

15.
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES
ACATLAN**

**"COMPARATIVA TECNICO-ECONOMICA
DE MURO TABLESTACA COLADO IN SITU
VS. MURO TABLESTACA PREFABRICADO
CON APLICACION EN UN INTERTRAMO DE
LA LINEA 8 DE LA CIUDAD DE MEXICO."**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
AURORA MARTINEZ VALLEJO

ASESOR: ING. VICTOR PERUSQUIA MONTOYA



ACATLAN, EDO. DE MEX.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE

MEXICO
CALLE AURORA MARTINEZ VALLEJO
ALUMNA DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.
P R E S E N T E :

SE ACUERDO A SU SOLICITUD PRESENTADA CON FECHA 19 DE JUNIO DE 1926 SE COMPLACE NOTIFICARLE QUE ESTA JEFATURA DEL PROGRAMA FUE A BIEN ASIGNARLE EL SIGUIENTE TEMA DE TESIS: "COMPARATIVA TECNICO-ECONOMICA DE MURO TABLESTACA COLADO IN SITU VS. MURO TABLESTACA PREFABRICADO CON APLICACION EN UN INTERSECCION DE LA LINEA 8 DE LA CIUDAD DE MEXICO". EL CUAL SE DESARROLLARA COMO SIGUE:

- I.- GENERALIDADES.
- II.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA COLADO IN SITU.
- III.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA PREFABRICADO.
- IV.- ANALISIS COMPARATIVO TECNICO ECONOMICO CONCLUSIONES

ASI MISMO FUE DESIGNADO COMO ASESOR DE TESIS EL SR. ING. VICTOR FERUSQUIA HORTIZAN.

PIDO A USTED TOMAR NOTA QUE EN CUMPLIMIENTO DE LO ESTIPULADO EN LA LEY DE PROFESIONES, DEBERA PRESTAR SERVICIO SOCIAL DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE SEIS MESES COMO REQUISITO BASICO PARA SUSTENTAR EXAMEN PROFESIONAL, ASI COMO DE LA DISPOSICION DE LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES EN EL SENTIDO DE QUE SE IMPRIMA EN LUGAR VISIBLE DE LOS EJEMPLARES DE LA TESIS, EL TITULO DE TRABAJO REALIZADO. ESTA COMUNICACION DEBERA IMPRIMIRSE EN EL INTERIOR DE LA TESIS.

CON LAS POR EL MOMENTO, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI BENA DIGNIDAD EN EL ESPIRITU"
ACATLAN, EN EL DIA DE ACATLAN A LAS 12 HORAS DEL DIA 27 DE MARZO DE 1926

ING. ROSALES AGUILAR
JEFE DEL PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

A Dios.

Por darle a mi alma vida e impedir que tropiecen mis pies.

A mi padre.

Por transmitirme el principio de su sabiduría y conducirme por sendas rectas, manteniendo firmes todos mis pasos. Por darme sus palabras de aliento y ser mi consuelo, mi instructor y por corregirme en el momento preciso. Por fincar en mí el amor y respeto por mi madre y mis hermanos y sobretodo porque su presencia habita en mi interior manteniendo siempre latente su espíritu de progreso.

A mi madre.

Por darme la vida, su paciencia, bondad, cariño y sobretodo fortaleza por ser mi motivo para seguir avante.

A mi hermano.

Por permitirme tener el gran orgullo de contar con él.

A Ricardo.

Por brindarme su tranquilidad, cariño, confianza y apoyo. Por ser mi gran impulso y la fuente de energía de mi vida para lograr ser cada día mejor.

A mis hermanas.

A mis sobrinos.

A mi abuelita Carmen.

A la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo.(antes COVITUR).

Por abrirme sus puertas y aportarme su dedicación, porque sin su ayuda no hubiese sido posible la realización del presente trabajo, por su gran apoyo técnico y sobretodo a su confianza.

Especialmente mi más sincero agradecimiento a:

Ing. Abraham García Marín.

Ing. Jesús Cisneros de los Santos.

Ing. Mario Roberto Ocampo Franco.

Ing. Pascual Pérez Santoyo.

Ing. Jorge Arturo López Rodríguez.

Lic. Ernesto Negrete García.

A Ingeniería RYM, S.A. de C.V.

Por brindarme su ayuda, apoyo, orientación, tiempo y estímulo para lograr esta meta y crecer profesionalmente. Por poseer y transmitir esa mentalidad de tener cada día una mayor y mejor calidad con una actitud próspera.

A Ing. Victor Perusquia Montoya.

Ing. Miguel Moisés Zurita Esquivel.

Ing. Héctor Arce Paz.

Ing. José Luis Terán Pérez.

Ing. Jesús Luis Sánchez García.

A mis profesores.

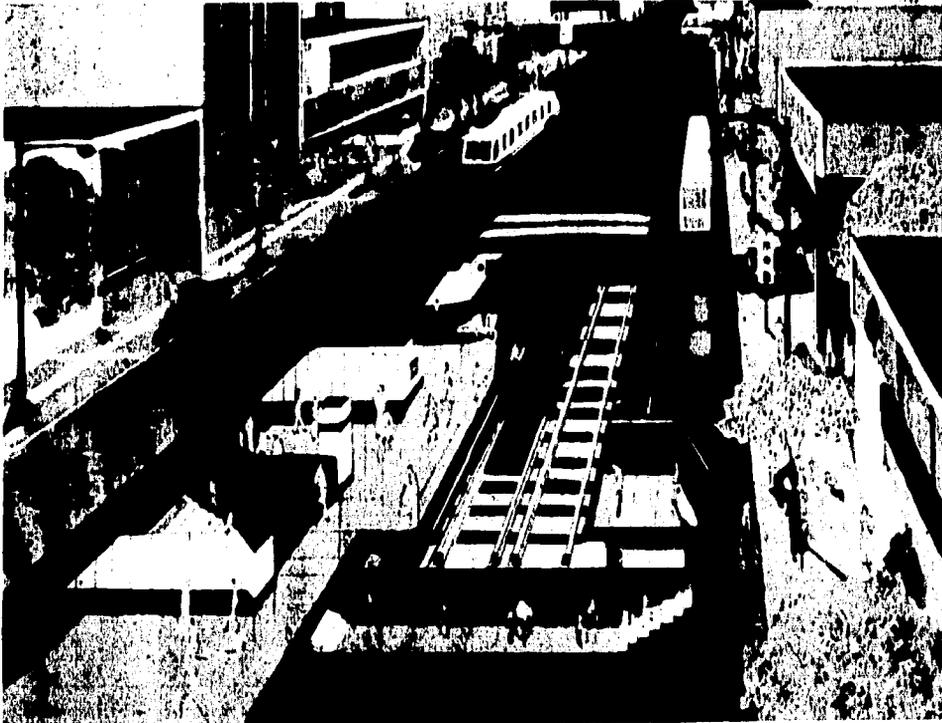
A mis familiares.

A mis amigos y compañeros.

Cada uno se fije como construye encima.

**Lo importante no es realizar cosas que se vean y
tengan éxito inmediato, sino más bien algo que
perdure para siempre...**

Carta a los Corintios 3.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	03
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	05
1.1 Descripción general de la línea 8 de la Ciudad de México.....	05
1.2 Tipo de solución del metro cajón.....	06
1.3 Procedimiento constructivo de solución cajón ligero.....	11
1.4 Procedimiento constructivo de solución cajón pesado.....	14
CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA	
COLADO IN SITU.....	16
2.1 Trazo y nivelación.....	16
2.2 Construcción de brocales.....	16
2.3 Excavación para muro.....	19
2.4 Características de lodo bentonítico o fluido estabilizador.....	22
2.5 Armado y colado del muro.....	25
2.6 Troquelamiento.....	32
2.7 Excavación del núcleo y estructuración.....	35
CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA	
PREFABRICADO.....	39
3.1 Trazo y nivelación.....	39
3.2 Construcción de brocales.....	39
3.3 Excavación para el hincado del muro.....	40
3.4 Características de lodo bentonítico o fluido estabilizador.....	47

3.5 Prefabricación y colocación del muro.....	49
3.6 Troquelamiento.....	51
3.7 Excavación del núcleo y estructuración.....	51
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO...	54
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	141
GLOSARIO.....	142

INTRODUCCIÓN

La ciudad de México continúa con un acelerado crecimiento urbano que requiere de modernos sistemas de transporte colectivo para comunicarse con las distintas zonas de la urbe; para satisfacer tal necesidad, el metro ha encausado sus recursos hacia las soluciones que amplíen y hagan más eficiente el transporte masivo, constituyendo por ello la parte medular del transporte de la ciudad con la continua ampliación de la red, conservando e incrementando las características básicas del sistema de seguridad, rapidez y eficacia.

Avanzar hacia un sistema de tal magnitud demanda, reunir todos los esfuerzos que puedan incidir en una mejor construcción, conocer de manera clara y apegada la realidad de los problemas que debe resolver y, aún más importante, optimizar las altas inversiones que es necesario aplicar en el sistema.

La Ingeniería Civil mexicana tiene en la obra del metro un singular exponente; no obstante, con las dificultades técnicas que presenta el subsuelo de la ciudad y su compleja trama de instalaciones y servicios subterráneos, se han emprendido obras en beneficio de la población, resolviendo a detalle, con óptimo costo y eficiencia, los problemas que se presentan en el proyecto y construcción del metro.

En el presente documento se describen algunas de las técnicas de más reciente práctica en el campo de la Ingeniería Civil, que han fijado precedentes para la realización de nuevas líneas como en el caso de la línea 8, conteniendo ventajas que repercuten en economía de recursos, atravesando por un estricto proceso de estudio, prueba en ejecución y constituyendo la expresión de principios teóricos que se han vuelto realidades concretas, mediante su aplicación en beneficio de las obras.

En los próximos capítulos se da a conocer en una breve síntesis, el proceso constructivo de la solución más utilizada desde los inicios de la obra del metro en el Distrito Federal, conocida como cajón subterráneo, ejecutada en excavaciones a cielo abierto, apareciendo con ello los muros tablestaca de concreto reforzado colados in situ, siendo éstos la parte medular del presente documento

Como un avance a la solución subterránea y con el propósito de mejorar el proceso constructivo, mediante un programa de pruebas y experimentaciones encaminado a modificar el concepto de la edificación previa en el sitio del muro tablestaca, se emplea el muro prefabricado que cumple con los mismos propósitos de aquéllos edificados en el lugar y que además reduce los costos de construcción; así que se establece una comparación técnica-económica entre los métodos constructivos de ambos tipos de muro y se determina que proceso contribuye al mejor desarrollo tecnológico y económico dentro de los avances modernos de la red del metro, teniendo como conclusión evidente que su construcción significa la superación de grandes obstáculos de tipo técnico y financiero cuyos resultados ahora saltan a la vista a través de este documento que pretende dejar testimonio de las experiencias de trabajo realizado, en la investigación y estudio de los muros tablestaca como elementos de una de las soluciones de este sistema de transporte colectivo.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA 8 DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

La traza de la línea 8, es una de las principales líneas del sistema de transporte colectivo de la ciudad de México porque hace transferencia directa con las líneas 1, 2, 4 y 9 y éstas a su vez con el resto del sistema, comunicando en forma troncal y coordinadamente integral, con otros sistemas de transporte a la demanda de comunicación de los usuarios de este corredor vial de la delegación Iztapalapa con el resto de las delegaciones que conforman el Distrito Federal y parte del Estado de México.

Esta línea tiene una longitud total de 26.9km con 25 estaciones; su construcción está programada en dos etapas, iniciándose la primera en el año de 1991 y terminándose en 1993, con una longitud de 20km, comprendidos entre la estación Constitución de 1917 y Garibaldi.

La cola de la línea se encuentra en el sur del antiguo asentamiento de Iztapalapa, pasa entre la parte centro del Cerro de la Estrella hasta llegar a la calzada de Ermita Iztapalapa; en la misma dirección sur toma la prolongación de la Avenida 5 hasta llegar a la avenida de Francisco del Paso y Troncoso tomando la calle de Miguel Hidalgo en Santa Anita; en dirección oriente llega a la calzada Coyuya, orientándose hacia el sur a la altura de Viaducto Río de la Piedad; en dirección suroriente se desplaza sobre la calzada de la Viga hasta llegar al cruce con la calle José T. Cuéllar, tomando la calle Juan A. Mateos, continuando hasta pasar frente la Torre Latinoamericana; al irse desplazando sobre el Eje Central Lázaro Cárdenas pasa entre el Palacio de Bellas Artes, el edificio de Correos y junto a la Plaza Garibaldi; siguiendo hacia el oriente hasta llegar a la glorieta del General San Martín sobre avenida Paseo de la Reforma pasando frente a la Unidad Habitacional Tlatelolco.

La Segunda etapa tiene una longitud de 6.0km y está comprendida de la estación Garibaldi hasta la estación Indios Verdes donde hace terminal.

La línea 8 en su primera etapa, cuenta con 19 estaciones, dichas estaciones son: Garibaldi, Bellas Artes, San Juan de Letrán, Safo del Agua, Doctores, Obrera, Chabacano, La Viga, Santa Anita, Coyuya, Iztacalco, Apatlaco, Aculco, Escuadrón 201, Atlalilco, Iztapalapa, Cerro de la Estrella, La Purísima y Constitución de 1917 de éstas 4 son superficiales y 15 estaciones son subterráneas, entendiéndose entonces que el perfil de la línea se resolvió utilizando estas dos soluciones, tomando en consideración la economía de la obra, el contexto urbano y el ancho efectivo de la calzada.

La solución subterránea se ejecuta desde la estación terminal provisional Garibaldi hasta la estación Santa Anita con una longitud de 14.6km, ésta se construyó a base de un cajón de sección rectangular conformado con muros de concreto reforzado colados in situ y prefabricados, losa de fondo, muros estructurales y losa de techo.

Cuando el trazo se incorpora a la avenida Francisco del Paso y Troncoso, cuya sección transversal es de 50m, se utiliza la solución superficial, en una longitud de 5.4km entre las estaciones Coyuya y Aculco, alojando la línea del metro al centro de la vialidad con arroyos laterales para una vialidad confinada, así como en la avenida Ermita Iztapalapa desde la calle Hortensia hasta la calle Genaro Estrada.

Al llegar a la Delegación Iztapalapa, se adopta la solución subterránea nuevamente, en una longitud de 6.3km, entre las estaciones Escuadrón 201 y la Purísima, porque la traza urbana y los monumentos históricos así lo requirieron.

1.2 TIPO DE SOLUCIÓN DEL METRO CAJÓN.

Se han adoptado cuatro diferentes alternativas para la construcción del metro: elevado, superficial, túnel y cajón subterráneo Fig. 1, cuya elección depende de la traza urbana, de las características topográficas de la vialidad y de la calidad del suelo.

Con relación a la última modalidad cajón, éste se ejecuta a cielo abierto, desplantado para el caso de la ciudad de México, a la menor profundidad posible, necesitando además para la excavación dependiendo de las características del suelo y del área disponible para su construcción.

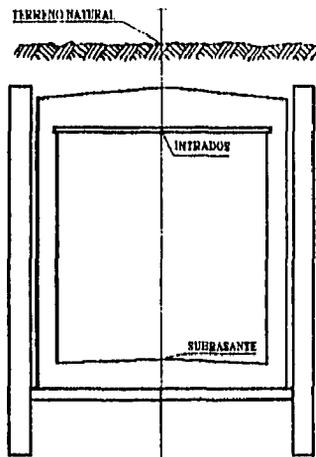


Fig. 1. Sección tipo cajón subterráneo

En zonas de arcillas compresibles, el cajón está constituido mediante muros tablestaca de concreto reforzado colados in situ o precolados para alojarlo, cuyas dimensiones verticales y horizontales quedan determinadas por las características geométricas del equipo rodante Fig. 2

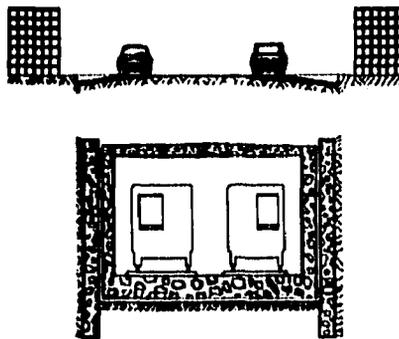


Fig. 2.

El cajón se ha edificado en dos versiones: el muro tablestaca con muro de acompañamiento para hacer posible la construcción del cajón estructural útil en la etapa de excavación y después se emplea como lastre y el muro tablestaca estructural, que sirve

transitoriamente como tablestaca y posteriormente forma parte estructural del cajón unidos estructuralmente a la losa de fondo y de cubierta Fig. 3.

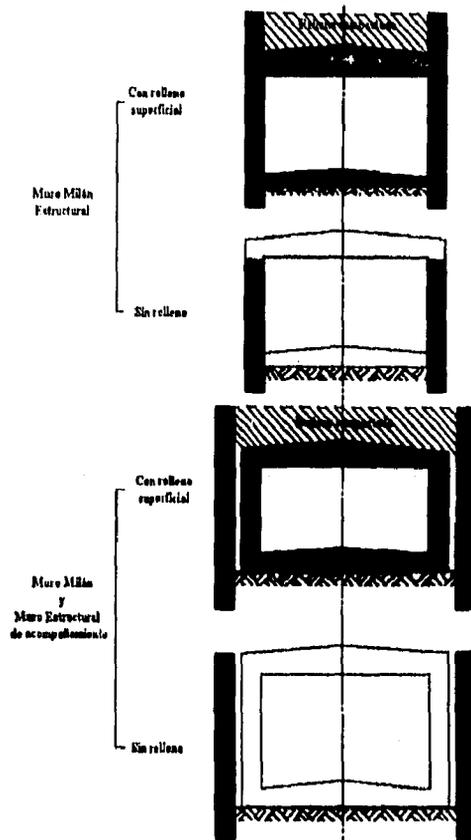
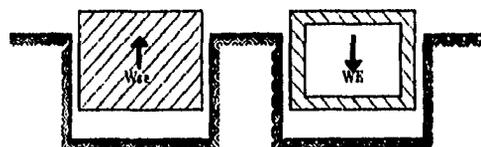


Fig. 3. Tipo de cajón para losa de muro

Para admitir esta última solución, el muro debe satisfacer los requerimientos necesarios de resistencia, estanqueidad, compensación, flexibilidad e impermeabilidad, que se requieren para suelos con las características tan particulares como las del Valle de México así como una apariencia uniforme.

Como un avance en esta solución y con el propósito de mejorar el proceso constructivo, se implementó el empleo de muros prefabricados que cumplen con los mismos

propósitos de los construidos en el lugar y que además reduce los tiempos de construcción. Una vez que ha quedado definida la construcción de la línea mediante la solución de cajón subterráneo se llevan a cabo una serie de análisis para definir el comportamiento, durante el proceso de construcción y a largo plazo; por lo que se considera que debido a que la estructura es un cajón hueco de concreto, más el peso de la plantilla, balasto y relleno que lo conforman; el peso total de la estructura es generalmente menor al peso del suelo excavado, por lo que el cajón resulta generalmente sobrecompensado, produciendo a largo plazo una tendencia de la estructura a emerger. La magnitud de dicha expansión depende entre otros factores, del valor de la sobrecompensación mencionada, del grado de preconsolidación de la arcilla que subyace a la estructura, del espesor del estrato de arcilla afectado, del área de apoyo del cajón y de la zona de la ciudad donde se ubique la línea Fig. 4.



W_{se} = PESO SUELO EXCAVADO
 W_E = PESO DE LA ESTRUCTURA

		Comportamiento a largo plazo
a) Compensación total	$W_{se} = W_E$	(Equilibrio)
b) Compensación parcial	$W_{se} < W_E$	(Hundimiento)
c) Sobre compensación	$W_{se} > W_E$	(Expansión)

Fig. 4. Análisis de compensación

Los movimientos inmediatos producidos por la construcción del cajón son predominantemente de expansión debido a la descarga inducida por la excavación. A fin de mantener las expansiones inmediatas, se toma en cuenta la conveniencia de ejecutar la excavación del cajón por etapas y recurrir en caso necesario al bombeo para incrementar los esfuerzos efectivos durante la excavación, cuando ésta se efectúe por debajo del nivel freático; además con objeto de evitar que las expansiones debidas a la excavación se incrementen en forma importante, se limita tanto como sea posible, el tiempo que la

excavación permanezca sin su sobrecarga final.

El diseño del cajón se realiza conforme a las Normas Técnicas Complementarias de Diseño por sismo, Cimentaciones y Acero, Construcción de Estructuras de Concreto del RDCF y las especificaciones para el proyecto y construcción de la línea del metro.

Para el diseño de la tablestaca que se usa como ademe de la excavación así como el cajón, se toma en cuenta la envolvente de los elementos mecánicos obtenidos de los análisis de las diferentes etapas y combinaciones de cargas según el procedimiento constructivo adecuado, diseñados para mantener la excavación estable mediante un sistema de apuntalamiento con troqueles para que soporten el empuje del suelo durante la etapa de excavación. De acuerdo con la secuencia de excavación y colocación de los troqueles, en el muro se generan deformaciones que dependen de la rigidez de la estructura de contención y de la rigidez del suelo, es decir, de la interacción suelo-estructura, bajo estas condiciones de deformación, la magnitud y distribución del empuje en este tipo de estructuras, se estiman con base en mediciones efectuadas durante la construcción de obras reales, o utilizando diagramas de presiones aparentes cuya confiabilidad sea probada.

Durante la instalación de los troqueles en los muros se aplica una precarga, con objeto de reducir los desplazamientos horizontales del muro o disminuir el riesgo de apertura de grietas paralelas a la excavación.

Para el caso de excavaciones con estructura de contención rígida se revisa que el muro no gire hacia adentro de la excavación por falta de empotramiento (falla por "pateo"), tomando en cuenta que la parte inferior del muro conocida como "pata", genera un empuje pasivo entre el nivel de máxima excavación y el desplante de dicho muro. El empuje considerando en este caso es por lo menos el debido al suelo.

Para la condición a largo plazo, se diseñan tomando en cuenta que estos muros no pueden girar y dar lugar a empujes activos; por lo tanto, las mínimas presiones que se consideran son las correspondientes al empuje del suelo en estado de reposo, y en su caso, el del agua más el debido a estructuras colindantes y sobrecargas.

1.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE SOLUCIÓN CAJÓN LIGERO.

La secuencia constructiva para este tipo de solución en que el cajón queda formado por muros unidos estructuralmente con las losas de fondo y cubierta, se describe a continuación:

1. Se localiza en el terreno el eje de trazo de la línea del metro
2. Antes de iniciar la excavación para la construcción del tramo se efectúan los desvíos correspondientes de las instalaciones municipales que interfieran con la excavación; dichos desvíos se realizan de acuerdo con lo que indique el proyecto.

3. En caso de que el proyecto antes citado no contemple su solución, se debe emplear un bombeo provisional de superficie o colectores, taponando las tuberías seccionadas de tal forma que al iniciar la excavación para la construcción de los muros, no exista alguna instalación hidráulica en funcionamiento.

