

116

20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA  
ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DE  
UNA TORRE DE SUITES HOTELERAS,  
UTILIZANDO CIMBRA TUNEL.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
OSCAR RAMIREZ MIRANDA**



**TRIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MEXICO, D.F.**

**1991**



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

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

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

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

## INDICE GENERAL

	PAG.
I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES SOBRE CIMBRAS	3
II.1 El Sistema de Cimbra	4
II.2 El Descimbrado	5
II.3 El aspecto económico	5
III. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA CIMBRA TUNEL.	8
III.1 Componentes del Sistema	9
IV. APLICACION DEL SISTEMA	18
IV.1 Requisitos Básicos de Diseño de las Estructuras para su Aplicación	18
IV.2 Ventajas del Sistema	20
IV.3 Desventajas del Sistema	22
IV.4 Algunas Estructuras Construidas con Cimbra Túnel	23
V. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	28
V.1 Datos del Proyecto	28
V.1.1 Generalidades de Uso	28
V.1.2 Cimentación	31
V.1.3 Estructuración	34
V.1.4 Acabados, Plafones y Fachadas	37
V.2 Presupuesto de Obra	39

<b>VI.</b>	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO</b>	<b>47</b>
VI.1	Cimentación	47
VI.1.1	Excavación	47
VI.1.2	Zapatas de Cimentación	48
VI.1.3	Rellenos	51
VI.1.4	Losa de Cimentación	51
VI.2	Superestructura	52
VI.2.1	Equipo de Cimbra Túnel Disponible	52
VI.2.2	Selección del Procedimiento Constructivo	57
VI.2.2.1	Habilitado de la Cimbra	57
VI.2.2.2	Secuencia de Colados	60
VI.2.2.3	Ubicación de la Grúa Torre	65
VI.2.3	El Ciclo Cimbra Túnel	68
VI.2.3.1	Armado de Acero de Refuerzo	71
VI.2.3.2	Cimbra	74
VI.2.3.3	Revestimiento de Concreto	86
VI.2.3.4	Durado de Concreto	94
VI.2.3.5	Descimbra	98
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>

## CAPITULO I

## I. INTRODUCCION

La creciente demanda de nuevas estructuras de edificación ha estimulado la creación de procedimientos constructivos con la finalidad de optimizar tiempos de ejecución y aumentar la productividad. Entre estos nuevos procedimientos se ubica el Sistema de Cimbra Túnel, cuyas características, ventajas y limitaciones son objeto de este trabajo, así como su aplicación en una obra de edificación específica.

Conceptualmente la Cimbra Túnel es un equipo que nos permite realizar el colado o revestimiento de cuartos completos, así como de pasillos en forma integral; es decir se puede realizar en un solo colado dos muros laterales, uno frontal y su losa superior, lo que se conliza en una industrialización del proceso disminuyendo el tiempo de ejecución, utilizando el mínimo de recursos.

Este trabajo pretende ser de utilidad para todas aquellas personas que de alguna manera están relacionadas con el proyecto, planeación y ejecución de obras de edificación. El proyectista contará con información acerca de las características que deben tener las estructuras para la implementación del Sistema, así como las ventajas y desventajas que esto implica. El constructor podrá utilizarlo como herramienta que le permitirá conocer los componentes del Sistema, su función así como la manera de resolver algunos problemas prácticos.

Los primeros capítulos, contienen información acerca del Sistema de Cimbra Túnel, partiendo de las propiedades generales de las Cimbras.

Posteriormente se realiza una descripción general del proyecto de suites hoteleras ubicado en Puerto Vallarta, Jal., donde observaremos que cumple con los requisitos necesarios para ser construido con Cimbra Túnel.

Finalmente, se describe el Procedimiento Constructivo tanto de la cimentación como de la superestructura, destacando los factores que intervienen en su selección, así como las diferentes etapas del Ciclo Cimbra Túnel.

## CAPITULO II



## II. GENERALIDADES SOBRE CIMBRAS

A partir de 1860 comenzó la utilización del concreto como material básico en la construcción, y desde entonces entró en escena la cimbra, que se define como el Sistema que contiene y da soporte al concreto fresco cuando este no ha adquirido aún la resistencia suficiente para autosoportarse; además, tiene la finalidad de proporcionar la configuración de diseño requerida para los elementos estructurales.

La Cimbra también se define como el molde dentro del cual se coloca el concreto y es aquí donde se le compacta por diversos métodos, de tal manera que el acero de refuerzo quede totalmente recubierto y protegido. Esta compactación debe ser tal que obtengamos un concreto denso, libre de vacíos, y capaz de alcanzar la resistencia de diseño para absorber los esfuerzos que se desarrollan dentro de la estructura. El molde debe contener la masa de concreto sin filtraciones y sin deformaciones mayores a las permisibles, de acuerdo a las dimensiones del elemento.

Además de soportar las presiones que se generan en el proceso de colocación del concreto, la cimbra debe protegerlo durante el curado y soportar el peso hasta que este adquiera suficiente resistencia para contribuir estructuralmente. Una vez alcanzada esta etapa, el molde debe ser tal que permita ser renovado para utilizarse posteriormente en otros elementos.

## II.1 EL SISTEMA DE CIMBRA

Con el término de Sistema se agrupa al conjunto completo: apoyos, subestructura (o cuerpo de la cimbra), y revestimiento o cimbra de contacto. El Sistema de Cimbado implica un conjunto de elementos perfectamente compatibles entre sí, que al ser ensamblados deben reunir los siguientes requisitos:

- a) Soportar las distintas solicitaciones que se generan durante la etapa de colado, tales como las cargas verticales y la presión lateral del concreto fresco, generada a su vez por el peso propio del concreto, la rapidez de colocación y el vibrado.
- b) Contener la mezcla de concreto sin escurrimientos o deformaciones.
- c) Proporcionar el número de usos que justifiquen su inversión, conservando al mismo tiempo el estándar satisfactorio de exactitud y acabado final.
- d) Separarse del concreto sin dañarse o sin causar daño al concreto recién colado.
- e) Tomar la geometría y el perfil requeridos con una cantidad mínima de mano de obra posterior al colado para lograr el acabado final especificado.
- f) Ofrecer la posibilidad de ser trabajado y manejado con el equipo y mano de obra disponible según las características y dimensiones de la estructura por construir.

El Sistema de Cimbra se integra fundamentalmente por dos estructuras:

- 1) Cimbra de Contacto, es la que como su nombre lo indica se encuentra directamente en contacto con el concreto y su función primordial es configurar al concreto de acuerdo al diseño de la estructura; se compone principalmente de los paneles, tarimas y moldes prefabricados, ya sea de

madera o metálicos.

- 2) *Obra falsa*, este término se aplica a las estructuras que soportan a los elementos de contacto. Los materiales más utilizados como obra falsa son la madera y los andamios metálicos de aluminio y acero.

## 11.2 EL DESCIMBRADO

Es importante para cualquier tipo de cimbra, organizar las actividades de descimbrado para que se cumplan los siguientes requisitos en beneficio de la propia cimbra, en el acabado de los elementos y en general del proceso constructivo:

- a) Se debe realizar en el momento adecuado considerando la edad del concreto y a la vez buscando no afectar las etapas posteriores del proceso constructivo
- b) Se realizará sin ocasionar daños a la estructura de concreto o a cualquier elemento de la cimbra.
- c) Se buscará utilizar el mínimo de mano de obra para ejecutar el descimbrado de los paneles que están en contacto con el concreto.

## 11.3 ASPECTO ECONOMICO

El diseño de la cimbra constituye un aspecto esencial en la construcción de una estructura de concreto, que influye de manera importante en el costo total. El importe por concepto de cimbra rara vez es inferior al 30 % del costo total de la estructura y en algunas ocasiones llega a ser del orden del 50 %.

La economía de una cimbra depende de diversos factores. Podrá pensarse que uno de los principales es el empleo de la mínima cantidad de material que

proporcione la resistencia necesaria para lograr un grado de seguridad razonable. Sin embargo, aunque esta es una consideración de peso, es más importante lograr cimbras que permitan un número elevado de usos, aunque esto implique un consumo de material superior al estrictamente necesario desde el punto de vista de la resistencia, con el fin de conseguir mayor durabilidad. El uso repetido de cimbra se favorece disminuyendo el número de variaciones en las dimensiones de los elementos de la estructura de concreto.

Es aconsejable el empleo de elementos de cimbra modulados y prefabricados que puedan utilizarse en estructuras diferentes. Además, es de gran importancia, prever detalles en la cimbra que permitan un fácil descimbrado.

Otro factor que influye de manera significativa en el costo de la cimbra, es la planificación en su uso. Aquí deben estudiarse las ventajas relativas de programar colados pequeños, o bien, programas de trabajo con cimbra en grandes tramos de la estructura de una sola vez; o de recurrir a procedimientos que permitan un descimbrado rápido, tales como el uso de concretos de alta resistencia a edades tempranas, acelerantes de fraguado o procedimientos de curado con aplicación de calor como el que describiremos más adelante.

Actualmente en nuestro país, aunque la madera se continúa utilizando en forma generalizada como material para cimbra de contacto, se han introducido algunos sistemas novedosos, tales como los andamios metálicos, que incrementan notablemente la eficiencia en los procesos de cimbrado y descimbrado.

Por otro lado, como consecuencia del uso generalizado del equipo pesado en las obras de edificación, principalmente la grúa torre, así como de la demanda de

nuevas y mas altas estructuras, han surgido en anos recientes, sistemas de cimbra novedosos y avanzados que han venido a revolucionar los procedimientos constructivos, entre los que destaca la CIMBRA TUNEL, cuyas características desarrollaremos através de este trabajo.

## CAPITULO III

### III. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA CIMBRA TUNEL

La Cimbra Túnel es un Sistema que nos permite moldear de una manera integral los muros y losas de una estructura de concreto armado, reduciendo así las juntas frías y logrando como consecuencia una estructura cuyas características se apegan más a un ente monolítico. El Sistema tiene un amplio rango de aplicación y es capaz de abarcar cualquier etapa del proceso constructivo: Cimentación, Superestructura y Fachadas.

Este Sistema se está utilizando principalmente en la construcción de grandes complejos hoteleros, en los que la repetición de los elementos estructurales y cuartos, en cuanto a sus dimensiones y formas, ofrecen el marco ideal para su efectiva aplicación y al mismo tiempo justifica económicamente la inversión que se realiza para la compra o renta del equipo.

La naturaleza del procedimiento constructivo con Cimbra Túnel exige la utilización de algún tipo de maquinaria de izaje, que debe seleccionarse en función del tipo de proyecto a realizar. En el caso de un edificio de gran altura, es indispensable utilizar una grúa torre, ya sea fija, trepadora o deslizante sobre rieles, para las estructuras cuya longitud así lo exija. Tratándose de un proyecto de tipo horizontal, es más recomendable utilizar una grúa hidráulica montada sobre neumáticos, o bien, una draga montada sobre orugas. La selección del equipo de izaje dependerá además del peso de los elementos componentes del sistema.

### III.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

Aunque las dimensiones y distribución de los diversos elementos de la cimbra pueden variar para cada fabricante y proyecto específico, la esencia del sistema es la misma. El material que se utiliza básicamente para la construcción de los moldes metálicos es la placa de acero de 1/4" de espesor, reforzada por medio de perfiles estructurales tipo IPR y PTR.

En general los componentes del Sistema de Cimbra se agrupan como sigue:

#### a) TUNELES

Constan de una serie de elementos típicos que ensamblados nos proporcionan la forma de túnel o una caja de zapatos invertida. Esta sección transversal se logra através de dos escuadras, y en algunos casos de un elemento de ajuste, dependiendo de las características del proyecto. A su vez, las escuadras están formadas por paneles verticales ( muro ), y por paneles horizontales ( losa ), debidamente rigidizados através de puntales verticales e inclinados, para absorber las cargas que se generan durante el proceso de colado y mantener el ángulo normal entre ellos.

Estos puntales triangulados entre sí constituyen lo que hemos definido como obra falsa del Sistema de Cimbra, que cuenta con elementos que permiten la correcta nivelación de la losa, así como un descimbrado sistemático que facilita el proceso.

Cada escuadra que conforma al túnel está provista de ruedas que permiten su



desplazamiento longitudinal hacia la parte exterior de la estructura, así como de gatos mecánicos que constituyen los elementos de nivelación y descimbra. Los muros cabeceros de la estructura generalmente se resuelven através de pánels frontales que se combinan con las escuadras típicas antes mencionadas, estos pánels frontales generalmente tienen las mismas características de los muros de escuadras típicas.

El sistema de anclaje entre muros, es decir los elementos que absorben la carga lateral del concreto fresco durante el colado, está formado de una barra roscada que toma los esfuerzos de tensión através de dos tuercas localizadas en sus extremos y un separador cónico recuperable, que mantiene el espesor requerido del muro.

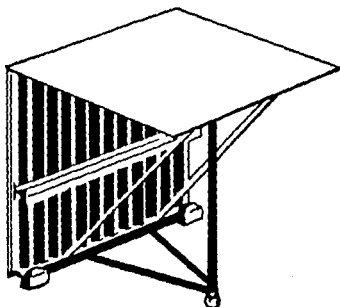


FIG. 1 ESCUADRA TÍPICA.

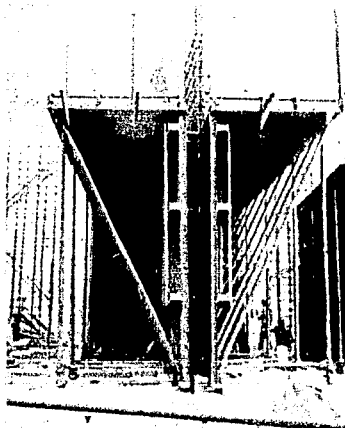
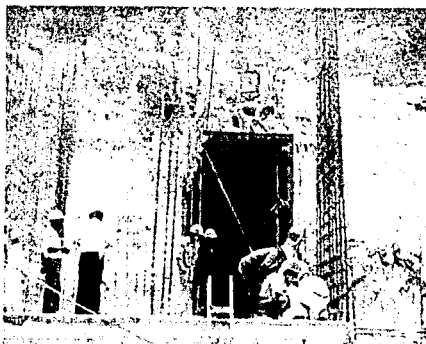
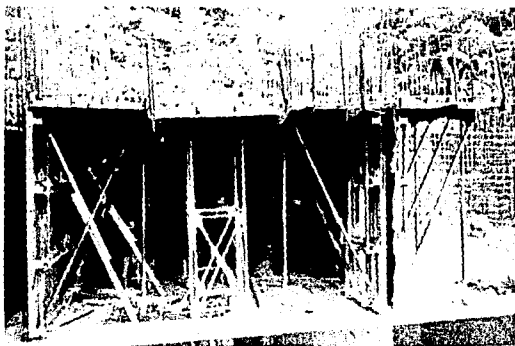


FIG. 2 y 3 ESQUEMAS TÍPICOS DURANTE EL PROCESO DE CUBRADO.

#### *61 MESAS DE AJUSTE*

*Se utilizan para resolver grandes claros entre muros y en general para proporcionar mayor versatilidad al Sistema, ya que sustituyendolas por otras mesas de dimensiones diferentes, o bien suprimiendolas, se pueda utilizar el mismo equipo logrando túneles con dimensiones variables. Para el proyecto objeto del presente trabajo se utilizaron mesas de ajuste de forma trapezoidal, con lo que se logró una curvatura de 95.81 grados especificada en el diseño de la estructura.*

*Las mesas de ajuste están formadas de un panel horizontal apoyado en cuatro puntales verticales, con ruedas metálicas y debidamente contraventados, así como de sus respectivos gatos mecánicos.*



*FIG. 4. MESAS DE AJUSTE TRAPEZOIDALES AL CENTRO DEL TUNEL.*

### *c) ACCESORIOS*

*Entre los accesorios se agrupan todas las piezas adicionales a la estructura principal del Sistema, como son: vanos para puertas y ventanas, fronteras para losa y muro, pasos de reserva para huecos en losa y muro, tales como los necesarios para albercas, jacuzzi y ductos de instalaciones; además de los fondos para traveses especiales.*

*Todos estos elementos están constituidos al igual que los elementos principales de una superficie de contacto a base de placa de acero de 1/4" de espesor y un refuerzo a base de perfiles estructurales.*

*Los marcos para puertas y ventanas están diseñados según las medidas de cada proyecto sin considerar holguras, ya que se fijan en ambas caras de los paneles mediante tornillos transversales cuya longitud es igual al espesor del muro.*

*En general todos los accesorios cuentan con el mismo sistema de fijación a la estructura principal, con barrenos previamente perforados en los paneles, lo que disminuye la posibilidad de desplome o "descuadre" de algún elemento. Además, los elementos que se apoyan en el nivel de piso (vanos para puertas) cuentan con su propio mecanismo de nivelación a base de tornillos, así como con un sistema abatible para el descimbrado.*

*Otros accesorios con que cuenta el Sistema de Cimbra Túnel son los mecanismos de soporte y balance que permite el izaje de los elementos principales con la grúa torre o cualquier otro equipo que se haya seleccionado. Estos mecanismos algunas veces están formados por triples de acero, que se fijan en la losa al centro de gravedad del panel; otras veces el mecanismo es a base de eslingas de*

acero sujetas al pánel por medio de aditamentos especiales.

Entre los elementos más importantes y caracteristicos del Sistema se encuentran los ángulos metálicos que se utilizan como cimbra para colar monoliticamente la losa y el desplante del muro del nivel superior, lo que nos proporciona mayor continuidad entre el nivel que se esta construyendo y el siguiente; pero principalmente, constituye la guia de apoyo para el alineamiento de la cimbra, consiguiendo con esto el trazo automático para el nivel siguiente.

Los ángulos se colocan sobre otras piezas metálicas especiales, que se fijan a la parte superior de los páneles y que tienen el mismo espesor de los muros y el mismo peralte de la losa; asimismo, cuenta con separadores que impiden cualquier movimiento de los ángulos durante el colado.

Para definir los claros de puerta en el desplante del nivel superior, se colocan placas de acero entre los ángulos, funcionando como frontera; estas placas también tienen el espesor del muro y se fijan por medio de horquillas previamente soldadas a los ángulos.

Por último se mencionan entre los accesorios a la diversa cantidad de tornillos que se utiliza tanto en la unión entre páneles principales, como para la fijación de cualquier otro tipo de accesorio. Generalmente las tuercas correspondientes se encuentran soldadas a los elementos de panel, para simplificar su colocación y evitar su extravío. Sin duda los tornillos más importantes son los que forman parte del sistema de anclaje.

