10
2j

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

DESCRIPCION DE LA CIMBRA METALICA TIPO OUTINORD PARA LA CONSTRUCCION DE UNIDADES HOTELERAS TIPO. PROYECTO AZUL IXTAPA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

MERCEDES HERNANDEZ GARZON

ASESOR: ING. VICTOR PERUSQUIA MONTOYA

ACATLAN, EDO. DE MEXICO 1996

VNIVERSIDAD NACIONAL
AVTONOMA DE
MEXICO

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

SRITA. MERCEDES HERNANDEZ GARZON
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.
P R E S E N T E .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 8 de Febrero de 1996, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis titulado "DESCRIPCION DE LA CIMBRA METALICA TIPO OUTINORD PARA LA CONSTRUCCION DE UNIDADES HOTELERAS TIPO, PROYECTO AZUL IXTAPA", el cual se desarrollará como sigue:

INTRODUCCION.
I. RESEÑA HISTORICA DE LA CIMBRA.
II. DESCRIPCION DEL SISTEMA TRADICIONAL
III. DESCRIPCION DE LA CIMBRA OUTINORD Y SUS ELEMENTOS.
IV PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CIMBRADO TIPO OUTINORD EN EL PROYECTO AZUL IXTAPA
V. ANALISIS DE TIEMPO Y COSTO DE LA CIMBRA OUTINORD EN EL PROYECTO HOTELERO AZUL IXTAPA
CONCLUSIONES.

Así mismo fue designado como asesor de tesis el Ing. Victor Perusquia Montoya. Ruego a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A T E N T A M E N T E .
" POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU "
Acatlán Edo. de México a 22 de Octubre de 1996

Ing. Carlos Rosales Aguilar.
Jefe del Programa de Ingeniería Civil

ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

DESCRIPCION DE LA CIMBRA METALICA TIPO OUTINORD PARA LA CONSTRUCCION DE UNIDADES HOTELERAS TIPO; "PROYECTO AZUL IXTAPA"

INDICE

INTRODUCCION

Debido a los altos costos de adquisición de la madera, al encarecimiento de la mano de obra, a la dificultad de encontrarla y la creciente necesidad de aumentar la productividad, nos hemos visto obligados a recurrir a sistemas más modernos y más veloces para construir, debido a que es un medio económico tan cambiante y altamente inflacionario, independientemente del enorme desperdicio de madera. Lo anterior ha determinado el desarrollo de nuevas técnicas de cimbrado.

La gran necesidad de modificar el sistema tradicional de cimbrado, ha sido prioritario y ha forzado a los ingenieros y arquitectos a desarrollar una tecnología con el uso de nuevos materiales y conceptos, donde la utilización y el número de usos, la velocidad de cimbrado y descimbrado, el evitar desperdicios y facilitar las maniobras, son parámetros obligatorios que irremediablemente, han de conducir a una reducción sustancial en los costos de construcción; ésto ha dado lugar a la utilización del acero como cimbra, por lo cual se han desarrollado variados sistemas de cimbra metálica, diferenciándose unos sistemas de otros, tan sólo en la forma en que se han fabricado los moldes y en los elementos mecánicos que los componen.

En el presente trabajo, se expondrá la cimbra metálica Outinord de patente francesa, con el sistema encofrados de túneles, que es de gran utilidad para edificaciones de grandes volúmenes y modulación casi constante, lo que se traduce en un costo amortizado a través del elevado número de usos de la cimbra.

CAPITULO 1

RESEÑA HISTORICA DE LA CIMBRA

1.1 ANTIGÜEDAD DE LOS SISTEMAS DE CIMBRADO

Desde principios de este siglo se empezaron a construir edificaciones de gran magnitud, y fue necesario contar con el apoyo de la cimbra en cualquiera de sus diversos materiales y formas, para cumplir con las necesidades que se han presentado a través de los años.

Desde los inicios de la historia del cimbrado, lo que ahora se conoce como sistema tradicional (a base de madera), se ha contemplado que es un procedimiento que implica enorme desperdicio, especialmente en los casos en que no se lograba un considerable uso repetido de los materiales.

La madera, ha sido usada desde las más remotas épocas, en los trabajos de construcción, como elemento de resistencia, tanto por su buen comportamiento y su notable resistencia a la tracción, compresión y flexión, como por su ligereza, tenacidad y sus cualidades térmicas. Pero, hay que tener en cuenta algunos serios inconvenientes, que algunas veces han llevado a rechazar la madera, usándose otros materiales. Estos inconvenientes o desventajas son: combustibilidad,

deformaciones por variaciones hidrométricas (humedad), y otros peligros como la destrucción ocasionada por la carcoma, o la putrefacción.

Todos estos inconvenientes hoy en día, se pueden menguar en su totalidad con tratamientos internos, los externos son más sencillos de controlar y aplicar pero no erradican totalmente el problema desde el interior. El tratamiento interno se tiene que producir por autoclave, que tiene un costo bajo, pues la relación de tratamiento costo del producto, es proporcionalmente de 1 a 36.

Respecto a la cimbras metálicas, sabemos que tienen poco tiempo de usarse en la Industria de la Construcción, y escasa tradición.

Las sucesivas mejoras en los medios de producción, complementados con los avances técnicos en su obtención, transformación y empleo, determinaron cada vez más el uso del metal durante el primer cuarto de nuestro siglo.

Puede decirse que no existió un verdadero mercado para el metal en el campo de la construcción, hasta aproximadamente el año de 1930. El mercado comenzó a extenderse en los Estados Unidos de Norte América de donde pasó a Europa.

El uso del acero en la fabricación de cimbras, se debe a alguna especificación o particularidad de la estructura de concreto.

Además de los sistemas de cimbras de acero patentados, se escoge el acero, porque:

1.-Se puede obtener de la cimbra una gran cantidad de usos.

2.-Se pueden especificar tolerancias especialmente restringidas para el acabado del concreto.

3.-Resisten esfuerzos muy grandes

4.-Hay requerimientos especiales, referentes a las condiciones de uso, zonas de marcas, etc.

5.-Puede mecanizarse hasta cierto punto el sistema de cimbras.

6.-Acabados aparentes.

En la fabricación de cimbras, los espesores del acero utilizado tienen un aislamiento reducido o nulo, pero esta característica es ventajosa cuando las técnicas acelerantes del curado, dependen de la transmisión de calor al concreto, a través de la superficie de contacto de la cimbra. Los elementos de acero, frecuentemente mejoran las propiedades de otros materiales de cimbra y moldeo; por ejemplo, el uso de moldes de concreto, cuyas caras de contacto son de acero, proporcionan durabilidad, estabilidad y extraordinaria

exactitud cuando se requiere un alto grado de precisión en colados sucesivos. Las uniones a las superficies de concreto de la cimbra, pueden hacerse simplemente taladrándola, atornillándola o sujetándola con pernos desde el exterior de la cimbra.

Otra ventaja de las cimbras y los moldes de acero, es su gran resistencia inherente, sobre todo cuando los miembros están soldados, y constituyen parte integral de la cimbra. Las cimbras de acero pueden diseñarse de manera que, sea posible incorporar cámaras para el curado, utilizando aire, agua, aceite o vapor.

Cimbra túnel y en forma de ángulo.

A medida que ha aumentado la capacidad de las grúas en las obras de construcción, se ha desarrollado una tendencia hacia la adopción de grandes paneles para cimbra túnel y en forma de ángulo. Las cargas de las grúas deberán optimizarse de manera que sean consistentes con su manejabilidad.