4. Se inicia la excavación y construcción de los brocales, que pueden ser de concreto o metálicos, en forma de "L" invertida, colocados frente a frente y separados entre sí por el ancho del muro atagüa tablestaca. Las ramas verticales o faldones de los brocales sirven de guía para la excavación de los muros tablestaca, se construyen hasta una profundidad tal que exista entre el remate de la tablestaca y el faldón del brocal el traslape indicado en los planos del proyecto estructural correspondiente y de acuerdo con su especificación general.

5. Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa, es necesario abatir el nivel de aguas freáticas por medio de un bombeo por gravedad o a base de electrósmosis; su finalidad es la de incrementar la resistencia del suelo al disminuir el contenido de agua y con ésta impedir hasta donde sea posible, el riesgo de una falla de fondo Fig. 5; para ello se instalan pozos de bombeo de acuerdo a especificaciones generales cuya ubicación y profundidad también son señalados en especificaciones particulares para cada tramo.

El bombeo sólo se inicia cuando se encuentren construidos los muros tablestaca correspondientes a la zona por bombear en un radio mínimo de 50m medidos a partir del último pozo en funcionamiento, suspendiéndose en cada pozo después del colado de la losa de piso correspondiente, excepto en aquellos pozos que tengan influencia en etapas

posteriores por atacar.

El gasto que se extrae con la implementación de los pozos es señalada en su especificación.

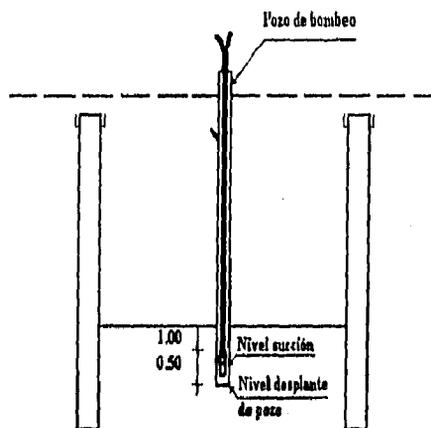


Fig. 5. Pozo de bombeo tipo

La implementación o no de dicho sistema es solicitada, en función del comportamiento de la estructura del cajón y colindancias, durante la construcción del mismo.

6. Construcción de muros atagula tablestaca; la cual inicia con la excavación de los tableros de 6m de longitud por 0.60m de ancho y de profundidad variable; estos módulos se excavan con equipo guiado Casagrande. Para la estabilidad de las zanjas durante el proceso de excavación, se utiliza un lodo bentonítico que debe cumplir con propiedades señaladas en especificaciones correspondientes.

7. Excavación del Núcleo: La excavación del núcleo se hace por etapas, en varios niveles y en longitudes determinadas, colocando en cada nivel el troquelamiento correspondiente a la presión determinada dependiendo del empuje que el suelo transmita a los muros de contención.

8. Colocación de la plantilla de concreto o losa de piso: Ésta tiene los objetivos de servir de lastre y trabajar estructuralmente como parte del cajón anclándose al muro.

Alcanzada la máxima profundidad de proyecto se procede de inmediato al colado de una plantilla de 0.10m de espesor, la cual está constituida por concreto simple provisto con aditivo acelerante de fraguado. El colado se efectúa en un tiempo máximo de tres horas, contadas a partir del momento en que se alcance el nivel máximo de excavación de la etapa correspondiente; una vez que la plantilla alcanza su fraguado inicial se procede a efectuar el armado y colado de la losa de piso, dejando las preparaciones necesarias (caja de espuma) para su liga posterior con los muros estructurales de acompañamiento y la losa de la etapa adyacente. El tiempo máximo a transcurrir para el armado y colado de la losa de piso es de 12 horas a partir del momento de su fraguado inicial.

La excavación de la siguiente etapa se puede iniciar una vez terminado el colado de la losa de piso de la etapa anterior.

9. Construcción de partes complementarias del cajón: tales como losa o cubierta, rejillas de ventilación, nichos, etc.

10. Rellenos: Una vez que el concreto de la losa de techo haya adquirido la resistencia especificada en el proyecto, se procede al relleno superior del cajón para formar la infraestructura de la futura vialidad que se construirá sobre la línea del metro, siguiendo los tradicionales procesos constructivos en la ejecución de terraplenes, sub-bases, bases y carpetas asfálticas o losas de concreto hidráulico.

Para la construcción de las estaciones, se siguen exactamente los pasos fundamentales del procedimiento descrito para los tramos, con la salvedad de que en este caso la estación requiere de mayores espacios, de muros más profundos y de excavaciones mayores que en el tramo de interestaciones en cajón, por lo que se presentan complejos procedimientos de excavación, así como los procesos referentes a los principales elementos de una estación que son: andenes, cambios de andén y vestíbulos.

1.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE SOLUCIÓN CAJÓN PESADO.

En este caso el muro es un elemento estructural temporal, que únicamente tiene utilidad durante la etapa de la excavación, siendo el muro de acompañamiento el elemento fundamental.

Su proceso constructivo, es exactamente igual que el descrito para el cajón ligero, con la salvedad de que en este caso varía a partir del colado de la losa de fondo, mencionando éstas variantes a continuación:

1. Una vez hecho lo anterior hasta la losa de fondo, se procede al armado cimbrado y colado de los muros estructurales de acompañamiento de la sección hasta 50cm antes del primer nivel de troqueles. Setenta y dos horas después o cuando el concreto alcance una resistencia mínima de 60kg/cm^2 , se coloca un troquel de sustitución que apoya a ambos muros estructurales, el cual se coloca con una precarga de 10 ton y 1m abajo del nivel original, retirando éste inmediatamente.

2. Se continúa con la construcción de los muros estructurales hasta el nivel intradós, dejando en ellos las preparaciones necesarias para su liga estructural con la losa de techo. La secuencia de estructuración del cajón del metro se realizan respetando las distancias máximas que se indican en la **FIG. 6**.

3. Setenta y dos horas después de colados los muros, se lleva a cabo la colocación de las tabletas prefabricadas que constituirán la losa de techo.

4. Posteriormente se continúa con el armado y colado del firme de compresión quedando en ello constituida la losa de techo, tomando en cuenta que entre el frente de construcción de este elemento y el correspondiente al muro estructural debe haber como máximo una distancia de 15m ó 6m, como se muestra en la figura antes citada.

5. Veinticuatro horas después de colado el firme de compresión se puede retirar el primer nivel de troqueles de sustitución.

6. Una vez que el firme de compresión alcanza su resistencia de proyecto, se procede a colocar el material de relleno compactado. Este material se coloca hasta el nivel de

subrasante de la vialidad, de acuerdo a lo descrito en especificaciones correspondientes.

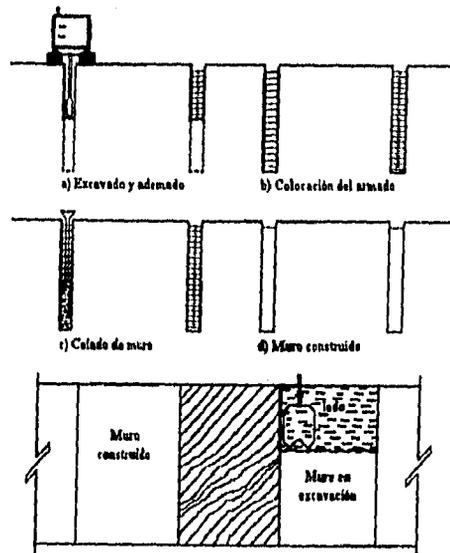


Fig. 6. Secuencia de construcción de muros.

7. Posteriormente se restituye el pavimento siguiendo lineamientos correspondientes a especificaciones.

CAPÍTULO 2

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA COLADO IN SITU

2.1 TRAZO Y NIVELACIÓN.

Antes de iniciar la obra se hace un inventario del mobiliario urbano, posteriormente se traza y nivela el área donde se realizará la obra para ubicar su posición y dimensiones, localizando ejes principales, secundarios y auxiliares, bancos de nivel, cotas, zonas verdes, líneas de conducción, referencias necesarias para el desplante de estructuras, ubicación de espacios abiertos, vialidades y demás relativos en sus etapas preliminar y definitiva; así como el levantamiento de poligonales y determinación de niveles, tomándose en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones existentes y construcciones cercanas susceptibles de daños con el objeto de deslindar responsabilidades, para ello se solicitan planos de localización de las instalaciones existentes y de proyecto, así como dictamen de las condiciones existentes de las mismas y se realizan revisiones periódicas durante el proceso de la obra.

Los trazos de estructuras se ejecutan mediante la utilización de aparatos e instrumentos de topografía que garanticen una precisión, tomándose en cuenta todas las precauciones necesarias para dar la máxima seguridad a peatones y trabajadores en la zona donde se llevará a cabo la obra de construcción del metro, colocándose señales de tipo adecuado en los lugares que lo ameriten y en la proximidad de ellos, así como las instalaciones necesarias para su integridad física y de salud.

2.2 CONSTRUCCIÓN DE BROCALES.

Los brocales son piezas en forma de ángulo recto o "delantales" de concreto de $f_c=150\text{kg/cm}^2$, colados en el lugar, su refuerzo y separación aparecen en la Fig. 7; su finalidad es de retener el material de relleno suelto localizado superficialmente y de servir de guía a las herramientas de excavación de los muros colados que forman el cajón. Para

cumplir adecuadamente con esta última función es necesario que exista un espacio libre entre brocales de 65cm para muros de 60cm de espesor.

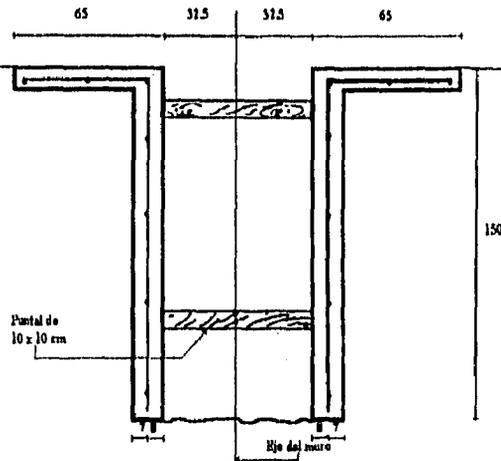


Fig. 7. Sección transversal

Para construir estos brocales una vez definido el trazo y posición de las zanjas se procede a excavar primero la parte superior de las zanjas donde se van a alojar los muros, hasta la profundidad que indica el proyecto, pero no menor de 1.50m ni mayor que la profundidad a la que se encuentra el nivel freático. La profundidad del faldón del brocal para cada tramo se indica en los planos estructurales Fig. 8.

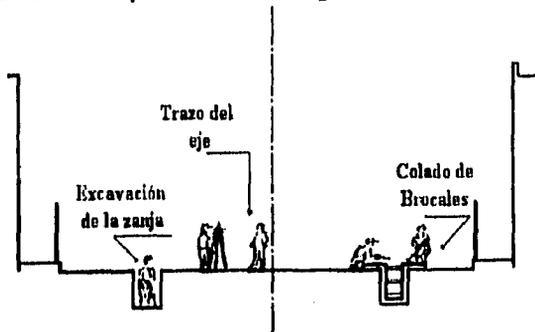


Fig. 8. Construcción de los brocales.

En virtud de que dentro de los dos primeros metros bajo la superficie, se encuentran la mayoría de los tubos y ductos de los servicios municipales, la excavación de la zanja guía debe hacerse con precaución ya sea a mano o con maquinaria para no dañarlos.

Para colar las ramas verticales o faldones del brocal, la cimbra de un lado se apoya contra la del otro por medio de puntales de madera, de manera que se eviten las irregularidades o los abolsamientos, estos puntales son polines de madera de sección cuadrada de 10x10cm y se colocan a cada 2.0m de separación horizontal, en el sentido vertical se colocan en dos niveles cuando la altura del brocal es de 1.50m y en tres niveles cuando sea mayor. Fig. 9.

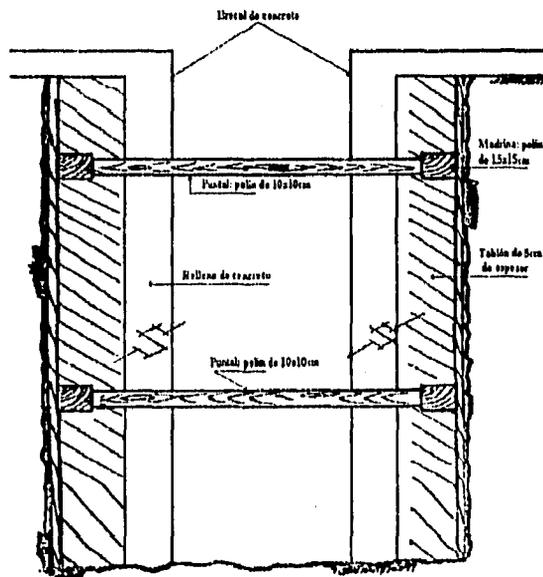


Fig. 9. Brocales colados en el lugar.

Las ramas horizontales del brocal, constituyen pequeñas losas sobre las cuales se pueden rodar las máquinas de excavación, teniendo un ancho mínimo de 0.50m pudiéndose modificar de acuerdo con las condiciones que presente el terreno de apoyo, de tal manera de

garantizar siempre que el brocal quede bien apoyado sin peligro de voltearse durante la excavación.

Una vez que se han colado los brocales y las zanjas han quedado libres de estorbos, se colocan compuertas de madera o acero para aislar tramos de zanja guía correspondientes a la longitud del tablero del muro que se va a construir. La longitud de la zanja aislada es igual a la del muro por construir y su valor también se indica en los planos estructurales correspondientes a cada tramo.

Aislado por las compuertas, cada tramo se llena enseguida con fluido estabilizador, hasta hacerlo coincidir con el nivel de aguas freáticas, manteniendo este mismo nivel del fluido durante todo el proceso de excavación y colados posteriores.

En el caso de presentarse filtraciones de agua durante el proceso de excavación de los brocales, éstas se controlan por medio de pequeños cárcamos de bombeo, rellenos con grava para evitar el arrastre de finos, contruidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación, desde los cuales se extrae el agua mediante bombeo de achiقة realizándose con el número suficiente de bombas de manera que el fondo de la excavación permanece siempre estanco. Estos cárcamos tienen 0.30x0.30x0.30m y se construyen a cada 10m de separación.

2.3 EXCAVACIÓN PARA MURO.

Posterior a la construcción de los brocales se inicia la excavación de las zanjas que alojarán a los muros.

Dicha excavación se hace con equipo o maquinaria Casagrande cuya herramienta de corte es guiata, con objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja; así mismo, el equipo alcanza sin problemas la profundidad de los muros indicada en el proyecto.

Para cumplir con lo anterior, la herramienta de excavación se desliza con suavidad sin clicoteos ni golpes, evitando que al hincar choque o caiga libremente contra el todo o contra las paredes de la zanja y evitando desprendimientos y caídos; al meterla y sacarla se

hace sin brusquedad para evitar efectos de émbolo en el lodo; posteriormente se corta firmemente el material, hincándola a presión sin sacudirla repentinamente, por ningún motivo se emplea para la excavación de las zanjas maquinaria que utilice cucharón de almeja libre o cualquier herramienta no guiada.

Ya salido el cucharón de la zanja se detiene un momento abriéndolo ligeramente para dejar escurrir el lodo de la excavación, después de hecho esto, se descarga el material excavado a los canchales.

Las excavaciones de las zanjas se hacen en forma alternada, es decir no se excavan tableros contiguos simultáneamente, de igual manera, no se excava la zanja para un tablero, hasta que el concreto del contiguo alcance su fraguado inicial.

La longitud de las zanjas excavadas y su profundidad se indican para cada caso en los planos estructurales y de perfil correspondientes al tramo en cuestión.

El cumplimiento de las indicaciones mencionadas conjugado con el uso de un fluido estabilizador de buena calidad, evitan caídos y deslaves que rozan la zanja y provoquen socavaciones de las paredes, así mismo, se evitan movimientos de las propias paredes y del fondo que se pueden difundir hacia el exterior causando desplazamientos de las zonas vecinas, efectuándose para ello un control de las propiedades del fluido estabilizador; efectuando las pruebas necesarias para confirmar que dichas propiedades cumplen con los límites especificados. Se llevan a cabo cuando menos dos pruebas del fluido por cada tablero, la primera al vaciar el fluido en la zanja y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo. Cuando se concluye la excavación y se verifica la profundidad de la zanja se procede a la limpieza del fondo de la excavación y a la verificación del lodo para su reutilización.

El nivel del fluido estabilizador dentro de la zanja debe coincidir con el nivel de aguas freáticas, evitando variaciones con respecto al mismo, ya que si se abate el nivel arriba indicado del fluido estabilizador, se pueden causar succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desintegración y el derrumbe de las paredes.

Si se percibe cualquier fuga del fluido estabilizador durante las operaciones de excavación se anotan todas sus características, dándolas a conocer a fin de generar la solución correspondiente.

Las zanjas totalmente excavadas y ademadas con el fluido estabilizador no se dejan por mucho tiempo, por lo que no pasan más de 24 horas entre el inicio de la excavación de un tablero y el inicio de su colado. Asimismo no se deja transcurrir más de 6 horas entre el momento en que se alcance la máxima profundidad de excavación y el inicio del colado.

Al concluir la excavación de un tablero se procede a la limpieza de su fondo, para ello inicialmente se repasa el fondo de la excavación con la herramienta de corte, procurando levantar con ella todo el azolve grueso que se haya depositado. Asimismo se aprovecha esta maniobra para nivelar el fondo tendiendo a dejarlo en un plano horizontal.

Para la recolección del azolve, se emplea un tubo eyector de dimensiones aprobadas o bien se puede utilizar el equipo de excavación.

El lodo extralido se repone con lodo nuevo, de manera que el lodo de la zanja se mantenga al nivel especificado.

Se verifica nuevamente con una sonda, que el fondo haya quedado libre de azolves y que tienda a ser un plano horizontal.

Terminada la limpieza del fondo de cada tablero se verifican las propiedades del lodo estabilizador, si estas propiedades están dentro de las tolerancias especificadas, el tablero está listo para su colado; en caso contrario, es necesario cambiar el lodo sucio por uno nuevo; este cambio se realiza de manera que no baje el nivel especificado del lodo en el tablero.

No debe dejarse la zanja totalmente excavada y ademada con lodo por más de 24 horas, a partir del inicio de la excavación de un tablero hasta el inicio de su colado, excepto cuando el proyecto indique otros periodos Fig. 10.

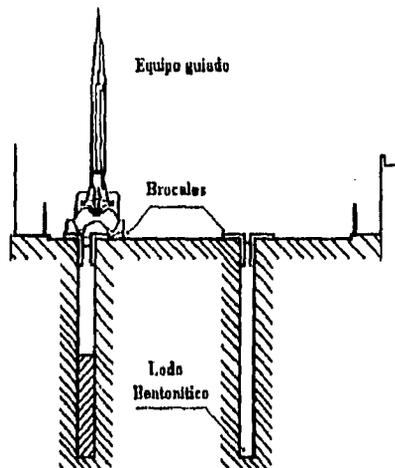


Fig. 10. Excavación para muro de concreto

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL LODO BENTONÍTICO O FLUIDO ESTABILIZADOR.

Las paredes de las zanjas que se excavan para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzado colados en el lugar, no son estables por sí solas; para evitar que sus paredes se derrumben se ha adoptado la técnica de estabilizarlas con un fluido, que de acuerdo con su función, se le denomina "**Fluido Estabilizador**", cuyas finalidades principales de un buen fluido son estabilizar las paredes de la zanja y facilitar la ejecución del colado con limpieza e integridad del muro.

La garantía de la obtención de estos dos objetivos, implica requisitos mínimos en la calidad del fluido estabilizador, resumiéndose en que debe ser una suspensión coloidal que no se sedimente, su densidad debe ser adecuada para crear suficiente presión sobre las paredes de la zanja y estabilizarla, evitando flujo plástico y derrumbes.

Para que el fluido estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere que se forme una película impermeable denominada "cake" en la frontera con el suelo, sino se forma, la estabilización es precaria o se pierde. El espesor de dicha película o costra, no

debe ser excesiva a fin de evitar las consiguientes bolsas de lodo, pérdida de adherencia del concreto con el acero, acumulación en las juntas y en el acero de refuerzo, para ello se mantiene limpia, libre de arena y trozos de arcilla que produzcan sedimentos.

Las características de la película se pueden ver afectadas por las variaciones que sufran las propiedades del fluido o bien, por la contaminación de este con arena u otras partículas sólidas no coloidales.

Para lograr todo lo anterior se lleva un control mediante pruebas de laboratorio, de las propiedades físico-químicas de la suspensión coloidal formada, estas propiedades quedan comprendidas entre los siguientes límites:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Viscosidad March. | Entre 28 y 45seg. |
| 2. Contenido de arena. | Inferior a 7%. |
| 3. Densidad. | Entre 1.03 y 1.07g/cm ³ . |
| 4. Espesor de la costra (Cake) | Inferior a 2mm. |
| 5. P.H. | Entre 7 y 8. |

Las propiedades son factibles de lograrse si durante el proceso de excavación se incorpora agua para que se vaya generando un lodo espontáneo, sin embargo, se verifican que estas características se presenten en todo momento.

Dado que la excavación en el manto superficial y bajo el nivel freático no contara con el apoyo del llamado lodo arcilloso espontáneo, se introduce fluido estabilizador de las zanjas adyacentes durante el tiempo necesario, para que la excavación alcance la formación arcillosa y se genere dicho lodo arcilloso. Cabe recalcar que el nivel del fluido se mantiene igual al correspondiente del agua freática. Fig. II.

El lodo estabilizador se prepara con una mezcla de chiflón y se bombea a los recipientes de almacenamiento, donde permanece en reposo durante un período de ocho horas; dichos recipientes tienen amplia capacidad para satisfacer las necesidades diarias de la obra. De los recipientes se traslada el lodo a las zanjas con una bomba centrífuga para lodos, o por medio de pipas.

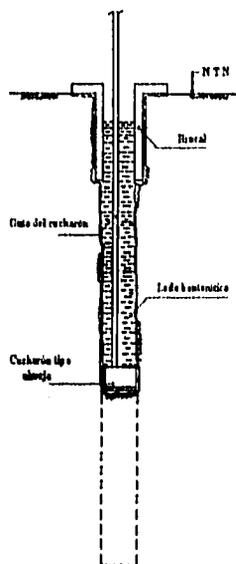


Fig. 11. Excavación de la zanja y colocación del lodo bentonítico.

Se pueden dar al lodo estabilizador varios usos mediante desarenado o regeneración y recirculación; la recirculación se efectúa pasando por la planta central de elaboración y almacenamiento, o bien, mediante una batería portátil de hidrociclones; en este último caso se puede recircular localmente de un tramo de zanja a otro. En caso de ser necesaria esta recirculación, es conveniente que se cuente con las instalaciones indispensables de toma y descarga, para mantener en funcionamiento continuo la batería de hidrociclones durante todo el proceso de recirculación.