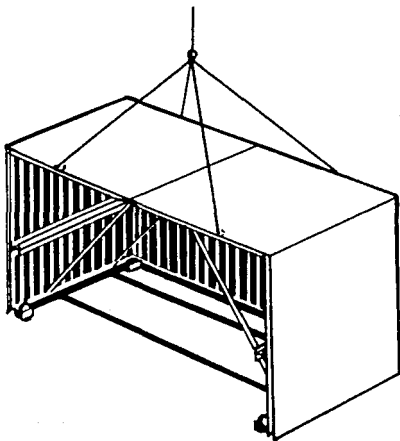
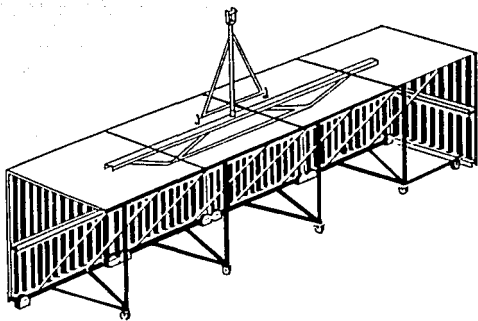


FIG. 5 y 6 DIVERSOS MECANISMOS DE SOPORTE Y BALANCE DE TUNELES.

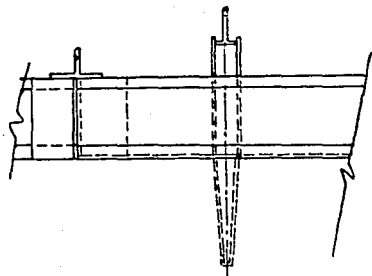
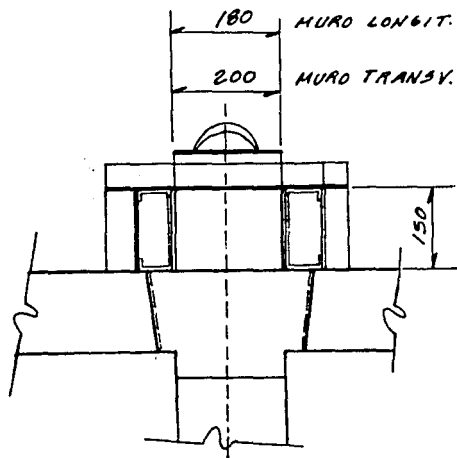


FIG. 7 DETALLE DE SARDINELA DE DESPLANTE.

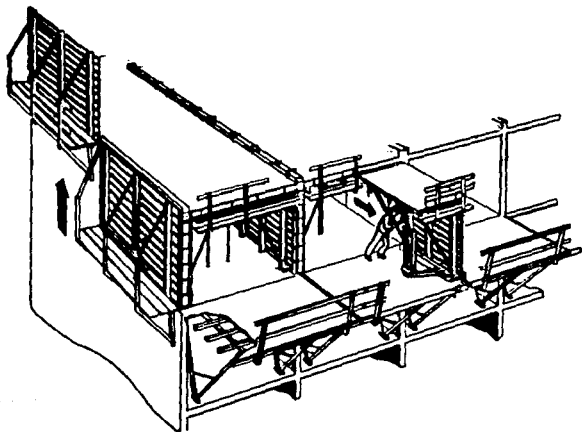
OSCAR RAMIREZ MIRANDA	F.I. UNAM
TESIS PROFESIONAL	FIG. No. 7

*d) PLATAFORMAS DE DESCIMBRADO.*

*Son estructuras tubulares con forro horizontal de madera, que se ensamblan en el nivel inferior al que se encuentra en proceso de cimbrado. Su función principal es proporcionar una superficie de deslizamiento para las maniobras de descimbrado, y a la vez proporcionar una zona de seguridad para el personal.*

*e) PLATAFORMAS DE APOYO.*

*Son estructuras muy similares a las anteriores, aunque con dimensiones menores y su función principal es proporcionar una superficie de apoyo para las maniobras de cimbra y descimbra en muros independientes y muros cabeceros.*



*FIG. 8 PLATAFORMAS DE DESCIMBRADO Y PLATAFORMAS DE APOYO.*



## CAPITULO IV

#### IV. APLICACION DEL SISTEMA

Como se mencionó anteriormente, el Sistema Cimbra Túnel se aplica tanto en la cimentación como en la estructura de una obra de edificación, siempre y cuando el proyecto se conciba completamente adaptado al sistema constructivo; es decir, es difícil la adaptación del Sistema a cualquier proyecto que no haya sido planeado para ser construido con este procedimiento.

##### IV.1 REQUISITOS BASICOS DE DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA.

Debe ser una estructura a base de muros y losas de concreto cuya formas y dimensiones deben considerar los siguientes requerimientos:

- a) La altura del entrepiso no deberá variar através de todo el edificio, o en una gran parte del mismo, lo suficiente para que se justifique la inversión desde el punto de vista económico.
- b) La unidad básica de la estructura deberá permanecer abierta por lo menos en uno de sus lados para permitir las maniobras de cimbra y descimbra.
- c) Deben evitarse las variaciones de espesor de los elementos estructurales.
- d) No deben existir cambios de nivel en una misma losa.
- e) Las trabes en cantiliver deben ser evitadas en lo posible; en caso contrario se podrán fabricar moldes especiales, o bien se dejarán provisiones que nos permitan ejecutarlas posteriormente o prefabricarlas.

En cuanto al diseño de los materiales a utilizar tenemos que observar las siguientes consideraciones:

- f) El armado del acero se debe calcular considerando que los muros y losas se colarán monolíticamente, por lo que se evitarán concentraciones de acero en la zona de vaciado de concreto en muros; además se deberán proponer armados repetitivos en toda la estructura, únicamente considerando la disminución de área de acero en los elementos de carga verticales, lo que permitirá el previo habilitado en grades volúmenes. Es importante prestar atención en refuerzos adicionales de muros, tales como los requeridos para vanos de puertas y ventanas.
- g) La mezcla de concreto debe diseñarse en tal forma que su revenimiento asegure una buena manejabilidad, así como contar con un tamaño máximo de agregado en función de la separación entre varillas, así como del espesor de los muros. La resistencia del concreto debe ser uniforme para todos los elementos estructurales, esto uniformizará el proceso y evitará posibles errores por variar la resistencia de la mezcla.
- h) Es recomendable evitar en lo posible las instalaciones ahogadas en los muros y losas, tratando de alojarlas en el espacio libre entre plafón y losa, así como en los ductos de instalaciones, solo se dejarán pasos para completar las instalaciones. En caso de que las instalaciones se proyecten ahogadas en los elementos estructurales, su diseño debe prever su habilitado previo y a gran escala para facilitar su colocación.
- i) Se deberán proponer acabados aparentes o bien, acabados que puedan ser aplicables sobre superficies lisas de concreto. Esto tiene la finalidad de aprovechar al máximo las ventajas que proporcionan las placas de acero como superficie de contacto.

#### IV.2 VENTAJAS DEL SISTEMA.

- a) Incremento del rendimiento, que aunado al correcto desarrollo del Sistema aumenta en forma considerable la productividad.
- b) El alto grado de repetición asegura que la inversión sea costeable, ya que el factor de depreciación calculado para la Cimbra Túnel se iguala al de la tradicional cimbra de madera aproximadamente a los 60 usos; es decir, cuando podemos utilizar la cimbra mas de 60 veces el factor de depreciación disminuye abatiendo así el costo directo por concepto de cimbra.

En la siguiente gráfica se ilustra en el eje vertical los porcentajes de costo Cimbra Túnel con respecto al costo de cimbra convencional, y en el eje horizontal el número de usos que se consideran en cada caso para la Cimbra Túnel.

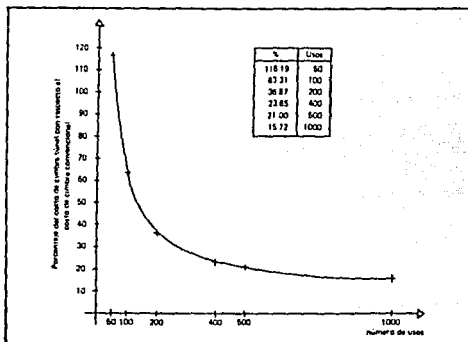


FIG. 9 GRAFICA DE PORCENTAJE DE COSTO DE CIMBRA TUNEL / CIMBRA CONVENCIONAL - NUMERO DE USOS.

- c) La naturaleza de los materiales con que se construye la cimbra, permite que sea utilizada hasta 500 veces con el mantenimiento adecuado.
- d) Al utilizar placas de acero como superficie de contacto con el concreto, se obtiene una estructura con acabado espejo, que puede ser aparente o bien estar lista para recibir cualquier tipo de acabado, tales como pastas, pintura, tapices, etc.
- e) El perfecto colado monolítico del sardinel de desplante de nivel superior con el muro y losa, tiene como beneficio que solo se tenga que realizar un trazo de ejes principales para toda la estructura, ya que al colar todo un nivel con Cimbra Túnel automáticamente tenemos ubicados los ejes de muro del nivel superior.
- f) El monolitismo que adquieren las estructuras al hacer el revestimiento integral de muros y losas disminuyendo así, las juntas de colado.
- g) La reducción de la mano de obra, cobra un papel importante, ya que para las obras de edificación este rubro representa el porcentaje más alto de los costos.
- h) El Sistema de Cimbra Túnel proporciona soluciones que van desde la simple estructura en forma de caja, con muros paralelos y normales entre sí, estructuras radiales como la que trataremos en este trabajo, hasta estructuras para fachadas circulares o poligonales y en forma de estrella; es decir, el sistema es versátil siempre y cuando, como ya se mencionó anteriormente, el proyecto se conciba paralelamente al mismo.
- i) En términos generales se logra una industrialización del proceso disminuyendo el tiempo de ejecución, y utilizando el mínimo de recursos humanos y materiales, reduciendo así la probabilidad de error y aumentando la calidad de los trabajos.

#### IV.3 DESVENTAJAS DEL SISTEMA.

- a) *El Sistema Cimbra Túnel depende fundamentalmente del equipo de izaje, pues cualquiera de los moldes por muy sencillo que sea no podrá ser elevado con equipo humano. Cualquier falla en este equipo provoca serios retrasos en el programa de obra, ya que generalmente se planean ciclos de trabajo de 12 a 15 horas.*
  
- b) *El mal manejo del equipo puede ocasionar deformaciones en los elementos que no son perceptibles durante la etapa de la cimbra.*
  
- c) *Puede hablarse de la limitación del Sistema al no ser aplicable para cualquier proyecto de edificación, pues tiene menor rango de aplicación que cualquier otro tipo de cimbra ya sea de madera o metálica, que generalmente se acondiciona al proyecto. Sin embargo en este trabajo se ha recalcado que la Cimbra Túnel no es alternativa de solución a problemas de cimbra, sino que es un sistema cuyas características ofrecen ventajas en determinadas obras de edificación, siempre y cuando sea considerada como parte del proyecto, y que el carácter repetitivo de los elementos estructurales lo haga costeable económicamente.*

#### IV.4 ALGUNAS ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON CIMBRA TÚNEL.

##### PROYECTO # 1

Este edificio está diseñado con una forma de curvas opuestas, por lo que la fachada está revestida a base de paneles curvos que se harán prefabricados en el mismo sitio de la obra. Este proyecto ha sido claramente diseñado para obtener una completa ventaja de los muros de concreto que soportan cargas y que serán formados con la Cimbra Túnel. En el croquis se pueden localizar marcados con las líneas más gruesas.

La característica principal de este proyecto es que los paneles horizontales se cortaron en forma diagonal para adaptarlos a la forma de la estructura y los cuales pueden ser desensamblados para sustituirse con paneles estándar y reutilizarse en cualquier otro tipo de estructura. Cada movimiento se realiza con cinco túneles completos, los cuales se forman por los semitúneles que están marcados con una línea diagonal, y las flechas nos indican hacia donde salen estos.

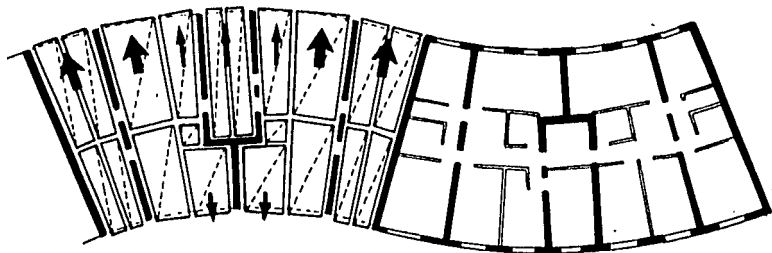


FIG. 10 PROYECTO # 1

PROYECTO # 2

Esta estructura tiene una forma poligonal, con los muros de carga colocados radialmente. El núcleo central donde se encuentra ubicado el cubo de la escaleras es colado simultáneamente a los túneles, pero utilizando solo formas para muro, y la losa con cimbra tradicional. Las áreas cruzadas por una línea diagonal representan las unidades de un medio túnel, las cuales utilizan una banda adicional en forma de cuña para lograr la forma de la estructura sin necesidad de cortar los paneles estándar. Cada planta de este edificio es construida en cuatro movimientos de cimbra, formadas por cuatro unidades completas de túnel. Las flechas nos indican hacia donde salen los túneles.

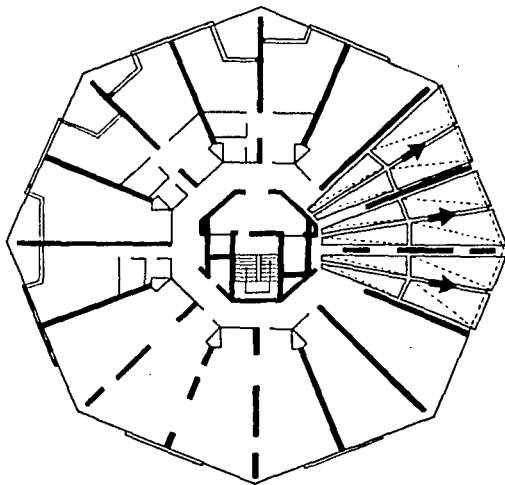


FIG. 11 PROYECTO # 2



### PROYECTO # 3

Este proyecto de edificio a primera vista parece complicado, porque el cubo de las escaleras es exterior e infliere la salida de la unidad de semitúnel. Durante la maniobra de descimbrado, se mueve hacia afuera primero el semitúnel número 1 y luego el número 2 se desliza hacia un lado a la posición que ocupaba la unidad número 1, en donde ya es posible moverla hacia la plataforma de descimbrado, las demás unidades salen en la dirección que indican las flechas. El cubo de la escalera se construye independiente a los túneles, por medio de formas de muro o en un caso dado se puede utilizar una cimbra deslizante. Cada planta de este edificio se construye en una sola operación.

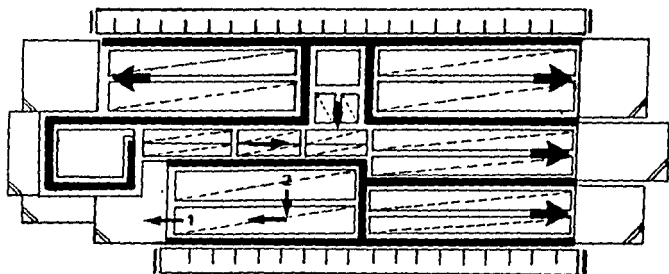


FIG. 12 PROYECTO # 3

PROYECTO # 4

Este proyecto pertenece a un edificio elevado, que es eminentemente concebido para la utilización de la Cimbra Túnel, incluyendo el cubo de la escalera y el del elevador. La construcción de cada piso se realiza en cuatro etapas, colocando los túneles en los cuartos dispuestos alrededor del núcleo central como se muestra en la figura. Este núcleo central se va formando conforme se va rotando la cimbra, utilizando las formas para muro, y se complementa con losas prefabricadas. En el croquis están marcados los muros de concreto con líneas gruesas y los muros interiores que son de tablaroca se distinguen con las líneas más delgadas.

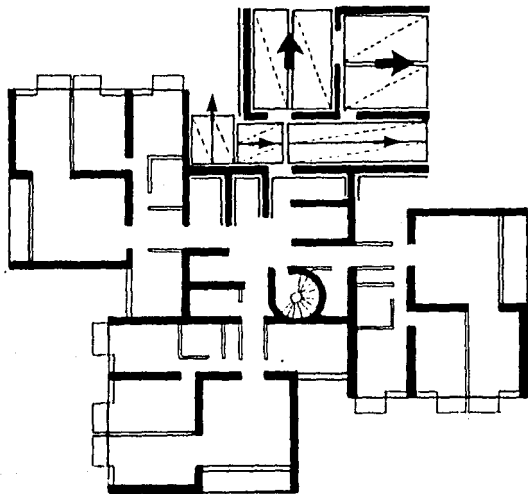


FIG. 13 PROYECTO # 4

## PROYECTO # 5

Este edificio tiene una forma piramidal, por lo que la superficie de cada planta vá disminuyendo conforme se vá ascendiendo, está estructurado con los muros que forma los cuartos en el sentido del menor momento de inercia del edificio, reforzado por dos muros transversales que forman el pasillo central. Los cuartos extremos también se proyectaron en el sentido perpendicular y con dimensiones diferentes a la de los cuartos centrales, razón por la cual se decidió construir primero todos los cuartos estándar, para que al final se cambiaron las dimensiones de los túneles agregandoles unas formas de mesa y se construyeron los cuartos cabeceros.

El núcleo de elevadores se contruyó paralelamente a los movimientos de la Cimbra Túnel, pero utilizando una cimbra tradicional. Todas las escaleras y descansos se hicieron precolados en el mismo sitio de la obra. Los muros interiores están marcados en el croquis con líneas mas delgadas, se construyeron a base de tablaroca y los muros marcados con línea gruesa son de concreto. Las áreas marcadas con una línea diagonal son las que representan el equipo de Cimbra Túnel que se utilizó.