En México, no ha sido frecuente el empleo de las cimbras metálicas, no obstante que se han hecho intentos en repetidas ocasiones, por diversas compañías extranjeras, de introducir diversas líneas de ellas, pero el costo de las

mismas, ha sido relativamente elevado debido a los procedimientos que se acostumbran a trabajar en nuestro medio.

1.2 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CIMBRADO

Cuando aparecieron las cimbras planas verticales, cuya utilización no implicaba una modificación importante en la concepción de los edificios, la aparición de la cimbras planas horizontales y túneles, fue diferente pues con estos sistemas, la parte arquitectónica queda dependiendo del tipo de molde utilizado.

Para alcanzar una mejor productividad, fue necesario estudiar sistemas de cimbras que permitieran:

A) Obtener elementos, con el acabado aparente.
B) Incorporar previo al colado el equipo de: carpinteros, electricistas, plomeros, albañiles, fierreros, etc.
C) Acelerar la rotación de las cimbras, por medio del tratamiento térmico del concreto.
D) Obtener una economía en mano de obra por la facilidad de colocación y ajuste de las cimbras.
E) Mayor número de usos de las cimbras.
F) Minimizar el márgen de error en alineamientos.

1a. Etapa.-

Las cimbras planas, es un sistema que se utiliza como molde, para un conjunto de elementos metálicos de variadas dimensiones; la colocación y ajuste de éstos, resulta fácil gracias a la utilización de un primer panel, equipado con tornillo de ajuste; los paneles siguientes son colocados y por una operación simple, fijados al primero.

Los sistemas se componen de cimbras planas (verticales y horizontales), pues el colado se hace en dos etapas : muros y losas.

2a. Etapa.-

El avance logrado por este método, consiste en colar mediante una sola operación, muros y losas alrededor de un núcleo metálico, de un tramo transversal o longitudinal, siendo éstas las cimbras túneles.

3a. Etapa.-

Consiste en la utilización de, un sistema de tratamiento térmico del concreto, para acelerar el conjunto de operaciones (cimbra más descimbra) en un ciclo de 24 horas.

El calentamiento puede hacerse:

1.-Antes del colado por calefacción de los agregados.
2.-Durante el fraguado para acelerarlo, ya sea por un sistema incorporado a la cimbra que es el termocimbrado, o por un sistema independiente.

Los diseños han mejorado, y las compañías proveedoras del equipo se han multiplicado, a tal grado que en Gran Bretaña, existen más de cien, cada una con sus propios elementos o arreglos del sistema.

Algunos arreglos del sistema de cimbras, pretenden ser totalmente universales, ya que sus elementos, se han diseñado para ser sujetados y ensamblados, formando moldes o cimbras para muros o losas. Los sistemas no mecánicos están construidos de tal manera, que puedan usarse en amplias áreas de cimbra para muros, tableros o túneles, así como losas o combinaciones de muros y losas. Los sistemas más sofisticados, incorporan equipo manual, gatos, equipo de colado y de transporte, que permiten que las unidades modulares sean manejadas por una grúa de una a otra construcción, utilizando una cantidad mínima de mano de obra, en los procesos de: cimbrado y descimbrado.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCION DEL SISTEMA TRADICIONAL (MADERA)

2.1. CARACTERISTICAS Y ELEMENTOS

Cimbra de madera: Es el conjunto de obra falsa y molde.

Obra falsa: se refiere al conjunto de elementos de madera que servirán de sostén a los moldes, y es capaz de soportar las cargas producidas por las acciones del colado, el peso de los moldes y del concreto fresco hasta su fraguado, o su resistencia necesaria para autosoportarse.

Molde : Es el conjunto de elementos de madera que están en contacto con el concreto, con los cuales se les da la forma geométrica a cada elemento.

La madera, es el material tradicionalmente usado para la construcción de cimbras y moldes, ya que se puede trabajar con gran facilidad, proporciona gran resistencia, indeformabilidad cuando son pocos usos y economía.

En México, la madera más usada como cimbra es la de pino, ocote y oyamel, cualquiera de estas tres, se clasifica en el mercado como madera de 1a, 2a. y 3a.

Madera de 1a. Es la que no presenta muchos nudos, no presenta grietas y está perfectamente derecha.
Madera de 2a y 3a. Son las usadas en cimbras y presentan mayor número de defectos que la primera.

Las características principales de la cimbra en los primeros usos son :

- Durable
- Indeformable
- Textura adecuada al acabado
- Hermética
- Fácil de armar
- Fácil de descimbrar
- Fácil de limpiar
- Económica

La cimbra para estructuras de concreto, debe cumplir tres requisitos:

1.-Las cimbras deben ser lo suficientemente resistentes, de tal forma que soporten el peso propio, la presión del concreto fresco y las cargas accidentales que se presentan durante la colocación del concreto.

Madera de 1a. Es la que no presenta muchos nudos, no presenta grietas y está perfectamente derecha.
Madera de 2a y 3a. Son las usadas en cimbras y presentan mayor número de defectos que la primera.

Las características principales de la cimbra en los primeros usos son :

- Durable
- Indeformable
- Textura adecuada al acabado
- Hermética
- Fácil de armar
- Fácil de descimbrar
- Fácil de limpiar
- Económica

La cimbra para estructuras de concreto, debe cumplir tres requisitos:

1.-Las cimbras deben ser lo suficientemente resistentes, de tal forma que soporten el peso propio, la presión del concreto fresco y las cargas accidentales que se presentan durante la colocación del concreto.

2.-Rígida, para conservar su forma sin deformaciones, y si éstas existen, no deben ser mayores que las especificadas en cada caso.

3.-Económicas, en términos del costo total de la obra.

La cimbra es considerada generalmente como inerte, pero no hay que olvidar que un material, como la madera, es sensible a la humedad y es susceptible de deformarse. En la mayoría de los casos, la madera, puede ser convenientemente empleada sobre todo en los primeros usos, pero a medida que se le sigue usando, se va deformando. Si consideramos que su papel fundamental es dar forma al concreto (y frecuentemente también su aspecto), nos damos cuenta que la madera debe conservarse indeformable, dentro de las tolerancias, si no queremos que las deformaciones de la madera, se reflejen en el acabado del concreto.

La cimbra de madera, como cualquier otra estructura (aunque en este caso, es una estructura provisional) debe de cumplir, con los siguientes requisitos:

A.-COLOCACION (CIMBRADO):

En un principio, la vibración en el concreto se desconocía, y la fabricación del concreto se hacia manualmente. El ritmo o la cadencia del vaciado del concreto, en una cimbra se

hacia lentamente, y la cimbra resistía los esfuerzos de pequeñas cantidades. A medida que la fabricación del concreto se empezó a mecanizar, se necesitó usar de cimbras los mayores empujes producidos y considerarlos para el diseño de la cimbra.

3.-REMOCION DE LA CIMBRA PROCEDIMIENTO.

Periodo antes de la terminación del colado, y la iniciación de la remoción de los moldes, deben ser siguientes:

1.-La remoción de la cimbra, cuando se usan aditivos de iniciado, son dada en los resultados de las pruebas tomadas del concreto empleado en la estructura [illegible].

1.-En las maniobras de remoción de la cimbra, se tomarán ciertas precauciones que tienen las propiedades del concreto, y que [illegible], los esfuerzos a que vienen sujeta la estructura. Los apoyos de la cimbra [illegible] como cuñas o pernos, son [illegible] de manera que la estructura tome su esfuerzo [illegible] y gradualmente.