El número de usos que da el lodo, está limitado al cumplimiento de los requisitos de calidad, por lo que cuando el lodo ha perdido sus propiedades, se desecha y se utiliza un lodo nuevo. No se utilizan lodos que no cumplan con todas las propiedades antes mencionadas, tampoco se permite el abatimiento del nivel del lodo bentonítico en las zanjas excavadas, bien sea durante el reciclaje o por fugas o pérdidas de lodo a través de fisuras o grietas o de los poros en materiales permeables, para lo cual se prevé la capacidad de almacenamiento suficiente de lodo para cubrir los consumos adicionales.

Cuando se percibe cualquier fuga de lodo durante las operaciones de excavación, se trata adecuadamente, no admitiéndose colar en un tramo donde se tengan fugas y no hayan sido tratadas. Cuando las fugas son extraordinarias, se usa aserrín o algún material similar en el lodo para rellenar las grietas. El material de relleno se añade en los recipientes de mezclado y no después, para evitar que se formen grumos.

2.5 ARMADO Y COLADO DEL MURO,

Al terminarse la excavación, verificado la profundidad de la zanja y las propiedades del fluido estabilizador, se procede a introducir las juntas metálicas y la parrilla armada con acero de refuerzo de $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ y diámetros especificados en los planos estructurales correspondientes.

Las juntas de cada tablero tienen en un extremo un tubo metálico hueco en forma semicircular y en el otro tiene forma rectangular para que al colar ambos tableros funcionen uno como macho y el otro como hembra, se agrega una banda de cloruro de polivinilo (PVC) integrada para impedir las filtraciones en las juntas de construcción. Una parte de esta banda queda ahogada en el momento del colado y la otra parte queda libre en el interior del tubo para ahogarse durante el colado del muro contiguo **Fig. 12.**

A la cara de la junta que queda en contacto con el concreto se le aplica una película de grasa o un desecofrante constituido por una resina epóxica primer de compound o poliéster de un milímetro de espesor para facilitar su extracción posterior.

En el interior del tubo-junta no se introduce el concreto, por lo que tiene sus extremos cerrados y en su parte inferior tiene una caja metálica que se hinca y asienta firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva o deforme durante el colado. Dicha junta se lastrea para evitar su flotación.

Una vez instaladas las juntas se procede de inmediato a introducir la parrilla del armado dentro de la zanja con el fluido estabilizador.

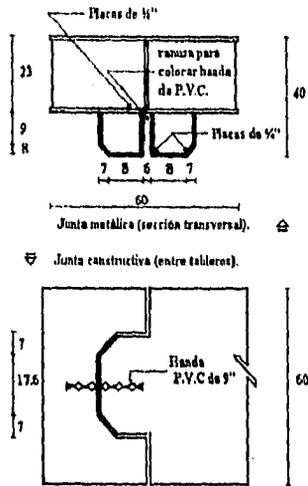


Fig. 12.

Las parrillas se contraventan con rigidizadores como se indica en los planos de armado correspondientes y se hace descender por su propio peso por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, alineamiento y profundidad. Fig. 13.

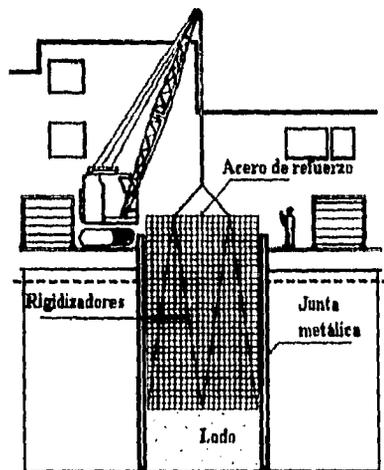


Fig. 13. Colocación de juntas de colado y parrilla.

En la parrilla se dejan las preparaciones necesarias para posteriormente realizar la liga estructural de estos elementos con las losas de fondo y de techo.

No se permite que la parrilla flote, garantizando que permanezca en su lugar; ésta se introduce en la zanja, y una vez colocada en su posición definitiva se fija contra el brocal para impedir su movimiento durante el colado. Es muy importante verificar cuidadosamente que la parrilla a pesar de la tendencia a la flotación haya quedado en su sitio, cuidando en no colar el muro con la parrilla flotando o fuera de su lugar.

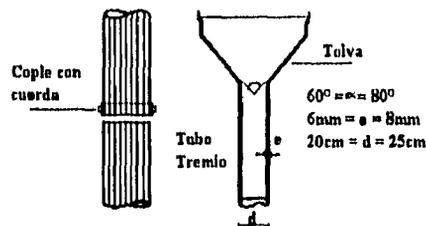
En caso de que durante la introducción de la parrilla y debido a la densidad del lodo se dificulte el desplazamiento vertical, se recurre a los mecanismos necesarios para garantizar la presión necesaria para su introducción cuidando evitar movimientos violentos que puedan afectar la estabilidad de la zanja.

El tiempo máximo que transcurre entre el momento de introducción de la parrilla en la zanja y el colado de la misma es de 4 horas, períodos mayores favorecen la formación del cake y reducen la adherencia concreto-acero, por esta razón el colado del muro se inicia inmediatamente después de introducida la parrilla de armado, ya que no es conveniente sacar y meter nuevamente la parrilla de la zanja, pues en cada operación, se pueden producir caídos indeseables que afectan la estabilidad de la zanja.

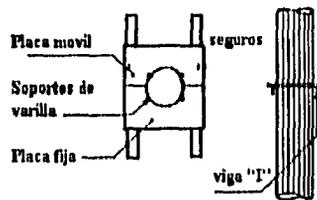
Las parrillas de armado se habilitan con elementos que garantizan el recubrimiento de los muros, utilizándose para tal fin roles de concreto de 5" de diámetro que se fijan al acero principal por medio de varillas de 3/4", o bien con elementos similares que cumplan su función; localizadas en ambas caras de la parrilla en tres niveles equidistantes en el sentido vertical, cada una de las varillas lleva cuatro roles ubicados también equidistantes en el sentido horizontal. Así mismo, es necesario dejar dentro de la parrilla espacios libres para el paso de las trompas de colado, estos espacios libres son de 60x60cm con varillas verticales.

Después de colocada, centrada y nivelada la parrilla se introducen las trompas de colado estancas trenie o lingadas, por tramos. Los coples de unión de cada tramo de las trompas son perfectamente herméticos para impedir que la succión de la columna de

concreto al bajar, chupe lodo o aire del exterior. Cada tramo es de no más de 2m de largo y tiene un diámetro no menor de 30cm. Al tramo que sobresale en la superficie se le conecta un embudo o una tolva de forma cónica y con un ángulo comprendido entre 60° y 80°. La boca de esta tolva queda a una altura conveniente para que se pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revoledoras. Todo el conjunto se sube o baja durante el colado por lo tanto se cuenta con el equipo necesario para efectuar esos movimientos. También es conveniente contar con dispositivo especial para apoyarla y sujetarla para realizar con rapidez las maniobras de acoplamiento y desacoplamiento. Fig. 14.



Tubería tremie o lingada para colados bajo agua o lodo



Dispositivo para sostener la tubería
Fig. 14.

Los tramos de tubos son lo suficientemente resistentes y pesados para soportar el manejo por lo que tienen un espesor de entre 6 y 8mm. El extremo inferior de la trompa, o boca de descarga, se queda apoyado en el fondo de la zanja antes de iniciar el colado. Una vez introducidas las trompas de colado se coloca entre las trompas y el tubo un tapón constituido por un balón de látex, el cual desciende obligado por el peso del concreto vaciado evitando de esta forma la segregación, contaminación del concreto y la descarga del

mismo con mucha energía, que pueda dar lugar, a la mezcla del concreto con el lodo. Para iniciar el flujo de concreto la boca de la trompa de descarga se levanta una distancia de 30cm a partir del fondo de la zanja para que permita la salida del balón y del primer volumen de concreto.

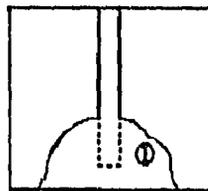
El concreto es lo suficientemente fluido para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero. Este concreto tiene un $f'c=150\text{kg/cm}^2$ de grado "A" con aditivo retardante del tipo 2 ó 4, revenimiento de 18cm con una tolerancia de ± 3 centímetros.

La boca de descarga de la trompa de colado no debe quedar nunca ahogada menos de 1.50m en el concreto que se este colando. Para ayudar al concreto a fluir al principio, se desplaza la trompa verticalmente hacia arriba y hacia abajo vigilando que permanezca siempre suficientemente ahogada en el concreto para que no exista contaminación del lodo con el concreto. A medida que el concreto fluye se agrega más concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo, en esta forma, el lodo de la zanja es desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades prácticamente sin necesidad de mover la tubería. El impulso que lleva la primera mezcla al salir por la boca de descarga produce un efecto de arranque en el fondo del tablero y lo deja limpio de lodo **Fig. 15**.

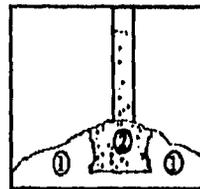
Con un buen procedimiento de colado, el lodo no se mezcla con el concreto, sino que este lo lleva siempre por delante hasta rebosar a un recipiente colector. También se succiona con una bomba de lodos.

El concreto no se vacía de golpe dentro de la tolva para lograr un flujo suave continuo, por lo que no se tiene recesos o suspensiones mayores de 15 minutos, para evitar el peligro de que durante los lapsos de espera, el concreto inicie su fraguado y se provoquen taponamientos, esto se evita programando adecuadamente el suministro de concreto llevando un riguroso control de colado midiendo en forma permanente la variación del nivel de la superficie del concreto anotándolo en un registro; con objeto de poder decidir el retiro

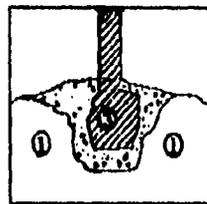
oportuno de los tramos de las trompas de colado y programar adecuadamente el suministro de concreto para así evitar los recesos.



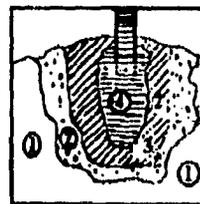
Colocación de la primera bachada.



Colocación de la bachada 2.



Colocación de la bachada 3.



Colocación de la bachada 4.

Fig. 15.

El número de trompas es el suficiente para el colado de 6m de longitud, debido a las pendientes que desarrolla el concreto dentro del fluido estabilizador, y una vez iniciado el colado no se desplazan lateralmente dentro del tablero.

Por lo tanto en resumen para un buen procedimiento de colado se requiere:

a) Tener un fluido estabilizador bajo control que cumpla con todas las características especificadas.

b) Tener un concreto fluido (revenimiento según las especificaciones del concreto).

c) Dejar la trompa ahogada siempre en el concreto; no menos de 1.50m durante el colado y asegurarse de que los coples de unión de los tramos de la trompa sean herméticos, es decir, que impidan la entrada del lodo hacia el interior.

d) Hacer un colado continuo que por ningún motivo sea interrumpido más de 15 minutos.

e) Evitar todo movimiento brusco de la trompa, vibrado y picado, ya que ello favorece la mezcla del fluido estabilizador con el concreto, dando por resultado oquedades y zonas contaminadas de muy baja resistencia en el muro.

f) Verificar durante el colado el volumen de concreto que entra en un tablero y el volumen del fluido que se desplaza y compararlo con los volúmenes calculados de acuerdo con la geometría del tablero. Si hay diferencias notables puede significar que está habiendo fugas o que hay mezcla del fluido con el concreto.

El concreto de los muros llega únicamente hasta el nivel de proyecto indicado para cada caso particular en los planos estructurales correspondientes. En caso de colar muro más arriba de lo señalado no debe ser de más de 30cm, debiendo considerarse que este exceso se encuentra contaminado y no contribuye al trabajo estructural del cajón, por lo que se tiene que demoler posteriormente.

Debido a que la excavación entre muros o excavación del núcleo se lleva a cabo aprovechando la rigidez de éstos y su capacidad de trabajo como tablestacas en el sentido vertical y como losas en el sentido longitudinal, dicha excavación no se puede iniciar hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de colados los muros para concreto elaborado con cemento Tipo I ó 14 días para concreto elaborado con cemento Tipo III, y hasta que se tengan colados los muros de un lado y de otro en una longitud que queda sujeta a las especificaciones correspondientes al abatimiento del nivel freático. Para el caso de los tramos la longitud de muros es como mínimo 50m a partir del hombro del talud de avance.

Durante el colado de los muros se lleva un control del volumen de concreto utilizado para cada tablero y una vez que el concreto alcance su fraguado inicial se debe retirar la junta, la cual se mueve mediante el empleo de un equipo guiado que garantice la extracción en forma vertical y así evitar daños a la junta. Fig. 16.

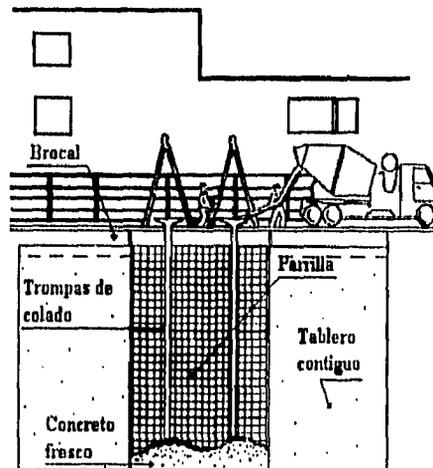


Fig. 16. Colado de muro bajo lodo bentonítico.

2.6

TROQUELAMIENTO.

Los pequeños movimientos y pérdida consecuente de tierra en general se deben evitar para no dañar las estructuras, las calles y los servicios públicos adyacentes a la obra, para ello se diseñan los troqueles como vigas continuas sujetas a cargas uniformes para la tierra y a cargas que varían linealmente con la profundidad del cajón, apoyando a los muros mientras se excava el núcleo, se cuele la losa de fondo y se colocan las tabletas del techo, evitando tener las mínimas interferencias.

Estos troqueles se colocan tan pronto como la excavación descubre los puntos de aplicación, no continuando con la excavación si no han sido colocados.

Éstos son del tipo y características que indica el proyecto, cuyos niveles de aplicación, elevaciones y número se colocan de acuerdo a las tolerancias indicadas en el proyecto y una vez colocado cada troquel, éste se asegura a la superficie mediante estrobo para así evitar accidentes.

Se colocan por pares con una precarga de 294KN (30 toneladas) o la que se indique para cada caso en particular, colocándose el primer troquel vertical a 2.5m del nivel de piso,

el segundo 2.0m debajo del primero y así sucesivamente.

La separación entre pares de troqueles en juntas de construcción es de 3.0m centro a centro, de tal manera que quedan simétricamente colocados con respecto a la junta de construcción de los muros en esta sección, excepto si se indica otra distancia.

Inmediatamente después de colocar un troquel, se sujeta para evitar que se desplace verticalmente.

Si en las elevaciones indicadas para la colocación de troqueles el concreto del muro tablestaca está contaminado, los troqueles se apoyan sobre una zona reconstruida en el muro, de tal manera de garantizar su continuidad estructural.

Los troqueles se retiran en la etapa constructiva que señale el proyecto no utilizando troqueles de diámetros menores a los indicados en el mismo Fig. 17.

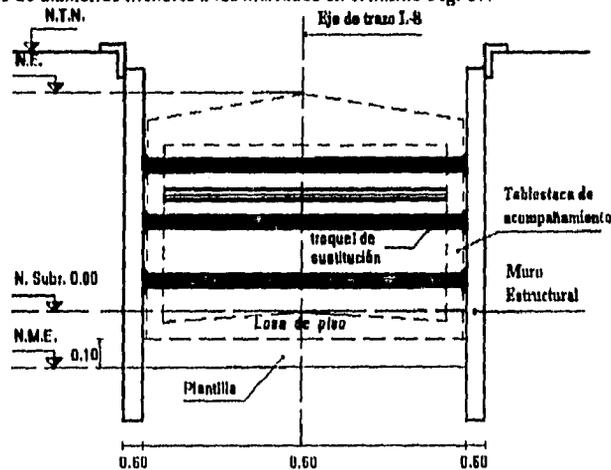


Fig. 17.

La inclinación de los taludes que limitan a cada una de las etapas de la excavación, no es mayor a la que indique el proyecto y se llevan a cabo todas las protecciones necesarias para mantenerlo estable.

En caso de que durante la excavación apareciera agua producto de filtraciones por presencia del nivel freático o por lluvias, ésta se controla por medio de cárcamos construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación comunicados entre sí por medio

de zanjas, desde las cuales se extrae el agua por medio de bombas autocebantes, realizándose con el número suficiente de bombas de tal manera que el fondo de la excavación permanezca seco.

A continuación se indica el procedimiento para la colocación de tres niveles de troqueles:

Durante la excavación, el tramo del frente de ataque tiene la siguiente geometría, a partir del nivel del terreno natural, permaneciendo invariable para cada etapa.

1. Berma con inclinación 1:1 horizontal a vertical con profundidad de 2m y longitud de 10m, talud con inclinación 1:1 horizontal a vertical hasta el nivel máximo de excavación.

2. La excavación se realiza en tramos de 3m de longitud a lo largo del eje del metro.

3. Se inicia la excavación del núcleo partiendo de la superficie de rodamiento hasta que ésta alcance 30cm bajo de la elevación correspondiente al primer nivel de troqueles, procediendo de inmediato a la colocación de éste en su posición correspondiente.

4. Una vez colocado el primer nivel de troqueles se reanuda la excavación, suspendiéndola temporalmente después de alcanzar 30cm abajo de la elevación correspondiente al segundo nivel de troqueles, procediendo a su colocación inmediata.

5. Del mismo modo se continúa con la excavación hasta alcanzar 30cm abajo del tercer nivel de troqueles, colocando éste de inmediato en su posición. En este momento se puede retirar el segundo nivel de troqueles.

6. Una vez colocado el tercer nivel de troqueles, se procede a concluir con la excavación hasta el nivel máximo de proyecto. Las elevaciones en que se colocan estos elementos se muestran en la Fig. 18.

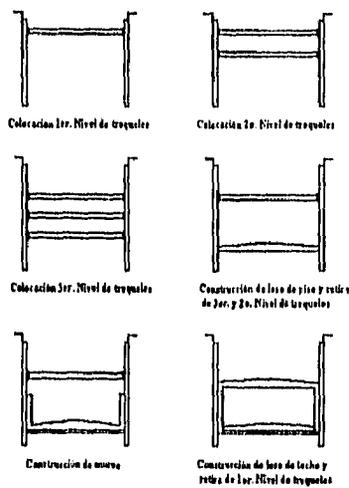


Fig. 10. Evolución de excavación para cajón.

El tiempo máximo a emplear en la excavación y colocación de troqueles no excede de 24 horas para cada etapa.

2.7 EXCAVACIÓN DEL NÚCLEO Y ESTRUCTURACIÓN.

La excavación del núcleo en el cajón es la operación necesaria para la remoción y extracción de materiales, ejecutada a cielo abierto con maquinaria, entre estructuras de contención y/o taludes diseñados según las características de los suelos, en cada tramo de las líneas subterráneas en cajón, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

El equipo de excavación cuenta con una pluma rígida de suficiente sección transversal, para garantizar la mayor rigidez posible, según las profundidades de excavación previstas. La rigidez del equipo es suficiente para evitar cualquier movimiento lateral del péndulo que pudiera acarrear desviaciones o defectos en la forma de la sección de excavación. El equipo está acondicionado para permitir una rectificación rápida de su posición vertical en caso necesario, y debe permitir un centrado constante y fijo de la herramienta de corte en posición de perforación; todas estas características se comprueban continuamente durante el

proceso de excavación.

La excavación se hace por etapas de 7.00m de longitud para colar tramos de losa de igual magnitud tal como se ejemplifica en la Fig. 19.

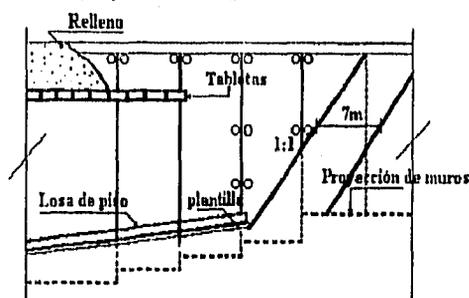


Fig. 19.

Durante la excavación de este subtramo se debe respetar en el frente de ataque, un talud con una inclinación 1:1. La excavación de cada etapa se inicia a partir del nivel del terreno natural y a medida que se van descubriendo los niveles de troqueles estos se colocan de inmediato de tal forma que se va alternando la excavación y la colocación de troqueles hasta alcanzar la máxima profundidad del proyecto. Fig. 20 considerando lo señalado en el subcapítulo anterior.

El siguiente paso cuando el fondo está totalmente nivelado, es el de colar inmediatamente una plantilla de concreto pobre, con un aditivo acelerante de fraguado, cuyo espesor es igual a 10cm después de haber alcanzado la máxima profundidad de excavación de proyecto.

Dos horas después de colada la plantilla, se procede a retirar la preparación dejada en la tablestaca o caja de espuma, para poder desdoblar el armado que se ligará con el acero de refuerzo de la losa de piso, que se armará de acuerdo a los planos estructurales, dejando las preparaciones necesarias para la liga estructural con las losas de piso adyacentes; por lo que se recomienda que antes de alcanzar el fondo de la excavación se tenga habilitado el acero de refuerzo de la losa de piso.

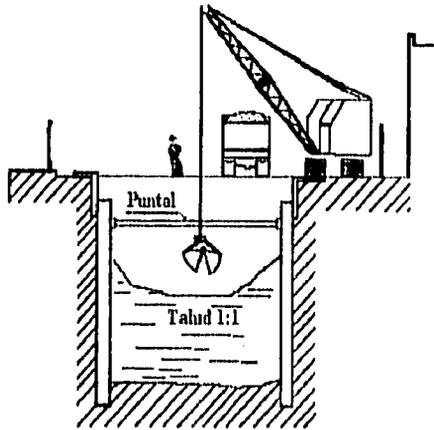


Fig. 20. Excavación del núcleo y apuntalamiento alternado hasta alcanzar el nivel de proyecto.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso, se retiran los últimos niveles de troqueles interiores.

Concluido lo anterior se retira la caja espuma y se desdobra el acero de refuerzo en la zona donde se anclará la losa de techo, dicha losa de techo está constituida por las tabletas preesforzadas y el firme de compresión. Fig. 21, colocadas en la forma indicada en el proyecto.

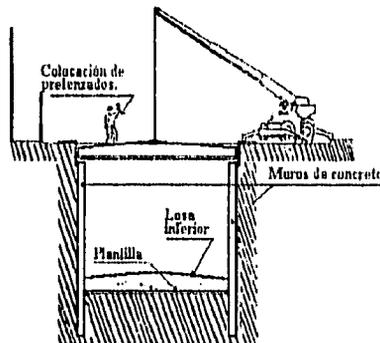


Fig. 21. Construcción del sistema de techo

Una vez que el firme de compresión alcanza la resistencia mínima especificada por el proyecto estructural, se procede a retirar los troqueles que se encuentran en el lecho inferior de la losa de techo, de tal forma que sólo se deja el primer nivel colocado. Terminado lo anterior se inicia la colocación del material de relleno sobre la losa superior; conforme el material de relleno alcance la elevación del primer nivel de troqueles, estos son retirados para continuar con la colocación del resto del material de relleno, hasta el nivel de subrasante a partir de este nivel se realiza la restitución del pavimento de acuerdo a lo indicado en el proyecto de obra exterior. Fig. 22.