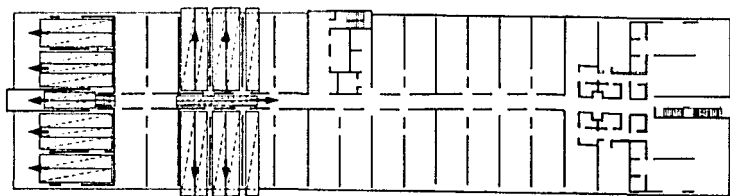


FIG. 14 PROYECTO # 5

## CAPITULO V

## V. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### V. 1 DATOS DEL PROYECTO

#### V.1.1 GENERALIDADES DE USO

La torre de Suites Hoteleras Royal Beach Club forma parte de un ambicioso programa de mejoramiento de la instalaciones del Hotel Camino Real Puerto Vallarta el cual contempla las fases de remodelación y ampliación:

#### REMODELACION:

Debido a la demanda creciente de servicios turísticos en este puerto, las instalaciones existentes, con 20 años de antigüedad, tuvieron que ser acondicionadas para seguir ofreciendo los mejores servicios. La remodelación tuvo efecto principal en la Torre Norte, donde se renovaron los acabados de sus 171 cuartos dobles, los 74 cuartos King, así como en sus 2 suites presidenciales y 3 suites master.

Asimismo, se remodelaron la mayoría de las áreas públicas tales como: Motor Lobby, Restuarante Azulejos, Albercas, Lobby Bar y otros de menor importancia ubicados en la zona de playa.

#### **AMPLIACION:**

La etapa de ampliación contempla la construcción del Centro de Convenciones, Casa de Máquinas, Andadores y la nueva Torre de Suites Royal Beach Club.

- a) **CENTRO DE CONVENCIONES:** sus 4,900 m<sup>2</sup> de construcción incluyen tres salones para eventos dotados de los servicios más modernos como caseta de proyecciones, iluminación teatral, sonido y aire acondicionado. Dependiendo de las necesidades de cada evento se pueden adaptar un gran salón con capacidad de 1500 asistentes, o bien, tener dos o tres salones divididos con muros plegadizos sonoisolantes, con la posibilidad de atender 3 eventos a la vez.

Dentro del edificio de Centro de Convenciones se localizan, la cisterna con capacidad de 1,338 m<sup>3</sup> y la Casa de Máquinas, que satisfacen la demanda de las nuevas construcciones.

- b) **TORRE DE SUITES ROYAL BEACH CLUB (TORRE SUR):**

Considerada en el ramo como un nuevo concepto en hotelería, la Torre Sur cuenta con 81 suites tipo Lanai, 5 suites tipo Fiesta y la exclusiva suite Virreyes, las cuales describimos a continuación:

##### **Suites tipo Lanai:**

Son las más sencillas del complejo y tienen un total de 68 m<sup>2</sup> de área que contempla la recámara, la zona de baño y la terraza, la cual cuenta con jacuzzi en los niveles 6o. al 10o.

##### **Suites tipo Fiesta:**

Localizadas en el 11o. nivel o P. H., cuenta con un total de 124 m<sup>2</sup> de construcción distribuidos en dos niveles; en la planta baja se localiza la estancia, un toilet y la terraza con alberca, mientras que en la planta alta se ubica la recámara, un baño completo y otra terraza.

**Suite Virreyes:**

Es la más exclusiva del conjunto con 272 m<sup>2</sup> construidos en dos niveles, dos módulos en la planta baja y dos en la planta superior. La planta baja cuenta con comedor, estancia y terraza con asoleadero y alberca, mientras que la planta alta está formada por otra estancia y el dormitorio.

Todas las Suites están provistas de las instalaciones más modernas tales como: aire acondicionado, sistema de protección contra incendio, T.V. sonido ambiental. etc.

La torre cuenta además con dos elevadores públicos y uno de servicio, dos escaleras de emergencia localizadas en los costados norte y sur, zona de ropería y hielo en cada nivel. En el nivel de basamento se encuentra la cocina de servicio a cuartos y la trinchera de instalaciones.

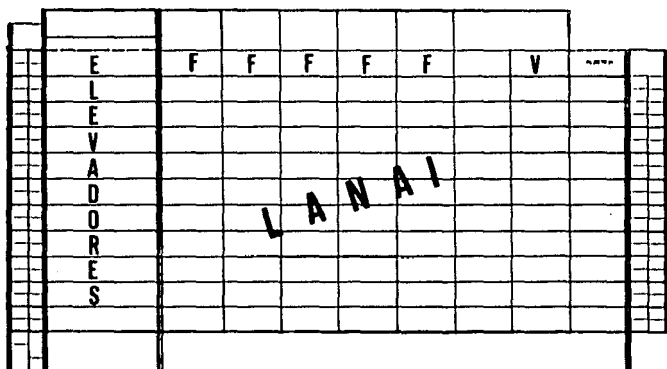


FIG. 15 CORTE ESQUEMATICO DE LA DISTRIBUCION DE SUITES.

### V.1.2 CIMENTACION

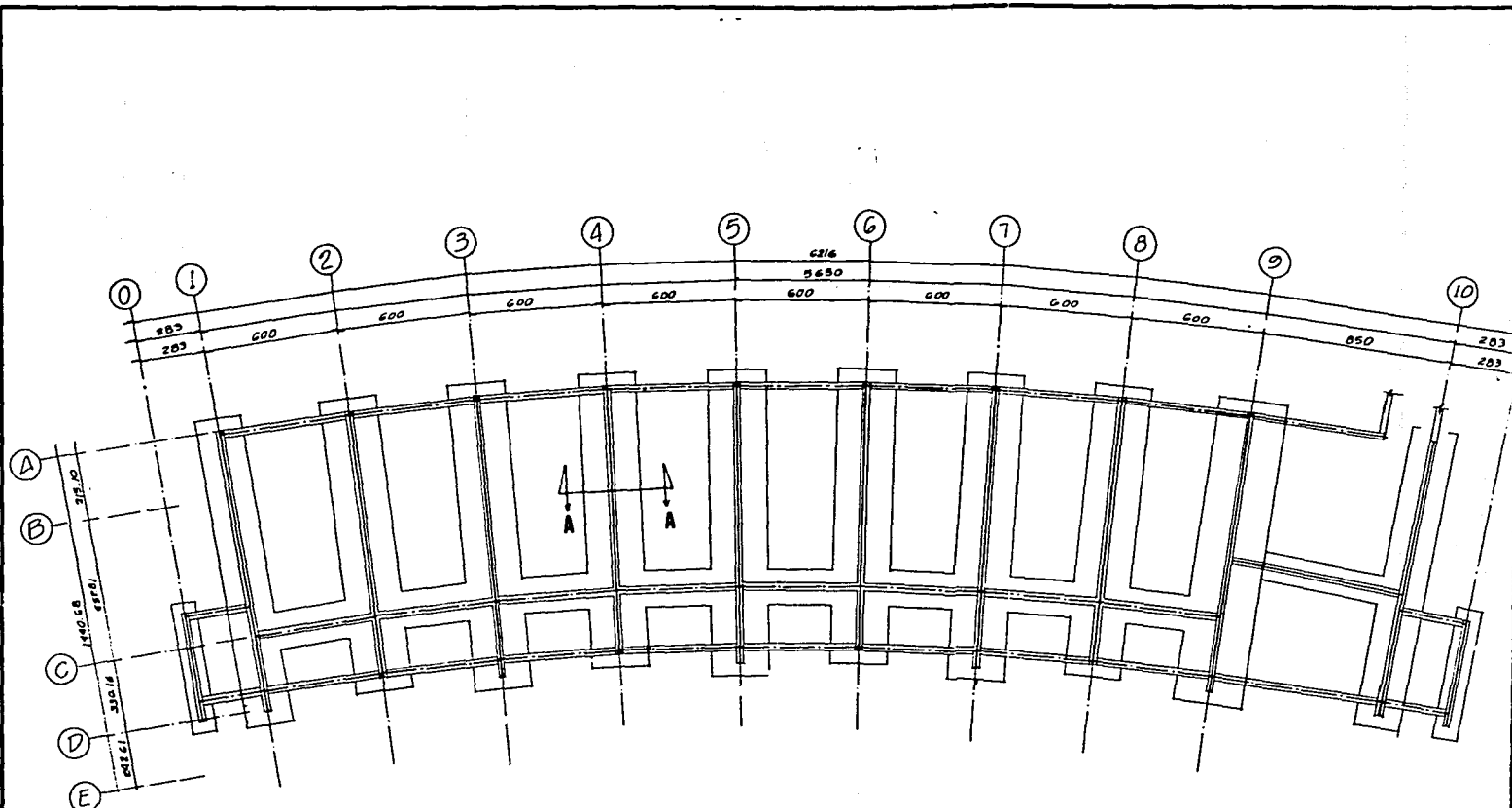
Atendiendo a la alta resistencia al esfuerzo cortante y a la baja compresibilidad del subsuelo, así como a las características de la estructura proyectada, la cimentación más adecuada dentro de los límites de economía y seguridad, es del tipo superficial, resuelta mediante zapatas continuas transversales en los ejes numéricos y longitudinales en el eje C, rigidizadas por traveses de liga, tanto en el eje A como en el eje D.

La profundidad de desplante será igual a 1.5 m, es decir, considerando la cota topográfica, el desplante se realizará en la elevación +1.50.

Cabe destacar que el apoyo de las zapatas se realizará en los boleos empacados en arena y limo, que aparecen a profundidad de 1.00 y 3.00 según sondeos realizados previamente a la construcción; entonces, dado que el estrato de apoyo aparecerá a diferentes profundidades dentro del área por construir, la excavación será irregular y el nivel de desplante se dará con concreto ciclopeo  $F'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .

Las zapatas se proyectaron para transmitir una presión admisible de 50 T/m<sup>2</sup>, con lo cual los asentamientos que se generarán en el subsuelo serán de magnitud tolerable y en su mayor parte ocurrirán durante la construcción del inmueble.



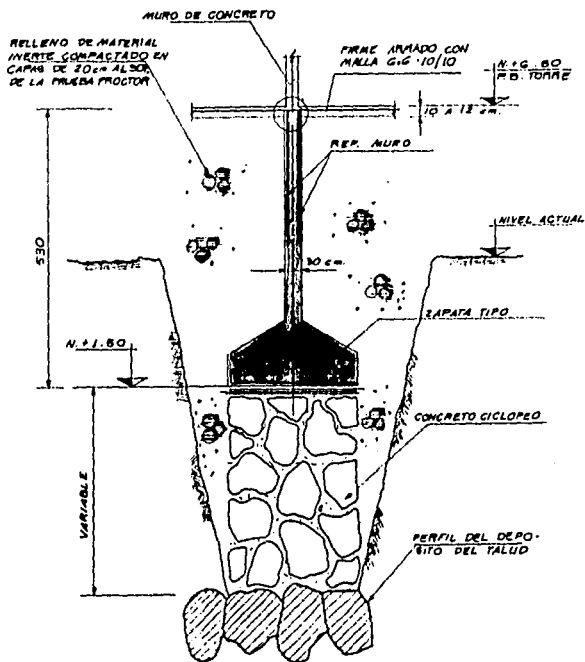


NIVEL DE DESPLANTE + 1.50

PLANTA DE CIMENTACION

OSCAR RAMIREZ MIRANDA	F.I. UNAM
TESIS PROFESIONAL	FIG. No. 16

# C O R T E A - A



OSCAR RAMIREZ MIRANDA

F.I. UNAM

TESIS PROFESIONAL

FIG. No.

17

### V.1.3 ESTRUCTURACION.

Se trata de una estructura de concreto armado de 55m. de altura de 12 niveles sobre el nivel de banqueta, mas un nivel de basamento, con una superficie total construida de 9,567 m<sup>2</sup>.

Los elementos de carga se resuelven mediante muros transversales (ejes numéricos con seccion de 18 cms.) y un muro longitudinal en el eje C, con 20 cms. de espesor.

La modulación de los muros de carga y el concepto arquitectónico, están perfectamente relacionados para aprovechar el espacio al máximo, pues cada módulo, comprendido entre dos muros transversales forman la superficie total de un cuarto tipo; asimismo, el muro longitudinal del eje C divide la zona de dormitorios de la zona de sanitarios.

La zona del pasillo de acceso a cuartos está comprendida entre los ejes D y E, y debido a que esta debe encontrarse libre de obstáculos, los muros transversales se interrumpen en el eje D. El soporte de la losa del pasillo se resuelve mediante una trabe acartelada en cantiliver, con una separación entre ejes de 5.10 m. las cuales deben anclarse en los muros transversales.

Las losas tienen una altura de entrepiso de 3.70 m sin variaciones en sus niveles, incluida la zona del cubo de elevadores y acceso a escaleras. Esta altura esta en función del plafón tipo bóveda que más adelante mencionaremos.

#### MUROS DE CARGA.

Dimensiones : L = 12.05 Ejes Transversales 2, 4, 6, 8 y 10  
11.55 Ejes Transversales 1, 3, 5, 7 y 9  
5.25 Ejes Transversales 0 y 10'

Materiales : Concreto  $F'c=250$  Kg/cm<sup>2</sup>, peso volumétrico mínimo de 2.0 Ton/m<sup>3</sup>, acero grado duro con límite de fluencia  $Fy=4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>, excepto el refuerzo del # 2 que será  $Fy=2500$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Recubrimiento: 3 cm.

Anclaje : Todas las varillas longitudinales deberán anclarse en el miembro de apoyo extremo por medio de una escuadra a 90 grados, de una longitud no menor de 40 veces el diámetro de la varilla.

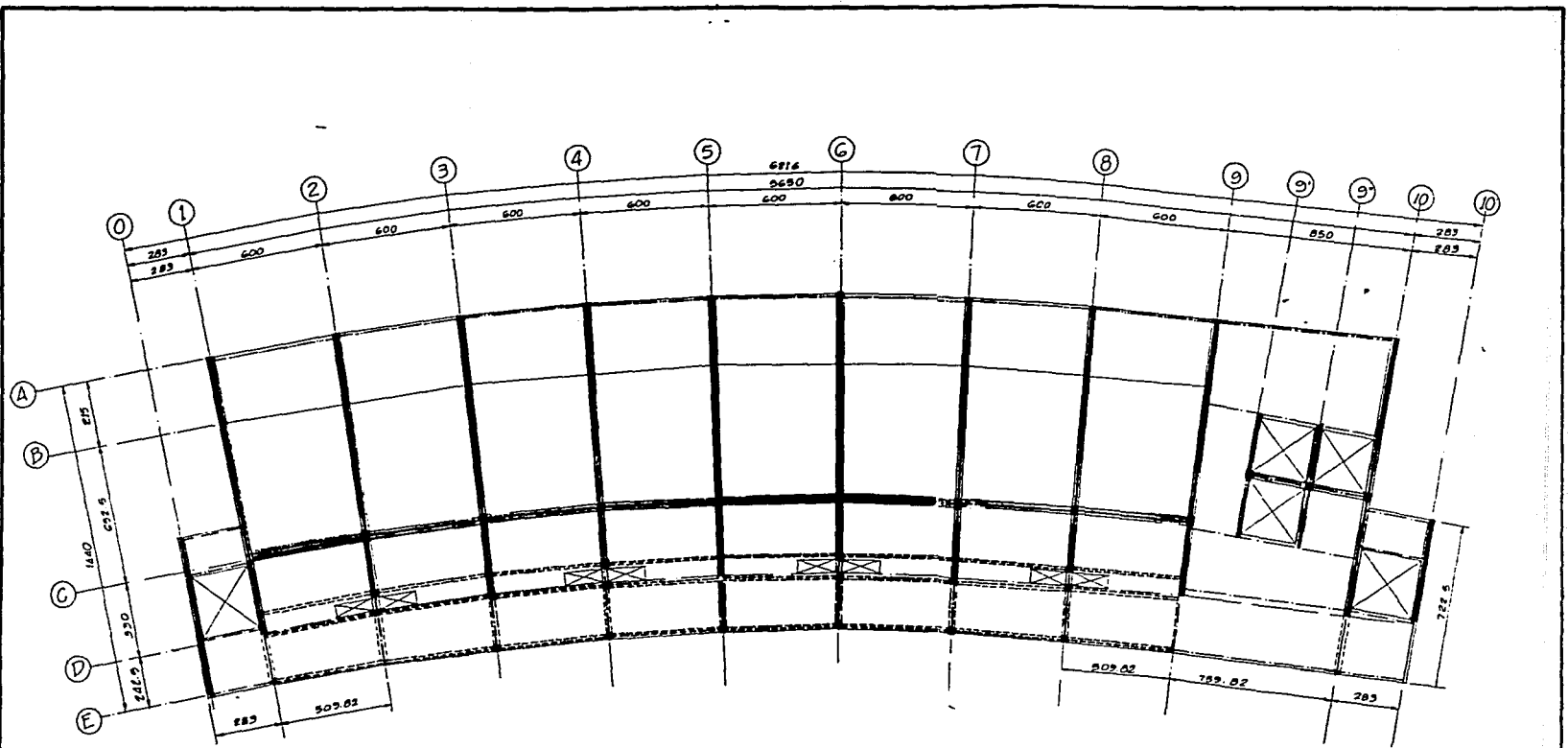
Traslapes : Los traslapes de las varillas longitudinales tendrán una longitud no menor de 40 veces el diámetro de la menor varilla traslapada.

#### LOSA MACIZA:

Dimensiones : Espesor de 15 cm para todos los niveles.

Materiales : Concreto  $F'c=250$  Kg/cm<sup>2</sup>, peso volumétrico mínimo de 2 ton.  
Acero  $Fy=4200$  Kg/cm<sup>2</sup> en varilla del # 3.

La estructura varía hasta el N + 26.05 (6o. nivel), donde los jacuzzi requieren de un soporte resuelto mediante sistemas de armaduras de acero estructural A-36 y el sistema de losacreto tipo ransa.



PLANTA TIPO SUITES LANAI NIVS. 2, 3, 4, Y. 5.

OSCAR RAMIREZ MIRANDA	F.I. UNAM
TESIS PROFESIONAL	FIG. No. 18

En general la conexión de los elementos de concreto (muros) y las armaduras de acero se realiza con placas de acero estructural ahogadas en los muros.

La losa de Techumbre es de tipo dos aguas, según los reglamentos de construcción para esta población, con pendientes de 45.5% y volados de 2m para la fachada principal, y de 63.4% con volado de 1.5 m para la fachada posterior.

#### V.1.4 PLAFONES, ACABADOS Y FACHADAS.

Los plafones están contruidos con tablaroca con 10 mm de espesor y diseñados en forma de bóveda circular, para proporcionar una sensación de tipo campestre, acorde con el tipo de construcciones típicas de la zona y a su vez, ampliar el espacio de las habitaciones y pasillos de circulación. Estos plafones tienen variaciones de altura desde 2.40 m hasta 3.60 m sobre el NPT, con lo que se justifica la altura de 3.70 m entrepiso que se señalaba en el inciso correspondiente a la estructuración.