1.-Elementos de remoción de cimbra. Se deben [illegible] que permitan el paso del concreto, sin la [illegible] necesitamos. Como [illegible] se [illegible] cada uno [illegible] [illegible] de [illegible].

hacia lentamente, y la cimbra resistía los empujes en pequeñas cantidades. A medida que la fabricación del concreto se empezó a mecanizar, se necesito tomar en cuenta los mayores empujes producidos y considerarlos para el diseño de la cimbra.

B.-REMOCION DE LA CIMBRAS (DESCIMBRADO):

Período entre la terminación del colado, y la iniciación de la remoción de los moldes, serán los siguientes:

1.-La remoción de la cimbra, cuando se usen aditivos se iniciará, con base en los resultados de las pruebas tomadas del concreto empleado en la estructura (cilindros).

2.-En las maniobras de remoción de la cimbra, no deberán usarse procedimientos que dañen las superficies del concreto, o que incrementen, los esfuerzos a que estará sujeta la estructura. Los apoyos de la obra falsa, tales como cuñas o gatos, etc. deberán retirarse, de manera que la estructura tome su esfuerzo, uniforme y gradualmente.

3.-Después de retirada la cimbra, se dejarán puntales que soporten el peso del concreto, más la carga viva considerada. Estos puntales, se retirarán hasta que el concreto, alcance su resistencia de proyecto.

4.-En la construcción de cascarones y estructuras de grandes claros, no se retirará la cimbra, hasta que el ensaye de los cilindros representativos del mismo demuestren haber alcanzado la resistencia de proyecto. (Serán curados en las mismas condiciones de la estructura).

5.-Otro aspecto que también es importante, es el aditivo desmoldante, verificar que se aplique en forma uniforme dará como resultado una superficie completamente impermeable y de buena calidad.

C.-TOLERANCIA MAXIMA PERMISIBLE EN ALINEACION Y DIMENSIONES: Debemos de entender, como tolerancias, las variaciones permisibles, indicadas en las especificaciones del Reglamento de Construcción del Distrito Federal las que se refieren a plomos, niveles, localizaciones y dimensiones.

Las tolerancias, deberán especificarse precisa, y claramente con objeto de que el constructor sepa, lo que se quiere obtener, y asi pueda mantener su cimbra, en buenas condiciones.

2.2 ACCESORIOS Y MATERIALES COMPLEMENTARIOS

Los accesorios y materiales complementarios ayudan al

constructor, a enfrentarse a los problemas del armado de la cimbra, y hacen posible, dar la geometría, requerida para los diferentes elementos estructurales.

Desde que se creó la cimbra, se han producido, elementos de montaje con algún accesorio novedoso. El diseñador de cimbras, deberá evaluar, los distintos dispositivos de acuerdo a las condiciones y quizá introducir, alguno de esos elementos en el diseño. El accesorio, proporciona una conexión barata, rápida y segura, que puede ahorrar horas de manejo en la obra.

ACEITE PARA CIMBRA

Quizá el material más ampliamente utilizado, sea el aceite para moldes o cimbras. La forma de lograr acabados de superficie de alta calidad es la selección del aceite apropiado o del tratamiento debe ser compatible con el material que esta hecha la cimbra, y debe incluir, un aditivo nivelador o humectante que sea capaz, de lograr un revestimiento totalmente uniforme sobre la cimbra.

El material, cualquiera que se use, debe ser capaz de sellar la superficie de la cimbra y adherirse a ella.

SELLADORES Y ADITIVOS DESMOLDANTES

La apariencia del concreto depende de la naturaleza de la superficie de contacto de la cimbra y del método empleado para descimbrado, de tal manera que la selección y aplicación de aceites y aditivos desmoldantes, requiera de un cuidado especial .

Un tratamiento previo en la superficie de contacto de la cimbra, con algún sellador o aditivo desmoldante, dará como resultado una superficie completamente impermeable.

2.3 USOS DE ACUERDO A LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS

Este tipo de cimbra (tradicional), la encontramos en todas las obras de la ingenieria civil, tales como son:

1.- Todas las estructuras de concreto
2.- Estructuras combinadas de acero y concreto
3.- Obras hidráulicas
4.- Vías terrestres
5.- Obras marítimas
6.- Cimentaciones
7.- Obras especiales como son:
    a) Chimeneas tronco-cónicas
    b) Chimeneas de concreto de generatrices hiperbólicas

c)Escudos para reactores nucleares

d)Pilas para puentes

e)Tiros de minas

f)Silos de todas formas y dimensiones.

CIMBRA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.- CACHETES O DUELAS

Los cachetes, moldean la superficie del concreto. Deben ser uniformes, especialmente si las superficies acabadas van a estar expuestas.(Fig.1 elemento No.1)

2.- MONTANTES O LARGUEROS

El peso del concreto en su forma plástica hace que los cachetes se abulten si no están bien reforzados. Los montantes o largueros se colocan en forma vertical para añadir rigidez a la cimbra del muro. (Fig.1 elemento No. 2).

3.- TRAVESAÑOS O MADRINAS

Los montantes tambien tienen esfuerzos y el refuerzo es proporcionado por travesaños dobles, las cuales sirven para asegurar, paneles prefabricados y mantenerlos bien alineados. Estos, corren de forma horizontal, y dan vuelta en las esquinas para añadir rigidez.(Fig.1 elemento No.3)

4.- CALZAS

La calza se clava y se coloca cuidadosamente para conservar las dimensiones nivelación y alineamiento correcto del muro.(Fig.1 elemento No.4)

5.- SEPARADORES

Con el objeto de conservar la distancia apropiada entre las cimbras, se cortan pequeñas piezas de madera del mismo ancho del muro y se colocan entre las cimbras.(Fig.1 elemento No.5)

6.- ATIESADORES O TENSOR

El atiesador, es una unidad tensa, diseñada para mantener las cimbras de concreto, aseguradas, contra las presiones laterales del concreto no endurecido. Siempre se usa alambre doble, como atiesador .(Fig.1 elemento No. 6)

7.- LISTONES O ABRAZADERAS O YUGOS

Son tiras angostas de madera, (abrazaderas),que se colocan directamente sobre las juntas para asegurar las diferentes piezas verticales. Cuando las dimensiones horizontales de una columna, son lo suficientemente pequeñas, para que no se necesite asegurar en un plano vertical, se usan aseguradores rectangulares en posición horizontal, conocidos como yugos.

El yugo, abraza a la columna, y evita que la presión del concreto distorsione la cimbra. (Fig.2 elemento No. 7)

8.- CUÑAS

Es importante, que los paneles queden lo más justo posible, para no dar oportunidad de fuga al concreto y presente marcas al descimbrar, es necesario introducir cuñas en los pernos ranurados y hacer que los paneles queden unidos de una manera rígida, para que no admitan movimientos en ese punto.(Fig.1 elemento No.8)

9.- EL PUNTAL (ACERO AJUSTABLE Y MADERA)

Quizá el elemento más versátil, se puede conseguir con el proveedor, sea el puntal o pie derecho de acero ajustable. Puede usarse, para sostener y contraventear la cimbra de distintas maneras. Originalmente, el puntal fue desarrollado a partir de la práctica, y del uso de postes de madera cortos y cuadrados, los cuales se volvieron obsoletos, gracias a la creación, de tubos concéntricos especiales, deslizantes y ajustables.(Fig. 3 y Fig. 4 elemento No.9)

10.- TIRANTES

Las presiones y la fuerza, que resultan de las operaciones de colado, se transmiten a través del revestimiento hacia el esqueleto o superestructura, después al tirante o sistema de

soporte. Un sistema de tirantes, además de resistir las fuerzas resultantes, pueden diseñarse de tal manera que ayude a la colocación de la cimbra, proporcione soporte para el equipo auxiliar, que se necesite en operaciones posteriores.

