.19	10.57
1 AYTE. (DESCIMBRADO)	JOR.	0.020	797.54	15.95
1 OF. ALBAÑIL	JOR.	0.020	984.79	19.69
2/10 CABO	JOR.	0.003	878.02	2.63
2/20 SOBRESTANTE	JOR.	0.002	1233.19	2.46
REND. CIMBRADO 8 M2/JOR. DESCIMBRADO 50 M2/JOR.				293.93
EQUIPO		%	N. O.	IMPORTE
HERRAMIENTA		3	293.93	8.81
				8.81
			COSTO DIRECTO	466.48
			30.3% INF. y UTILID.	141.34
			PRECIO UNITARIO	607.82
	U. N. A. H.			
	FACULTAD DE INGENIERIA			
	FIG. Nº EDUARDO AMADOR SALINAS			

OBRA \_\_\_\_\_  
 UBICACION: \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_  
 CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO CONCRETO DE  $f_c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$  UNIDAD M3 \_\_\_\_\_  
3/4-10 R.R. COLOCADO EN MURO HINCADO

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
CONCRETO PREMEZCLAD				
200-3/4-10 R.R. (3% Desp.)	M3	1.03	5159.15	5319.92
				5,319.92
MANO DE OBRA	U	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
1 OF. ALBAÑIL	JOR.	0.040	1058.08	42.32
6 PECNES	JOR.	0.240	746.43	179.14
7/10 CABO	JOR.	0.028	878.02	24.58
7/30 SOBRESTANTE	JOR.	0.009	1233.19	11.09
REND. 25 M3/JOR. (COLOCACION)				
				257.13
EQUIPO		%	M. O.	IMPORTE
HERRAMIENTA		3	257.13	7.71
VIBRADOR DE GASOLINA	HR.	0.24	137.86	33.08
				40.79
			COSTO DIRECTO	5,617.84
			30-3% IND. y UTILID.	1,702.20
			PRECIO UNITARIO	7,320.04
			U. I. A. M.	
			FACULTAD DE INGENIERIA	
			FIG. N°	EDUARDO AMADOR SALINAS

OBRA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 UBICACION \_\_\_\_\_ CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO: CONCRETO P6 - 150 Kg/cm<sup>2</sup> UNIDAD M3  
 3/4-10 COLOREADO EN BROCAL

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
CONCRETO PREMEZCLADO				
150-3/4-10 (3% Desp.)	M3	1.03	4559.75	4696.54
				4.696.54
MANO DE OBRA	U	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
1 OF. ALBAÑIL	JOR.	0.025	1058.03	26.45
6 PEONES	JOR.	0.150	746.43	111.96
7/10 CABO	JOR.	0.010	878.02	8.78
7/40 SOBRESTANTE	JOR.	0.004	1233.19	4.93
REND.. 40. M3/JOR. (COLOCACION)				
				152.12
EQUIPO		%	M. O.	IMPORTE
HERRAMIENTA		3	152.12	4.56
VIBRADOR DE GASOLINA	HR.	0.15	137.83	20.68
				25.24
			COSTO DIRECTO	4,873.90
			30% SOBRE UTILID.	1,476.79
			PRECIO UNITARIO	5,350.69
			U. N. A. M.	
			FACULTAD DE INGENIERIA	
			FIG. N°	EDUARDO AMADOR SALINAS

CORA \_\_\_\_\_  
 UBICACION: \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_  
 CALCULO \_\_\_\_\_