Los acabados de muros y plafones tienen un recubrimiento con pasta tipo Vinicement F que es un compuesto de arenas silicas, grano de cuarzo y resinas vinil-acrlicas, con total adherencia sobre cualquier superficie tales como tablaroca y concreto, siempre y cuando esta se encuentre lisa y terminada en todos los detalles, así como libre de polvo, grasa y materiales extraños.

Los pisos de las suites y de los pasillos de circulación están recubiertos con marmol tipo travertino en loseta de 20 x 10 cm de 2 cm de espesor; mientras que en las escaleras de emergencia se utilizó un firme con pintura epóxica.

Las fachadas se construyeron con el sistema de panel covintec que consta de un armazón estructural tridimensional de alambre electrosoldado, con núcleo de poliestireno expandido que provee tanto de una capacidad de aislamiento térmico y acústico, como una barrera contra la humedad. El aislador se coloca aproximadamente a una distancia de 1 cm a cada lado de la estructura de alambre, permitiendo que los tableros sean cubiertos con mortero cemento arena mediante los métodos tradicionales.

La flexibilidad de este sistema permitió su utilización en combinación con la estructura de concreto, mediante un adecuado anclaje a las losas en la fachada posterior, así como su fijación a armaduras de acero estructural diseñadas para soportar el panel en la fachada principal.

## V. 2 PRESUPUESTO DE OBRA

A continuación se presenta el Presupuesto de Obra de la Cimentación y Estructura a Precio de Venta, considerando un factor de 30 % de utilidad e indirectos.

DIVISION C.U.  
ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES S.A. DE C.V.  
OBRA: CIMENTACION Y ESTRUCTURA TORRE SUR HOTEL CASINO REAL PUERTO VALLARTA  
UBICACION: KM 3.5 CARRETERA A RAMPA DE AVIDAD FLAYA 'LAS ESTACAS'  
PRESUPUESTO DE OBRAS A PRECIOS UNITARIOS

ARCHIVO: ESTRUCT.DAT

SISTEMA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS

TORRE SUR CASINO REAL PUERTO VALLARTA

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1	PART.	DESCRIPCION DE LA PARTIDA	IMPORTE
1	I	PRELIMINARES TORRE SUR.	515,839.50
2	II	TERACERIAS TORRE SUR	159,114,744.00
3	III	CIMENTACION TORRE SUR.	536,470,334.00
4	IV	ESTRUCTURA A) CIADRA TUNEL	1,274,199,270.86
5	IV	ESTRUCTURA EN FENTHOUSE	260,633,299.00
6	IV	ESTRUCTURA CUPO ELEVADORES Y EDC	569,707,133.53
7	V	ALBAÑILERIA TORRE SUR.	67,172,622.50
8	VI	CANALIZACION INSTALACION ELECT.	91,539,177.70
		=====	
		TOTAL	3,649,621,911.09



DIVISION C.V.  
 ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.  
 OFICINA ESTRUCTURAS Y ESTRUCTURA TORRE SUP. HOTEL CASINO REAL PUERTO VALLARTA  
 UBICACION: KM 3.5 CARRETERA A BAHIA DE AMBIMAR PLATA "LAS ESTACAS"  
 PRESUPUESTO DE OBRA A PRECIOS UNITARIOS

ARCHIVO: ESTALC.BAT

SISTEMA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

TORRE SUR CASINO REAL PUERTO VALLARTA

PROYECTO: 4: IV ESTRUCTURA A) CIMA TUNEL

ITEMS	CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	FEE. EST.	PRECIO UNITARIO	VOLUMEN	IMPORTE
1621	CTUNEL	CIMA TUNEL EN MUROS	M2	17/08/80	8,373.99	9,000.0000	82,044,229.00
1621	CTUNEL	CIMA TUNEL EN LOSA ENTREPISO	M2	17/08/80	8,376.28	8,100.0000	68,009,080.00
1624	CTUNEL	CIMA TUNEL EN TRAMES REARTEMIDAS	M2	17/08/80	8,376.28	100.0000	837,620.00
1625	CTUNEL	CIMA TUNEL EN TRAMES	M2	17/08/80	8,376.28	425.0000	3,560,419.00
1626	CTUNEL	PREPARACION PARA VAMOS DE 1.25 - 2.20	PSA	17/08/80	12,157.31	87.0000	1,057,180.77
1627	CTUNEL	PREPARACION PARA VAMOS DE 1.25 - 2.20	PSA	17/08/80	36,471.92	4.0000	1,058,877.68
1628	CTUNEL	PREPARACION PARA VAMOS DE 5.50 - 2.20	PSA	17/08/80	46,629.22	9.0000	420,662.90
1629	CTUNEL	PREPARACION P/RECIBIR CANAL ESTRUC.	ML	17/08/80	1,293.43	621.0000	803,999.83
1630	CTUNEL	PREPARACION PARA CASTILLOS	JOO	17/08/80	40,258.35	80.0000	1,246,040.40
1631	CTUNEL	PREPARACION P/MEZCLOS EN LOSAS JACUZZI	ML	17/08/80	4,842.92	350.0000	1,795,022.60
1632	CTUNEL	JUNTAS DE COLADO P. CAMBIO DE POSICION	ML	17/08/80	1,492.17	640.0000	1,062,908.00
1325	CTUNEL	S. Y C. CONCRETO F'c=250 EN MUROS	M3	17/08/80	249,849.05	1,100.0000	274,833,655.00
1326	CTUNEL	S. Y C. CONCRETO F'c=250 EN LOSAS	M3	17/08/80	249,849.05	1,150.0000	289,316,407.50
1327	CTUNEL	S. Y C. CONCRETO F'c=250 TRAMES ACABT	M3	17/08/80	249,264.54	20.0000	5,085,298.00
1328	CTUNEL	S. Y C. CONCRETO F'c=250 EN TRAMES	M3	17/08/80	249,264.50	60.0000	14,955,870.00
1313	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 2/3 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	21,000.23	306.0000	19,944,115.00
1314	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 3/4 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	2,105.04	152,500.0000	321,018,600.00
1315	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 4 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	2,631.06	4,500.0000	12,259,780.00
1316	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 5 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	1,972.70	3,200.0000	6,312,640.00
1317	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 6 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	1,945.67	8,000.0000	15,566,540.00
1318	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 8 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	1,656.61	29,500.0000	54,749,995.00
1319	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 3 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	2,105.04	16,500.0000	34,732,160.00
1313	CTUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 1 4 ESTRUCTURA	KG	17/08/80	2,037.00	85,000.0000	171,354,500.00

OFICINA C.O.  
 ESTRUCTURAS Y CONCRETACIONES S.A. DE C.V.  
 PARA CONCRETACION Y ESTRUCTURAS DEL HOTEL "CAMINO REAL" EN CIENBA LLANITA  
 ESTADO DE YUC. C. DE FECHA DE PRECIO DE MONEDA FIJA "LAS ETAPAS"  
 (SISTEMA DE MONEDA UNITARIO)

ACERCA ESTADÍSTICA

SISTEMA DE ANALISIS DE PRECIO UNITARIO Y PRECIOS FIJOS

TRABAJOS DEL CAMINO REAL, PUERTO LLANITA

PARTIDA 41 10 ESTRUCTURA 41 CIENBA TUNEL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	TEC. UNIT.	PRECIO UNITARIO	VOLUMEN	IMPORTE
1310	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,745.00	10,000.0000	17,450,000.00
1311	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,026.00	40,000.0000	41,040,000.00
1312	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	2,100.00	500.0000	1,050,000.00
1313	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,872.70	4,500.0000	8,409,000.00
1314	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,020.00	11,000.0000	11,220,000.00
1315	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	2,170.00	3,000.0000	6,510,000.00
1316	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,826.00	3,000.0000	5,478,000.00
1317	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	2,100.00	500.0000	1,050,000.00
1318	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	1,020.00	3,000.0000	3,060,000.00
1319	CIENBA ACCESO DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	KG	17'00'00	2,020.00	70,000.0000	141,400,000.00
1320	CIENBA S. Y C. PLACA DE ACERADO DE 1.0 ESTRUCTURA	MTA	17'00'00	3,700.00	700.0000	2,590,000.00
SUBTOTAL PARTIDA 41 10 ESTRUCTURA 41 CIENBA TUNEL						1,174,199,270.00

DIVISION C.O.  
 ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES S.A. DE C.V.  
 OMA: CIMENTACION Y ESTRUCTURA TORRE SUR HOTEL CASINO REAL PUERTO VALLARTA  
 UBICACION: EN 3.5 CARRETERA A BARRA DE NUEVO PLATA "LAS ESTACAS"  
 PRESUPUESTO DE OMA A PRECIOS UNITARIOS

ARCHIVO: ESTRUC.BAT

SISTEMA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS

TORRE SUR CASINO REAL PUERTO VALLARTA

PARTIDA 01 17 ESTRUCTURA CUPO ELEVADORES Y ESC

F REG	CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	FEC.CGT.	PRECIO UNITARIO	VOLUMEN	IMPORTE
1271	ELEVAD	CUBIERTA SUPER EN PUROS ELEVADORES 3.00 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	M2	17/06/80	27,927.23	11.0000	307,399.53
1272	ELEVAD	CUBIERTA APARICITE EN PUROS ELEVADORES	M2	17/06/80	30,443.19	250.0000	7,615,797.50
1273	ELEVAD	CUBIERTA APARICITE EN PUROS CASCENOS	M2	17/06/80	32,007.24	1,300.0000	42,609,412.00
1283	COLUM	CUBIERTA CONJUN EN COLUMNAS HASTA 3.00 m	M2	17/06/80	23,509.56	100.0000	4,231,720.00
1302	COLUM	CUBIERTA EN COLUMNAS DE 3.0 A 7.0 m	M2	17/06/80	29,317.50	20.0000	586,350.00
1284	TRABES	CUBIERTA CONJUN EN TRABES H = 3.00 m	M2	17/06/80	25,514.03	2,400.0000	61,233,672.00
1285	TRABES	CUBIERTA CONJUN EN TRABES DE 3.00 A 7.0	M2	17/06/80	31,204.44	400.0000	12,513,776.00
1274	ESCAL	CUBIERTA EN RAMPA, ESCALINOS Y ESCALON	M2	17/06/80	37,199.12	950.0000	35,339,164.00
1329	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE ALFOS H=3.0	M3	17/06/80	234,329.90	240.0000	61,445,776.00
1330	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE ALFOS 3.0-7	M3	17/06/80	234,329.90	60.0000	14,179,794.00
1323	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE LOSA H=3.00	M3	17/06/80	234,329.90	400.0000	113,430,362.00
1324	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE LOSA 3.0 A 7	M3	17/06/80	234,329.90	120.0000	28,119,588.00
1327	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE COLS H=3.00	M3	17/06/80	234,329.90	26.0000	6,144,577.00
1328	CONCRE	S. Y C. CONCRETO FRENTE COLS 3.0 A 7	M3	17/06/80	234,329.90	7.0000	1,640,309.30
1348	COMP.	S. Y C. CONCRETO FRENTE EN RAMPA	M3	17/06/80	234,329.90	93.0000	21,751,340.50
1314	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 3 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	2,195.04	3,700.0000	6,774,120.00
1315	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 4 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	2,027.00	12,300.0000	24,967,500.00
1317	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 4 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	1,945.07	7,000.0000	13,615,490.00
1318	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 8 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	1,054.61	4,500.0000	4,747,745.00
1314	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 3 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	2,195.04	8,000.0000	17,560,320.00
1315	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 4 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	2,027.00	1,200.0000	2,432,400.00
1316	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 5 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	1,972.78	1,100.0000	2,170,056.00
1317	ETANAL	ACERO DE REFUERZO DE E 4 ESTRUCTURA	KG	17/06/80	1,945.07	3,320.0000	6,479,432.00

DIVISION C.O.  
 ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES S.A. DE C.V.  
 OMA: CIMENTACION Y ESTRUCTURA TORRE SUR HOTEL CANTINO REAL PUERTO VALLARTA  
 UBICACION: PH 3.5 CARRETERA A BAYTA DE MATIAS PLATA "LAS ESTANES"  
 PRESUPUESTO DE OMA A PRECIOS UNITARIOS

ARCHIVO: ESTRUC.BAT

SISTEMA DE ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS Y PRESUPUESTO

TORRE SUR CANTINO REAL PUERTO VALLARTA

PARTIDA 61 07 ESTRUCTURA CUPO ELEVADORES Y ESC

ITEM	CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	FECH.COT.	PRECIO UNITARIO	VOLUMEN	IMPORTE
1318	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,856.61	5,000.0000	9,283,050.00
1314	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 S ESTRUCTURA	KG	17/06/00	2,185.04	3,200.0000	6,946,632.00
1315	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 A ESTRUCTURA	KG	17/06/00	2,629.00	2,100.0000	5,281,900.00
1316	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 S ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,872.70	750.0000	1,479,825.00
1317	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 A ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,943.07	2,000.0000	3,886,140.00
1317	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 6 ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,943.07	1,200.0000	2,354,884.00
1318	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 J ESTRUCTURA	KG	17/06/00	2,185.04	11,500.0000	25,207,960.00
1315	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 4 ESTRUCTURA	KG	17/06/00	2,629.00	1,000.0000	2,654,600.00
1316	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 S ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,872.70	350.0000	676,445.00
1317	ETUNEL	ACERO DE REFUERZO DE 8 6 ESTRUCTURA	KG	17/06/00	1,943.07	1,000.0000	1,943,870.00
SUBTOTAL PARTIDA 61 07 ESTRUCTURA CUPO ELEVADORES Y ESC						566,797,183.53	

Consideraremos la Partida IV, secciones A) y C) correspondientes a Estructura con Cimbra Túnel y Estructura con Cimbra Convencional en cubo de elevadores respectivamente, con la finalidad de realizar algunas comparaciones en los precios unitarios mas significativos y valorar el impacto que causa la utilización de la Cimbra Túnel.

**CIMBRAS:**

Cimbra Túnel en muros	\$ 8,373.90
Cimbra aparente elevadores	\$ 30,463.19
Cimbra Túnel en losas	\$ 8,396.28
Cimbra común en elevadores	\$ 27,937.23

Se obtiene un sobrecosto promedio de 248.26 % de la Cimbra Convencional con respecto a la Cimbra Túnel, que se debe básicamente a dos factores:

- a) El rendimiento de la mano de obra en Cimbra Túnel se incrementa en 200 % aproximadamente, debido a que se tienen habilitados los moldes metálicos y a que gran parte del trabajo se realiza por medio de la grúa torre.
- b) El equipo de Cimbra Túnel es proporcionado por el dueño del inmueble, razón por la cual no se incluye en el análisis de precio unitario correspondiente. Esto no significa que el propietario no gaste en el equipo de cimbra, sin embargo, esta erogación se amortiza igual que la cimbra convencional cuando alcanzamos los 60 usos. La utilidad radica en seguir los procedimientos adecuados para mantener el equipo en condiciones de funcionamiento, de tal forma que pueda ser utilizado en otros proyectos, o bien se realice su venta o renta.

**CONCRETOS:**

Concreto muros y losas C. Túnel	\$ 269,266.50
Concreto muros y losas C. elevadores	\$ 236,329.90

En este concepto existe un sobrecosto del 14 % en la Cimbra Túnel con respecto a la Cimbra Convencional, que básicamente se refiere al procedimiento de curado para descimbrar los elementos al día siguiente del colado. Si comparamos el importe de este sobrecosto por el volumen total de obra, resulta poco significativo comparado con los beneficios que obtenemos al reducir el plazo de ejecución.

Realizando otro tipo de análisis, ahora por partida:

**PARTIDA IV. ESTRUCTURA:**

**A) CIMBRA TUNEL**

Cimbra en muros, losas y trabes	\$ 163'957,821.00	8.3 %
Concreto muros, losas y trabes	\$ 628'746,682.00	
Acero en muros, losas y trabes	\$ 797'384,781.00	
Acero estructural	\$ 384'145,986.00	
<hr/>		
Total sección A)	\$ 1,974'199,270.00	100.0 %

**C) CUBO DE ELEVADORES Y ESCALERAS**

Cimbra en muros, losas y trabes	\$ 164'457,211.00	29.3 %
Concreto muros, losas y trabes	\$ 247'673,734.00	
Acero en muros, losas y trabes	\$ 148'656,238.00	
<hr/>		
Total sección C)	\$ 560'787,183.00	100.0 %

Puede apreciarse que en la sección C) Cubo de Elevadores y Escaleras, y en general para las obras de edificación el importe por concepto de cimbra representa aproximadamente el 30 % del costo total de la estructura. Con Cimbra Túnel dicho porcentaje se reduce al 8.30, que como mencionamos en el análisis anterior, se traduce en utilidad en la medida que logremos amortizar la inversión del equipo.

## CAPITULO VI



## VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

### VI.1 CIMENTACION.

#### VI.1.1 EXCAVACION

Los fragmentos de roca sueltos que se encuentran en el talud deberán ser retirados previo a la ejecución de las excavaciones en su caso, los mas grandes podrán ser moneados. Previamente a todas las excavaciones se instaló una malla de retención de 1.5 m de altura constituida de cable manila con aberturas máximas de 30 cm con apoyos extremos en la roca que aflora en el sitio. La malla se coloca de manera que no quede muy tirante; mas bien suelta para amortiguar el peso de cualquier roca.

La finalidad de esta malla es detener todos los fragmentos de roca que se desprendan durante las excavaciones, así como los eventuales derrumbes del talud de la carretera.

En el inciso de zapatas de cimentación se observan las diferentes etapas de construcción que también rigen a las excavaciones. Las excavaciones para alojar a las zapatas de la primera etapa se limitaron con taludes 0.25 : 1, dado que se realizaron en terreno natural. Por otra parte las excavaciones de las etapas 2 a 7 se limitaron con taludes 0.25 : 1 en suelos naturales y se redujo a 0.33 : 1 cuando se encontraron rellenos.

El material de desplante para cada zapata se sometió a la autorización de un especialista en cimentaciones, bajo la premisa de que en ningún caso se permitirá apoyarse en suelos arenosos.

## VI.1.2 ZAPATAS DE CIMENTACION

Las Zapatas de Cimentación así como los muros que de ellas desplantan, se construyen en etapas subsecuentes como se indica a continuación.