Existen varios tipos de tirantes:

1) Tirantes de barra lisa metálica

2) Tirantes de barra roscada

3) Tirantes de tipo dentado

4) Tirantes Stud-rod

5) Tirantes compuestos por barras de acero ordinario y abrazaderas

6) Tirantes compuestos por fleje y abrazaderas

7) Tirantes y anclaje de anillo roscado.

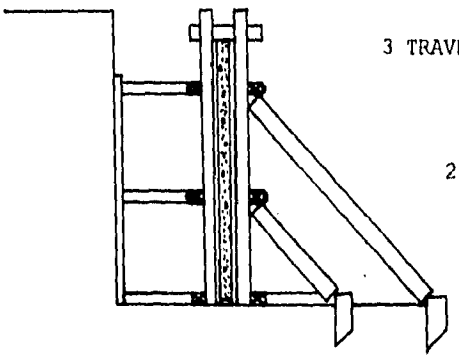
11.- AMARRES

Los arreglos, o sujeción más simple, incluyen calzas atornilladas, que conectan a los largueros encima del concreto, los sistemas de cuñas, así arreglado, utilizan los apoyos del plafón, para sostener las fuerzas y los tirantes de alambre torneados.

El tirante transversal que comprende una varilla de acero con algún tipo de rosca y una rondana plana con tuerca, proporciona un amarre excelente.

12.- FLEJES

Los sistemas de flejes fueron desarrollados originalmente para embalaje, pero ahora se usan también para sujetar cimbras como las utilizadas para el colado de columnas y vigas. Es importante que se utilicen los flejes de manera que se explote su característica alta resistencia a la tensión, la cual puede obtenerse mediante un instrumento para doblar o sujetar.



3 TRAVESAÑO O MADRINA

1 DUELA O CACHETE

2 MONTANTE O LARGUERO

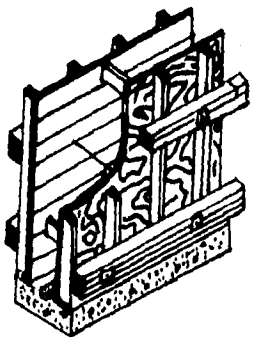
4 CALZAS

8 CUÑAS

6 ATIESADOR O TENSOR

5 SEPARADORES

1 DUELA O CACHETE



2 MONTANTE O LARGUERO

3 TRAVESAÑO O MADRINA

Figura 1. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA CIMBRA DE MADERA EN MUROS

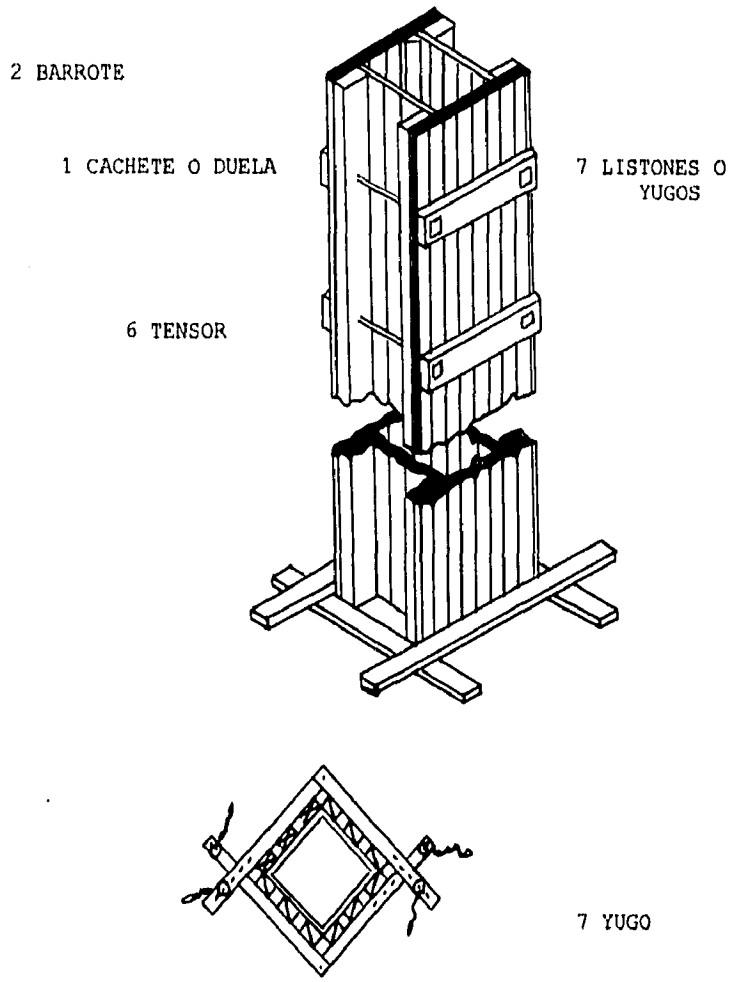
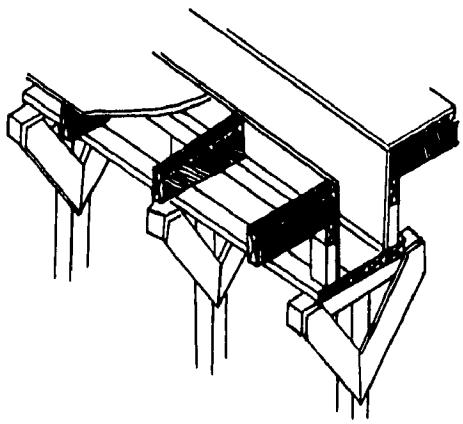


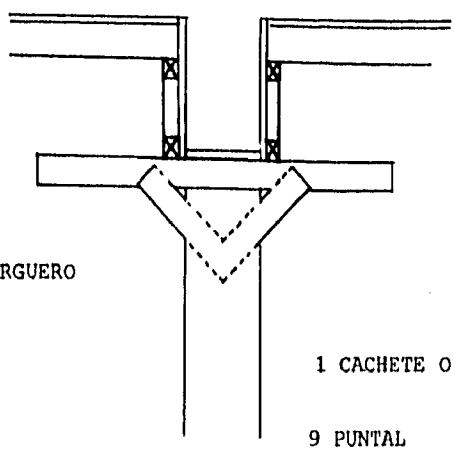
Figura 2. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA CIMBRA DE MADERA EN COLUMNAS



1 CACHETE O DUELA

3 TRAVESAÑO

9 PUNTAL



2 LARGUERO

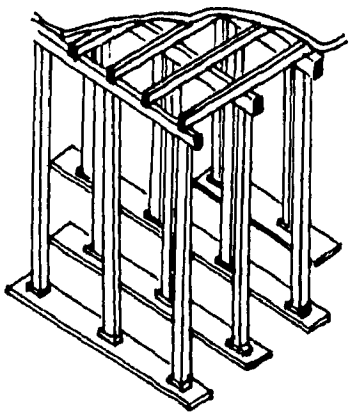
1 CACHETE O DUELA

9 PUNTAL

Figura 3. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA CIMBRA DE MADERA EN TRABES

1 CACHETE O DUELA

2 LARGUEROS



3 MADRINA

9 PUNTAL
(PIE DERECHO)

4 RASTRAS

8 CUÑAS

Figura 4. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA CIMBRA DE MADERA EN LOSAS

2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO

VENTAJAS

1.- Economía de madera, pues los moldes de vigas, columnas y losas, se utilizan repetidamente, con las pequeñas modificaciones que, a veces, exigen los cambios de una sección.