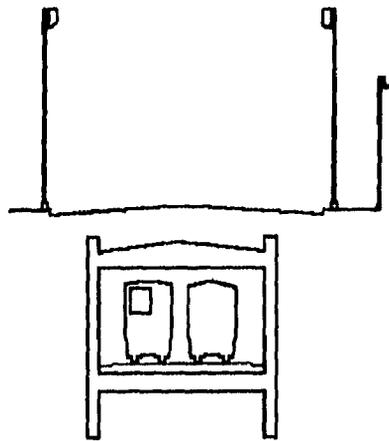


Fig. 22. Cajón terminado.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO TABLESTACA PREFABRICADO

3.1 TRAZO Y NIVELACIÓN.

Los trabajos de trazo y nivelación son como los correspondientes a los muros tablestaca colados en el lugar.

3.2 CONSTRUCCIÓN DE BROCALES.

El utilizado en este caso, no difiere al construido para muro colado en el lugar, por lo tanto dentro del procedimiento constructivo del muro prefabricado, el brocal desempeña también las funciones de: materialización del trazo y nivelación, soporte para las maniobras necesarias durante la colocación del muro, como guía para controlar la verticalidad, estabilizar el suelo sobre el primer metro dada la proximidad del tránsito del equipo grúa, volteos, retroexcavadoras, etc., soporte para la fijación y calzado de los tableros, es decir, debe soportar el panel mientras fragua el lodo y es capaz de mantener el muro en su lugar

Fig. 23.

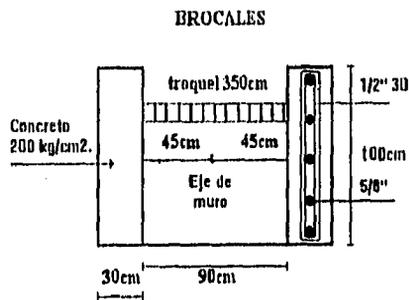


Fig. 23.

3.3 EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE MURO.

La excavación se realiza con un equipo kelly equipado con una almeja hidráulica de 2.20x0.82m sobre una draga tipo LS-118 equipo muy similar al Casagrande, excepto porque tiene la posibilidad de girar la almeja para poder excavar a diferentes grados de giro con respecto al brocal.

La excavación se realiza de la manera tradicional excepto que no esté limitada a la longitud de un muro, por el contrario, puede ser continua dado que la colocación también lo es. En cuanto a la geometría de la excavación, están considerados márgenes de maniobra para la colocación en todas sus caras de tal manera que se excava un ancho de 0.82m para colocar un muro de 0.50m adicionales.

La excavación se estabiliza con un lodo fraguante cuya dosificación es 1.0m³ de agua, 200kg de cemento y 40kg de bentonita. Este lodo es transportado a la zanja mediante tubería de acero enterrada en el terreno y el suministro se controla a través de tener intercomunicados al operador de la planta y al operario de la obra, sin embargo si esta comunicación falla la tubería tiene instalada una válvula de globo que permite suspender el suministro de lodo a la zanja **Fig. 24**, cuyo funcionamiento de la planta de lodos se describe más adelante.

Cabe aclarar que en este procedimiento, el lodo fraguante no se recicla, al colocar un muro el lodo que sobra es movido a una excavación contigua hecha a una profundidad suficiente sólo para almacenar el lodo desalojado por el muro y otra parte se desperdicia por el propio manejo.

Tal como se mencionó, la excavación no está restringida a la longitud de un muro, por lo tanto no tiene que hacerse con tanta precisión, como en un muro convencional, en cuanto al posicionamiento del equipo para excavar las etapas; esto permite maniobrar al equipo con mayor holgura y permite mayores rendimientos si es adecuadamente operado.

Una vez concluida la excavación se retira el equipo kelly y se realizan las maniobras de izaje del muro para proceder a su colocación:

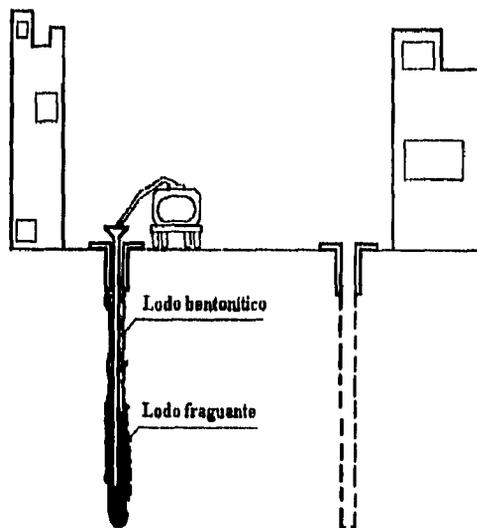


Fig. 24. Excavación de zanjas e introducción de lodos bentonítico y fraguante.

- Se ubica topográficamente el eje del muro dentro del brocal y se referencia a cada lado mediante clavos instalados en el brocal.
- Longitudinalmente al brocal se hace un despiece de los muros considerando la holgura de 2.5cm especificada entre muro y muro.
- Se obtiene el nivel del brocal en la zona donde se colocará el muro para poder nivelar la posición final del muro en la zanja.
- A partir de las referencias colocadas en el brocal respecto al eje del muro se calcula un valor "X" que será la distancia entre la referencia y los paños del muro.
- La nivelación, centrado del muro, se logra con unas guías metálicas en forma de "L" que se ajustan con cuñas de madera para ubicar al muro en su lugar exacto Fig. 25.

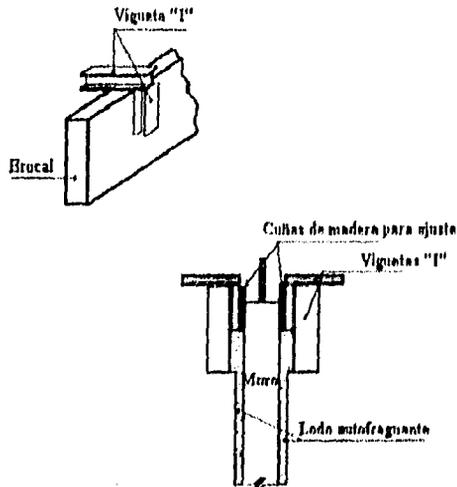


Fig. 15. Nivelación y centrado del muro prefabricado.

- Se procede a izar el muro y colocarlo verticalmente mediante un doble estrobo y utilizando cinco puntos de apoyo tal como se muestra en la Fig. 26.

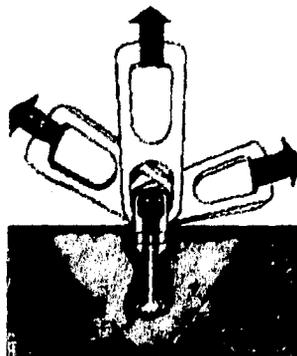


Fig. 26 . Anclas de izaje tipo arsaón.

- Mientras se ejecuta la bajada del tablero, se coloca sobre la cara que da hacia el núcleo, un desmoldante que evita que el lodo fraguante se adhiera al concreto y permita una limpieza más fácil del muro
- Durante el guiado del tablero, este se asegura en varias direcciones, para que el

tablero baje verticalmente, de forma de posicionarse con respecto a los puntos topográficos ubicados en el brocal y al tablero vecino y para posicionar el tablero con respecto a los puntos de nivelación; controlándose mediante la instalación de plomos laterales al muro durante su colocación y midiendo constantemente las referencias colocadas en el brocal Fig. 27.

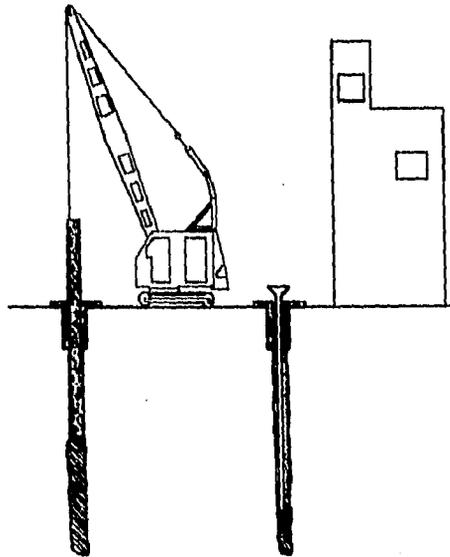


Fig. 27. Colocación de piezas de concreto prefabricadas.

- Cuando el muro se ha bajado totalmente en la zanja se nivela ajustando su posición mediante las varillas roscadas que tiene en sus columnas y tuercas hexagonales, sobre una estructura transversal al brocal. Fig. 28.
- Después de nivelado y calzado con las tuercas se chequea la verticalidad y se retira el estrobo.
- Después de dos a cinco días de secado se puede retirar el sistema de sujeción y de calzado, dado que el lodo ha fraguado y tiene capacidad para soportar el muro.

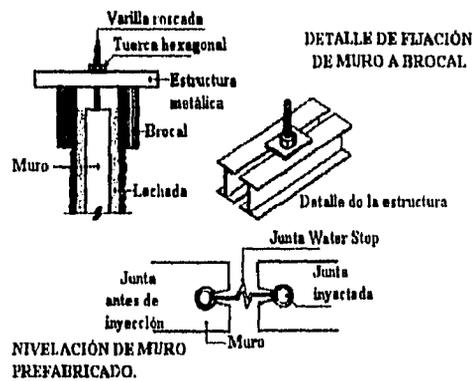


Fig. 28.

- Con el fin de asegurar la impermeabilización y una adecuada adherencia entre el concreto y la junta "Water Stop", ésta se inyecta con lechada de cemento Portland tipo I en las zonas tubulares relleno de estas reservaciones y obligándola a adherirse al muro. Fig. 29 contando la lechada con la siguiente composición:

Cemento-Agua = 0.15

Presión = 2 a 3 bars.

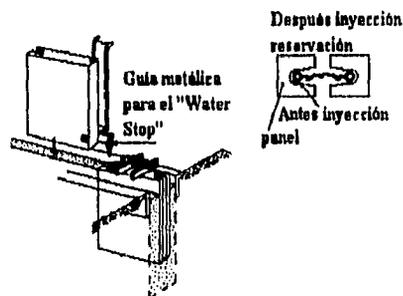
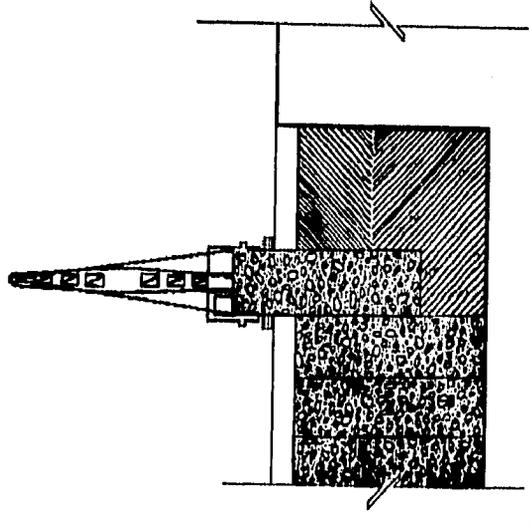


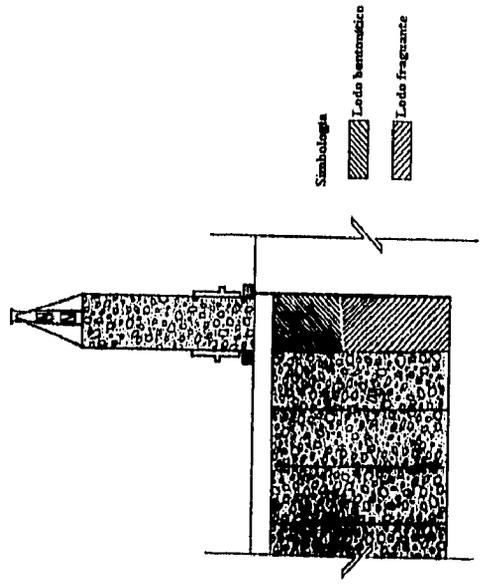
Fig. 29.

Una vez terminada la inyección, la junta sella.

Este sistema de colocación permite una precisión en el nivel de soporte de $\pm 2\text{cm}$ en plano, $\pm 2\text{cm}$ en nivel de desplante, la precisión de verticalidad será de 0.5% y la tolerancia en distancia entre dos paneles consecutivos será de 2.5cm. Figs. 30 y 31.

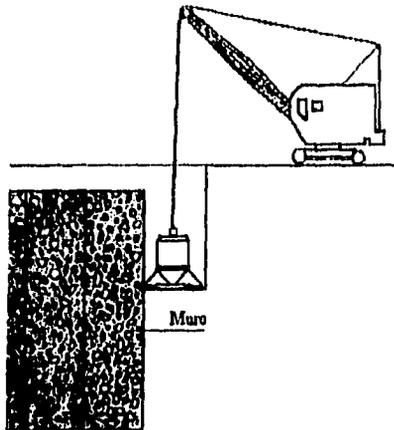


Colocación de piezas de muros de concreto prefabricadas (1er. tablero)

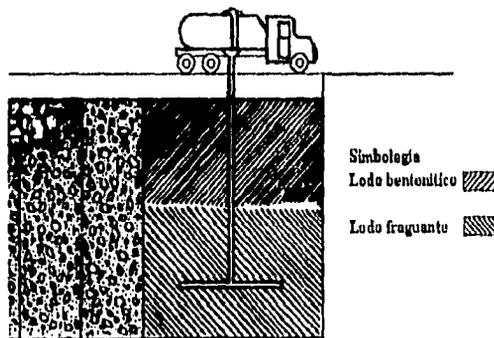


Colocación de piezas de muros de concreto precalados (2o. y 3er. tablero).

Fig. 31. Colocación de los muros de concreto precalados.



Inicio de la excavación para la colocación de piezas de muros e introducción simultánea de lodo bentonítico.



- a) Terminación de la excavación de la zanja para la colocación de tres piezas precaladas.
- b) Una vez alcanzado el nivel máximo de excavación de la zanja y habiendo introducido el lodo bentonítico, se depositará el lodo fraguante.

Fig. 31. Colocación de los muros de concreto precalados.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL LODO BENTONÍTICO O FLUIDO ESTABILIZADOR.

El lodo autofraguante utilizado en este caso se fabrica en una planta, en donde el proceso inicia con la preparación de la bentonita en mezcla con agua; esta preparación se hace por separado depositando en el mezclador o digestor de alta turbulencia de capacidad de 1200lt, un saco de 50kg de bentonita por cada m³ de agua . Una vez que se ha mezclado se manda a los tanques de almacenamiento de lodo bentonítico, estos tienen una capacidad de 8000lt aproximadamente, contando con 5 tanques. Ya elaborado el lodo bentonítico, se deja reposar por un período de tiempo de 10 horas para garantizar su hidratación.

Una vez transcurrido el período de hidratación del lodo bentonítico, se le añade cemento Portland Tipo I, lo que formará la lechada de lodo autofraguante, los depósitos de cemento y bentonita están conectados directamente al digestor, el cual está provisto de dispositivos para regular las cantidades a utilizarse; además, cuenta con su báscula y con agitadores para mezclar y homogeneizar. La dosificación empleada es bentonita 40kg/cm³ y lignosulfato de 2 a 3 kg/m³, este aditivo actúa como retardante.

Cabe mencionar que las cantidades de cada componente se determinan en obra con pruebas previas y se adaptan según el suelo encontrado.

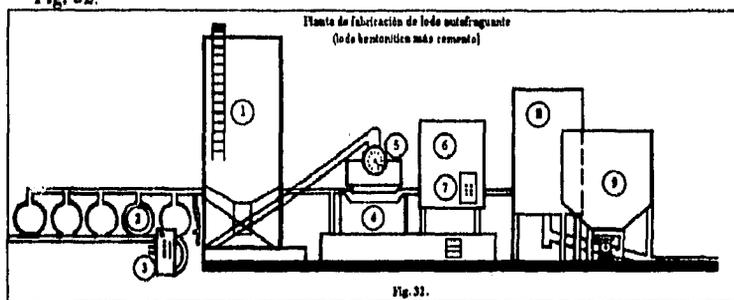
Una vez preparado el compuesto lodo bentonítico más cemento, éste es enviado al depósito de lodo autofraguante o fraguante donde posteriormente es extraído para su utilización, trasladándose en obra con bombas tipo mission 3x4 r; la lechada no será desarenada ni reciclada, se queda en forma definitiva en la zanja.

La planta en la cual se fabrica el lodo autofraguante está compuesta por:

1. Silo de almacenamiento de cemento de 50ton aproximadamente.
2. Tanques de almacenamiento para el lodo bentonítico (bentonita más agua) con capacidad de 8000 a 10000lt.
3. Tablero de control.
4. Digestor o mezclador con capacidad de 1200lt aproximadamente.

5. Báscula para medición de dosificación.
6. Recipiente para medición de bentonita.
7. Tablero de control de planta.
8. Tanque de depósito de agua.
9. Depósito de lodo bentonítico más cemento, lodo autofraguante o fraguante.
10. Zona de almacenamiento de sacos de bentonita y lignosulfato.

Fig. 32.



El papel que desempeña la lechada de lodo autofraguante es:

- Asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación en el transcurso de la misma.
- Mantener los tableros en forma definitiva y evitar desplazamiento de los mismos.
- Asegurar la impermeabilización del tablero.
- Asegurar la sustentación de la obra en todas las fases constructivas.

Para el control y frecuencia del lodo se considera:

-De la bentonita: se toma una muestra en cada entrega; el rendimiento se define como la cantidad de bentonita necesaria a agregar a 1m^3 de agua para obtener una viscosidad de $40''$ Marsh (cono de volumen 956cm^3 y hoyo de 4.75mm).

-De la lechada: se debe revisar una viscosidad después de fabricación, mínimo una vez por turno y/o cuando se requiere entre 33 y 40seg y una densidad mínima una vez por turno entre 1.05 y 1.13g/cm^3 .

Se toman muestras para medición de resistencia a los 30, 90 y 180 días, en planta tres muestras por día y en trinchera tres muestras cada día.

3.5 PREFABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MURO.

Para la fabricación de muros es necesario contar con el espacio suficiente para la ejecución adecuada de los trabajos respectivos.

En la zona de prefabricación se cuenta con la distribución siguiente:

1. Bodega oficina.
2. Dormitorio.
3. Almacenamiento de muros.
4. Planta de lodos.
5. Zona de arriada.
6. Losa de prefabricado.

El muro es fabricado en obra, para lo cual es necesario construir una plataforma de concreto o mesa de colado, con las siguientes características:

a) Desplazada sobre la carpeta se colocan 4 mesas con dimensiones de 13.5x3.50x0.40m, de colado de concreto de $f_c=400\text{kg/cm}^2$, armadas con malla electrosoldada de 6x6 4/4 y un acabado liso pulido.

b) Perimetralmente a cada mesa y previo al colado de las mismas se colocan viguetas de acero de IPR de 6" a una distancia de 2.12m, cuya función es la de nivelar y ajustar las cimbras laterales para la dimensión deseada en el colado del muro, el ajuste de las cimbras es a base de tornillos fijados a las viguetas.

En la mesa de colado se pueden colar muros de 12x3m y cualquier medida inferior a ésta. Las cimbras laterales son metálicas y las de pie y cabeza de madera.

Las caras inferiores de la cimbra metálica cuentan con un molde negativo que permite la realización de la preparación para la junta "Water Stop".

c) El armado del muro se realiza con acero de $f_y=4200\text{kg/cm}^2$, realizado en la zona prevista para ello y almacenándolo, colocándole una señal que indique el número que le corresponde.

d) Una vez concluido el armado, éste es depositado en la plancha de concreto donde se

colocan insertos para su izaje posterior, seguido se realiza el colado con concreto de $f'c=150\text{kg/cm}^2$ dándole un acabado rugoso en la cara no cimbrada.

e) Por la noche se ejecuta el curado a vapor durante 8 horas con una temperatura máxima de 70°C .

f) Al día siguiente se retiran las cimbras laterales y se impermeabiliza la cara rugosa, acto seguido el muro es retirado de la mesa de colado y depositado en la zona de almacenaje. Se aclara que para que el muro sea sujeto de maniobras en estas condiciones debe contar con un $f'c=100\text{kg/cm}^2$ y la maniobra de almacenaje debe hacerse horizontalmente Fig. 33.

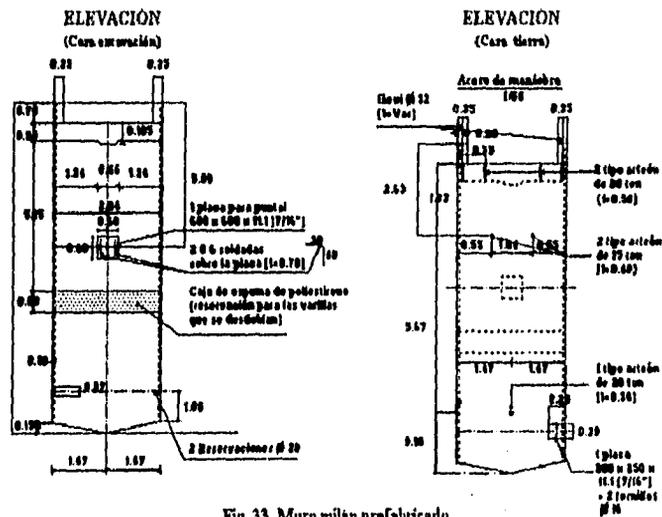


Fig. 33. Muro mullán prefabricado.

El ciclo de colado en un día es:

1. Descimbrado y almacenamiento.
2. Limpieza y colocación de desecofrante en la losa.
3. Colocación de la armadura.
4. Nivelación y ajuste de cimbras.
5. Colocación de concreto.
6. Curado de noche.

Se colocan 4 muros por día.

3.6 TROQUELAMIENTO.

Referente al troquelamiento, éste se realiza de la misma manera que para los frentes donde se tiene muros colados en el lugar.

3.7 EXCAVACIÓN DEL NÚCLEO Y ESTRUCTURACIÓN.

Se puede decir que la excavación del núcleo no difiere en nada del procedimiento utilizado en los otros frentes con muros colados en el sitio, las únicas diferencias se pueden ubicar en la estructuración en general, y en particular, en la losa superior que no es a base de tabletas preesforzadas sino mediante una losa maciza colada sobre tabletas de 15cm de espesor soportadas por uno de los troqueles que sirven de puntales durante la excavación.

Para la estructuración y excavación del cajón se realiza:

Io. Abatimiento del Nivel Freático (NAF): Antes de iniciar la excavación se instalan pozos de bombeo a cada 9m desplantados 2m abajo del nivel máximo de excavación que permiten abatir el nivel de agua freática.

Los pozos se perforan con broca de aleta o escalonada para dar un diámetro de 30cm y se procede a lavar con agua la perforación una vez alcanzado el nivel de desplante.

Se coloca un tubo de PVC de 10cm de diámetro forrado con tela de mosquitero y ranurado en toda su longitud 1m en la parte superior y 0.50cm en la parte inferior.

Se rellena el espacio anular con material graduado arena gruesa y grava fina entre 0.25 y 1.0cm de tamaño.