- 1a. Etapa Ejes 7 a 11. Incluyendo traveses de liga y el tramo correspondiente de zapata eje C.
- 2a. Etapa Ejes 0, 3, y 6
- 3a. Etapa Ejes 1 y 5
- 4a. Etapa Ejes 2 - 4 y traveses de liga eje A
- 5a. Etapa Eje C entre 0 - 1, 3 - 4 y 6 - 7 Incluyendo traveses de liga del eje D en los mismos tramos mencionados para eje C.
- 6a. Etapa Eje C entre 1 - 2 y 4 - 5
- 7a. Etapa Eje C entre 2 - 3 y 5 - 6

Cabe destacar que no es posible iniciar alguna etapa subsecuente en tanto que no se hayan colocado y descimbrado las zapatas de la etapa anterior y se haya terminado el relleno de las propias excavaciones.

Lo anterior es debido a la cercanía del talud en la zona sur del edificio, por lo cual de realizarse simultáneamente todas las excavaciones principalmente las etapas 2 a 7 se provocaría nuevamente la inestabilidad del talud, máxima que a priori se tiene conocimiento de un espesor importante de relleno colocados a volteo.

En el cruce de las zapatas transversales con el eje C se dejó un pequeño muñón al paño de los aleros de las transversales para la futura construcción de la del eje C, según la secuencia señalada.

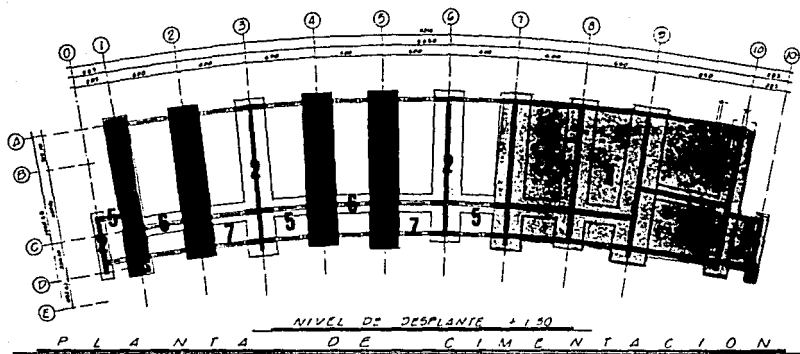


FIG. 19 SECUENCIA DE CONSTRUCCION DE ZAPATAS DE CIMENTACION.

Una vez que se obtiene la autorización del desplante, se procede a colocar las plataformas de concreto ciclopeo requeridas para alcanzar el desplante uniforme en la cota +1.50. Esta plataforma se construye sin escarpíos laterales y con una resistencia  $F'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando una proporción 75-25% concreto-roca, la cual se obtiene de las propias excavaciones y demoliciones y el tamaño más adecuado es alrededor de 50 cm de diámetro, si se piensa en el volumen esférico.

En la figura siguiente se presenta la sección tipo de excavación para las zapatas longitudinales, por medio de las cuales podemos obtener los siguientes datos: el volumen de excavación, el volumen de concreto ciclopeo necesario para dar la cota de desplante N +1.50, así como el volumen de relleno.

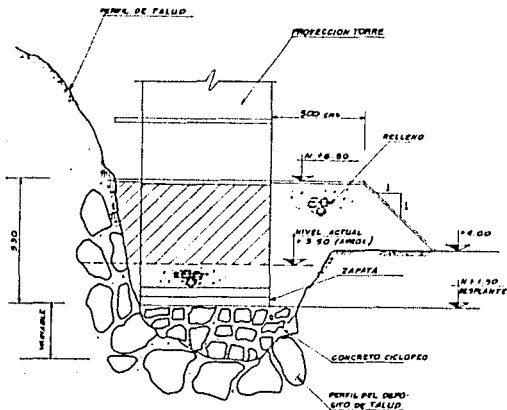


FIG. 20 CORTE LONGITUDINAL DE LA SECCION TIPO DE EXCAVACION.

### VI.1.3 RELLENOS

Los rellenos se realizaron en dos etapas, la primera comprende el relleno de las zapatas hasta el nivel  $(+ 1.50 + H)$ , donde  $H$  es el peralte de la zapata y se realiza inmediatamente después de descimbrar las zapatas; la segunda etapa de relleno se realiza hasta el  $N + 6.65$ , una vez que ya se tienen construidos los muros de cimentación y las trabes de liga tanto del eje A como del eje D. Estos rellenos se realizaron con material producto de las excavaciones, previa eliminación de los boleos y de los fragmentos de roca; se compactaron en capas de 20 cm de espesor terminado, al 90% de la norma Proctor.

### VI.1.4. LOSA DE CIMENTACION

Consideraremos esta etapa como la última de la cimentación y a su vez, la primera del Proceso Constructivo de la Superestructura, ya que constituye el primer apoyo para la Cimbra Túnel; la secuencia de su construcción, esta limitada por las etapas señaladas para la excavación y construcción de zapatas (inciso I.2).

El proyectista recomienda medir las deformaciones del inmueble en cada muro de carga con una periodicidad mensual durante la construcción del mismo; y trimestral durante el año siguiente, para lo cual se dispuso un banco de nivel superficial, a 50 m de distancia de cualquier área nueva de construcción.

## VI.2 SUPERESTRUCTURA

### VI.2.1 EQUIPO DE CIMBRA TUNEL DISPONIBLE.

A continuación se presenta un listado del equipo de Cimbra Túnel utilizado para la construcción de la Torre de Suites:

- a) (25 pzas) Escuadras típicas de 2.40 x 1.83 x 3.70 m peso aproximado 1360 Kg. Cada una de ellas esta formada a su vez por:
- Pánel vertical de 2.40 x 3.70 m
  - Pánel horizontal de 2.40 x 1.83 m
  - Puntal vertical de carga y descimbra, acondicionado con una rueda de apoyo.
  - Puntales inclinados de carga, descimbra y nivelación de losa (3 pza)
  - Ruedas de acero para desplazamiento longitudinal de la escuadra (3 pza)
  - Gatos mecánicos para la nivelación de la escuadra (2 pza).
- b) (5 pza) Escuadras Típicas de 1.20 x 1.83 x 3.70 m peso aproximado 750 Kg. Cada una de ellas esta formada a su vez por:
- Pánel vertical de 1.20 x 3.70 m
  - Pánel Horizontal de 1.20 x 1.83 m
  - Puntales horizontales para contraventeo (2 pza)
  - Puntal vertical de carga y descimbra, apoyado en una rueda.
  - Puntales inclinados de carga, descimbra y nivelación de la losa (3 pza)
  - Rueda de acero para desplazamiento longitudinal de la escuadra (2 pza)
  - Gatos mecánicos para la nivelación de la escuadra (2 pza).

- c) (5 pza) Escuadras Típicas de 0.60 x 3.70 m peso aproximado 410 Kg.
- d) (10 pza) Pánel Cabecero para muro frontal de 1.83 x 3.70 m peso aproximado 410 Kg.
- e) (10 pza) Pánel Cabecero para muro frontal de 1.66 x 3.70 m peso aproximado 550 Kg.
- f) (14 pza) Páneles Trapezoidales de ajuste, que nos permite lograr la curvatura 96.81 en la estructura gracias a que se presentan en medidas diferentes.

(2 PZA)	1.20 x 2.16 x 2.09 m	PESO APROXIMADO	335 Kg
(2 PZA)	2.40 x 2.09 x 1.40 m	PESO APROXIMADO	590 Kg
(2 PZA)	2.40 x 1.40 x 1.79 m	PESO APROXIMADO	570 Kg
(2 PZA)	2.40 x 1.79 x 1.62 m	PESO APROXIMADO	530 Kg
(2 PZA)	0.60 x 1.59 x 1.55 m	PESO APROXIMADO	150 Kg
(2 PZA)	2.40 x 1.55 x 1.40 m	PESO APROXIMADO	442 Kg
(2 PZA)	2.40 x 1.40 x 1.26 m	PESO APROXIMADO	450 Kg

Cada uno de estos páneles trapezoidales o mesas de ajuste, están provistos de cuatro puntales verticales de sección tubular que son el soporte principal del elemento, apoyados en sus respectivas ruedas metálicas y debidamente contraventeados através de elementos de ángulo de acero horizontales y diagonales; asimismo, cuenta con cuatro gatos de ajuste

A continuación se presenta un listado de todos los elementos complementarios y los accesorios de que esta provisto el equipo de Cimbra Túnel, alguno de los cuales son especialmente fabricados para este proyecto.

- g) (2 pzas) Tapones para puertas de acceso a cuartos, con medidas de 1.20

x 2.40 m.

- h) (1 pza) Tapón para puerta de intercomunicación de cuartos, con medidas de 1.10 x 2.40 m.
- i) (2 pzas) Huecos en losa para jacuzzi
- j) (2 pzas) Huecos en losa para ductos de instalaciones, con medidas de 0.40 x 1.20 m.
- k) (2 pzas) Tapones para trabes acarteladas de 2.58 x 3.70 m.
- l) (1 pza) Tapones para trabes acarteladas de 3.05 x 3.70 m.
- m) (6 pza) Tapones para muros transversales de 3.70 m
- n) (1 pza) Tapon para muro longitudinal eje C de 3.70 m.
- o) (22.86 m) Frontera para losa de 15 cm de espesor.
- p) (14.72 m) Frontera para losa de 15 cm de espesor para corte de colado.
- q) (111.24 m) Cimbra para desplante de muro de nivel superior de 10 cm.

Cada uno de estos accesorios cuentan con elementos de fijación a base de tornillos y tuercas que se encuentran soldadas en la estructura principal, lo cual evita el trazo para ubicación de cada uno y facilita su colocación.





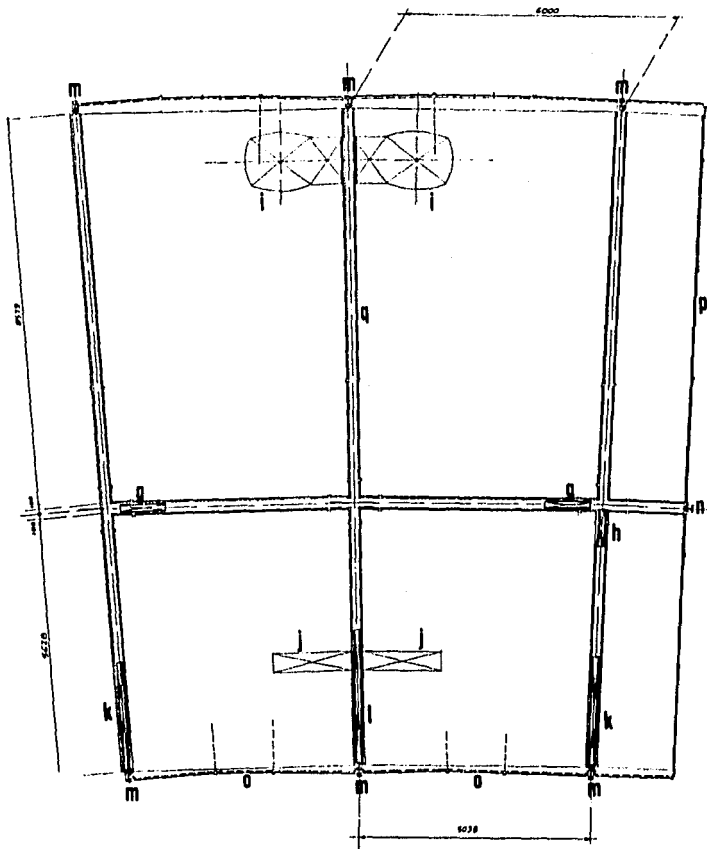


FIG. 22 ACCESORIOS DE CIBRA TUNEL.

OSCAR RAMIREZ MIRANDA T.I. UNAM

TESIS PROFESIONAL

FIG. No.  
22

## VI.2.2 SELECCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

La selección del procedimiento constructivo se basa en tres factores principales que son: El habilitado de la Cimbra, la selección de la secuencia de colados y la ubicación de la grúa torre, cada uno de los cuales debe ser analizado por optimizar los recursos, en función de las condiciones particulares de la obra.

### VI.2.2.1 HABILITADO DE LA CIMBRA

Una vez que contamos con todos los elementos de la Cimbra Túnel se planea el habilitado o combinación entre ellos con la finalidad de realizar el mínimo de movimientos y elevaciones, considerando los siguientes factores principales: el peso de cada elemento y la capacidad de la grúa, así como la maniobrabilidad de los elementos.

Para el proyecto Puerto Vallarta se contrató una grúa torre con capacidad de carga de 3.5 ton para un radio de giro de 30 m por lo que sujetándonos a esa limitante, el habilitado de los moldes se realizó como se indica en la siguiente tabla:

ELEMENTO	COMBINACION	PESO	CANTIDAD
1	2 ESQUADRAS 2.40 + 1 PANEL DE FONDO	3,310 kg	5 PZAS
2	1 ESQUADRA 2.40 + 1 ESQUADRA 1.20	2,110 kg	5 PZAS
3	1 ESC. 2.40 + 1 ESC 0.60 + PANEL 1.83	2,360 kg	5 PZAS
4	1 ESQUADRA TIPICA DE 2.40	1,360 kg	5 PZAS
5	2 PANELES TRAPEZOIDES + 1 DE FONDO	1,650 kg	2 PZAS
6	2 PANELES TRAPEZOIDALES	925 kg	2 PZAS
7	2 PANELES TRAPEZOIDALES + 1 DE FONDO	1,142 Kg	2 PZAS
8	1 PANEL TRAPEZOIDAL	450 kg	2 PZAS



Puede observarse que la carga máxima es de 3,310 Kg contando con una tolerancia de 190 Kg; de la misma tabla se calcula un total de 28 movimientos (28-4) de cimbra.

Generalmente el compromiso del propietario de Cimbra Túnel, se termina cuando se tiene armado el equipo; es decir el habilitado y combinación así como cualquier modificación que se realice al sistema es responsabilidad del contratista que esta comprometido a regresar el equipo en condiciones de operación. Por ello toda modificación debe estar debidamente autorizada y realizada bajo especificaciones marcadas por el propietario, sobre todo en la naturaleza de los materiales a utilizar. A continuación se presenta una lista de trabajos pendientes solicitados por el fabricante para mayor efectividad de la Cimbra, los cuales incluimos en esta sección, por ser trabajos previos a la iniciación de la obra.

A).- Colocación de cartabones 8 piezas colocadas 2 en cada trapezoidal.

B).- Adicionar tornillos de sujeción entre trapezoidales para formar dos unidades de maniobra y realizar lo propio en los demás elementos a juicio del contratista con la finalidad de optimizar tiempo y recursos.

C).- Fabricar dos tornillos de izaje para elementos trapezoidales con el fin de mejorar el centro de gravedad y maniobra al extraer el panel del edificio.

D).- Instalar malacates de arrastre para ayudar a resolver el movimiento de salida de escuadras y evitar el uso de barretas para empujar el equipo.

E).- Soldar a las cadenas placas de sujeción de las anclas para evitar su pérdida.

#### VI.2.2.2 SELECCION DE LA SECUENCIA DE COLADOS

La Cimbra Túnel para el proyecto Puerto Vallarta, es aplicable a la construcción de los cuartos tipo (1 a 8) y a sus correspondientes pasillos de circulación, sin incluir la zona de vestíbulo de elevadores ni las escaleras de servicio, los cuales se construirán con la tradicional cimbra de madera. Asimismo, se aplica en los niveles 1 hasta el 11 donde los cuartos son tipo. El nivel 12, donde se localizan las suites especiales se construye con cimbra de madera y aluminio.

La cantidad de cimbra disponible que ya hemos descrito, abarca la construcción de dos cuartos completos en cada ciclo de colado y su correspondiente quinto claro para evitar la junta fría en la zona mas crítica de esfuerzo cortante de la losa; es decir, se prevé la construcción de un nivel completo en cuatro ciclos, entendiéndose como ciclo todas las actividades que se realizan entre cada movimiento de los moldes.

Este ciclo constructivo esta constituido por las siguientes etapas que mas adelante describiremos con detalle:

Armando de Acero de Refuerzo

Cimbra

Revestimiento de Concreto

Curado de Concreto

Descimbra

*El siguiente problema a resolver es la definición de la secuencia de colados, es decir, en que parte de la estructura se aplicará el primer ciclo con la finalidad de obtener la mayor rentabilidad de la cimbra, que es la parte fundamental del Sistema.*

*El fabricante propone un procedimiento constructivo en el que los movimientos se realizan a partir del cuarto 8 finalizando con el cuarto 1, esta propuesta considera la existencia en obra de un muro cabecero para resolver la cara externa de los muros eje 1 y eje 9; hemos observado en la descripción de los componentes de la cimbra que este muro no existe en obra y la razón fundamental es su incostruibilidad, ya que de haberse fabricado, su aplicación se limitaría a 22 usos, que comparando con los 500 factibles para este tipo de elementos nos arroja un porcentaje mínimo de rentabilidad.*

*Además el procedimiento constructivo propuesto originalmente se ve afectado por un cambio en el programa de entrega de la estructura; el módulo de elevadores debe acelerar su proceso para permitir la instalación de equipos y no alterar el programa de entrega global. La construcción del módulo de elevadores incluye a uno de los muros del cuarto número 8 (eje 9), ya que este constituye uno de los apoyos para la losa del pasillo y el vestíbulo de elevadores; además para evitar juntas de colado en zona crítica de esfuerzo cortante en las losas, es necesario hacer el colado de 1/5 de la losa del cuarto 8.*

*En resumen, la propuesta original se ve afectada por dos factores principales:*

- 1) Solución del muro cabecero eje 1
- 2) Modificación en el programa de obra

*Alternativas de solución al problema No. 1:*

*A).- Utilización de Cimbra de madera en conjunto con la Cimbra Túnel adecuándola al sistema de anclaje de la misma, con la utilización de atiesadores verticales de canal de 6" ligero de 12.2 Kg/m ubicados en las líneas de anclaje de la Cimbra Túnel. Las madrinan horizontales de la cimbra de madera, deberán reforzarse debidamente de acuerdo a sus empalmes, considerando la separación de los soportes verticales @ 1.60 m. Esta alternativa tiene la ventaja de que se utilizan en su totalidad los elementos de la cimbra, sin embargo fué descartado debido a la imposibilidad de lograr el apuntalamiento y rigidización del costado de madera y principalmente la reacción ante cargas laterales que pueden presentar dos materiales tan diferentes como son la madera y la placa de acero.*

*B).- Colado de una losa provisional en voladizo utilizando los propios elementos de la cimbra con la finalidad de proporcionar apoyo para la escuadra exterior del eje 1 y el volado del nivel superior. Como en el caso anterior esta alternativa permite la máxima utilización posible de elementos, sin embargo el costo por trabajos extras se eleva debido a:*