2.- Ahorro de mano de obra, ya que el sistema tiene tanto tiempo en el mercado, que es conocido por el personal y ya no se necesita de equipo técnico especializado.

3.- Sencillez del trabajo.

DESVENTAJAS

1.- Debido a que la madera se va deformando, es necesario estar elaborando nuevos moldes, o juegos de cimbra cada determinado tiempo.

2.- Aunque el sistema puede llegar a ser repetitivo, no llega a mecanizarse, por lo que se torna lento, lo que en la actualidad implica un costo elevado.

CAPITULO 3

DESCRIPCION DE LA CIMBRA METALICA OUTINORD Y SUS ELEMENTOS

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIMBRA

Como cualquier otra cimbra de acero, las operaciones de colocación, cimbrado, descimbrado etc., son comunes a todos los sistemas, diferenciándose unos de otros tan solo en la forma en que se han concebido los encofrados, en los elementos mecánicos que la componen. La cimbra Outinord es de fácil manejo, versátil, el acabado aparente del concreto es excelente, gran cantidad de usos, resistente, tiene pocos elementos de ensamble, su caracteristica principal radica en los encofrados de tipo túnel, los cuales permiten el colado simultáneo de muros y losas, por lo que acelera el proceso constructivo.

En esencia, el método de encofrados túneles, es uno de métodos concebidos para la industrialización de la construcción, y concretamente en edificaciones de gran magnitud. Tiene su aplicación más importante, sobre todo, en aquellas edificaciones que son muy moduladas, en las que no hay grandes cambios de volúmenes, ni de formas.

Generalmente, se ha adaptado a la ejecución de viviendas moduladas, hospitales y apartamentos.

El sistema de encofrados túneles, exige una estrecha colaboración entre todo el personal que desarrolla el proyecto, desde el principio de la obra, pues el sistema no deja márgenes de error, ya que estructura e instalaciones se tienen que ejecutar simultáneamente, un hueco de ventana, por ejemplo, mal ejecutado por posición o por dimensiones, hace su arreglo difícil y si no imposible, con unos costos muy elevados.

A) TRANSPORTACION

El encofrado y los accesorios de Outinord, son transportados en contenedores de 12.20 m. y de tapa abierta. Los paneles, y otras piezas importantes del montaje de los moldes, son amarrados en bultos que no exceden más de 4 Ton. de peso. Los accesorios pequeños son empacados en cajas.

Nunca se aplica, grasa o aceite en el equipo, durante su transporte por razones de seguridad. Sin embargo, las superficies de los moldes, están protegidos con una capa de barniz anticorrosivo.

B) SOLICITUD DE UN TECNICO

Para que Outinord nos pueda asignar un técnico, es necesario solicitarlo, por lo menos tres semanas antes de la fecha deseada (Montaje de los paneles).

Esta solicitud debe ser dirigida a :

OUTINORD UNIVERSAL, INC.	TÉCNICO EN MÉXICO
21N. E. 166 Street	Ing. Arturo Daumas.
North Miami Beach, FL 33162	Lago Como # 141 o 145
Tel.:(305)947-3852	Tel.: 531-5679
Fax: (305)940-9447	531-5131

La asistencia de un técnico es con el fin de que el equipo no pierda su garantía

El periodo de esta asistencia es limitado. Para poder tomar completa ventaja de su asistencia técnica, es importante tener el área de montaje preparada y los equipos disponibles antes de su llegada.

1.- Grúa

2.- Mano de obra

3.- Madera para los entablerados de plataformas y barandas.

4.- Herramienta para la colocación de la madera.

C) AREA DE MONTAJE O ARMADO

El área debe de estar lista antes de la llegada del equipo, así como el técnico de Outinord. Será utilizada el área para almacenar los materiales y también para ensamblar los elementos del encofrado. Debe de estar localizada en tierra firme y plana.(Fig. No.5).

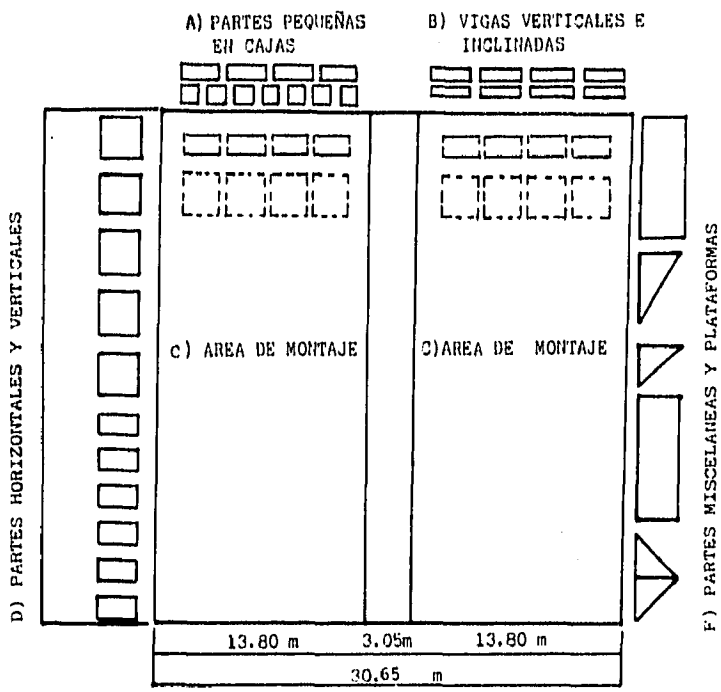


Figura 5. AREA DE MONTAJE

D) DESCARGA DEL EQUIPO EN EL AREA

Deberá ser notificado lo más rápido posible sobre las fechas en que los contenedores llegarán a la obra. Para poder descargar el equipo, se requiere lo siguiente:

1.- Pequeña grúa con capacidad de carga (25-30 toneladas)

2.- Cuatro juegos de estrobos o eslingas de 6.09 m., de 1/2" de diámetro

3.- Cuatro trabajadores

El equipo debe ser descargado, en un área suficiente para el proceso de montaje de todos los componentes. Los bultos de paneles y accesorios, deben ser colocados en bloques de madera, (polines de 4" x 4" a 4' de distancia) para prevenir, que se tuerzan los paneles.

Si el encofrado, va a ser almacenado, por un largo periodo de tiempo ántes de ser ensamblado, se aconseja, que se proteja el equipo contra la intemperie.

E) DIMENSIONES Y PESO

El encofrado de Outinord está compuesto de elementos sencillos y componentes especiales, diseñados para satisfacer las necesidades del cliente.

La longitud de los paneles normales son:

8' - 2" (2.50 m)

4' - 1" (1.25 m)

2' -1/2"(0.625 m)

El peso promedio del molde del medio túnel ensamblado es:
Sistema normal, 73.21 kg/m2, área de contacto.

F) MONTAJE DE LOS MOLDES

El montaje de un medio túnel normal, no debe de exceder más de 10 metros (33').

1.- GRUA

Durante el montaje, una pequeña grúa hidráulica o de fricción con una capacidad de 25-30 toneladas y con un alcance de más o menos 27.43 m. La grúa se necesitará durante todo el periodo de montaje.

2.- MANO DE OBRA

El equipo de montaje consistirá de:
Cuatro trabajadores, durante los primeros días para sacudir y limpiar los materiales.
De cuatro a seis trabajadores, para el montaje del encofrado
De dos a seis carpinteros para sujetar la madera a las plataformas y a las barandas de seguridad.