El funcionamiento de los pozos cumple con lo siguiente:

- a) Un gasto de 4lt/min por pozo.
- b) Diámetro y presión de operación que garantice la extracción del volumen indicado.
- c) El nivel de succión y el dinámico de las bombas se ubica a 0.50m arriba del nivel de desplante de cada pozo.
- d) No se puede iniciar el bombeo hasta no tener construidos los muros en una distancia mínima de 30m medida a partir del talud y no se podrá iniciar ninguna etapa de excavación

si no se cumple con el tiempo de bombeo previo especificado.

2o. Excavación: Previo al inicio de la excavación se tienen funcionando el bombeo 3 días en cada pozo contenido en la etapa de excavar, así como en aquellos que se encuentran ubicados a una distancia de 25m contados a partir del pie del talud de avance de dicha etapa.

Durante la excavación se lleva un talud en el frente cuya inclinación es de 1:1 horizontal y se lleva a cabo por etapas de 9m de longitud llevando la siguiente secuencia :

a) Se inicia la excavación a partir de la superficie de rodamiento hasta descubrir el punto de aplicación del troquel definitivo de concreto, procediendo a su colocación y rellenando el espacio entre troquel y muro, garantizando un contacto adecuado entre estos elementos.

b) Continuar la excavación hasta descubrir el punto de apoyo del segundo nivel de troqueles a -5.45m del nivel de extradós.

c) Colocado el segundo nivel de troqueles se continúa con la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto. Inmediatamente después se coloca una plantilla de concreto de $f'c=100\text{kg/cm}^2$ de 10cm de espesor.

La excavación se puede realizar sin límite de tiempo hasta 2.50m después de lo cual no se puede suspender la excavación y debe darse piso a más tardar en 36 horas, después de lo cual, se procede a colar la plantilla en un tiempo máximo de 3 horas,

3o. Dos horas después de colada la plantilla se inician los trabajos de armado de la losa inferior o de fondo, desdoblado las preparaciones que se dejaron en el muro.

El tiempo para armar la losa de fondo es de 17 horas contadas a partir del momento de haber concluido el colado de la plantilla.

Después de veinticuatro horas de colada la losa de fondo se puede retirar el segundo nivel de troqueles.

4o. La siguiente etapa es el colado de la losa superior:

a) Se colocan las tabletas prefabricadas de troquel a troquel que servirán como cimbra y en conjunto con los troqueles y la losa colada en sitio se formará el sistema de techo.

b) Se coloca el acero de refuerzo ligado a las tabletas mediante unos conectores de varilla de 1/2" de diámetro 3 piezas por tableta y a los muros, mediante las preparaciones que quedaron alojadas en éste durante su prefabricación.

c) Se procede a colar la losa maciza cerrando con esto la estructura del cajón retirando los troqueles una vez que la losa tenga el 65% del f'c del proyecto y cuando llegue al 100% de éste se puede efectuar el relleno correspondiente.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO -ECONÓMICO.

PRESUPUESTO DE MURO TABLESTACA COLADO IN SITU

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U,	Importe
TEMCEX01	Excavación en zanja para muro colado in situ de 0.60m de ancho, con equipo guiado Casagrande, estabilización con lodo bentonítico, carga, acarreo de material producto de la excavación, agua, bentonita y limpieza final del área de trabajo. Incluye: mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	m ³	36.000	366.77	13,203.72
TEMCAC01	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 3 al No. 8, fy=4200kg/cm ² , alambre recocido del No.18. Incluye: mano de obra, materiales y herramienta.	ton	5.600	5,514.13	30,879.13
TEMCBR01	Construcción de brocal tipo, para guía de maquinaria excavadora para muro colado en el lugar, con concreto fc=150kg/cm ² vibrado, acero recocido de fy=4200kg/cm ² del No. 3, alambre recocido calibre 18, hechura de cimbra de madera. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	m	12.000	622.77	7,473.24
TEMCLB01	Lodo bentonítico en excavación de muro colado en el lugar, perdido por fugas. Incluye: materiales, equipo y herramientas.	m ³	36.000	213.58	7,688.88

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U,	Importe
TEMCTR01	Transporte de equipo, instalación general del contratista y central de lodos. Incluye: suministro y colocación de barda perimetral para protección de la obra a base de lámina acanalada de 2.44x1.06m, postes, en un área de 450m ² , soldadura E-70, instalación de planta de lodos, grúa para instalación y carga de equipo y materiales especiales, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramientas.	lote	0.008	128,752.44	1,014.02
TEMCCO01	Suministro y colado de concreto premezclado f'c=150kg/cm ² , para tablestacas coladas en el lugar, vibrado y curado a vapor. Incluye: colocación de portajuntas, colocación de parrilla, retiro de tubo tremie y bomba, colado de concreto, limpieza de tubos tremie, de juntas de colado, de bomba y accesorios, del área de trabajo, acarreo de bomba, energía eléctrica para trabajos nocturnos en 1.5% de la mano de obra, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas.	m ³	36.000	750.66	27,023.76
Suma:					87,282.75
I.V.A.					13,092.41
Total: S					100,375.16

ANÁLISIS 1: TEMCEX01

Excavación en zanja para muro colado in situ de 0.60m de ancho, con equipo guiado Casagrande, estabilización con lodo bentonítico, carga, acarreo de material producto de la excavación, agua, bentonita. Incluye: mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

Unidad: m³

Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Bentonita.	ton	1,374.07	0.060	82.44
Agua.	m ³	8.47	1.200	10.16
Total de materiales:				92.60
Mano de obra				
Maniobrista de 1a.	jor	113.73	0.011	1.29
Ayudante de 1a.	jor	55.44	0.045	2.51
Cabo general.	jor	125.45	0.005	0.57
Cuadrilla 2 (2 peones+0.2 de cabo)	jor	135.99	0.113	15.42
Herramienta menor.	%MO	19.79	0.030	0.59
Total de mano de obra:				20.38
Equipo y herramienta				
Draga grúa Link Belt LS-108B activa.	hr	429.19	0.094	40.28
Equipo Casagrande KRC2/28 activo.	hr	629.41	0.094	59.07
Draga grúa Link Belt LS-108B inactiva.	hr	380.65	0.006	2.38
Equipo Casagrande KRC2/28 inactivo.	hr	610.80	0.006	3.82
Draga grúa Link Belt LS-108B activa.	hr	429.19	0.014	5.81
Equipo Casagrande KRC2/28 activo.	hr	629.41	0.014	8.52
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ activo.	hr	140.96	0.086	12.08
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ inactivo.	hr	70.58	0.113	8.00
Camión pipa Famsa S1834 activo.	hr	136.79	0.043	5.86
Camión pipa Famsa S1834 inactivo.	hr	84.70	0.113	9.60
Bomba Jaguar para lodos.	hr	21.95	0.250	5.49
Planta de lodos activa.	hr	33.42	0.086	2.86
Planta de lodos inactiva.	hr	14.72	0.028	0.41

Planta de lodos en espera.	hr	33.42	0.016	0.53

		Total de equipo y herramienta:		165.83
			Costo Directo \$:	278.81
			Indirectos (31.55%) \$:	87.96
			Precio unitario \$:	366.77

(*trescientos sesenta y seis pesos 77/100 m.n.*)

ANÁLISIS 3: TEMCBRO1

Construcción de brocal tipo, para guía de maquinaria excavadora para muro colado en el lugar, con concreto $f_c=150\text{kg/cm}^2$ vibrado, acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ del No. 3, alambre recocido de calibre 18, hechura de cimbra de madera. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Unidad: m	
				Importe	
Polín de 3 1/2"x3 1/2"x8 1/4".	pt	2.71	4.124	11.18	
Barrote de 1 1/2" x 4" x 8".	pt	3.21	3.169	10.17	
Duela de 3/4" x 4" x 8".	pt	3.85	3.917	15.08	
Clavo de 2 1/2", 3 1/2", 3" y 4".	kg	5.55	0.310	1.72	
Diesel.	l	2.35	1.000	2.35	
Alambre recocido calibre 18.	kg	5.30	0.052	0.27	
Acero de refuerzo varios diámetros.	ton	2,862.87	0.023	65.85	
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado	m ³	490.74	0.323	158.71	
Total de materiales:					265.33
Mano de obra					
Cuadrilla 9 (1 fierro de la.+1 ayudante de la.+0.2 de cabo)	jor	244.44	0.267	65.18	
Cuadrilla 6 (1 albañil de la.+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	0.333	128.44	
Cuadrilla 7 (1 carpintero de la.+1ayudante de carpintero +0.2 de cabo)	jor	237.32	0.025	5.93	
Herramienta menor.	%MO	199.55	0.030	5.99	
Total de mano de obra:					205.54
Equipo y herramienta					
Vibrador de concreto marca Elba Ex-8 (K-181).	hr	15.25	0.167	2.54	
Total de equipo y herramienta:					2.54
				Costo Directo \$:	473.41
				Indirectos (31.55%) \$:	149.36
				Precio unitario \$:	622.77

(*seiscientos veintidós pesos 77/100 m.n.*)

ANÁLISIS 4: TEMCLB01

Lodo bentonítico en excavación de muro colado en el lugar, perdido por fugas. Incluye: materiales, equipo y herramienta.

				Unidad: m ³
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Bentonita.	ton	1,374.07	0.113	154.93
Diesel.	l	2.35	0.029	0.07
Gasolina nova.	l	3.12	1.140	3.56

	Total de materiales:			158.56
Equipo y herramienta				
Planta de lodos activa.	hr	33.42	0.086	2.86
Planta de lodos inactiva.	hr	14.72	0.028	0.41
Planta de lodos en espera.	hr	33.42	0.016	0.53

	Total de equipo y herramienta:			3.80
		Costo Directo \$:		162.36
		Indirectos (31,55%) \$:		51.22
		Precio unitario \$:		213.58

(*doscientos trece pesos 58/100 m.n.*)

ANÁLISIS 5: TEMCTROI

Transporte de equipo, instalación general del contratista y central de lodos. Incluye: suministro y colocación de barda perimetral para protección de la obra a base de lámina acanalada de 2.44x1.06m, postes, en un área de 450m², soldadura E-70, instalación de planta de lodos, grúa para instalación y carga de equipo y materiales especiales, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramientas.

				Unidad: lote
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Lámina acanalada tipo IMSA R-101 107cm*1m.	m ²	202.43	450.000	91,093.50
Poste de arranque 73mm estandard de 2.00m de altura.	pza	186.95	4.000	747.80
Poste esmaltado de 63mm de espesor por 3.00m de altura.	pza	16.58	60.000	994.80
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	5.75	5.000	28.75
Poste de arranque 73mm estandard de 2.00m de altura.	pza	186.95	1.000	186.95
Fletes.	flete	480.00	1.000	480.00
Total de materiales:				93,531.80
Mano de obra				
Cuadrilla 17 (1 maniobrista de 1a+2 ayudantes de 1a.+0.3 de cabo)	jor	262.25	0.050	13.11
Cuadrilla 11 (1 soldador de 1a.+1 ayudante de 1a.+1 peón+0.3 de cabo)	jor	305.32	3.000	915.96
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a.+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	4.000	1,541.32
Cuadrilla 18 (1 oficial especializado+1 ayudante)	jor	230.56	0.500	115.28
Herramienta menor.	%MO	2,585.67	0.030	77.57
Total de mano de obra:				2,663.24

Equipo y herramienta

Grúa sobre orugas Link				
Belt LS-78.	hr	304.14	0.100	30.41
Camioneta pick-up.	hr	95.50	0.500	47.75
Planta para soldar eléctrica.	hr	15.97	5.000	79.85
Total de equipo y herramienta:				<u>158.01</u>

Costo Directo \$:	96,353.05
Indirectos (31.55%) \$:	30,399.39
Precio unitario \$:	126,752.44

(*ciento veintiseis mil setecientos cincuenta y dos pesos 44/100 n.n.*)

ANÁLISIS 6: TEMCCO01

Suministro y colado de concreto premezclado $f_c=150\text{kg/cm}^2$, para tablestacas coladas en el lugar, vibrado y curado a vapor. Incluye: colocación de portajuntas, colocación de parrilla y retiro de tubo tremie y bomba, colado de concreto, limpieza de tubos tremie, de juntas de colado, de bomba y accesorios, del área de trabajo, acarreo de bomba, energía eléctrica para trabajos nocturnos en 1.5% de la mano de obra, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas.

Unidad: m ³				
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado	m ³	490.74	1.100	539.81
Madera para cimbra	pt	4.14	0.034	0.14
Grasa multilitio.	kg	14.72	0.118	1.73
Grilletes de 7/8" para estrobo.	pza	177.93	0.001	0.22
Tubo tremie de 10"x26m.	m	4,447.95	0.0001	0.44
Cable de acero de 3/4" tipo cobra.	m	41.95	0.001	0.03
Marco de ángulo 1 3/4"x3/16".	kg	7.82	0.004	0.03
Placa de acero.	kg	4.07	0.073	0.30
Cámara de balón de látex.	pza	13.56	0.044	0.60
Total de materiales:				543.30
Mano de obra				
Cuadrilla 23 (2 Ayudantes+0.2 de cabo)	jor	201.93	0.002	0.42
Cuadrilla 24 (2 Ayudantes+1 maniobrista+0.2 de cabo)	jor	315.66	0.002	0.61
Cuadrilla 25 (1 albañil+5 ayudantes+1 maniobrista)	jor	656.63	0.007	4.66
Cuadrilla 25 (1 albañil+5 ayudantes+1 maniobrista)	jor	656.63	0.007	4.84
Cuadrilla 23 (2 Ayudantes+0.2 de cabo)	jor	201.93	0.005	0.97
Cuadrilla 26 (1 Ayudante+0.1 de cabo)	jor	67.99	0.007	0.50
Herramienta menor.	%MO	12.00	0.045	0.54
Total de mano de obra:				12.54
Equipo y herramienta				
Motogrúa mca. GROVE mod. RT-522 20 toneladas activa.	hr	104.12	0.099	10.28

Motogrúa mca. GROVE
 mod. RT-522 20
 toneladas inactiva.
 Motogrúa mca. GROVE
 mod. RT-522 20
 toneladas en espera.

hr	79.62	0.011	0.86
hr	104.12	0.035	3.65
Total de equipo y herramienta:			<u>14.79</u>
Costo Directo \$:			570.63
Indirectos (31.55%) \$:			180.03
Precio unitario \$:			750.66

(*setecientos cincuenta pesos 66/100 m.n.*)

COSTOS HORARIOS

DATOS GENERALES:

Máquina: Bomba para lodos.		Modelo: Jaguar.	
V. adquisición	23,239.91	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	0.00 HP
Valor inicial (Va)	23,239.91	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	20.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(23,239.91 - 3,485.99)}{10000} = 1.98$	1.98	1.98
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(23,239.91 + 3,485.99) \times 0.20}{2 \times 2000} = 1.34$	1.34	1.34
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(23,239.91 + 3,485.99) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.20$	0.20	0.20
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 1.98 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 1.98 =$	0.99	0.99
Suma de cargos fijos por hora \$		4.51	4.51

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	C = 0.00 l		
Cambios de aceite	T = 0.00 Horas		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 111.61 Operador de maquinaria menor.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 111.61

Operación: Co = ----- = 17.44

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 17.44 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 21.95 4.51

DATOS GENERALES:

Máquina: Camión Pipa.		Modelo: FAMSA S1834.	
V. adquisición	403,667.75	HP	140.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	3,889.40	Potencia de operación	112.00 HP
Valor inicial (Va)	399,778.35	Vida económica (Vc)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	10.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Vc} = \frac{(399,778.35 - 39,977.84)}{10000} = 35.98$		35.98
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(399,778.35 + 39,977.84) \times 0.15}{2 \times 2000} = 16.49$		16.49
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(399,778.35 + 39,977.84) \times 0.03}{2 \times 2000} = 3.30$		3.30
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 35.98 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 35.98 =$	26.99	26.99
	Suma de cargos fijos por hora \$	82.76	82.76

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 112.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	32.90	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 8.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 112.00 \text{ HP} = 0.4320 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.4320 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.97	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	3,889.40		
N: = ----- = ----- =		1.94	1.94
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		39.81	1.94

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So =	91.00	Operador de camión.	
Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) =	6.40	Horas	
So	91.00		
Operación: Co = ----- = ----- =	14.22		
So	6.40		
Suma de operación por hora \$		14.22	0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 136.79 84.70

DATOS GENERALES:

Máquina: Camión de Volteo.		Modelo: FAMSA 1317/60 7m ³ .	
V. adquisición	335,474.43	HP	170.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	3,889.40	Potencia de operación	136.00 HP
Valor inicial (Va)	331,585.03	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	10.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(331,585.03 - 33,158.50)}{10000} = 29.84$	=29.84	29.84
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(331,585.03 + 33,158.50) \times 0.15}{2 \times 2000} = 13.68$	=13.68	13.68
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(331,585.03 + 33,158.50) \times 0.03}{2 \times 2000} = 2.74$	=2.74	2.74
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 29.84 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 29.84 =$	22.38	22.38
	Suma de cargos fijos por hora \$	68.64	68.64

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 136.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	39.95	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 8.00 l$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 136.00 \text{ HP} = 0.5160 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.5160 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	5.93	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	3,889.40		
N: = ----- = ----- =		1.94	1.94
Hv (Vida económica)	2,000		
Suma de consumos por hora \$		47.82	1.94

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 156.79 Operador de camión.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 156.79

Operación:Co = ----- = 24.50

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 24.50 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (IIMD) \$ 140.96 70.58

DATOS GENERALES:

Máquina: Camioneta Pick-up.		Modelo: FORD F-200.	
V. adquisición	117,034.95	HP 150.00	Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	1,602.28	Potencia de operación	120.00 HP
Valor inicial (Va)	115,432.67	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	10.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(115,432.67 - 11,543.27)}{10000} = 10.39$	10.39	10.39
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(115,432.67 + 11,543.27) \times 0.15}{2 \times 2000} = 4.76$	4.76	4.76
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(115,432.67 + 11,543.27) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.95$	0.95	0.95
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 10.39 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 10.39 =$	5.20	5.20
	Suma de cargos fijos por hora \$	21.30	21.30

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 120.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	55.05	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 5.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 120.00 \text{ HP} = 0.4200 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.4200 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.83	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	1,602.28		
N: = ----- = ----- =		0.80	0.80
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		60.68	0.80

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 86.52 Chofer de 3a.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas
 So 86.52
 Operación: Co = ----- = 13.52
 So 6.40

Suma de operación por hora \$ 13.52 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 95.50 22.10

DATOS GENERALES:

Máquina: Cargador Frontal 1.5m ³	Modelo: Caterpillar 926 1.5m ³ .
V. adquisición 773,938.78	HP 110.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 19,378.00	Potencia de operación 88.00 HP
Valor inicial (Va) 754,560.78	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 20.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 15.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0,0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(754,560.78 - 150,912.16)}{10000} = 60.36$	60.36	60.36
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \cdot xi}{2Ha} = \frac{(754,560.78 + 150,912.16) \times 0.15}{2 \times 2000} = 33.96$	33.96	33.96
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \cdot xs}{2Ha} = \frac{(754,560.78 + 150,912.16) \times 0.03}{2 \times 2000} = 6.79$	6.79	6.79
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 60.36 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 60.36 =$	45.27	45.27
	Suma de cargos fijos por hora S	146.38	146.38

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 88.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	25.85	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 19.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 88.00 \text{ HP} = 0.4030 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.4030 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.63	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	19,378.00		
N: = ----- = ----- =		9.69	9.69
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		40.17	9.69

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 107.88 Operador de cargador.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 107.88

Operación: Co = ----- = 16.86

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 16.86 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 203

DATOS GENERALES:

Máquina: Grúa sobre orugas.		Modelo: LINK-BELT LS-108.	
V. adquisición	2,315,522.35	HP	145.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	116.00 HP
Valor inicial (Va)	2,315,522.35	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(2,315,522.35 - 463,104.47)}{10000} = 185.24$	185.24	185.24
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(2,315,522.35 + 463,104.47) \times 0.15}{2 \times 2000} = 104.20$	104.20	104.20
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(2,315,522.35 + 463,104.47) \times 0.03}{2 \times 2000} = 20.84$	20.84	20.84
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 185.24 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 185.24 =$	138.93	138.93
Suma de cargos fijos por hora \$		449.21	449.21

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 116.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	34.07	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 23.00l$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$C_n = C/T + 0.0035 \times 116.00 \text{ HP} = 0.5210 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.5210 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	5.99	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		40.06	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.11 Operador de pala o draga.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 119.11

Operación: Co = ----- = 18.61

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 18.61 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 507.88 449.21

DATOS GENERALES:

Máquina: Equipo Casagrande.	Modelo: KRC2/28.
V. adquisición 3,510,317.35	HP 0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 0.00	Potencia de operación 61.60 HP
Valor inicial (Va) 3,510,317.35	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 20.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 15.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(3,510,317.35 - 702,063.47)}{10000} = 280.83$	280.83	280.83
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(3,510,317.35 + 702,063.47) \times 0.15}{2 \times 2000} = 157.96$	157.96	157.96
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(3,510,317.35 + 702,063.47) \times 0.03}{2 \times 2000} = 31.59$	31.59	31.59
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 280.83 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 280.83 =$	140.42	140.42
Suma de cargos fijos por hora \$		610.80	610.80

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$C_n = C/T + 0.0030 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.11 Operador de pala o draga.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 119.11

Operación: Co = ----- = 18.61

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 18.61 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 629.41 610.80

DATOS GENERALES:

Máquina: Grúa sobre orugas.		Modelo: LINK-BELT LS-78.	
V. adquisición	1,514,173.64	HP	84.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	67.20 HP
Valor inicial (Va)	1,514,173.64	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(1,514,173.64 - 302,834.73)}{10000} = 121.13$	121.13	121.13
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(1,514,173.64 + 302,834.73) \times 0.15}{2 \times 2000} = 68.14$	68.14	68.14
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(1,514,173.64 + 302,834.73) \times 0.03}{2 \times 2000} = 13.63$	13.63	13.63
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 121.13 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 121.13 =$	60.57	60.57
	Suma de cargos fijos por hora \$	263.47	263.47

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 67.200 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	19.74	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 23.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 67.20 \text{ HP} = 0.2016 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.2016 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	2.32	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
		Suma de consumos por hora \$	22.06 0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.11 Operador de pala o draga.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 119.11

Operación: Co = ----- = 18.61

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 18.61 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 304.14 263.47

DATOS GENERALES:

Máquina: Motogrúa mca. GROVE.	Modelo: RT-522, 20 ton.
V. adquisición 411,204.11	HP 0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 0.00	Potencia de operación 0.00 HP
Valor inicial (Va) 411,204.11	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 15.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 20.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(411,204.11 - 61,680.62)}{10000} = 34.95$	34.95	34.95
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(411,204.11 + 61,680.62) \times 0.20}{2 \times 2000} = 23.64$	23.64	23.64
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(411,204.11 + 61,680.62) \times 0.03}{2 \times 2000} = 3.55$	3.55	3.55
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 34.95 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 34.95 =$	17.48	17.48
Suma de cargos fijos por hora \$		79.62	79.62