*Cimbra y Concreto de la Losa Provisional*

*Danación de la Losa Provisional*

*Aplanado con mortero entre muros para recibir acabado final.*



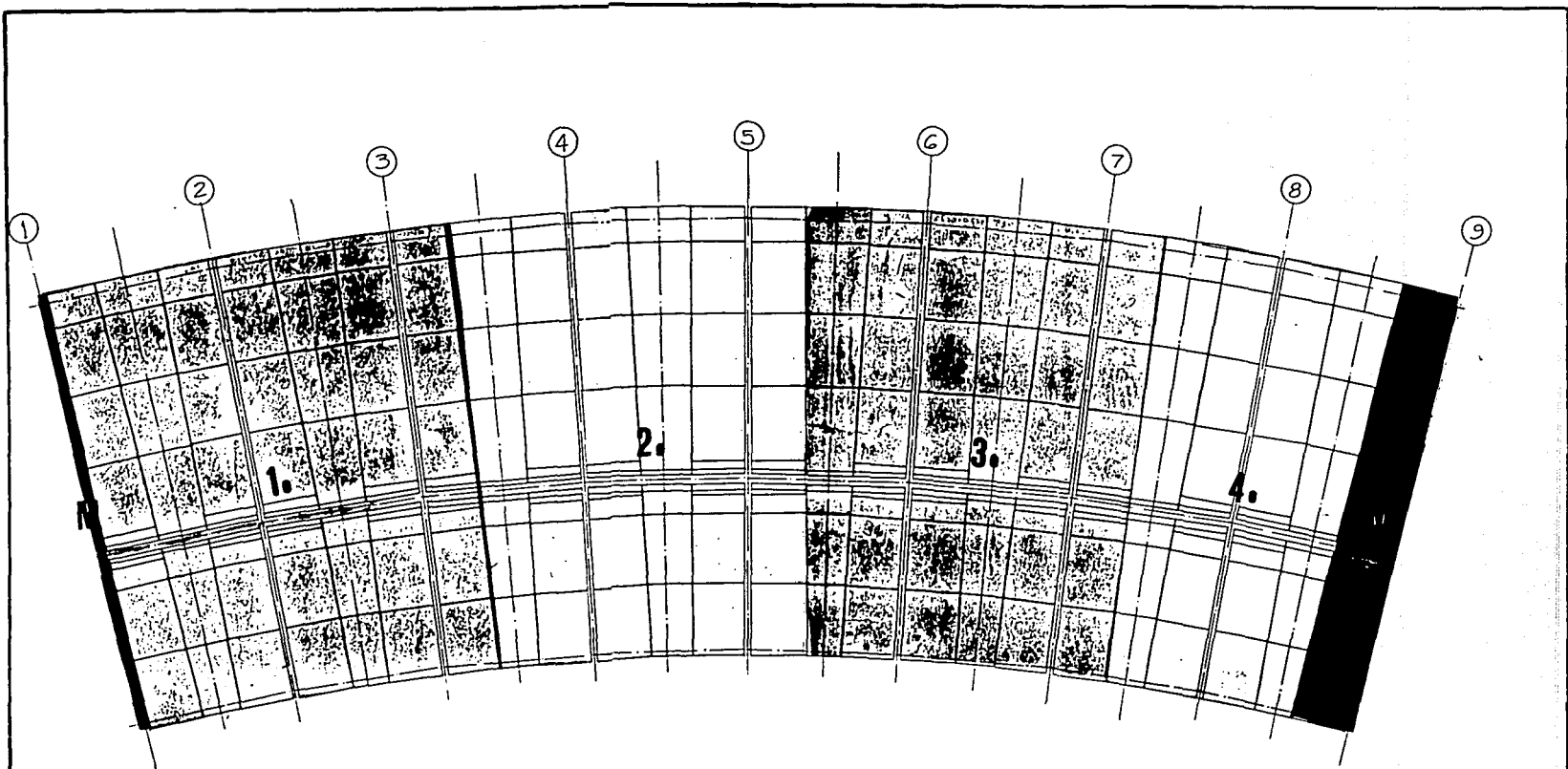
C).- Utilizar Cimbra convencional de madera y realizar el colado del muro previo a la colocación de la Cimbra Túnel. Se opta por esta alternativa por ofrecer las siguientes ventajas:

- 1) Se utiliza un método de fácil construcción
- 2) Se cuenta con el tiempo suficiente para su correcta ejecución, lo que permite realizarlo con el mismo personal que opera la Cimbra Túnel.
- 3) Resulta mas económico que cualquiera de las propuestas anteriores.

Cabe mencionar que su vez se tienen dos desventajas:

- 1) Se desaprovecha la utilización en una cara completa del equipo, ya que esta se coloca sobre un elemento previamente revestido.
- 2) Se tiene el riesgo de que algún desplome en el muro durante su ejecución impida el ajuste del equipo en el cuarto No. 1, ya que solo se tiene una tolerancia de  $1/3000$  muy inferior al  $1/200$  tradicionalmente permitidos para cimbra de madera.

De esta forma y en relación directa con la solución del muro cabecero la secuencia de colados se realiza como se muestra en la sig. fig. en la que se observa que en el cuarto ciclo no son utilizados todos los elementos lo que se aprovecha para colocarlos en el nivel superior y agilizar así el proceso.



ARREGLO GENERAL CIMBRA TUNEL

OSCAR RAMIREZ MIRANDA	F.I. UNAM
TESIS PROFESIONAL	FIG. No. 24

### VI.2.2.3 UBICACION DE LA GRUA TORRE

En términos generales existen dos datos imprescindibles para la toma de decisión del manejo del equipo de izaje y son: El peso de los elementos de Cimbra Túnel y la distancia a que se colocarán los mismos.

Ya mencionamos que el peso máximo de un elemento habilitado es de 3310 Kg, por lo que requerimos una capacidad mínima de 3500 Kg. La distancia entre el centro de giro de la grúa torre y el punto extremo de carga dependerá de la ubicación en que se decida colocarlo. A continuación se presentan algunas alternativas de ubicación así como el radio de giro correspondiente.

Opción 1: 1 grúa con radio de giro de 35 m

Opción 2: 2 grúas con radio de giro de 30 m

Opción 3: 1 grúa viajera con radio de giro de 30 m

Puede observarse que el radio con giro de 36 m, nos proporciona una capacidad de carga de 2,800 kg en el extremo, por lo que se descarta la opción 1.

La segunda opción se descarta debido a la dificultad de colocar una grúa de estas características en la zona del talud, además de que resulta más económico implementar una grúa viajera con radio de giro de 30 m, y cap. de carga de 3,500 Kg en el extremo.

Para la implementación de la grúa viajera, se seleccionó un sistema de vías rectas apoyado en traveses de concreto armado, con una separación entre ejes de 4.5 m.

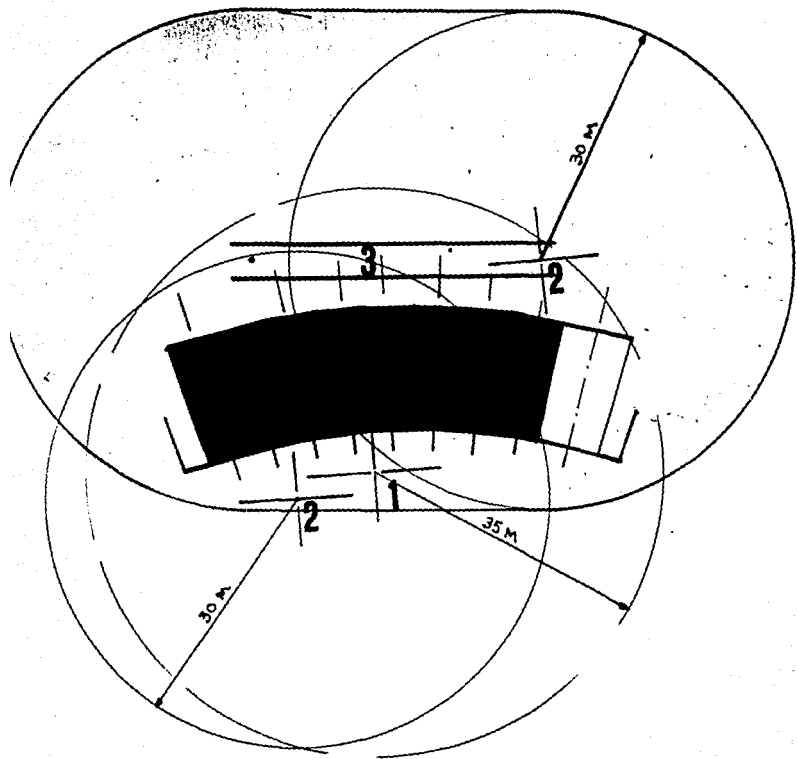


FIG. 25 UBICACION DE LA GRUA TORRE.

En la siguiente figura se presenta un corte transversal y planta, donde se observan todos los componentes del sistema de vías.

**RECOMENDACIONES:**

- Durante la construcción de las traveses se debe poner atención especial en la separación 4.5 m entre ejes de vías así como en el nivel entre ellas.
- La traviesa de madera no debe tener nudos.
- Las anclas de fierro dulce deben permanecer verticales durante el colado.
- Se deben defasar los empalmes de los largueros y estos de los rieles.

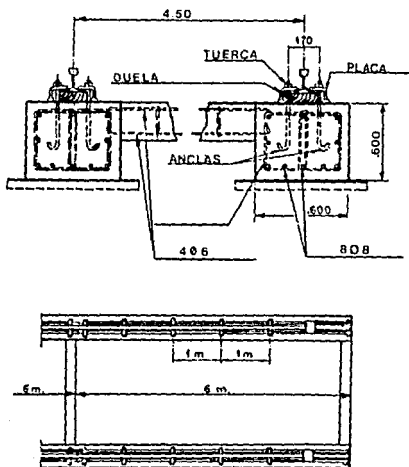


FIG. 26 SISTEMA DE VIAS RECTO PARA GRUA TORRE VIAJERA.

### VI.2.3. EL CICLO CIMBRA TUNEL.

Se mencionó anteriormente que cada ciclo de trabajo comprende la construcción de dos entre-ejes completos, mas un quinto del claro del tercer entre-eje. Para cumplir con el programa de obra se requiere la construcción de un nivel completo en un lapso de 8 días lo que obliga a realizar un ciclo cada dos días, incluyendo los sábados. El curso ideal para la ejecución de cada ciclo es:

1er. Nivel	1er. Ciclo	Sábado, Lunes
	2do. Ciclo	Martes, Miércoles
	3er. Ciclo	Jueves, Viernes
	4to. Ciclo	Sábado, Lunes
2do. Nivel	1er. Ciclo	Martes, Miércoles
	2do. Ciclo	Jueves, Viernes

Se definió en incisos anteriores que el ciclo se divide en 5 grupos:

- Acero de refuerzo
- Cimbra
- Revestimiento de concreto
- Curado de concreto
- Descimbra

Previo a la ejecución del primer ciclo de colados se debe contar con la losa de cimentación, que con el sardinel de desplante constituyen el primer apoyo y guía para la Cimbra Túnel, por lo cual se convierte en un elemento de suma importancia. En el primer nivel este sardinel se realiza con cimbra de madera, ya que los elementos metálicos de la cimbra no son aplicables, por no contar con un sistema de sujeción confiable, cuando no están sujetos a la Cimbra

metálica. El espesor del sardinel nos determina el espesor del muro, de 18 cm para muros transversales (ejes numéricos) y 20 cm para muro eje C.

La altura máxima del sardinel de desplante (o muñón) debe ser de 15 cm, ya que a esta altura se localiza el primer nivel del anclaje. Este sardinel debe localizarse en el eje del trazo, pues cualquier variación provocaría que los elementos de la Cimbra se desplacen, evitando que en los colados posteriores los elementos se ubiquen en la posición correcta.

El proceso de colado para el sardinel de desplante de la losa de cimentación, generalmente se realiza con concreto hecho en obra, cuya dosificación, es necesario garantizar, pues se trata no solamente de un sardinel de desplante sino de una sección que forma parte de un elemento estructural; asimismo, el vibrado y curado del elemento se realiza bajo las mismas normas de control de calidad de cualquier otro elemento estructural.

El colado del sardinel de los niveles subsiguientes se realiza de manera integral, con la losa y muro del nivel inferior, para lo cual se utilizan los elementos especiales que se introducen en el hueco del muro, funcionando como separador y arrastre para la Cimbra de contacto del sardinel.

Otro de los trabajos que se realizan previos al primer ciclo de trabajo es la construcción del muro del eje I, que se realiza con Cimbra convencional de madera, es decir triplay de pino de 16 mm de espesor formando tableros con madera de pino de 2" x 4" y reforzados con vigas maderas a base de pollín de 4" x 4"; el sistema de anclaje se realiza através de tensores metálicos.

El colado del muro eje 1 se realiza con una cubeta para concreto de 0.5 m<sup>3</sup>, que por sus dimensiones es maniobrable, en el poco espacio que proporcionan los andamios sobre el muro. Este muro se descubre al día siguiente del colado e inmediatamente se le aplica una membrana de curacreto, para no alterar el proceso natural de fraguado, evitando la pérdida repentina de agua debido a las altas temperaturas que imperan en la zona.

Todo el proceso de construcción de este muro tiene una duración aproximada de 2 días en turnos normales, considerando que se realiza de manera continua. Sin embargo, se cuenta con un lapso de 8 días para que la Cimbra Tónel se vuelva a colocar en este elemento nuevamente, por lo que se ejecuta en intervalos en que las actividades de Cimbra Tónel disminuye, principalmente para los carpinteros, pues el armado del acero de refuerzo se realiza de manera mecanizada para todos los muros.

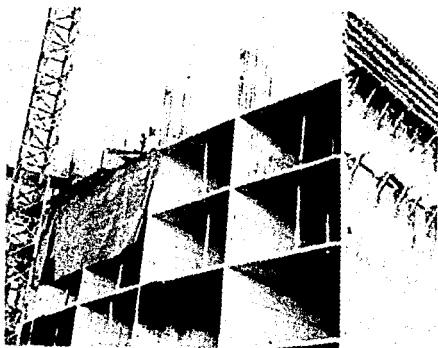


FIG. 21. CONSTRUCCIÓN DEL MUR EJE 1.



### VI.2.3.1. ARMADO DE ACERO DE REFUERZO

El armado incluye las actividades de corte y habilitado de la varilla que se colocará en los elementos estructurales que son: muros transversales y muro eje C con sus respectivos refuerzos para vanos de puertas, trabes acarteladas para soporte de losa, pasillo de circulación y losa de entrepiso.

Lo más importante en esta etapa es lograr la sistematización, que se obtiene asignando actividades específicas a cada trabajador, considerando principalmente sus habilidades y aptitudes, distribuyéndose de la siguiente manera:

2 oficiales	doblando varilla
2 oficiales	cortando varilla
1 oficial	cortando alambre
2 parejas	armando columnas
2 parejas	trabes acartelados
3 parejas	armando muros permanentemente
2 ayudantes	elevación de material permanente
2 ayudantes	limpieza permanente de obra

---

12 oficiales y 11 aytes

Generalmente, las actividades de armado en muros, columnas y trabes acarteladas es permanente, pues mientras se cimbran estos elementos para un ciclo, se puede realizar lo propio con los elementos correspondientes al ciclo siguiente, y cuando se termina el armado de los muros del último ciclo de cada nivel, se

procede a armar los muros del siguiente, teniendo así, una actividad continua. Por el contrario, el armado de losas no es una actividad continua, pues no se puede realizar hasta que se tenga colada la Cimbra Túnel, lo que ocurre cada dos días; esta actividad, incluidos todos los refuerzos tanto de borde de losa como para ductos de instalaciones, se realiza en un lapso de 6 a 7 horas, por lo cual se requiere de apoyo del personal que generalmente esta armando muros. En función del volumen de obra ejecutada por nivel y el tiempo de 8 días que tardamos en construir un nivel, se obtiene un rendimiento como sigue:

VOLUMENES DE OBRA POR NIVEL

Acero de refuerzo en losa	# 3	8,190.76
	# 4	525.92
	# 5	683.36
Acero de refuerzo en muros	# 3	1,550.00
	# 4	7,424.00
	# 5	277.52
	# 6	2,260.00
	# 8	3,418.00
Acero en trabes acart.	# 3	109.62
		588.47
		<hr/>
VOLUMEN TOTAL POR NIVEL		25,049.65 Kg

MANO DE OBRA: 8 días X 12 Of = 96 Jor

RENDIMIENTO APROXIMADO = 25,049.65 Kg / 96 Jor = 260.94 Kg/Jor

Es importante mencionar que esta es la primera obra construida en México con Cimbra Túnel en la que el refuerzo se realiza con varilla del # 3, pues generalmente se utiliza malla electrosoldada. Esta falta de experiencia tuvo como consecuencia, por un lado concentraciones de acero en zona de vaciado de muros; por otra parte el refuerzo en losa para momento negativo (lecho superior), obstruye la colocación del sardinel o muñón el cual fué necesario adecuar para poder utilizarlo.

Asimismo, es muy importante revisar todos los refuerzos para vanos de puertas, así como el anclaje de las trabes acarteladas en muros, pues generalmente forman un tapón en el mismo, evitando que el concreto fluya hacia las partes inferiores.

La herramienta y equipo necesaria para esta etapa es la común en cualquier obra de edificación, es decir:

1 Dobladora de varilla

1 Cortadora para varilla de 3/8"

1 Dobladora para alambres recocido

1 Equipo de corte a base de oxígeno y acetileno

Ganchos de amarre

### VI.2.3.2. CIMBRA

Conceptualmente el cimbrado es el traslado o reubicación de los sanitóneos en una nueva posición, incluyendo su sujeción y anclaje, así como la colocación de todos los accesorios y la limpieza previa de los moldes.

Previo a la colocación de los moldes, se realiza una limpieza preventiva y se aplica desmoldante en toda la superficie de contacto con el concreto, en beneficio del acabado de los elementos y como mantenimiento para el equipo. La aplicación del desmoldante se realiza con rodillos convencionales para aplicar pintura vinílica; la capa de desmoldante debe ser muy fina, sin excedentes, ya que con la constante circulación del personal por zonas donde ya se aplicó provoca que luego se adhiera al acero de refuerzo, restándole adherencia con el concreto, lo que disminuye las propiedades de fluencia del acero, principalmente en las losas.

Entre cada ciclo de colado se engrasa toda la tornillería, anclajes, puntales y tornillos niveladores y previamente se les realiza una limpieza con diesel. Para realizar esta actividad es conveniente transportar un bote de grasa industrial y un tambor con diesel hasta la zona de colocación.