El área de montaje, debe ser accesible para la grúa, lo más cercana posible al lugar, donde los moldes van a ser usados por primera vez. Esto facilitará que los moldes, sean posicionados para el primer colado de concreto, a medida que son ensamblados.

Es importante que el personal de montaje sea parte del equipo de producción. Esto ayudará a maximizar la eficiencia durante el subsecuente proceso de fabricación.

3- INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

1.- Asegurar todas las plataformas de trabajo, andamios, escaleras, cumplan con las reglas del cálculo de seguridad, reglamentos y normas

2.- Las plataformas de trabajo, a personas de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] trabajo.

3.- El ruido y las condiciones de trabajo, en plataformas de [illegible] y el [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] utilizado como [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] responsabilidad del usuario [illegible] [illegible] [illegible] para su [illegible] y [illegible]

4.- Las [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

5.- El usuario debe de inspeccionar continuamente todas las plataformas de trabajo y el equipo de protección para comprobar si están en buen estado y reemplazar los que estén dañados.

6.- El triángulo de levantamiento Outinord, ha sido diseñado para una capacidad normal de trabajo más un 50%. Se debe inspeccionar el desgaste y/o daños en el mismo. El tornillo de rosca, necesita ser examinado (Rayos-X) por lo menos dos veces al año, y Outinord recomienda que, se reemplace después de doscientos ciclos.

7.- Si los calentadores, de gas o aceite son utilizados durante el ciclo de construcción, es esencial que las instrucciones de manufactura, instalación, operación y mantenimiento del mismo sean estrictamente observadas.

H) DURANTE EL USO

Antes de utilizar los moldes:

1.- Elimine el barniz de protección de la superficie de los moldes con un solvente a base de petróleo y una brocha.

2.- Una vez eliminado el barniz, rocíe las superficies de los moldes con un desmoldante.(diesel).

3.- Rocíe el desmoldante, en todas las partes, contornos horizontales, y canales donde pueda ser vertido el concreto.

4.- Aceite ligeramente lo siguiente:

- Todos los gatos de rosca

- Las secciones enroscadas, los puntos de eje, las vigas de contraflecha, piezas de montaje de la triangulación.
- Todas las partes móviles, cierres de muros y losas.
- Los ejes de las ruedas
- Los pasadores
- Todos los cerrojos del techo.

Mientras y después de cada vertida de concreto, es aconsejable, lavar todas las superficies interiores de los moldes con una manguera para eliminar cualquier exceso de concreto. Esto ayudará al mantenimiento a largo plazo de los moldes, e influirá directamente, en la calidad del trabajo.

Durante el proceso de descimbrado, es importante que:

1.- Se limpie el concreto, de la superficie de los moldes con una espátula.
2.- Se rocíe el agente desmoldante, en los paneles verticales entre cada ciclo de descimbrado y cimbrado.
3.- Se aplique el agente desmoldante, en los paneles horizontales, según se van ajustando los moldes.

I) MANTENIMIENTO MENSUAL

1.- Asegúrese de que todos los tornillos, tuercas y cerrojos estén ajustados, reemplace los que falten.

2.- En caso de impacto, rotura o pérdida de alguna parte, esta debe ser reparada o reemplazada inmediatamente. Es peligroso trabajar con un sistema incompleto, ya que se afecta la calidad de la producción y del terminado.

3) VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS

1.- Es un material simple para construir de bajo y de costo máximo.

2.- Es un procedimiento industrial para realizar construcciones económicas de calidad

3.- Económico, ahorra mano de obra y costo de una estructura que favorece la creación de un clima de producción

4.- El conocimiento de un saber el de producción, contribuye al manejo a la industrialización de un país

5.- Interesante el encofrado tipo [illegible] por la facilidad de su mantenimiento, bajo el [illegible], permite posibilidades de interacción de modificaciones [illegible]

6.- El sistema puede ser utilizado por personas [illegible] habilidad y técnica [illegible]

DESVENTAJAS

1.- Debido al peso de los paneles es necesario [illegible] otra gran cantidad [illegible]

2.- La inversión inicial [illegible]

3.2 DETALLE DE CADA UNO DE SUS ELEMENTOS (ACCESORIOS)

Existen dos tipos fundamentales de plataformas de trabajo y una plataforma de acceso:

1.- Plataforma de trabajo de descimbrado.(Fig. 6)

2.- Plataforma de muros exteriores.(Fig.7)

3.- Plataforma de acceso. (Fig.8)

1.-Plataforma de trabajo de descimbrado.

Consiste en una estructura triangular de celosía, por túnel, perfectamente arriostrada, con una parte en voladizo que es la que hace de plataforma propiamente dicha, la cual llevará un entablerada de madera, sirviendo de apoyo a los túneles en el descimbrado para su posterior elevación a la planta siguiente y la parte interior que hace de contrapeso rigidizandose por medio de una conexión mecánica entre la losa inferior y la losa superior. Dicha plataforma va siempre montada una planta por debajo de la que se va a colar.

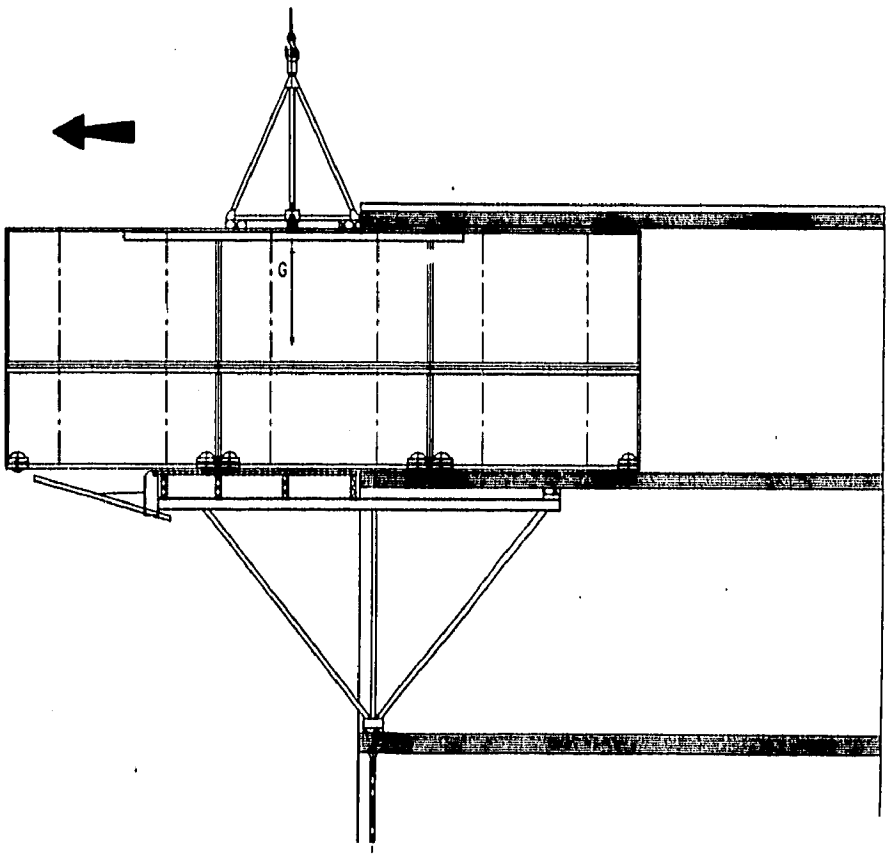


Figura 6. PLATAFORMA DE TRABAJO

2.-Plataforma de trabajo de muros exteriores.- Consiste en dos armaduras rígidas a base de perfiles en U, los cuales se sujetan con nueve pasadores, por módulo, al muro exterior de dos plantas por debajo de la que se va a colar, llevando un entablerada de madera igual que en la plataforma anterior, sobre dicho entablerado podremos apoyar la estructura auxiliar que soporta el encofrado del muro exterior, así como el poder efectuar todas las operaciones de posicionado y descimbrado del mismo.