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 120.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = $\frac{Vn}{Hv}$	=	0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 156.79 Operador de camión.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 156.79

Operación: Co = $\frac{So}{H}$ = 24.50

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 24.50 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 104.12 79.62

DATOS GENERALES:

Máquina: Planta de lodos.		Modelo: .	
V. adquisición	46,479.06	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	116.00 HP
Valor inicial (Va)	46,479.06	Vida económica (Ve)	6000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	1500 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(46,479.06 - 6,971.86)}{10000} = 6.58$	6.58	6.58
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(46,479.06 + 6,971.86) \times 0.15}{2 \times 2000} = 2.67$	2.67	2.67
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(46,479.06 + 6,971.86) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.53$	0.53	0.53
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 6.58 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 6.58 =$	4.94	4.94
	Suma de cargos fijos por hora \$	14.72	14.72

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.001$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.68	Oficial especialista.		
Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas			
So 119.68			
Operación: Co = ----- = ----- = 18.70			
So 6.40			
Suma de operación por hora \$		18.70	0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 33.42 14.72

DATOS GENERALES:

Máquina: Planta para soldar eléctrica.		Modelo:	
V. adquisición	11,068.88	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	0.00 HP
Valor inicial (Va)	11,068.88	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	20.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(11,068.88 - 1,660.33)}{10000} = 0.94$	0.94	0.94
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(11,068.88 + 1,660.33) \times 0.20}{2 \times 2000} = 0.64$	0.64	0.64
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(11,068.88 + 1,660.33) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.10$	0.10	0.10
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 0.94 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 0.94 =$	0.47	0.47
Suma de cargos fijos por hora \$		2.15	2.15

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vu (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
		Suma de consumos por hora \$	0.00 0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 88.42	Ayudante general.		
Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas			
So 88.42			
Operación: Co = ----- = ----- = 13.82			
So 6.40			
		Suma de operación por hora \$	13.82 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 15.97 2.15

DATOS GENERALES:

Máquina: Vibrador de concreto.		Modelo: ELBA EX-8 (K-181).	
V. adquisición	22,631.72	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	0.00 HP
Valor inicial (Va)	22,631.72	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(22,631.72 - 3,394.76)}{10000} = 1.92$	1.92	1.92
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(22,631.72 + 3,394.76) \times 0.15}{2 \times 2000} = 0.98$	0.98	0.98
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(22,631.72 + 3,394.76) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.20$	0.20	0.20
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 1.92 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 1.92 =$	1.44	1.44
	Suma de cargos fijos por hora \$	4.54	4.54

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 120.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 l$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 68.53	Operador de vibrador.		
Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas			
So 68.53			
Operación: Co = ----- = ----- = 10.71			
So 6.40			
Suma de operación por hora \$		10.71	0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 15.25 4.54

LISTADO DE INSUMOS PARA MURO TABLESTACA COLADO IN SITU

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Acero de refuerzo varios diámetros	ton	6.16	2,862.87	17,623.83
Agua.	m ³	43.20	8.47	365.90
Alambre recocido calibre 18.	kg	168.62	5.30	893.68
Albañil de Ia.	jor	4.55	100.80	458.92
Ayudante de Ia.	jor	27.83	55.44	1,542.95
Ayudante general.	jor	3.24	88.42	286.36
Barrote de 1 1/2" x 4" x 8".	pt	38.03	3.21	122.09
Bentonita.	ton	6.22	1,374.07	8,545.34
Bomba Jaquer para lodos.	hr	9.00	21.95	197.55
Cable de acero de 3/4" tipo cobra.	m	0.03	41.95	1.12
Cabo.	jor	8.27	125.45	1,037.87
Cámara de balón de látex.	pza	1.60	13.56	21.67
Camión pipa mca. Famsa S1834 activo.	hr	1.54	136.79	211.01
Camión pipa mca. Famsa S1834 inactivo.	hr	4.08	84.70	345.74
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ activo.	hr	3.09	140.96	434.89
Camión volteo Famsa 1317/60 7m ³ inactivo	hr	4.08	70.58	288.11
Camioneta pick-up	hr	0.004	95.50	0.38
Cargador frontal Caterpillar 926 de 1.5m ³ .	hr	0.20	203.41	40.49
Carpintero de Ia.	jor	0.30	156.79	47.04
Clavo de 2 1/2", 3 1/2", 3" y 4".	kg	3.71	5.55	20.61
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado.	m ³	43.48	490.74	21,337.77
Diesel.	l	13.03	2.35	30.61
Draga grúa Link Belt LS-108B activa.	hr	3.87	429.19	1,659.19
Draga grúa Link Belt LS-108B inactiva.	hr	0.23	380.65	85.65
Duela de 3/4" x 4" x 8".	pt	47.01	3.85	180.98
Equipo Casagrande KRC2/28 activo.	hr	3.87	629.41	2,433.21
Equipo Casagrande KRC2/28 inactivo.	hr	0.23	610.80	137.43
Fierrero de Ia.	jor	25.60	156.79	4,013.82

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Fletes.	flete	0.008	480.00	3.84
Gasolina nova.	l	41.05	3.12	128.06
Grasa multilitio.	kg	4.24	14.72	62.36
Grilletes de 7/8" para estrobo.	pza	0.04	177.93	7.88
Grúa sobre orugas Link Belt LS-78.	hr	0.0008	304.14	0.24
Herramienta menor.	%			535.04
Lámina acanalada tipo IMSA R-101 de 107cm*1m.	m²	3.60	202.43	728.75
Madera de pino para cimbra.	pt	1.22	4.14	5.06
Maniobrista de Ia.	jor	1.99	113.73	113.56
Marco de ángulo 1 3/4"x3/16".	kg	0.16	7.82	1.24
Motogrúa mca GROVE inactiva	hr	0.39	79.62	30.89
Motogrúa mca GROVE modelo. RT-522 20 ton activa	hr	4.82	104.12	501.62
Oficial especialista.	jor	0.004	119.68	0.47
Peón.	jor	24.32	55.45	1,348.32
Placa de acero.	kg	2.64	4.07	10.75
Planta de lodos activa.	hr	7.31	33.42	244.23
Planta para lodos inactiva	hr	1.99	14.72	29.25
Planta para soldar eléctrica.	hr	0.04	15.97	0.64
Polín de 3 1/2"x3 1/2"x8 1/4"	pt	49.49	2.71	134.11
Poste de arranque de 73mm estándar de 2.00m altura.	pza	0.04	186.95	7.48
Poste esmaltado de 63mm de espesor x3.00m altura.	pza	0.48	16.58	7.96
Soldador de Ia.	jor	0.024	156.79	3.76
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	0.04	5.75	0.23
Tubo tremie de 25cm (10") de diámetrox26m de largo.	m	0.004	4,447.95	16.01
Vibrador de concreto mca. Elba EX-8 (K-181).	hr	2.00	15.25	30.50

7

Subtotal de Materiales :	50,257.33
Subtotal de Mano de obra :	9,422.35
Subtotal de Equipo y Herramienta :	6,671.02
Total de Explosión de Insumos :	\$ 66,350.70

PRESUPUESTO DE MURO TABLESTACA PREFABRICADO

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
IEPRTR01	Transporte de equipo, instalación general del contratista y central de lodos. Incluye: suministro y colocación de barda perimetral para protección de la obra a base de lámina acanalada de 2.44x1.06m, postes, en un área de 450m ² , soldadura E-70, instalación de planta de lodos, grúa para instalación, carga de equipo y materiales especiales, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramientas.	lote	0.004	126,551.40	506.20
IEPRBF01	Construcción de mesa de colado para muros prefabricados de 13.50x3.50x0.40m, con concreto premezclado y vibrado con un f'c=400kg/cm ² , vigas IPR de 6" de espesor por 3m de largo, cimbra metálica, malla electrosoldada 66-44 y varillas del No. 3 fy=4200kg/cm ² , soldadura E-70. Incluye: puente grúa con capacidad de 30ton, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramienta.	lote	0.004	119,754.74	479.02
IEPRDE01	Desmontaje de las instalaciones de obra, transporte de equipo y demolición de las mesas de colado a base de retroexcavadora con martillo integrado. Incluye: desmontaje de barda perimetral, apile y acarreo de las mismas, acarreo de material producto de la demolición a camión, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	lote	0.003	5,873.19	17.62

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
TEPRC101	Cimbra y descimbra de tableros prefabricados. Incluye: suministro y colocación de anclas de izaje tipo arteón de 15 y 20 toneladas, piezas de guiñe y placas soldadas con soldadura E-70, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	pza	1.000	3,037.27	3,037.27
TEPRAC01	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 3 al No. 8, $f_y=4200\text{kg/cm}^2$, alambre recocido del No. 18. Incluye: mano de obra, materiales y herramienta.	ton	4.500	5,514.13	24,813.59
TEPRC001	Suministro y colado de concreto premezclado $f_c=150\text{kg/cm}^2$, para tableros prefabricados, vibrado y curado a vapor. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas.	m ³	16.052	765.99	12,295.98
TEPRJW01	Suministro y colocación de junta "Water Stop Soletanche", para muro prefabricado. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta y equipo.	m	10.400	346.27	3,601.21
TEPRBR01	Construcción de brocal tipo, para guía de maquinaria excavadora para muros prefabricados, con concreto $f_c=150\text{kg/cm}^2$ vibrado, acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ del No. 3, alambre recocido calibre 18, hechara de cimbra de madera. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	m	3.000	622.77	1,868.31

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
TEPREX01	Excavación en zanja para hincado de muro prefabricado de 0.62m, con equipo Kelly montado en grúa. Incluye: mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.	m ³	20.911	124.74	2,608.46
TEPRLB01	Suministro, colocación y preparación de lechada de cemento-bentonita autofraguante, para estabilización de zanja para muro prefabricado. Incluye: mano de obra, materiales, equipo, maquinaria y herramienta.	m ³	19.344	545.89	10,559.70
TEPRCT01	Colocación de tablestaca prefabricada e inyección de lechada de cemento. Incluye: mano de obra, materiales, equipo, maquinaria y herramienta.	pza	1.000	3,0807.42	3,087.42
TEPRCE01	Carga y acarreo de material producto de excavación. Incluye: acarreo a camión, carga y descarga.	m ³	20.911	115.62	2,417.75
				Suma:	65,292.53
				I.V.A.	9,793.88
				Total: \$	75,086.41

ANÁLISIS I TEPPTROI

Resumen de equipo, instalación y personal del sistema de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) para el aeropuerto de [Nombre del Aeropuerto] en [Nombre del País]. Este documento describe el estado actual del sistema, las necesidades de modernización y el impacto de las nuevas tecnologías en la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas.

RESUMEN

El sistema de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) actualizado para el aeropuerto de [Nombre del Aeropuerto] en [Nombre del País] incluye los siguientes componentes:

- Equipos de radar de control de tráfico aéreo (CTA).
- Equipos de comunicaciones de tierra (CTG).
- Equipos de navegación y comunicación por satélite.
- Equipos de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) de reserva.
- Equipos de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) de emergencia.

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Equipos de radar de control de tráfico aéreo (CTA)	1	1000000	1000000
Equipos de comunicaciones de tierra (CTG)	1	500000	500000
Equipos de navegación y comunicación por satélite	1	200000	200000
Equipos de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) de reserva	1	1000000	1000000
Equipos de control de tráfico aéreo (CTA) y de comunicaciones de tierra (CTG) de emergencia	1	500000	500000

Este documento describe el estado actual del sistema, las necesidades de modernización y el impacto de las nuevas tecnologías en la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas.

Este documento describe el estado actual del sistema, las necesidades de modernización y el impacto de las nuevas tecnologías en la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas.

ANÁLISIS 1: TEPTR01

Transporte de equipo, instalación general del contratista y central de lodos. Incluye: suministro y colocación de barda perimetral para protección de la obra a base de lámina acanalada de 2.44x1.06m, postes, en un área de 450m², soldadura E-70, instalación de planta de lodos, grúa para instalación y carga de equipo, materiales especiales, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramientas.

				Unidad: lote
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Lámina acanalada tipo IMSA R-101 107cm*1m.	m ²	202.43	450.000	91,093.50
Poste de arranque 73mm estandar de 2.00m de altura.	pza	186.95	4.000	747.80
Poste esmaltado de 63mm de espesor por 3.00m de altura.	pza	16.58	60.000	994.80
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	5.75	5.000	28.75
Poste de arranque 73mm estandar de 2.00m de altura.	pza	186.95	1.000	186.95
Fletes.	flete	480.00	1.000	480.00
Total de materiales:				93,531.80
Mano de obra				
Cuadrilla 17 (1 maniobrista de 1a+2 ayudantes de 1a.+0.3 de cabo)	jor	262.25	0.050	13.11
Cuadrilla 11 (1 soldador de 1a.+1 ayudante de 1a.+1 peón+0.3 de cabo)	jor	305.32	3.000	915.96
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	4.000	1,541.32
Cuadrilla 18 (1 oficial especializado+1 ayudante)	jor	230.56	0.500	115.28
Herramienta menor.	%MO	2,585.67	0.030	77.57
Total de mano de obra:				2,663.24
Equipo y herramienta				
Grúa sobre orugas Link Belt LS-78.	hr	304.14	0.013	3.80
Camioneta pick-up.	hr	95.50	0.013	1.19

Planta para soldar eléctrica.	hr	15.97	0.013	0.20
Total de equipo y herramienta:				<u>5.19</u>
		Costo Directo \$:	96,200.23	
		Indirectos (31.55%) \$:	30,351.17	
		Precio unitario \$:	126,551.40	

(*ciento veintiseis mil quinientos cincuenta y un pesos 40/100 m.n.*)

ANÁLISIS 2: TEPRBF01

Construcción de mesa de colado para muros prefabricados de 13.50x3.50x0.40m, con concreto premezclado y vibrado con un $f'c=400\text{kg/cm}^2$, vigas IPR de 6" de espesor por 3m de largo, cimbra metálica, malla electrosoldada 66-44 y varillas del No. 3 $f_y=4200\text{kg/cm}^2$, soldadura E-70. Incluye: puente grúa con capacidad de 30ton, mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y herramienta.

Unidad: lote

Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Acero de refuerzo varios diámetros.	ton	2,862.87	1.000	2,862.87
Concreto 400 N 20 10 "B" Clase I premezclado.	m ³	888.00	77.870	69,148.56
Lámina galvanizada.	m ²	58.53	38.560	2,256.92
Acero estructural viga IPR de 6" de ancho por 3.00m de largo.	kg	4.39	1,822.400	8,000.34
Tornillos con tuerca de 1/2"x4".	pza	2.34	112.000	262.08
Malla electrosoldada 66-44.	m ²	25.33	194.670	4,930.99
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	5.75	5.000	28.75
Total de materiales:				87,490.51
Mano de obra				
Cuadrilla 9 (1 herrero de 1a.+1 ayudante de 1a.+0.2 de cabo)	jor	244.44	4.000	977.76
Cuadrilla 11 (1 soldador de 1a.+1 ayudante de 1a.+1 peón+0.3 de cabo)	jor	305.32	2.000	610.64
Cuadrilla 17 (1 maniobrista de 1a.+2 ayudantes de 1a.+0.3 de cabo)	jor	262.25	0.500	131.13
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a.+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	4.000	1,541.32
Herramienta menor.	%MO	3,260.85	0.030	97.83
Total de mano de obra:				3,358.68
Equipo y herramienta				
Planta para soldar eléctrica.	hr	15.97	2.000	31.94

Vibrador de concreto marca Elba Ex-8 (K-181).	hr	15.25	10.000	152.50
Total de equipo y herramienta:				184.44
Costo Directo \$:				91,033.63
Indirectos (31.55%) \$:				28,721.11
Precio unitario \$:				119,754.74

(*ciento diecinueve mil setecientos cincuenta y cuatro pesos 74/100 m.n.*)

ANÁLISIS 3: TEPRDE01

Desmontaje de las instalaciones de obra, transporte de equipo y demolición de las mesas de colado a base de retroexcavadora con martillo. Incluye: desmontaje de barda perimetral, apile y acarreo de las mismas, acarreo de material producto de la demolición a camión, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

Unidad: lote				
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Fletes.	flete	480.00	1.000	480.00
Total de materiales:				480.00
Mano de obra				
Cuadrilla 6 (1 albañil de la. +4 peones + 0.5 de cabo)	jor	385.33	10.000	3,853.30
Herramienta menor.	%MO	3,853.30	0.030	115.60
Total de mano de obra:				3,968.90
Equipo y herramienta				
Grúa sobre orugas Link Belt LS-78.	hr	304.14	0.013	3.80
Camioneta pick-up.	hr	95.50	0.013	1.19
Retroexcavadora Caterpillar 225 B.	hr	358.14	0.013	4.48
Retroexcavadora Caterpillar 225 B.	hr	358.14	0.013	4.48
Camión de volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ .	hr	140.96	0.013	1.76
Total de equipo y herramienta:				15.71
Costo Directo \$:				4,464.61
Indirectos (31.55%) \$:				1,408.58
Precio unitario \$:				5,873.19

(*cinco mil ochocientos setenta y tres pesos 19/100 m.n.*)

ANÁLISIS 4: TEPRC101

Cimbra y descimbra de tablestacas prefabricadas. Incluye: suministro y colocación de anclas de izaje tipo arteón de 15 y 20 toneladas, piezas de guiaje y placas soldadas con soldadura E-70, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

	Unidad: pza			
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Ancla tipo arteón de 20 toneladas.	pza	320.46	3.000	961.38
Ancla tipo arteón de 15 toneladas.	pza	130.82	2.000	261.64
Piezas especiales.	jgo	38.12	1.000	38.12
Tubo hidráulico RD-32.5 de 102mm (4") de diámetro.	m	66.76	11.830	789.77
Polín de 3 1/2"x3 1/2"x8 1/4".	pt	2.71	1.614	4.37
Barrote de 1 1/2" x 4" x 8".	pt	3.21	2.401	7.71
Duela de 3/4" x 4" x 8".	pt	3.85	3.119	12.01
Clavo de 2 1/2", 3 1/2", 3" y 4".	kg	5.55	0.310	1.72
Diesel.	l	2.35	1.000	2.35
Alambre recocido calibre 18.	kg	5.30	0.052	0.27
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	5.75	2.000	11.50
Total de materiales:				2,090.84
Mano de obra				
Cuadrilla 6 (1 albañil+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	0.529	203.88
Herramienta menor.	%MO	203.88	0.030	6.12
Total de mano de obra:				210.00
Equipo y herramienta				
Planta para soldar eléctrica.	hr	15.97	0.50	7.99
Total de equipo y herramienta:				7.99
Costo Directo \$:				2,308.83
Indirectos (31.55%) \$:				728.44
Precio unitario \$:				3,037.27

(*tres mil treinta y siete pesos 27/100 m.n.*)

ANÁLISIS 5: TEPRAC01

Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 3 al No. 8, $f_y=4200\text{kg/cm}^2$, alambre recocido del No. 18. Incluye: mano de obra, materiales y herramienta.

				Unidad: ton
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Acero de refuerzo varios diámetros.	ton	2,862.87	1.050	3,006.01
Alambre recocido calibre 18.	kg	5.30	30.000	159.00
				3,165.01
Total de materiales:				3,165.01
Mano de obra				
Cuadrilla 9 (1 herrero de 1a+1 ayudante de 1a+0.2 de cabo)	jor	244.44	4.000	977.76
Herramienta menor.	%MO	977.76	0.050	48.89
				1,026.65
Total de mano de obra:				1,026.65
		Costo Directo \$:		4,191.66
		Indirectos (31.55%) \$:		1,322.47
		Precio unitario \$:		5,514.13

(*cinco mil quinientos catorce pesos 13/100 m.n.*)

ANÁLISIS 6: TEPRCO01

Suministro y colado de concreto premezclado $f_c=150\text{kg/cm}^2$, para tablestacas prefabricadas, vibrado y curado a vapor. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas.

			Unidad: m ³	
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado.	m ³	490.74	1.100	539.81
Total de materiales:				539.81
Mano de obra				
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	0.019	7.17
Herramienta menor.	%MO	7.17	0.030	0.22
Total de mano de obra:				7.39
Equipo y herramienta				
Vibrador de concreto marca Elba Ex-8 (K-181)	hr	15.25	2.30	35.08
Total de equipo y herramienta:				35.08
Costo Directo \$:				582.28
Indirectos (31.55%) \$:				183.71
Precio unitario \$:				765.99

(*setecientos sesenta y cinco pesos 99/100 m.n.*)

ANÁLISIS 7: TEPRJW01

Suministro y colocación de junta "Water Stop Soletanche", para muro. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta y equipo.

				Unidad: m
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Junta Water Stop Soletanche	m	220.02	1.150	253.02
Total de materiales:				253.02
Mano de obra				
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	0.026	9.90
Herramienta menor.	%MO	9.90	0.030	0.30
Total de mano de obra:				10.20
Costo Directo \$:				263.22
Indirectos (31.55%) \$:				83.05
Precio unitario \$:				346.27

(*trescientos cuarenta y seis pesos 27/100 m.n.*)

ANÁLISIS 8: TEPRBRO1

Construcción de brocal tipo, para guía de maquinaria excavadora para muros prefabricados, con concreto $f_c=150\text{kg/cm}^2$ vibrado, acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ del No. 3, alambre recocido de calibre 18, hechura de cimbra de madera. Incluye: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

Materiales	Unidad	Costo unitario	Unidad: m	
			Cantidad	Importe
Polín de 3 1/2"x3 1/2"x8 1/4".	pt	2.71	4.124	11.18
Barrote de 1 1/2" x 4" x 8".	pt	3.21	3.169	10.17
Duela de 3/4" x 4" x 8".	pt	3.85	3.917	15.08
Clavo de 2 1/2", 3 1/2", 3" y 4".	kg	5.55	0.310	1.72
Diesel.	l	2.35	1.000	2.35
Alambre recocido calibre 18.	kg	5.30	0.052	0.27
Acero de refuerzo varios diámetros.	ton	2,862.87	0.023	65.85
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado	m ³	490.74	0.323	158.71
Total de materiales:				265.33
Mano de obra				
Cuadrilla 9 (1 fierro de 1a.+1 ayudante de 1a.+0.2 de cabo)	jor	244.44	0.267	65.18
Cuadrilla 6 (1 albañil de 1a.+4 peones+0.5 de cabo)	jor	385.33	0.333	128.44
Cuadrilla 7 (1 carpintero de 1a.+1ayudante de carpintero +0.2 de cabo)	jor	237.32	0.025	5.93
Herramienta menor.	%MO	199.55	0.030	5.99
Total de mano de obra:				205.54
Equipo y herramienta				
Vibrador de concreto marca Elba Ex-8 (K-181).	hr	15.25	0.167	2.54
Total de equipo y herramienta:				2.54
Costo Directo \$:				473.41
Indirectos (31.55%) \$:				149.36
Precio unitario \$:				622.77

(*seiscientos veintidos pesos 77/100 m.n. *)

ANÁLISIS 9: TEPREX01

Excavación en zanja para hincado de muro prefabricado de 0.62m, con equipo Kelly montado en grúa. Incluye: mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta.