Los primeros elementos que se transportan son los accesorios que se colocan entre los muros, tales como: varas para puertas, trabes acartelados y pasos para instalación de aire acondicionado; estos últimos habilitados de madera, por no estar considerados en el proyecto original. Se realiza una colocación preliminar de las trabes y puertas, utilizando los sistemas de nivelación

antes descritos y teniendo como gula el sardinel de desplante, ya que estos accesorios se ubican precisamente en la zona donde se interrumpe dicho sardinel.

Al mismo tiempo se transportan los semitúneles, colocándolos con la maniobra de la grúa, lo mas cerca posible al sardinel de desplante, solo permitiendo el paso de una persona entre el acero de refuerzo y el pánel.

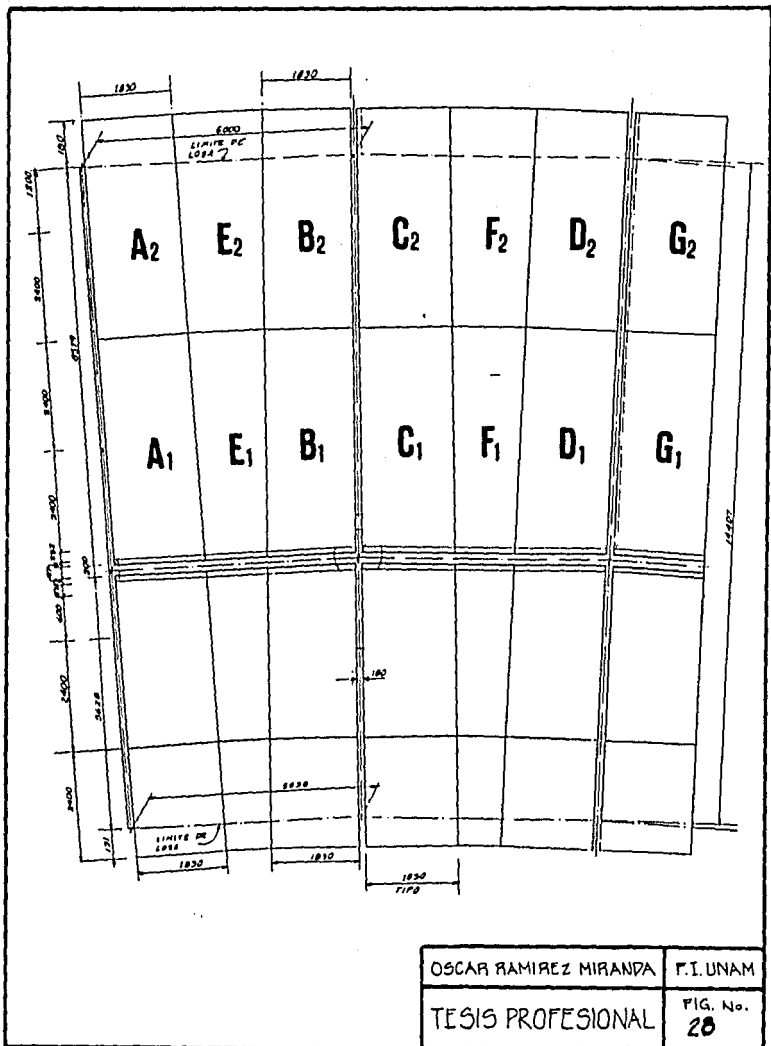
La secuencia en que se colocan los páneles para el primer colado se describe a continuación:

En una primera etapa se colocan las escuadras esquineras de fondo (escuadras tipo A1), y enseguida con el mismo criterio la escuadra A2 que complementa la cara del muro. La unión de estas dos escuadras se realiza mediante un mecanismo sencillo de argollas y tornillos.

La segunda etapa la forman las escuadras B1 y B2 , y consecutivamente se realizará el transporte de los páneles para las etapas C y D.

El objetivo de esta secuencia es completar espacios cerrados para que el armado de la losa comience mientras se continúa con trabajos de cimbra, y siempre trabajando de izquierda a derecha. Así, el paso siguiente será el transporte y colocación de las mesas trapezoidales del primer cuarto con lo que se completa este.

El resto de la secuencia se muestra en la figura sig.



OSCAR RAMIREZ MIRANDA	F.I.UNAM
TESIS PROFESIONAL	FIG. No. 28

Una vez que se cuenta con una unidad de muro completo, se procede a la colocación de las escuadras en su posición definitiva, empujándolos con la ayuda de barretas, hasta tocar el sardinel. Enseguida se procede a la nivelación del muro, primero elevandolo con el tornillo nivelador para posteriormente hacer los propio con los gatos de puntales.

Cuando la cara del muro se encuentra en su posición definitiva, la cara complementaria debe encontrarse ya habilitada a un metro de distancia del muro, entonces se procede a la colocación definitiva de las puertas, trabes acarteladas y pasos para instalación de aire acondicionado; así como del mecanismo de anclaje. Los separadores cónicos se colocan una vez que ya contamos con la ubicación exacta en función de las perforaciones, que para tal efecto, tienen los paneles; generalmente se tiene problema durante los primeros colados, porque el acero de refuerzo obstruye la colocación de algunos conos, por tal motivo para los siguientes colados se tomarán las precauciones necesarias con atención especial en las varillas de diámetros mayores (1" y 3/4") que con dificultad pueden ser dobladas una vez que están colocadas.

Posteriormente se introducen los esparragos o tornillos que toman los esfuerzos de tensión en el muro; al colocar el muro complementario estos esparragos deben sobresalir hacia ambas caras para permitir su sujeción. Una vez que la segunda cara del muro ha sido nivelada y colocada a plomo, se asegura el sistema de anclaje por medio de roldanas y tuercas, a las que por funcionalidad se les adapta una terminación en forma de mariposa; así, al momento de maniobrar se hará únicamente con un martillo sencillo, sin necesidad de utilizar llaves con medidas especiales. Además de la roldana y tuerca de

mariposa se adapta una placa de acero de 18 X 18 cm de 1/2" de espesor, que sirve como apoyo para troquelar el muro sin hacerlo directamente sobre los elementos de sujeción.

Una vez que tenemos ambas caras del muro con sus respectivas escuadras niveladas y a plomo, se procede a nivelar la losa con los gatos de los puntales verticales e inclinados; estos gatos se elevan hasta un tope en el que teóricamente la losa forma un ángulo normal con el muro, pero en realidad el ángulo es mayor de 90 grados, que proporciona una contraflecha para la losa.

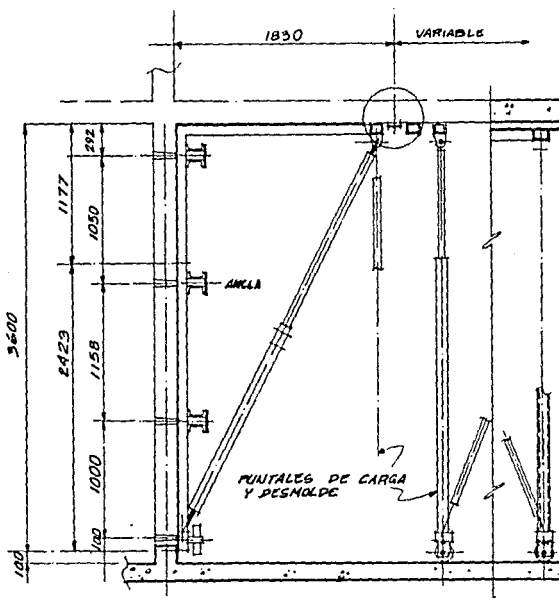


FIG. 29 Cimbra en posición de colado.



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

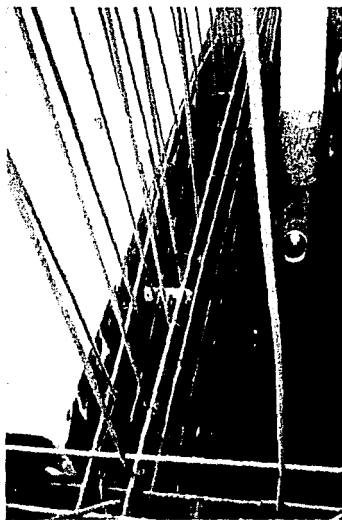


FIG. 30 ASPECTO DE UN MURO LONGITUDINAL DURANTE LA ETAPA DE CERRADO.



FIG. 31 FONDO PARA TUBOS ACERTELADOS.

La etapa siguiente del proceso de cimbrado la integra la colocación y fijación de las mesas trapezoidales de ajuste que se ubican al centro del claro de cada cuarto. La unión entre paneles trapezoidales y escuadras se realizan con el mismo mecanismo con el que se unen las escuadras se sentitónal entre sí, y su nivelación se realiza a través de los puntales verticales.

Al final de los trabajos de la losa se colocarán las piezas especiales que soportarán los ángulos metálicos para formar, en la losa, el desplante de los muros del siguiente nivel. Es importante mencionar que las piezas que soportan los ángulos deberán retirarse un tiempo después de terminado el vaciado del concreto y se resanan los huecos que quedan en su lugar.

Para evitar el trabajo de recuperación de estas piezas, se fabricaron unas crucetas de varilla que quedan ahogadas en el concreto de los desplantes de muro. Es importante, que al colocar estas piezas y los ángulos metálicos, se cheque la correcta posición en el eje del muro.

La siguiente actividad es la colocación y alineamiento de las fronteras que delimitan la losa en sus extremos. Finalmente se procede a la colocación de todos los tapones para muro y a la revisión general del Sistema de Cimbra.

Una de las actividades características de esta etapa es el transporte de la Cimbra con la grúa torre, el cual se debe mecanizar para optimizar el rendimiento. Cada una de las escuadras se marca con números y colores a los que se hace referencia en un plano de gabinete y otro de campo, con la finalidad de que todo el personal se familiarice con la ubicación de los moldes, así como

con la secuencia que deben seguir en el transporte.

Es importante señalar que en cada movimiento, las escuadras correspondientes al quinto del claro permanecen en su lugar hasta terminar el siguiente colado; la razón principal es que esta etapa tiene un fraguado normal, ya que el proceso de curado utilizado en Cimbra Túnel no se puede aplicar en áreas abiertas.

Asimismo, se puede apreciar que para el último colado de cada nivel, no se utilizan todos los moldes, los cuales se transportan y colocan en el nivel siguiente, mientras se realizan las actividades de armado y colado del nivel inferior.

A continuación obtendremos el rendimiento aproximado del personal, basándonos en los volúmenes de obra y en la mano de obra promedio que se tuvo durante la ejecución de los trabajos:

**MANO DE OBRA:**

10 Oficiales Carpinteros  
6 Ayudantes de Carpintero

**VOLUMENES DE OBRA POR NIVEL:**

Cimbra en muros	1,093.99 m2
Cimbra en losas	565.67 m2
Cimbra en Trabes	8.00 m2
	<hr/>
VOLUMEN TOTAL POR NIVEL	1,667.66 m2

MANDO DE OBRA: 8 días x 10 Of = 80 Jor

RENDIMIENTO APROXIMADO = 1,687.66 m<sup>2</sup> / 80 Jor = 21.10 m<sup>2</sup>/Jor

El rendimiento aproximado obtenido de esta forma considera Oficiales Carpinteros sin ayudante, pues estos no realizan trabajos directos sobre la cimbra. Sus labores son más bien de apoyo, tales como: limpieza y aplicación de desmoldante en la superficie de contacto, búsqueda y recolección de tornillería y piezas especiales, etc.

Además, dentro de los volúmenes que se consideraron para obtener el rendimiento, se está incluyendo la colocación y fijación de los accesorios, vanos, pasos, fronteras de límite de losa y de corte de colado, con lo cual se manifiesta una vez más la mayor productividad que se obtiene con este sistema.

#### MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTA

- Grúa Torre Potain Iberica mod. 646-N-82 montada sobre vías

Características:

Flecha = 30

Contraflecha = 15.90 m

Capacidad = 3.6 ton S.R.

Tipo de vía = 40 m de desplazamiento recto, montada sobre traveses de concreto armado.

- 1 Máquina de soldar. Con el fin de realizar reparaciones en partes de la Cimbra que se dañen al recibir algún golpe en las maniobras de traslado.

- Cable de acero de 5/8 con ganchos de seguridad. Se utilizan en la elevación

de los moldes y se fijan al centro de gravedad de la unidad, por medio de un tornillo y una mariposa de acero.

- Desmoldante de patente y aplicador.
- Aplicador de pintura en aerosol y gloser (numeros). Se aplican para marcar los moldes, según la zona donde deberá colocarse en el ciclo siguiente, proporcionando al personal de campo una mejor referencia al respecto.
- Herramienta menor para maniobras del descimbrado y cimbrado.

6 llaves mixtas de 3/4

6 llaves mixtas de 15/16

6 llaves mixtas de 2 1/2"

2 matracas de 3/4 c/extension y dados de 2 1/2"

2 matracas de 3/4 c/extension y dados de 3/4"

6 martillitos

4 barratas

4 macetas de 4 lbs

1 pulidora (B & D) c/discos de pulidora (6 pzas)

1 martillo de bola del 40

1 cincel de 1 X 12

1 careta para soldar

1 broca de 1 3/16" de diametro

1 maneral para machuelo con machuelo de 5/8"

2 brocha de pelo de 2"/ thinner

1 Perico # 12

1 Depililo de alambre

1 equipo de corte (manguera infra)

1 extensión para corriente con caja de 20 m

1 Taladro con chode 3/4"

1 Llave para taladro # 3 "jobs"

1 juego de letras para marcar

1 Pintura en aerosol

Aunque se trata de herramienta común, generalmente el propietario de la cimbra proporciona con anticipación un listado de esta herramienta, con la finalidad de evitar retrasos por falta de suministro. en caso de que dicho lista no sea proporcionada, el contratista debe solicitarla, ya que el tipo y cantidades a utilizar puede variar para los diferentes tipos de Cimbra Túnel.

### VI.2.3.3. REVESTIMIENTO DE CONCRETO.

Son tres los factores que influyen en esta etapa del proceso constructivo:

- a) Fabricación de Concreto y Aditivos
- b) Transporte y Colocación
- c) Compactación

#### a) FABRICACION DE CONCRETO Y ADITIVOS.

La selección del concreto a utilizar incluye un balance entre una economía razonable y los requerimientos para lograr la colocación, resistencia, durabilidad, peso volúmetrico y apariencia adecuada.

Con la finalidad de garantizar la producción del concreto de calidad uniforme, así como estandarizar sus propiedades y características, se optó por la adquisición de concreto premezclado con las siguientes propiedades:

Resistencia a la Compresión	250 Kg/cm <sup>2</sup>
Tamaño máximo de agregado	3/4"
Revenimiento	14 cm± 2
Fraguado	Normal

El tamaño máximo de agregado no debe exceder de una quinta parte de la menor dimensión entre los lados de la cimbra, de una tercera parte del peralte de las losas, ni de las tres cuartas partes de espaciamiento mínimo libre entre las



varillas de refuerzo. En algunas ocasiones estas limitaciones se descartan si la trabajabilidad y los medios de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se formen cavidades o vacíos.

El revenimiento se entiende como la medida de la trabajabilidad que debe tener el concreto para facilitar su transporte y colocación; así pues, el revenimiento está en función del elemento a colar y del medio de transporte. Debido a la altura de 3.70 m de los muros y la densidad de acero en los mismos, principalmente en las zonas de refuerzo adicional de vanos y en el anclaje de las trabes T-3, se requiere de un revenimiento real de 18 a 20 cm, el cual por razones de economía se obtiene através de un aditivo superfluidificante, y no directamente de la planta; adquirir un concreto con un revenimiento elevado, incrementa el costo del producto por el mayor consumo de cemento necesario para no variar la relación agua-cemento y en consecuencia no variar la resistencia del concreto.

Un aditivo es una mezcla de productos químicos que se añaden a una porción de concreto durante la mezcla o previo a su colocación, con el propósito de modificar de alguna manera las propiedades del material fresco o endurecido. Un aditivo debe utilizarse únicamente cuando existe una razón válida, tal como acelerar el fraguado, reducir la cantidad de agua, variar el revenimiento, etc. El uso de cualquier aditivo probablemente requiere hacer algunos ajustes en las proporciones de la mezcla, por lo tanto siempre deben efectuarse pruebas preliminares.

Los aditivos super fluidificantes sirven para aumentar en gran medida la trabajabilidad de una mezcla, de manera que se produzca un concreto fluido. En algunos casos se utiliza para producir concreto de alta resistencia, reduciendo el contenido de agua, mucho más de lo que puede reducirse con un aditivo común reductor de agua.

El uso de aditivos super fluidificantes se restringe a lugares en donde el acero de refuerzo está particularmente cerrado y se dificulte en colado y la vibración, en detrimento de la estabilidad del elemento y su acabado. Así, para cada elemento podremos ir seleccionando a cuales revolvedoras debemos aplicar el aditivo y cuales podemos colocar con el revenimiento de 14 cm solicitado a la planta.

Por último mencionaremos dentro de las propiedades del concreto, que aún cuando se requiere de una alta resistencia a edades tempranas, resulta más económico la utilización de un concreto de fraguado normal, sometido a un proceso de curado que nos permita obtener el 60 % de la resistencia final durante las primeras 12 horas después de la colocación, lo que nos permitirá descimbrar los elementos a tiempo para lograr la continuidad en el proceso constructivo que se manifiesta en un menor plazo de ejecución de los trabajos y una mayor rentabilidad de los elementos de la Cimbra Túnel.

#### b) TRANSPORTE Y COLOCACION

La selección del medio de transporte del concreto está en función de la velocidad que se requiere para realizar el colado, permitiendo un lapso de 11 horas para la etapa de curado. Además la velocidad de colado será un factor

determinante para evitar juntas frías que puedan afectar el comportamiento de la estructura.

El método seleccionado para transportar el concreto, fue por medio de la grúa torre disponible y una cubeta o bachea con capacidad mínima de 1 m<sup>3</sup>, que aún cuando no es el más rápido, si resulta el más económico, pues no se justifica utilizar una bomba y el consecuente incremento de costo por suministro de concreto bombeable, cuando ya se tiene instalado un equipo de transporte como la grúa torre, que como se observa en la siguiente tabla, cumple con los requerimientos señalados.