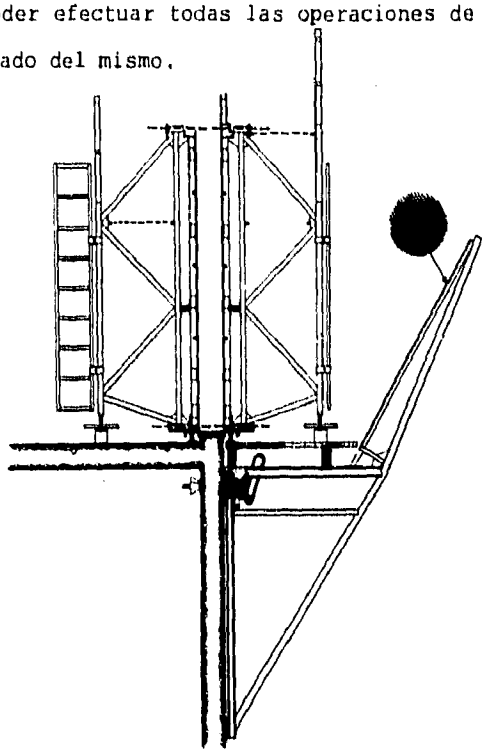


Figura 7. PLATAFORMA DE TRABAJO
MUROS EXTERIORES

3.- Plataforma de acceso.- Consiste en una estructura en los tramos finales del medio túnel para facilitar el acceso y circulación en la parte alta y baja alrededor del área de trabajo.

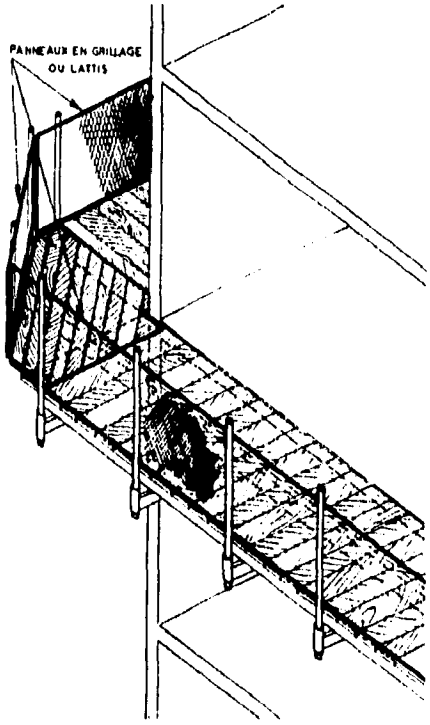


Figura 8. PLATAFORMA DE ACCESO

ENCOFRADOS TUNEL

A continuación se describirá los tipos de encofrados con los que se desarrolló el proyecto Azul Ixtapa.

I.- Encofrado de muro interior: Consta de dos semidiedros no necesariamente iguales, los cuales para formar el túnel se ensamblan con unas presillas o cerrojos atornillados en la parte superior.

Las medidas de estos túneles normalmente son variables, dato que es importante a la hora de la ejecución de dichos encofrados; en el esquema que anexamos (Fig.8), las medidas varían desde 2.50 a 3.75 m. siendo la longitud de los semidiedros normalmente submúltiplos de 2.50 m.

Un semidiedro según indica el esquema, está formado por dos paneles, uno horizontal que corresponde al fondo de losa y uno vertical que corresponde a la parte interior de un muro, el tensor 1 que es el que hace de contraviento y tiene por misión asegurar la ortogonalidad entre losas y muros y el tensor 2, sirve de puntal del encofrado en sus movimientos de posicionado y traslado del mismo.
Las barras 3 y 4 aseguran la verticalidad del tensor 2, y las ruedas 1, 2 y 3 sirven para el desplazamiento de los

encofrados a las plataformas de trabajo, además el encofrado dispone de dos tornillos verticales en su parte inferior cuya misión es la de posicionar los semidiedros en altura, seis taladros por módulo de 2.5" para poder colocar seis pasadores, cuya función fundamental es garantizar el espesor constante de los muros.

La unión de un semidiedro se efectúa mediante unos cierres rápidos tipo camión, colocados cuatro en posición vertical y dos en horizontal.