CONCEPTO ACERO DE PRIMERO GRADO DUREZAS KG.  
 DE 3/8" A MENOR 1/2" Y 3/4" A MAYOR DIAMETRO  
 EN LOSAS Y BARRAS

MATERIALES	U	CANT.	P. U.	IMPORTE
ACERO DE PRIMERO GRADO	KG.	1.07	33.187	35.51
ALAMBES RECOCIDO # 18	KG.	0.05	59.500	1.78
3/8" Ø = \$ 33,281.00				
1/2" Ø = \$ 33,611.05				
3/4" Ø = \$ 33,076.30				
1" Ø = \$ 32,781.90				
132,750.25/4 =				
\$ 33,187.56/TON.				33.20
PLANO DE OBRA	U	TIEMPO	PLAZO	IMPORTE
3 OF. PIERRERO	JOR.	0.003	1019.34	3.06
5 AMIRANTES	JOR.	0.006	797.54	1.78
9/10 CAPO	JOR.	0.0009	878.02	0.79
9/20 SOBRESTANTE	JOR.	0.0004	1233.19	0.55
REND. PROM. 1000 KG/JOR.				
				9.14
EQUIPO	%	M. O.	IMPORTE	
HERRAMIENTA	3	9.18	0.27	
				0.27
			COSTO DIRECTO	40.74
			IND. y UTILID.	14.16
			PRECIO UNITARIO	50.90
U. N. A. N.				
FACULTAD DE INGENIERIA				
FIG. N°2 EDUARDO AMADOR SALINAS				



EQUIPO VIBRADOR DE GASOLINA

Va. \$ 25,000.00  
Vr. 1,250.00 ( 5 % )  
Ve. 3 Años y 1600 Hr/Año  
MOTOR GASOLINA DE. 7 H.P.  
FACTOR DE OPERACION. 0.60

TASA INTERES. 14 %  
PRIMA SEGUROS. 3 %  
POTENCIA OPERACION. 4.20 H.P.OP.  
COEF. ALMACENAJE. 0.05  
COEF.MANTENIMIENTO. 0.80

CARGOS FIJOS

Depreciación  $D = (Va - Vr) / Ve = (25000 - 1250) / 3 \times 1600 = 4.94$   
Inversión  $I = (Va + Vr) i / 2Ha = (25000 + 1250) 0.14 / 2 \times 1600 = 1.14$   
Seguros  $S = (Va + Vr) s / 2Ha = (25000 + 1250) 0.03 / 2 \times 1600 = 0.24$   
Almacenaje  $A = K D = 0.05 \times 4.94 = 0.24$   
Mantenimiento  $M = \emptyset D = 0.80 \times 4.94 = 3.95$   
SUB-TOTAL----- 10.51

CARGOS POR CONSUMO

Combustible  $E = e Pc = 0.24 \times 4.2 \text{ H.P.OP.} \times 20 = 20.16$   
Lubricantes  $L = a Pe = 0.08 \times 100 = 8.00$   
Cap. Carter = 2 lt. Cambio Aceite  $t = 30 \text{ Hrs.}$   
 $a = c/t + 0.0035 \times \text{H.P.OP.} = 2/30 + 0.0035 \times 4.2 = 0.08$   
SUB-TOTAL----- 28.16

CARGOS DE OPERACION

Operación  $O = S / H = \frac{25 \text{ tnos} \times \$ 1058.08/\text{tno}}{200 \text{ Hr/mes} \times 0.75} = 99.19$   
SUB-TOTAL----- 99.19  
TOTAL COSTO DIRECTO----- 137.86  
30.3 % IND. Y UTILI.---- 41.77  
PRECIO UNITARIO----- 179.63

#### CAPITULO IV.- CONCLUSIONES

En la planeación de drenajes profundos, el proceso de construcción de lumbreras por el Sistema de Muro Hincado, es de los pocos usuales, ya que son pocas las empresas constructoras dedicadas a este tipo de obras.

Las ventajas que podríamos obtener con la construcción de las lumbreras por este sistema son:

- a).--No tener un revestimiento, como sucede con la construcción de lumbreras que tienen ademe primario a base de dovelas de concreto.
- b).--Un reducido número de equipo a utilizar
- c).--Un control de asentamientos casi nulo
- d).--Evitar fallas de fondo en la lumbrera
- e).--Un menor costo en la totalidad de la obra
- f).--Un mejor manejo en los materiales

Dentro de las desventajas que podríamos obtener serían:

- a).--No poder utilizar el sistema, sino es en arcillas blandas
- b).--El equipo que se utiliza tiene bastante tiempo ocioso
- c).--Las instalaciones que se utilizan solo sirven una ocasión-
- d).--El equipo de hincado es difícil de conseguir

De acuerdo al análisis anterior podríamos decir, que este sistema de construcción es muy novedoso pero poco práctico ya que es en la Ciudad de México el sitio en donde más se ha empleado.