VELOCIDAD DE COLADO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE ELEVACION DE LA GRUA TORRE  
POTAIN IBERICA MODELO 646-N-82:

NIVEL	h(m)	t(min)	vel(m <sup>3</sup> /hr)
1-3	8.00	4.50	13
4-6	16.00	5.00	12
7-10	45.00	6.00	10

Considerando los siguientes volúmenes por nivel:

Concreto en muros	90.02 m <sup>3</sup>
Concreto en losas	95.29 m <sup>3</sup>
Concreto en trabes	1.07 m <sup>3</sup>
TOTAL POR NIVEL	<u>186.38 m<sup>3</sup></u>

Distribuyendo el volumen total en 4 ciclos de colado, obtenemos las siguientes duraciones de colado para los diferentes niveles:

NIVEL	DURACION (hr)
1-3	3.58
4-6	3.88
7-10	4.66

La situación mas crítica se presenta en los niveles superiores donde la duración es de 4.66 hr; para que las actividades de descimbra se realicen en horas hábiles y considerando que el proceso de curado se debe realizar durante toda la noche en un lapso mínimo de 11 hrs. Es necesario comenzar el colado alrededor de las 7:00 p.m.

La SECUENCIA DE COLOCACION del concreto mas utilizada en Cimbra Túnel es llenar primero todos los muros para luego regresar a colar toda la losa; sin embargo, en esta obra este procedimiento no es aplicable, ya que los grandes volúmenes por etapa nos crea juntas frías en toda la conexión entre muro y losa, que no es permisible en procedimientos constructivo con Cimbra Túnel, ya que esa es una de las ventajas principales del sistema.

El proceso seleccionado fue la colocación conjunta del concreto en muros y losas cerrando áreas, con lo que la única posibilidad de juntas frías de colado es el retraso en el suministro del concreto o alguna falla durante el transporte.

### c) COMPACTACION

El objetivo de la compactación es eliminar la mayor cantidad posible de aire atrapado. Lo ideal es reducirlo a menos del 1%, siempre y cuando no haya inclusión deliberada de aire. La cantidad de aire atrapada guarda relación con la trabajabilidad. Los concretos de 7.5 cm de revenimiento contienen alrededor del 5% de aire, en tanto que los concretos con 2.5 cm contienen el 20%. Es importante extraer el aire atrapado por las siguientes razones:

- 1) Los vacíos reducen la resistencia del concreto
- 2) Los vacíos incrementan la permeabilidad, que a su vez reduce la durabilidad.
- 3) Los vacíos reducen el contacto entre el concreto y el acero de refuerzo.
- 4) Los vacíos producen efectos visibles que afectan el acabado del concreto y en los casos más críticos reduce la sección de los elementos estructurales.

El método más eficiente de compactación de concreto es la vibración que se puede realizar con vibradores internos o de cabezal, y con vibradores externos o de pared.

#### CARACTERISTICAS DE LOS VIBRADORES INTERNOS:

Diam. (mm)	Radio acción (mm)	vel compact. (m <sup>3</sup> /hr)	Aplicación
20-30	80-150	0.8-3.0	secciones delgadas y áreas difíciles.
35-40	130-250	2.0-4.0	columnas y secciones delgadas
50-75	180-350	3.0-8.0	secciones libres de restricciones y obst.

Para esta obra se utilizaron 3 vibradores eléctricos con cabezal de alta frecuencia de 3/4" (20 mm), para cuyo manejo se observaron siempre las siguientes recomendaciones:

- Asegurarse de que cada capa de concreto haya sido bien compactada antes de colar la capa siguiente. Además, cada nueva capa debe colarse mientras la anterior aún responde a la vibración.
- Al introducir el cabezal debe dejarse que penetre verticalmente hasta el fondo de la capa por su propio peso.
- Dejarlo dentro del concreto durante 10 seg aproximadamente
- Sacarlo lentamente y verificar que se cierre el hueco que dejó el cabezal.
- Evitar que el cabezal toque las caras de la cimbra.
- Evitar que el cabezal toque el acero de refuerzo. Siempre que el concreto esté fresco aún, vibrar el acero de refuerzo no causa daño alguno. El peligro radica en que las vibraciones en el acero de refuerzo pueden transmitirse a una sección de concreto ya endurecido, en cuyo caso se afectará la adherencia.
- El vibrador no debe utilizarse para hacer fluir el concreto.

Adicionalmente a los vibradores internos, se utilizaron dos vibradores neumáticos de pared externos, que se colocan en la cara exterior de la cimbra metálica (dentro de los túneles), proporcionando una vibración a los propios elementos de la cimbra que se transmite al concreto.

### CARACTERISTICAS DE LOS VIBRADORES EXTERNOS (NEUMATICOS)

La unidad vibratoria consta de un cuerpo de acero unido a una base metálica provista de 4 perforaciones por medio de las cuales se une a sistemas especiales de fijación con que cuenta la cimbra.

El vibrador está equipado con una manguera de aproximadamente 1 m de longitud en cuyo extremo se localiza la válvula de control para interrumpir el suministro de aire comprimido mientras se realizan los cambios de posición de los vibradores.

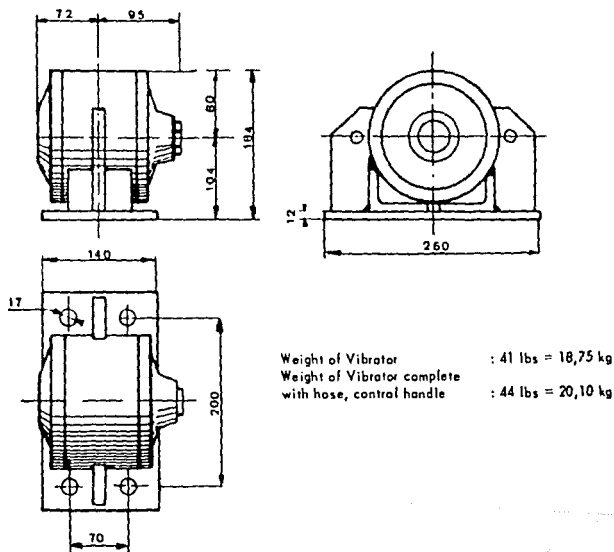


FIG. 32 DIMENSIONES DE LOS VIBRADORES DE PARED EXTERNOS.

#### VI.2.3.4. DURADO DEL CONCRETO

A fin de obtener un buen concreto, la colocación de la mezcla debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento. El curado del concreto en Cimbra Túnel es una de las etapas más importantes, ya que a través de esta se acelera el fraguado del concreto con la finalidad de obtener el 60 % de la resistencia nominal, antes de que transcurran 12 horas después de la colocación.

Durado, es el nombre que se le da a los procesos para lograr la hidratación del cemento y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia dentro y fuera del concreto.

El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién colado para que puedan así, desarrollarse las propiedades deseadas.

##### a) HUMEDAD

La cantidad de agua en el concreto en el momento del colado, es normalmente mayor de la que debe retenerse para el curado; sin embargo, la pérdida excesiva de agua por evaporación puede reducir la cantidad de agua retenida a un nivel inferior al necesario para el desarrollo de las propiedades deseadas. El método seleccionado para mantener la humedad en la superficie de concreto, fue por inundación y debe mantenerse por lo menos durante siete días.

##### b) TEMPERATURA

Se ha demostrado que una elevación en la temperatura de curado acelera las



reacciones químicas de la hidratación del concreto y esta afecta benéficamente la resistencia temprana del concreto, sin efectos contrarios en la resistencia posterior.

Durante el curado, el concreto en su temperatura normal, se le aplica un periodo de calentamiento necesario para acelerar el fraguado, elevando la temperatura lentamente por lo menos a 50 grados centígrados, durante un lapso de 11 horas, según la gráfica, con lo que obtenemos una resistencia mínima del 60 % de la resistencia final.

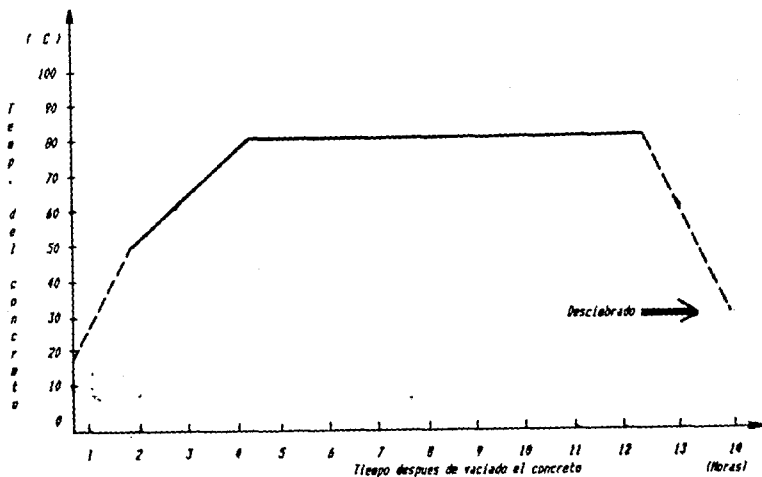


FIG. 33 GRÁFICA TEMPERATURA - TIEMPO DE CURADO, NECESARIOS PARA ACELERAR EL FRAGUADO.

El incremento de la temperatura del concreto se logra mediante la colocación de quemadores que calientan el aire dentro de los túneles y tapando las partes abiertas de los mismos con lonas para aprovechar al máximo el calor producido. Cabe señalar que en la losa del quinto claro, no se aplica el calentamiento adicional, por ser una área completamente abierta y además, está contemplado dentro del procedimiento constructivo la permanencia de la cimbra correspondiente posición, hasta el siguiente movimiento.

El procedimiento constructivo establece que el curado debe llevarse a cabo durante las noches, para permitir que todas las demás actividades que requieran mas mano de obra, se realicen en horas hábiles, solo en casos fortuitos se realizará el curado durante el día. El personal necesario para esta etapa es un operador de los quemadores y dos ayudantes, que en conjunto realizan las siguientes actividades:

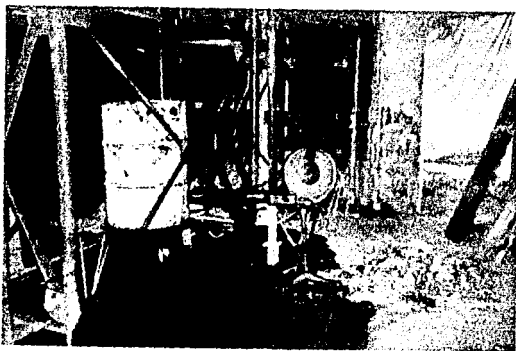
- Acarreo y Colocación de lonas
- Acarreo e Instalación de Quemadores
- Acarreo del Combustible y Conexión de Alimentación
- Supervisión del Equipo General durante el Funcionamiento
- Desmantelamiento del Equipo
- Limpieza y Mantenimiento

Sin duda, la actividad mas importante es la de supervisión durante el funcionamiento, ya que la falla de un solo de los quemadores, provocaría retrasos en todo el proceso, por lo cual es recomendable contar con un quemador adicional como repuesto.

#### *CARACTERÍSTICAS DE LOS QUEMADORES*

*Calentadores marca Klein para petróleo crudo, diésel, diésel y gas; tipo standard de flama horizontal, con motor eléctrico acoplado.*

*Una vez que ha transcurrido el periodo de calentamiento del concreto, se apagan todos los calentadores dando paso a la etapa final del ciclo, que automáticamente será la primera etapa del siguiente ciclo.*



*FIG. 14 QUEMADORES EN EL INTERIOR DEL TUNEL DURANTE EL PROCESO DE CURADO.*

#### VI.2.3.5 DESCIMBRA

El ciclo Cimbra Túnel concluye con la etapa de descimbrado que se realiza una vez que se concluyó el curado. Para ejecutar el descimbrado de una manera sistemática se siguen los siguientes pasos:

1. Se deben aflojar y sacar todos los tornillos de unión entre los tuneles a través de los muros, así como los mecanismos de unión entre escuadras y mesas trapezoidales.
2. Se deben aflojar los tornillos que funcionan como gatos, hasta que las ruedas del semitínnel queden apoyadas en el piso; al mismo tiempo se deben aflojar los puntales verticales, con la finalidad de romper el sello con el concreto.
3. Las escuadras se deslizan hasta el exterior de la estructura donde se le colocan las eslingas de acero y los cables de seguridad, para ser transportado a su nueva posición.
4. La grúa deberá trasladar el elemento a su nueva posición, donde se le puede limpiar el concreto adherido mediante una espátula, para luego aplicarle algún tipo de desmoldante.
5. Se deben recuperar los marcos de puertas y ventanas, así como los separadores cónicos que quedaron ahogados en los muros. Los primeros se recuperan aflojando los tornillos de nivelación y los tornillos que

permiten su abatimiento. Los conos se recuperan con un golpe de martillo aplicado en el extremo de menor dimensión. Todos estos accesorios se deben limpiar y engrasar para después llevarlos al mismo lugar de colocación.

6. Posteriormente, se realiza la descimbra y transporte de las mesas trapezoidales de ajuste; estos elementos se retiran al final de la etapa, con el objetivo de mantener cimbrado el centro del claro de las losas el mayor tiempo posible y evitar deformaciones por posibles bajas resistencias.
7. Una vez descimbrados los elementos, se apuntalan las losas al centro del claro; estos puntales deben mantenerse por un lapso de 15 días, mientras el concreto alcanza el 90 % de la resistencia nominal.
8. Finalmente, se deben resasar los huecos que dejaron los separadores cónicos y limpiar el área de trabajo para realizar los trabajos de acabados, mientras en la nueva posición ya comienza un nuevo ciclo.

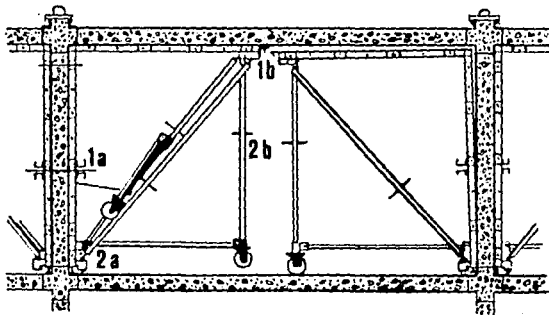


FIG. 35 SECUENCIA DE DESCIMBRADO DE LOS TUNELES.

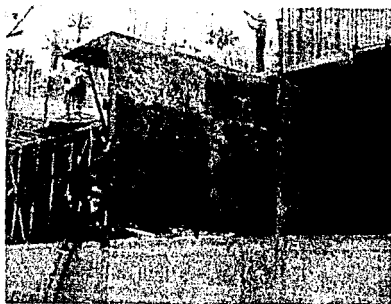


FIG. 36 - 37. EXTRACCION Y TRASLADO DE LAS ESCUADRAS A SU NUEVA POSICION.

## CAPITULO VII

## VII. CONCLUSIONES

La finalidad del presente capítulo, es mencionar los aspectos más sobresalientes en la utilización de la Cimbra Túnel en el proyecto denominado Torre de Suites Hoteleras, resaltando las ventajas y propiedades señaladas en los caps I y II, así como las fallas y daños ocasionados tanto al equipo como a la estructura por la utilización de procedimientos erróneos.

El Sistema de Cimbra Túnel cumple ampliamente con las definiciones referentes a las características generales de la cimbras, dentro de las que destacan: el descimbrado y el aspecto económico.

En cuanto al descimbrado, se pudo apreciar que la Cimbra Túnel cuenta con los mecanismos necesarios para optimizar esta actividad, reduciendo al mínimo la mano de obra, y realizándose en el momento óptimo para no afectar las etapas posteriores del proceso constructivo.

Las ventajas económicas se manifiestan en las comparativas entre análisis de precios unitarios de Cimbra Túnel y Cimbra convencional, y son reflejo del empleo de elementos de cimbra modulados y prefabricados, que incluso pueden utilizarse en estructuras diferentes. Cabe mencionar que la amortización del equipo que se menciona en este trabajo, se logrará en otro proyecto a realizarse en la Ciudad de Cancún, propiedad de la misma cadena hotelera.



*En cuanto a aspectos mas específicos, que destacan de la aplicación del Sistema, tenemos:*

*La rapidez del proceso que permite construir en 8 días, un nivel de 662.00 m2*

*La versatilidad del Sistema se pudo comprobar al ser utilizado en una estructura con curvatura de 96.81 grados, gracias a las mesas trapezoidales de ajuste en el centro del túnel, además cabe mencionar que la construcción de este equipo se llevo a cabo con la finalidad de utilizarla en la estructura antes mencionada, propiedad de la misma cadena hotelera en la que se sustituyen dichas mesas y las travesaños acartelados.*

*El acabado espejo que se logra con las placas metálicas como cimbra de contacto, permitió la aplicación, sin problemas del acabado de pasta en muros; únicamente, se tuvieron que resanar los huecos producto de los separadores cónicos. En cambio la fachada norte y sur que se construyeron con cimbra convencional aparente, requirieron de un trabajo adicional para preparar la superficie de contacto.*

*Por el contrario, se tuvieron problemas por no utilizar ni los malacates de arrastre, ni las plataformas de descimbrado, ya que las maniobras de extracción del equipo, se realizaron con barretas, dañando en algunos casos la superficie de contacto y los elementos de apoyo, lo que requirió de reparaciones adicionales a las previstas. En otros casos se dañó la estructura de concreto recién colada al no realizarse la elevación de los moldes en dirección vertical.*

*La falta de mantenimiento adecuado, principalmente en el engrase de la*

tornillería y en la limpieza de los elementos de refuerzos y apoyo, provocó que el equipo se fuera deteriorando, restandole funcionalidad y maniobrabilidad en las etapas finales de la estructura.

En general, podemos concluir que la Cimbra Túnel representa una alternativa mas para la construcción de obras de edificación, cuyas ventajas pueden explotarse al máximo utilizando los procedimientos adecuados; por lo contrario, el mal manejo del equipo y la falta de previsión puede generar costos adicionales que pueden incluso, hacer el sistema incosteable.

## BIBLIOGRAFIA

- RICHARDSON, J. G.                    Cimbras. Vol. I Diseño
- VALENCIA RODRIGUEZ, EDUARDO. Cimbra Túnel. Revista Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, Vol. 21, No. 148.
- ALARCON GARCIA, FERNANDO. Aplicaciones de la Cimbra Túnel en la Edificación. Tesis Profesional Facultad de Ingeniería, UNAM.
- DEL POZZO MASTACHI, SALVADOR. "Efectos de la Temperatura en la Colocación del Concreto" en Construcción de Estructuras de Concreto. División de Educación Continua, FI, UNAM.
- RODRIGUEZ ORTEGA, JAVIER. Diferentes Sistemas de Cimbra Utilizados en el edificio BANCEN. Tesis Profesional, FI, UNAM.