				Unidad: m ³
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Cuadrilla 17 (1 manibrista de 1a+2 ayudantes de 1a.+0.3 de cabo)	hor	262.25	0.035	9.20
Herramienta menor.	%MO	9.20	0.030	0.28
				9.48
Equipo y herramienta				
Grúa sobre orugas Link Belt LS-78.	hr	304.14	0.281	85.34
				85.34
				Costo Directo \$: 94.82
				Indirectos (31.55%) \$: 29.92
				Precio unitario \$: 124.74

(*ciento veinticuatro pesos 74/100 m.n.*)

ANÁLISIS 10: TEPRLB01

Suministro, colocación y preparación de lechada de cemento-bentonita autofraguante, para estabilización de zanja para muro prefabricado. Incluye: mano de obra, materiales, equipo, maquinaria y herramienta.

				Unidad: m ³
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Agua.	m ³	8.47	1.000	8.47
Cemento.	kg	0.78	220.000	171.60
Bentonita.	ton	1,374.07	0.110	151.15
Lignosulfito.	ton	20,222.12	0.003	68.15
				399.37
Total de materiales:				
Mano de obra				
Cuadrilla 6 (1 albañil de la. +4 peones + 0.5 de cabo)	jor	385.33	0.020	9.05
Herramienta menor.	%MO	9.05	0.030	0.27
				9.32
Total de mano de obra:				
Equipo y herramienta				
Planta de lodos.	hr	33.42	0.188	6.28
				6.28
Total de equipo y herramienta:				
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97
				130.92
				545.89
				414.97

ANÁLISIS 11: TEPRCT01

Colocación de tablestaca prefabricada e inyección de lechada de cemento. Incluye: mano de obra, materiales, equipo, maquinaria y herramienta

				Unidad: pza
Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Cemento.	kg	0.78	73.000	56.94
Total de materiales:				56.94
Mano de obra				
Cuadrilla 17 (1 maniobrista de 1a.+2 ayudantes de 1a.+0.3 de cabo)	jor	262.25	0.375	98.21
Cuadrilla 18 (1 oficial. especializado+1 ayudante)	jor	230.56	0.749	172.69
Herramienta menor.	%MO	270.90	0.030	8.13
Total de mano de obra:				279.03
Equipo y herramienta				
Planta de lodos.	hr	33.42	2.950	98.58
Grúa PH 515	hr	507.88	2.950	1,498.14
Tractor agrícola.	hr	140.44	2.950	414.27
Total de equipo y herramienta:				2,010.99
Costo Directo \$:				2,346.96
Indirectos (31.55%) \$:				740.47
Precio unitario \$:				3,087.43

(*tres mil ochenta y siete pesos 43/100 m.n.*)

ANÁLISIS 12: TEPRCE01

Carga y acarreo de material producto de excavación. Incluye: acarreo a camión, carga y descarga.

				Unidad: m ³
Equipo y herramienta	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Importe
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ .	hr	140.96	0.461	64.93
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ .	hr	140.96	0.113	15.98
Camión pipa Famsa 1317/60 de 7m ³ .	hr	136.79	0.043	5.86
Cargador frontal Caterpillar 926 de 1.5m ³ .	hr	203.41	0.006	1.12
Total de equipo y herramienta:				87.89
Costo Directo \$:				87.89
Indirectos (31.55%) \$:				27.73
Precio unitario \$:				115.62

(*ciento quince pesos 62/100 m.n.*)

COSTOS HORARIOS

DATOS GENERALES:

Máquina: Camión Pipa.	Modelo: FAMSA S1834.
V. adquisición 403,667.75	HP 140.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 3,889.40	Potencia de operación 112.00 HP
Valor inicial (Va) 399,778.35	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 10.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 15.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.7500

I. CARGOS FIJOS:

	H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(399,778.35 - 39,977.84)}{10000} = 35.98$	35.98
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(399,778.35 + 39,977.84) \times 0.15}{2 \times 2000} = 16.49$	16.49
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(399,778.35 + 39,977.84) \times 0.03}{2 \times 2000} = 3.30$	3.30
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 35.98 =$	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 35.98 =$	26.99
Suma de cargos fijos por hora \$	82.76	82.76

II. CONSUMOS:

Combustibles:		
Diesel	$E = 0.1514 \times 112.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	32.90
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00
Otras fuentes de energía:		
Lubricantes de motor:		
Capacidad del cárter	$C = 8.00 \text{ l}$	
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$	
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 112.00 \text{ HP} = 0.4320 \text{ l/hr}$	
	$L = 0.4320 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.97

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	3,889.40		
N: = ----- = ----- =		1.94	1.94
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		39.81	1.94

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 91.00 Operador de camión.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas
 So 91.00
 Operación: Co = ----- = 14.22
 So 6.40

Suma de operación por hora \$ 14.22 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 136.79 84.70

DATOS GENERALES:

Máquina: Camión de Volteo.		Modelo: FAMSA 1317/60 7m ³ .
V. adquisición	335,474.43	HIP 170.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	3,889.40	Potencia de operación 136.00 HP
Valor inicial (Va)	331,585.03	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	10.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(331,585.03 - 33,158.50)}{10000} = 29.84$	29.84	29.84
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(331,585.03 + 33,158.50) \times 0.15}{2 \times 2000} = 13.68$	13.68	13.68
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(331,585.03 + 33,158.50) \times 0.03}{2 \times 2000} = 2.74$	2.74	2.74
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 29.84 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 29.84 =$	22.38	22.38
	Suma de cargos fijos por hora S	68.64	68.64

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 136.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	39.95	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 8.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 136.00 \text{ HP} = 0.5160 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.5160 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	5.93	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	3,889.40		
N: = ----- = ----- =		1.94	1.94
Hv (Vida económica)	2,000		
Suma de consumos por hora \$		47.82	1.94

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 156.79 Operador de camión.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 156.79

Operación: Co = ----- = 24.50

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 24.50 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 140.96 70.58

DATOS GENERALES:

Máquina: Camioneta Pick-up.		Modelo: FORD F-200.	
V. adquisición	117,034.95	HP	150.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	1,602.28	Potencia de operación	120.00 HP
Valor inicial (Va)	115,432.67	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	10.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(115,432.67 - 11,543.27)}{10000} = 10.39$	10.39	10.39
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(115,432.67 + 11,543.27) \times 0.15}{2 \times 2000} = 4.76$	4.76	4.76
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(115,432.67 + 11,543.27) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.95$	0.95	0.95
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 10.39 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 10.39 =$	5.20	5.20
	Suma de cargos fijos por hora \$	21.30	21.30

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 120.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	55.05	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 5.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 120.00 \text{ HP} = 0.4200 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.4200 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.83	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	1,602.28		
N: = ----- = ----- =		0.80	0.80
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		60.68	0.80

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 86.52 Chofer de 3a.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas
 So 86.52
 Operación: Co = ----- = 13.52
 So 6.40

Suma de operación por hora \$ 13.52 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 95.50 22.10

DATOS GENERALES:

Máquina: Cargador Frontal 1.5m ³	Modelo: Caterpillar 926 1.5m ³
V. adquisición 773,938.78	HP 110.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 19,378.00	Potencia de operación 88.00 HP
Valor inicial (Va) 754,560.78	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 20.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 15.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(754,560.78 - 150,912.16)}{10000} = 60.36$	=60.36	60.36
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(754,560.78 + 150,912.16) \times 0.15}{2 \times 2000} = 33.96$	=33.96	33.96
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(754,560.78 + 150,912.16) \times 0.03}{2 \times 2000} = 6.79$	=6.79	6.79
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 60.36 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 60.36 =$	45.27	45.27
	Suma de cargos fijos por hora \$	146.38	146.38

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 88.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	25.85	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 19.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 88.00 \text{ HP} = 0.4030 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.4030 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	4.63	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	19,378.00		
N: = ----- = ----- =		9.69	9.69
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		40.17	9.69

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno $S_o = 107.88$ Operador de cargador.

Horas por turno $H = 8 \times 0.80$ (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

S_o 107.88

Operación: $Co = \frac{S_o}{H} = \frac{107.88}{6.40} = 16.86$

S_o 6.40

Suma de operación por hora \$ 16.86 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 203.41 156.07

DATOS GENERALES:

Máquina: Grúa PH 515.		Modelo: PH 515.	
V. adquisición	2,315,522.35	HP	145.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	116.00 HP
Valor inicial (Va)	2,315,522.35	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(2,315,522.35 - 463,104.47)}{10000} = 185.24$	185.24	185.24
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(2,315,522.35 + 463,104.47) \times 0.15}{2 \times 2000} = 104.20$	104.20	104.20
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(2,315,522.35 + 463,104.47) \times 0.03}{2 \times 2000} = 20.84$	20.84	20.84
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 185.24 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 185.24 =$	138.93	138.93
	Suma de cargos fijos por hora \$	449.21	449.21

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 116.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	34.07	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	C= 23.00 l		
Cambios de aceite	T= 200.00 Horas		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 116.00 \text{ HP} = 0.5210 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.5210 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	5.99	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		40.06	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.11 Operador de pala o draga.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 119.11

Operación: Co = ----- = ----- = 18.61

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 18.61 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 507.88 449.21

DATOS GENERALES:

Máquina: Grúa sobre orugas.		Modelo: LINK-BELT LS-78.	
V. adquisición	1,514,173.64	HP	84.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	67.20 HP
Valor inicial (Va)	1,514,173.64	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(1,514,173.64 - 302,834.73)}{10000} = 121.13$	121.13	121.13
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(1,514,173.64 + 302,834.73) \times 0.15}{2 \times 2000} = 68.14$	68.14	68.14
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(1,514,173.64 + 302,834.73) \times 0.03}{2 \times 2000} = 13.63$	13.63	13.63
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 121.13 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 121.13 =$	60.57	60.57
	Suma de cargos fijos por hora S	263.47	263.47

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 67.200 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	19.74	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 23.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 67.20 \text{ HP} = 0.2016 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.2016 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	2.32	0.00

Lubricantes de máquina:			
Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		22.06	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.11	Operador de pala o draga.		
Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas			
So 119.11			
Operación: Co = ----- = ----- = 18.61			
So 6.40			
Suma de operación por hora \$		18.61	0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 304.14 263.47

DATOS GENERALES:

Máquina: Planta de lodos.		Modelo:	
V. adquisición	46,479.06	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	116.00 HP
Valor inicial (Va)	46,479.06	Vida económica (Ve)	6000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	1500 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(46,479.06 - 6,971.86)}{10000} = 6.58$	6.58	6.58
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(46,479.06 + 6,971.86) \times 0.15}{2 \times 2000} = 2.67$	2.67	2.67
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(46,479.06 + 6,971.86) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.53$	0.53	0.53
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 6.58 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 6.58 =$	4.94	4.94
Suma de cargos fijos por hora S		14.72	14.72

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
		Suma de consumos por hora \$	0.00 0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 119.68 Oficial especialista.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 119.68

Operación: Co = ----- = 18.70

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 18.70 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (IMD) \$ 33.42 14.72

DATOS GENERALES:

Máquina: Planta para soldar eléctrica.	Modelo:
V. adquisición 11,068.88	HP 0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas 0.00	Potencia de operación 0.00 HP
Valor inicial (Va) 11,068.88	Vida económica (Ve) 10000 Hs
Valor de rescate (Vr) 15.00%	Horas por año (Ha) 2000 Hr/año
Tasa de interés (I) 20.00%	Coefficiente de almacenaje (K) 0.0000
Prima seguros (s) 3.00%	Factor de mantenimiento (Q) 0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H. activa	H. inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(11,068.88 - 1,660.33)}{10000} = 0.94$	0.94	0.94
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(11,068.88 + 1,660.33) \times 0.20}{2 \times 2000} = 0.64$	0.64	0.64
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(11,068.88 + 1,660.33) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.10$	0.10	0.10
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 0.94 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 0.94 =$	0.47	0.47
Suma de cargos fijos por hora S		2.15	2.15

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.001$		
Cambios de aceite	$T = 0.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 88.42 Ayudante general.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas
 So 88.42
 Operación: Co = ----- = 13.82
 So 6.40

Suma de operación por hora \$ 13.82 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 15.97 2.15

DATOS GENERALES:

Máquina: Retroexcavadora.		Modelo: Caterpillar 225B.	
V. adquisición	1,719,761.99	HP	145.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	116.00 HP
Valor inicial (Va)	1,719,761.99	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.5000

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(1,719,761.99 - 343,952.40)}{10000} = 137.58$	137.58	137.58
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr) \times i}{2Ha} = \frac{(1,719,761.99 + 343,952.40) \times 0.15}{2 \times 2000} = 77.39$	77.39	77.39
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr) \times s}{2Ha} = \frac{(1,719,761.99 + 343,952.40) \times 0.03}{2 \times 2000} = 15.48$	15.48	15.48
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 137.58 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.5000 \times 137.58 =$	68.79	68.79
Suma de cargos fijos por hora S		299.24	299.24

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 116.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	34.07	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	C= 27.00 l		
Cambios de aceite	T= 200.00 Horas		
	$C_n = C/T + 0.0035 \times 116.00 \text{ HP} = 0.5410 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.5410 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	6.22	0.00

DATOS GENERALES:

Máquina: Tractor agrícola.		Modelo: FORD 6600.	
V. adquisición	513,212.77	HP	77.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	19,378.00	Potencia de operación	61.60 HP
Valor inicial (Va)	493,834.77	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	20.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Prima seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{(493,834.77 - 98,766.95)}{10000} = 39.51$	39.51	39.51
Inversión	$I = \frac{(V_a + V_r) \times i}{2H_a} = \frac{(493,834.77 + 98,766.95) \times 0.15}{2 \times 2000} = 22.22$	22.22	22.22
Seguros	$S = \frac{(V_a + V_r) \times s}{2H_a} = \frac{(493,834.77 + 98,766.95) \times 0.03}{2 \times 2000} = 4.44$	4.44	4.44
Almacenaje	$A = K D = 0.0000 \times 39.51 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = Q D = 0.7500 \times 39.51 =$	29.63	29.63
	Suma de cargos fijos por hora S	95.80	95.80

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 61.60 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	18.09	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 0.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 9.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$C_a = C/T + 0.0035 \times 61.60 \text{ HP} = 0.2298 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.2298 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	2.64	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	19,378.00		
N: = ----- = ----- =		9.69	9.69
Hv (Vida económica)	2,000.00		
Suma de consumos por hora \$		30.42	9.69

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 91.00 Operador de Tractor agrícola.
 Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas
 So 91.00
 Operación: Co = ----- = 14.22
 So 6.40

Suma de operación por hora \$ 14.22 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 140.44 105.49

DATOS GENERALES:

Máquina: Vibrador de concreto.		Modelo: ELBA EX-8 (K-181).	
V. adquisición	22,631.72	HP	0.00 Factor de operación 0.80
Menos valor llantas	0.00	Potencia de operación	0.00 HP
Valor Inicial (Va)	22,631.72	Vida económica (Ve)	10000 Hs
Valor de rescate (Vr)	15.00%	Horas por año (Ha)	2000 Hr/año
Tasa de interés (I)	15.00%	Coefficiente de almacenaje (K)	0.0000
Priana seguros (s)	3.00%	Factor de mantenimiento (Q)	0.7500

I. CARGOS FIJOS:

		H.activa	H.inactiva
Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{(22,631.72 - 3,394.76)}{10000} = 1.92$	1.92	1.92
Inversión	$I = \frac{(Va + Vr)xi}{2Ha} = \frac{(22,631.72 + 3,394.76) \times 0.15}{2 \times 2000} = 0.98$	0.98	0.98
Seguros	$S = \frac{(Va + Vr)xs}{2Ha} = \frac{(22,631.72 + 3,394.76) \times 0.03}{2 \times 2000} = 0.20$	0.20	0.20
Almacenaje	$A = KD = 0.0000 \times 1.92 =$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = QD = 0.7500 \times 1.92 =$	1.44	1.44
	Suma de cargos fijos por hora S	4.54	4.54

II. CONSUMOS:

Combustibles:			
Diesel	$E = 0.1514 \times 0.00 \text{ HP op} \times 1.94/l =$	0.00	0.00
Gasolina	$E = 0.2771 \times 120.00 \text{ HP op} \times 2.02/l =$	0.00	0.00
Otras fuentes de energía:			
Lubricantes de motor:			
Capacidad del cárter	$C = 0.00 \text{ l}$		
Cambios de aceite	$T = 200.00 \text{ Horas}$		
	$Ca = C/T + 0.0035 \times 0.00 \text{ HP} = 0.0000 \text{ l/hr}$		
	$L = 0.0000 \text{ l/hr} \times 11.50 \text{ l/hr} =$	0.00	0.00

Lubricantes de máquina:

Transmisión	0.00		
Mandos finales	0.00		
Grasa	0.00	0.00	0.00
Vn (Valor llantas)	0.00		
N: = ----- = ----- =		0.00	0.00
Hv (Vida económica)	0.00		
Suma de consumos por hora \$		0.00	0.00

III. OPERACIÓN.

Salario integrado por turno So = 68.53 Operador de vibrador.

Horas por turno H = 8 x 0.80 (factor de rendimiento) = 6.40 Horas

So 68.53

Operación: Co = ----- = 10.71

So 6.40

Suma de operación por hora \$ 10.71 0.00

COSTO DIRECTO HORA - MÁQUINA (HMD) \$ 15.25 4.54

LISTADO DE INSUMOS PARA MURO TABLESTACA PREFABRICADO

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Acero de refuerzo varios diámetros.	ton	4.80	2,862.87	13,736.05
Acero estructural viga IPR 6".	kg	7.29	4.39	32.00
Agua.	m ³	19.34	8.47	163.84
Alambre recocido calibre 18.	kg	135.21	5.30	716.59
Albañil de Ia.	jor	2.61	100.80	263.21
Ancla tipo arteón de 15 toneladas.	pza	2.00	130.82	261.64
Ancla tipo arteón de 20 toneladas.	pza	3.00	320.46	961.38
Ayudante de Ia.	jor	22.63	55.44	1,254.85
Barrote de 1 1/2" x 4" x 8".	pt	11.91	3.21	38.23
Bentonita.	ton	2.13	1,374.07	2,923.80
Cabo.	jor	5.42	125.45	680.32
Camión pipa Famsa S1834.	hr	0.90	136.79	122.57
Camión volteo Famsa 1317/60 de 7m ³ .	hr	12.00	140.96	1,691.92
Camioneta pick-up.	hr	0.0001	95.50	0.01
Cargador frontal Caterpillar 926 de 1.5m ³ .	hr	0.12	203.41	23.52
Carpintero de Ia.	jor	0.08	156.79	11.76
Cemento.	kg	4,328.68	0.78	3,376.37
Clavo de 2 1/2", 3 1/2", 3" y 4".	kg	1.24	5.55	6.87
Concreto 150 N 20 10 "A" premezclado.	m ³	18.63	490.74	9,141.43
Concreto 400 N 20 10 "B" clase I premezclado.	m ³	0.31	888.00	276.59
Diesel.	l	4.00	2.35	9.40
Duela de 3/4" x 4" x 8".	pt	14.87	3.85	57.26
Fierrero de Ia.	jor	18.82	156.79	2,950.16
Fletes.	flete	0.07	480.00	3.36
Grúa PH 515.	hr	2.95	507.88	1,498.14
Grúa sobre orugas Link Belt LS-78.	hr	5.87	304.14	1,784.62
Herramienta menor.	%			399.58
Junta Water stop soletanche.	m	11.96	220.02	2,631.44

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Lámina acanalada tipo IMSA R-101 de 107cm*1m.	m ²	1.80	202.43	364.37
Lámina galvanizada.	m ²	0.15	58.53	9.03
Lignosulfito.	ton	0.07	20,222.12	1,318.26
Malla electrosoldada 66-44.	m ²	0.78	25.33	19.72
Maniobrista de 1a.	jor	1.11	113.73	126.32
Oficial especialista.	jor	0.75	119.68	89.87
Peón.	jor	10.47	55.45	580.29
Piezas especiales de PVC.	jgo	1.00	38.12	38.12
Planta de lodos.	hr	6.59	33.42	220.10
Planta para soldar eléctrica.	hr	0.51	15.97	8.11
Polín de 3 1/2"x3 1/2"x8 1/4".	pt	13.99	2.71	37.90
Poste de arranque de 73mm estándar 2.00m de altura	pza	0.02	186.95	3.74
Poste esmaltado de 63mm de espesor x3.00m de altura	pza	0.24	16.58	3.98
Retroexcavadora Caterpillar 225 B.	hr	0.0001	358.14	0.03
Soldador de 1a.	jor	0.02	156.79	3.14
Soldadura eléctrica E-70 de 1/4".	kg	2.04	5.75	11.73
Tornillos con tuerca de 1/2" x 4".	pza	0.45	2.34	1.05
Tractor agrícola.	hr	2.95	140.44	414.27
Tubo hidráulico de PVC RD-32.5 de 102mm (4").	m	11.83	66.76	789.77
Vibrador de concreto mca. Elba EX-8 (K-181)	hr	37.46	15.25	571.27

Subtotal de Materiales : 36,933.92

Subtotal de Mano de obra : 6,359.50

Subtotal de Equipo y Herramienta : 6,334.56

Total de Explosión de Insumos : 49,627.98

CONCLUSIONES

En términos generales, lo obtenido del presente estudio, da como resultado la comparativa de los dos tipos de muro tablestaca ejecutados en la actualidad, observándose lo que a continuación se menciona:

Considerando la factibilidad técnica de acuerdo a lo descrito en los capítulos 2 y 3 correspondientes a la descripción breve de los procesos constructivos de ambos elementos; éstos no presentan muchas diferencias, básicamente éstas existen en que la fabricación del muro prefabricado se realiza fuera del lugar en donde posteriormente se lincará, adoptando con ello que puede y es revisado, corregido y mejorado antes de su colocación permanente, mientras que el muro tradicional al ser construido en su sitio definitivo produce menos confiabilidad en cuanto a si presentará fallas en un futuro, siempre y cuando su ejecución no haya sido realmente como está establecido en las especificaciones correspondientes.

Ahora bien, puesto que la diferencia es notable en cuanto al resultado presentado después de su colocación y construcción definitiva, cabe mencionar que existen observaciones de ambos muros para este caso en particular de la experiencia vivida en la línea 8, las que nos abren más el panorama de las variantes existentes de un muro a otro.

En el caso de los muros colados en el lugar al realizar la excavación del cajón subterráneo de la línea mencionada anteriormente, llamó la atención el hecho de observar gran cantidad de los muros con defectos constructivos; para ello se recopiló información con objeto de poder identificar las diferentes causas del problema, tomando como tramos en estudio a: Nonoalco-San Juan de Letrán, San Juan de Letrán-Obrera y Obrera-Coyuya.

En principio, al hacer una relación de los muros con falla, en función al tipo de fluido usado durante la excavación de la zanja para muro milán o colado in situ se encontró que en el tramo de referencia, de un total de 3577 muros construidos usando lodo bentonítico, 46 de ellos presentan fallas (1.3%).

Mientras tanto, para el mismo tramo de 751 muros construidos, usando agua tratada como fluido estabilizador, 119 muros presentan fallas (16%).

Como puede observarse la incidencia a fallas es 12 veces mayor cuando se usa agua tratada que cuando se usa lodo bentonítico, como fluido estabilizador, pero ¿por qué ocurre esto?

Esta incógnita abre el panorama a analizar los tipos de falla que se presentan en muros colados en el lugar y el porqué de su presencia.

Las principales fallas que se presentan durante la excavación de zanjas para muros colados en el lugar son:

a) Por caídos.- Éstas ocurren en las paredes del terreno natural a un nivel de 2.0 a 3.0m de profundidad con respecto al nivel de terreno natural, ocasionando que, durante el colado de los muros, el volumen de concreto llene las socavaciones dejadas por los caídos, quedando posteriormente muros con sección transversal con salientes variables de 1.0 a 1.5m² por la longitud del caído.

En los tramos con este tipo de falla es usual observar la continuidad de la falla a lo largo de uno o más muros.

b) Por zonas contaminadas.- Son zonas inestables sin resistencia alguna que quedan atrapadas en el concreto de los muros y provocan discontinuidad en los concretos. Generalmente pueden observarse como zonas localizadas de material mezclado con lechada de cemento o bien, agregado del concreto mezclado con arcilla.

De observaciones visuales en los frentes de trabajo, se han detectado como probables causas de las fallas la enumeradas a continuación:

a) Discontinuidad del colado.- Al revisar la información estadística de los tramos con muros con caldos o zonas contaminadas, se encontró que en 38% de la totalidad de los muros con falla no hubo continuidad del colado, es decir, existieron interrupciones del colado mayores de 15 minutos; la población analizada fue de 122 casos.

Cabe destacar que cuando se usó agua como fluido estabilizador, esta anomalía se tuvo en el 16% de los muros con falla, pero al usar lodo bentonítico, la falta de continuidad en el colado se presentó en el 87% de los casos.

b) Uso de concreto con revenimiento fuera de especificación.- La especificación técnica correspondiente indica el uso del concreto con un revenimiento de $18 \pm 3.5\text{cm}$, es decir con un rango comprendido entre 14.5 y 21.5cm. En el 89% de los muros con falla, el concreto tiene el revenimiento requerido y el 11% restante acusa revenimientos inferiores.

c) Fluido estabilizador con baja densidad.- Este problema ocurrió al usar agua tratada como fluido estabilizador. Del total de muros con falla, el 40% fueron colados teniendo fluido estabilizador de baja densidad.

Aparentemente ésta, es la causa principal de caídos, aunado a la brusquedad del procedimiento de excavación del muro, razón por la cual, los caídos se presentan casi siempre en el mismo nivel.

d) Carencia de "cake" del fluido estabilizador.- Este parámetro no fue medido durante el proceso constructivo por lo cual es imposible conocer si tuvo incidencia en los muros con fallas.

e) Contaminación de la lingada durante el colado.- Ésta es la principal causa de contaminación en los muros; durante el colado de muros, las uniones de tubo tremie o lingada eran origen de filtraciones de fluido estabilizador al concreto; no obstante, no hay evidencia escrita estadística de este problema, quizá por la reducida cantidad de supervisores de concreto en obra.

f) Altos contenidos de arena en el fluido estabilizador.- En todos los casos el contenido de arena resultó dentro de los límites permisibles, concluyendo que, este factor no incide en las fallas de los muros.

g) Diferencia entre el nivel del fluido estabilizador y el nivel freático.- Hay notas de bitácora que informan de esta situación, al variar el nivel del fluido estabilizador por encima y abajo del nivel de aguas freáticas, ocasiona repetidos ciclos de cambio de presión en las paredes a estabilizar, lo cual puede originar caídos.

h) Excavación realizada por operadores de draga inexpertos.- La maniobra de excavación, en muchos de los casos observados, se hizo con brusquedad y sin tener cuidado

en la excavación de la tercera posición, área central del muro milán; no obstante, hay poca evidencia por parte de la Supervisión.

i) Procedimientos constructivos con descuido.- Los colados observados presentan carencias, motivadas por el desconocimiento de las buenas prácticas para el colado a base de tubo tremie.

j) Combinación de efectos.- La combinación de efectos potencia las fallas en los muros, razón por la cual gran cantidad de elementos, excavados con ambas clase de flujo, no presentan falla alguna.

Con lo anterior se puede deducir que para el caso de muros excavados, usando lodo bentonítico, cuando se tubo discontinuidad en los colados, aumentó la probabilidad de tener fallas, muchas de las cuales ocurrieron cuando el concreto se colocó con revenimientos bajos y cuando la densidad del lodo aumentó por encima de lo especificado, esto aunado a contaminación de la lingada, generó en consecuencia contaminación de muros.

En el caso de muros excavados, usando agua tratada, al existir discontinuidad en los colados y al tener el fluido baja densidad, y existir contaminaciones constantes, se llegaron a tener verdaderas mezclas concreto-arcilla, origen de la contaminación del muro. Por eso algunos muros aparentaron no fraguar.

La causa de los caídos, parece deberse a la brusquedad del procedimiento de excavación de la zanja, aunada a la baja densidad del fluido estabilizador superficial, es conocido que, incluso cuando se usó lodo bentonítico, muchas veces el contratista adicionó agua a la zanja, que al tener menor densidad quedaba en la superficie, aumentando el riesgo de los caídos.

DEFICIENCIAS QUE PRESENTARON LOS MUROS CON FALLAS DE LA LINEA 8

Fluido estabilizador	Tramo	Muros analizados	Discontinuidad del colado.	Bajos revencimientos	Densidad del fluido		Alto contenido de arena	Tipo de falla
					Baja	Alta		
Agua	Sta. Anita-Coyuya	30	43%	0%	20%	—	3%	Contaminación
	Obrera-Chabacano	54	0%	2%	52%	—	9%	Caidos
	Subtotal	84	16%	1%	40%	—	7%	—
Lodo Bentonítico	Estación Doctores	17	100%	76%	—	47%	35%	Contaminación y caídos.
	San Juan de Letran-Bellas Artes.	18	73%	0%	—	100%	0%	Contaminación
	Obrera-Doctores	3	100%	0%	—	100%	33%	Contaminación y caídos
	Subtotal	38	87%	34%	—	76%	18%	—
TOTAL		122	38%	11%	—	—	11%	—

Por otro lado hablando de las observaciones realizadas a los muros prefabricados, éstos mostraron que las filtraciones a través de ellos fueron mínimas gracias a la junta "Water Stop"; el acabado en el interior del cajón o bien de los muros presenta una mejor apariencia.

En cuanto al rendimiento de ejecución se tuvo avances de hasta 1.2m de cajón, gracias a la utilización de estos muros.

Una diferencia importante es la de utilizar en este caso un aditivo retardante de fraguado, situación que permite fabricar volúmenes considerables y manipular el fodo por periodos de tiempo prolongado, sin tener problemas de fraguado, caso contrario ocurre en el muro colado en el lugar.

Otro caso es el muestreo, en este tipo se toman 3 por día tanto en planta como antes de introducir el muro, en cambio el muro colado en el lugar indica 2 por cada tablero, la primera al vaciar en la zanja y la segunda antes de introducir el muro prefabricado, además el ensayo de probetas se realiza a 30, 90 y 180 días y 7, 14 y 28 días respectivamente, situación que es originada por la utilización del aditivo retardante de fraguado.

El estudio económico del capítulo 4 nos demuestra que en la factibilidad económica el costo es superior para el muro prefabricado con respecto al colado en el sitio, lo cual se ilustra con la tabla siguiente en donde se podrá notar la diferencia del costo.

TABLA COMPARATIVA ECONÓMICA DE MURO COLADO IN SITU VS. PREFABRICADO

M U R O T A B L E S T A C A	
Colado in situ de dimensiones 10.00x6.00x0.60m	Prefabricado de dimensiones 10.00x6.00x0.60m
\$ 87,282.75	\$ 159,900.07

Si se considera que:

El muro prefabricado cuyas dimensiones son de 10.00x2.94x0.50m o bién 14.70m³, el presupuesto obtenido para este caso nos proporciona un costo total de \$ 65,292.53 por pieza, lo que equivale a que el m³ tiene un valor de \$ 4,441.67.

El muro colado en el lugar cuyas dimensiones son de 10.00x6.00x0.60m o bién 36.00m³, el presupuesto obtenido para este caso nos proporciona un costo total de \$87,282.75 por pieza, dando un valor por m³ de \$ 2,424.52.

Por lo tanto si se consideran ambos muros de las mismas dimensiones para una comparación más real, su costo original obtenido en el estudio es el presentado en la tabla anterior.

Deduciéndose con esto que el muro prefabricado es del orden del 55% más caro que el muro colado en el lugar, debido a que los gastos de maquinaria son mayores y por el contenido de piezas especiales.

Pero como se mencionó en la factibilidad técnica, el muro colado en el lugar presenta diversos tipos de fallas notables hasta el término de la construcción del tramo, ocasionando con ello daños perjudiciales, cuyo mantenimiento a través del tiempo, ocasiona gastos continuos que incrementan el costo inicial del muro; mientras que en el caso del prefabricado, éste es ejecutado y revisado antes de ser colocado previniendo con ello las posibles fallas que pudiera tener y manteniendo su costo original sin incrementos posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Rubio L. **Informes Técnicos COVITUR.** (1986-87).
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Boletín Línea 8.**(1993).
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Boletín Construcción de muros prefabricados en Línea 8.** (1993).
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Boletín Construcción de muros colados en el lugar de Línea 8.** (1993).
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Especificaciones para muros colados en el sitio y prefabricados.**
- COVITUR. **Manual de estudios geotécnicos, solución subterránea en cajón.** (1985)
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Informe sobre la factibilidad del empleo de agua o lodos producidos en la zanja como fluidos estabilizantes de las paredes de la excavación para la construcción de los muros tablestaca construidos en la ciudad de México.**
- **Reglamento actualizado de Construcción del Distrito Federal.**
- COVITUR. **Manual de costos del D.D.F.** (1987-1988).
- COVITUR. **Serie 100 km de metro.** Informes Técnicos.
- TGC. **Excavación de prueba para un muro milán de la línea 9 poniente.** Informe elaborado para COVITUR. (1879).
- Alberro J. Y G. Auvinet. **Construcción de estaciones del metro a gran profundidad en las arcillas del Valle de México.** Informe del Instituto de Ingeniería, (sin fecha).
- Ingeniería del Sistema de Transporte Metropolitano (ISTME). **Especificaciones de lodos para la estabilización de las paredes de las zanjas de los muros milán colados en el sitio en los tramos subterráneos del metro.** (Especificaciones 77-MS-3.00.III-3-6-e, Modificaciones 2 y 3 y especificaciones 86-MS-3.00-III-3-6-e), (1977-86).

GLOSARIO

ACERO ESTRUCTURAL. Todos los elementos de acero laminado, forjado, rolado, tubular o troquelado, tales como: columnas, trabes, vigas, placas, conexiones, tirantes, remaches, etc., usados en la construcción de estructuras de acero y que cumplan con las normas respectivas establecidas por la SECODAM.

ADEME. Elementos de soporte usados en excavaciones o perforaciones para garantizar la estabilidad de las paredes durante el tiempo necesario para la construcción. En ocasiones se denomina con este término al soporte que se proporciona por medio de lodo bentonítico o pozos y trincheras.

AFFECTACIONES. De predios: Terrenos de propiedad particular, ejidal o federal que debidamente justificados deben adquirirse para la construcción de las obras del metro y que son originados por trazo, estaciones, puestos de rectificación o estacionamientos.

ALMEJA. Cucharón de quijadas automáticas de una draga que se utiliza para manejar materiales sueltos como tierra, arena, grava, piedra triturada y para excavar y sacar material de lumbreras, pozos de visita, alcantarillas, zanjas con ataguías, zanjas para muro tablestaca etc.

APUNTALAMIENTO. Armado y colocación de soportes para asegurar temporalmente una construcción.

ATAGUÍA. Estructura de protección para resistir empujes de tierras. También estructura hermética que permite, mediante el bombeo, el abatimiento del agua para trabajar y construir en seco la obra.

AZOLVE. Material depositado por corrientes fluviales que invaden las excavaciones y obras.

BACHA. Cantidad de materiales mezclados en cada ciclo, que produce una revoladora o una planta mezcladora de concreto.

BENTONITA. Arcilla volcánica que absorbe grandes cantidades de agua, convirtiéndose en una gelatina que realmente impermeabiliza la tierra contra la filtración del agua.

BOMBEO. Acción de extraer o trasegar agua u otro líquido por medio de una bomba.

BROCAL. Pieza de concreto armado en forma de ángulo recto que protegen los bordes de la excavación y sirven de guía a las herramientas de excavación para muros tablestacas y lumbreras.

BY-PASS. Derivación o desvío corto en paralelo, de una tubería.

CAJÓN. Tajo en el terreno para una obra civil.

CALZADA. En calles y puentes, la superficie comprendida entre guarniciones y destinada al tránsito de vehículos.

COLADO. Colocación de concreto hidráulico en un molde.

COMPACTACIÓN. Operación mecánica para reducir el volumen de vacíos entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

COSTO DIRECTO. Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

COSTO HORARIO. Es el costo por hora de uso de un equipo determinado, que se deriva del uso correcto de la máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas y especificaciones de construcción, conforme al programa establecido.

CURADO. Aplicación a las superficies expuestas del concreto hidráulico, de agua, materiales húmedos o películas impermeables para evitar que se evapore el agua interna de mezclado, y lograr así la completa hidratación de los compuestos del cemento Portland.

DEMOLICIONES. Trabajos que se ejecutan con el objeto de deshacer, derribar y dismantelar una obra, seleccionándose y estibándose los materiales aprovechables y retirando los escombros, de acuerdo a lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el representante.

DESPLANTE. Superficie sobre la cual se asienta un estructura.

EJE DE TRAZO. Línea virtual que sirve de apoyo para dar posición a los ejes de construcción de la obra civil.

ESPECIFICACIONES. Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que se fijan o dictan para la ejecución de obras y que deben aplicarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra terminada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos.

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS. Incorporación a un suelo de un determinado producto para disminuir su plasticidad y/o aumentar su resistencia

ESTACIÓN. Construcción que forma parte de las líneas del metro; cuenta con

instalaciones para uso del público y con los servicios que requiere la operación de la estación.

ESTANCO. Impermeable, que no permite el paso del agua.

EXTRADÓS. Lecho superior de la losa de techo.

ESTRUCTURA. Arreglo o disposición de materiales o elementos de construcción que, de acuerdo con el proyecto, integran el todo de una obra, su parte fundamental o una de sus partes principales. Parte de una obra vial, fabricada con cualquier material, tal como un terraplén, un muro de sostenimiento, etc., o cualquier construcción provisional o definitiva que sirva para dar paso a la misma sobre agua o sobre una depresión. Conjunto de elementos resistentes que forman el armazón o esqueleto de un edificio.

ESTUDIO. Conjunto de trabajos, de investigaciones y de análisis necesarios para determinar y establecer la justificación y/o las características de una obra.

EXCAVACIÓN. Remoción y extracción de materiales, efectuada de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el representante para desplantar o alojar una estructura.

FALDÓN. Losas de concreto o láminas que se proyectan hacia abajo con fines de protección.

FALLAS. (Mecánica de suelos). Por extrusión: deformación excesiva de terrenos blandos que se presenta en superficies sin revestimiento, en excavaciones subterráneas o en excavaciones a cielo abierto profundas como lunbreras o trincheras; de fondo: deformación o deslizamiento del fondo de una excavación cuando los esfuerzos cortantes exceden la resistencia de los suelos a lo largo de superficies críticas de

falla; de pateo: desplazamiento o deformación del terreno que se presenta por la rotación de muro tablestaca, cuando la distancia entre el último nivel de troqueles y el fondo de la excavación resulta excesiva; por subpresión: desplazamiento, deslizamiento o deformación excesiva de las capas de terrenos impermeables o revestimiento que forman el fondo o paredes de una excavación realizada bajo el nivel freático, debido al empuje hidrostático o a la subpresión.

GRÚA. Máquina que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que su brazo describe o del movimiento que puede tener.

HINCAR. Clavar en el terreno estacas, pilotes, tablestacas u otra estructura prefabricada.

INDIRECTOS. Son los cargos de carácter general no incluidos en los cargos en que debe incurrir el Contratista para la ejecución de los trabajos, tanto en sus oficinas centrales como en la obra y que comprenden entre otros los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria y, en su caso, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo. Se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.

INTERESTACIÓN. Distancia entre dos estaciones consecutivas.

INTRADÓS. Lecho inferior de la losa de techo.

JUNTEAR. En albañilería unir o juntar con mortero.

LIMPIEZA. Conjunto de trabajos realizados en el interior y áreas exteriores

de una obra para desalojar los materiales sobrantes y los escombros incluyendo el aseo final para la entrega de la obra.

LÍNEA DE METRO. Conjunto formado por las vías y pistas (sobre las cuales circulan los trenes del sistema metro), los accesorios de vía, los dispositivos de operación y control de los trenes, su estructura de apoyo, las estaciones y demás instalaciones auxiliares.

LÍNEA SUPERFICIAL. La estructura de apoyo de los elementos de vía, compuesta por una losa y dos muretes laterales de contención, se desplanta a una profundidad promedio de 1.30m, dando como resultado que la circulación de los trenes se realice aproximadamente en la superficie del terreno y que las estaciones tengan el piso aproximadamente al nivel del terreno.

LÍNEA SUBTERRÁNEA EN CAJÓN. La estructura en la que circulan los trenes del sistema, es de concreto reforzado, de sección rectangular, construida a cielo abierto y desplantada a la menor profundidad posible.

LÍNEA ELEVADA. El apoyo de los elementos de circulación de los trenes es una estructura que permite el libre paso de vialidades transversales y longitudinales y evita el desvío de instalaciones municipales. La estructura está formada por zapatas de concreto reforzado, apoyadas en pilotes de fricción, una sola hilera de columnas en sentido transversal y vigas de concreto postensado en sección cajón, con un claro de 35 a 45m aproximadamente.

LÍNEA SUBTERRÁNEA EN TÚNEL. La circulación de los trenes, las estaciones e instalaciones, se encuentran alojadas en túneles, sencillos o dobles, excavados a una profundidad que permita llevar a cabo un procedimiento constructivo seguro, según el tipo de suelo y la ubicación adecuada de

accesos a las estaciones para que los usuarios no bajen a grandes profundidades.

LINGADA. Ver Tubo tremie.

MADRINA. Viga o trabe horizontal para apoyar o rigidizar los elementos verticales o longitudinales de una estructura de soporte o contención.

MEDICIÓN. Determinación de las cantidades de obra ejecutadas, hasta una fecha dada, de acuerdo con las Normas de Construcción y las Especificaciones que sean aplicables y que sirvan para formular las estimaciones y liquidaciones relativas.

METRO. Contracción convencional de Metropolitano, con el que se designe el sistema de transporte colectivo del tren metropolitano.

MOLDE. Parte de la cimbra que recibe directamente el concreto hidráulico y que está en contacto con él; puede ser de madera, metal u otro material. En la prefabricación: formas de madera, metal u otro material que sirven para la fabricación de piezas de concreto hidráulico, de acuerdo con secciones de proyecto.

MURO MILÁN. Muro de contención de concreto armado, colado "in situ", en una trinchera excavada mediante la cuchara doble (tipo almeja) y estabilizada con lodo bentonítico.

OBRA CIVIL. Conjunto de actividades de construcción de una edificación o instalación dentro del campo de la ingeniería civil que se ejecutan sobre, en o bajo el nivel del terreno superficial, sujeto a lo indicado en el proyecto y a las especificaciones o normas que rigen esa construcción.

OBRAS INDUCIDAS. Conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de las obras del metro, las

cuales se podrán desarrollar en forma independiente o paralela a las obras.

OBRAS PRELIMINARES. Conjunto de trabajos y obras tales como: limpieza del terreno, trazo, colocación de cercas y demoliciones, que deben ejecutarse antes de iniciar una obra para preparar el terreno y las construcciones colindantes, así como para facilitar y permitir la iniciación de la construcción.

PERFIL. Corte vertical y acotado que se da como complemento del plano para poder apreciar mejor el relieve del terreno.

PLANOS. Representaciones gráficas a escala que, aprobados, definen las características y ubicación de una obra.

PLANTILLA. Capa de pedacera de ladrillo, de grava, de concreto hidráulico simple, etc., que convenientemente tendida y compactada, sirve de asiento a cimientos, tuberías y ductos.

POLIGONAL. En topografía: figura geométrica abierta o cerrada formada por varias líneas rectas consecutivas trazadas y medidas en el terreno.

PRECARGA DE TROQUELES. Presión que se le aplica a los troqueles una vez que han sido colocados apoyando una estructura de contención, con el fin de resistir los empujes y de evitar los desplazamientos.

PRECIO UNITARIO. Es el importe de la renumeración o pago total que debe cubrirse al Contratista por unidad de obra, de cada uno de los conceptos de obra y/o trabajo que se realice.

PRESUPUESTO. Documento emitido en el que se enlistan los conceptos de obra, sus alcances, unidades y precios unitarios. Documento que contiene los datos anteriores y en el cual el proponente anota sus precios unitarios y los correspondientes

importes de cada concepto, así como el monto total de su proposición.

PROYECTO. Conjunto de planos, especificaciones, documentos, y datos complementarios, a los que debe sujetarse la ejecución de una obra.

PUNTAL O TROQUEL. Elemento con resistencia a cargas de compresión longitudinal con que se sostiene una pared o parte de un edificio para asegurar su estabilidad temporalmente.

RASANTE. En las tangentes de una obra civil, la intersección de las superficies de rodamiento con el plano vertical que contiene su eje.

RELLENOS. Tapado de oquedades dejadas por excavaciones para estructuras, obras de drenaje, etc., con el fin de protegerlas, utilizando para ello el producto o material proveniente de excavaciones o de bancos de préstamo, según lo fije el proyecto y/o lo ordene el representante.

SECODAM. Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo.

TABLESTACADOS. Estructuras formados por tablonos de madera, machihembrados o no, por perfiles metálicos especiales o por piezas de concreto reforzado o presforzado, que se hincan en el terreno para formar paredes de ataguías o de contención de tierra en trabajos de cimentación o de otra índole, o bien, como defensa de contra corrientes de agua; en todos los casos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

TABLETA. Estructural: elemento constructivo precolado.

TALUD. Superficie inclinada o vertical de un corte, de un terraplén o de un muro.

TRAMO. Porción de una obra o construcción comprendida entre dos puntos determinados.

TRAZO. Conjunto de mojoneras, estacas, señales o marcas, colocadas en el terreno, que sirven para indicar líneas, ejes, trazas, elevaciones y referencias de la obra, de acuerdo con el proyecto.

TREN. Conjunto formado por los vagones que forman una fila sucesiva y que transportan a usuarios de una a otra estación determinada en las líneas del metro.

TROQUEL. Ver Puntal.

TUBO TREMIE O LINGADA. Dispositivo instalado para el vaciado de concreto.

UNIDAD DE OBRA. Es la unidad de medición para fines de pago, que señala las Normas de construcción y Especificaciones, como base para cuantificar cada concepto de obra.

VACIADO. Colado; depósito de concreto fresco en los moldes previstos para formar un elemento.