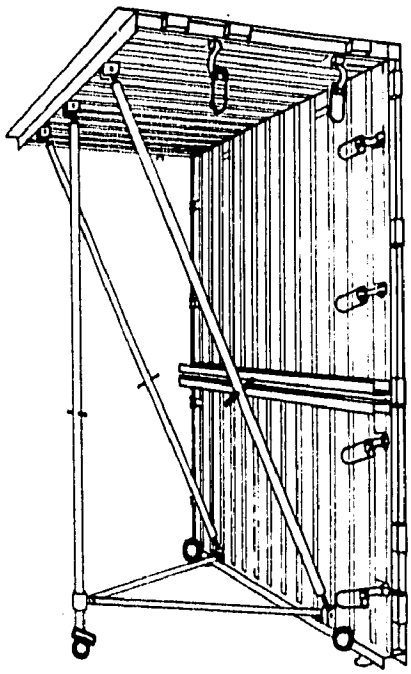


Figura 9.PROTOTIPO I ENCOFRADO TÚNEL MURO INTERIOR

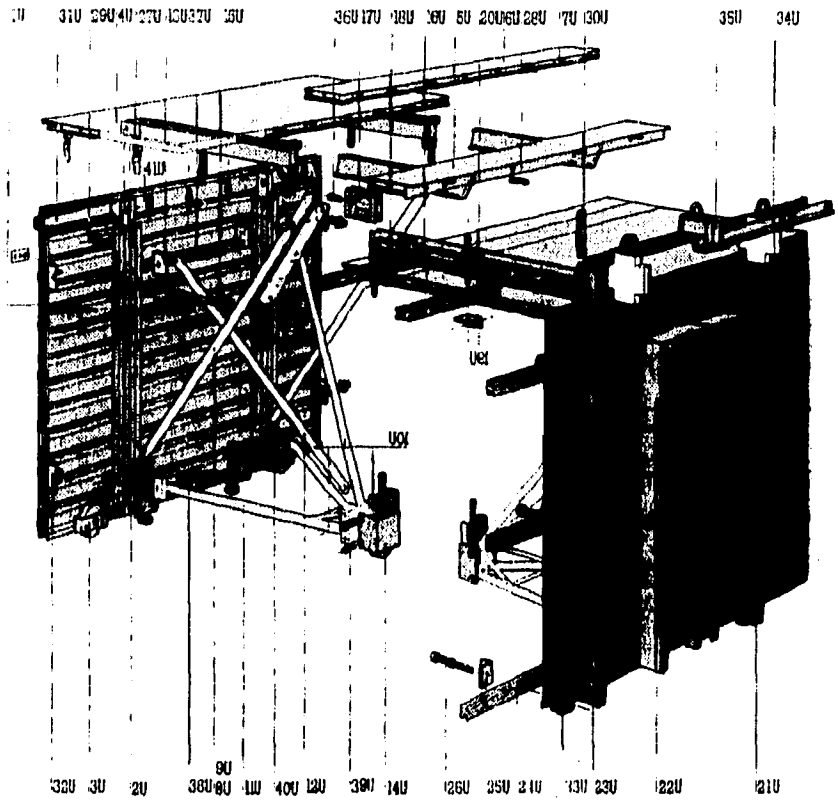


Figura 10. ENCOFRADO TÚNEL

1 U Panel vertical

2 U Conexión del panel

3 U Rueda de panel

4 U Arreglo del panel horizontal

5 U Extensión del panel

6 U Panel adicional

7 U Seguro guía

8 U Tensor o diagonal

9 U Tensor o diagonal

10 U Triángulo completo

11 U Barra horizont.del triángulo

12 U Troquel del triángulo

13 U Soporte del triángulo

14 U Ruedas del triángulo

15 U Pasadores para ancho de muro

16 U Frontera o tapa con cerrojos

17 U Pieza de terminación de losa

18 U Pieza para ajuste de la frontera de losa

19 U Ménsula para fijación de frontera de losa

20 U Tornillo para fijación de frontera de losa

21 U Cajón exterior para puerta

22 U Tornillo para ajuste o arreglo

23 U Frontera para muro cabecero

24 U Pieza para ajuste de la frontera de muro

25 U Ménsula para fijación de frontera de muro

26 U Tornillo para Fijación de frontera de muro

27 U Seguro de conexion

28 U Seguro de losa

29 U Tornillo de union para bastidores

30 U Pieza de ajuste

31 U Aditamento para ext.

32 U Broches rápidos

33 U Pieza deslizable

34 U Patines p/arranque

35 U Seguro de patines

36 U a 40 U Perno

41 U Tornillo de unión

MURO EXTERIOR

Son los principales elementos que Outinord propone.

Todos son entregados con sus accesorios de puesta en práctica y de nivelación. Los tableros de encofrado de contacto con el concreto son en chapa de 3 o 4 mm y están reforzados con tensores verticales u horizontales y recuadrados de perfiles en los que van los accesorios de unión .
Los tableros se mantienen en posición vertical por medio de armaduras o muletas.

Seguridad y estabilidad al viento
Pasarelas, guarda cuerpos y escaleras de acceso aseguran el desplazamiento del personal de obra en el transcurso de las distintas operaciones.

Para una mejor calidad en el acabado del concreto

La calidad del acabado en el concreto bruto de desencofrado es el objetivo prioritario de los tapiales metálicos. Se obtiene por ser las superficies de encofrados perfectamente planas y también por la precisión de nivelación de los tableros entre sí.

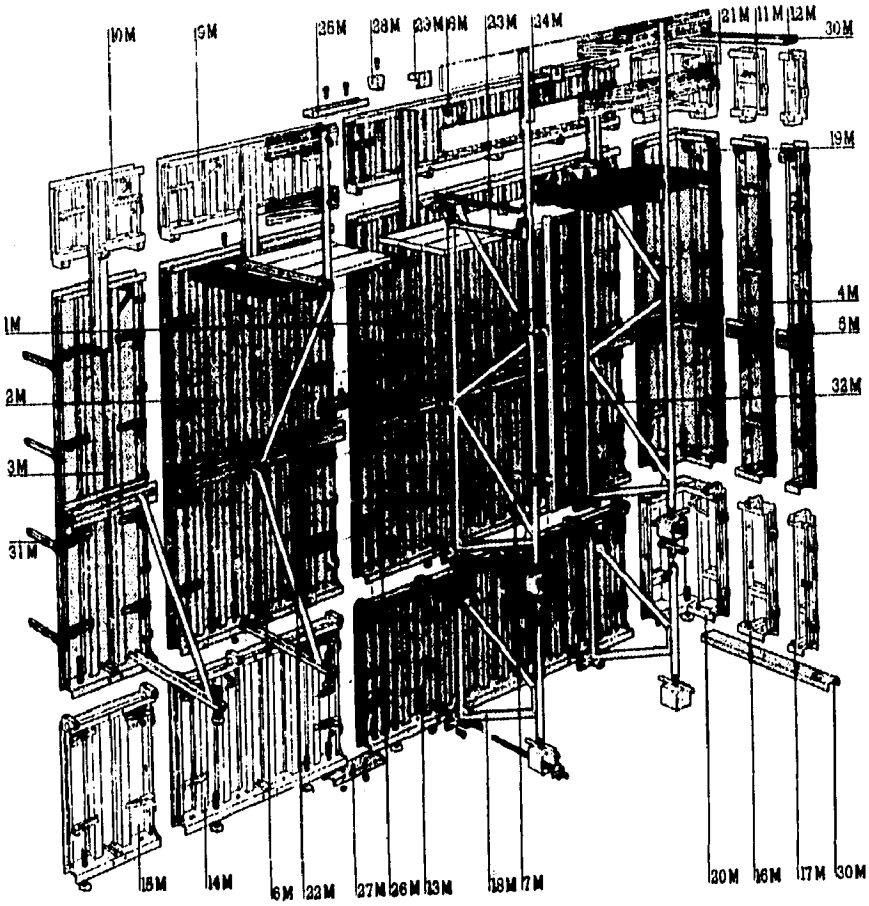


Figura 11. MURO EXTERIOR

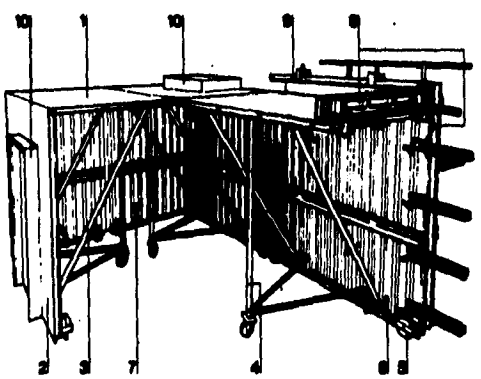
Estos materiales responden perfectamente a las necesidades de las obras desde la cimentación hasta el armazón y también para todos los ornamentos decorativos.

1 M, 2 M y 3M	Panel para muro exterior 1, 2 y 3.
4 M y 5 M	Panel adicional lateral 4 y 5.
6 M	Barra estabilizadora
7 M	Barra rigidizadora
8 M a 12 M	Extensión superior 1 a 5
13 M a 17 M	Extensión inferior 1 a 5
18 M	Barra rigidizadora de la extensión inferior
19 M a 21 M	Escuadra interna del panel 1,2 y 3.
22 M	Soporte de plataforma para personal
23 M	Soporte de entablerado de plataforma
24 M	Barandal de seguridad
25 M a 27 M	Pieza de conexión de paneles 1 a 3.
28 M	Pieza para fijación de paneles
29 M	Pieza ajustable para soporte de paneles
30 M	Pieza para conexiones complementarias
31 M	Pieza para terminación de muro
32 M	Escalerilla

II.- Encofrado de muro cabecero o exterior. Consta de un único panel exterior excento de los tensores T-1 y T-2, y el resto de los elementos comunes con el encofrado tipo I, va

unido a una estructura auxiliar, la cual se apoya sobre una plataforma de trabajo.(Fig.11).

III.- Encofrado de tres caras. Este encofrado se utiliza para la ejecución de estructuras, en las cuales va un muro transversal rigidizando todos los muros perpendiculares a fachada, en esencia consiste en un encofrado tipo I, el cual lleva en su fondo otro panel vertical y con el mismo sistema de contraviento y posicionado.(Fig. 12).



1 Panel horizontal
2 Panel vertical
3 Contraflecha
4 Bequilla de estabilidad
5 Rueda de desplazamiento
6 Husillo de nivelación
7 Panel de fondo
8 Lateral de forjado
9 Encofrado de principio de muro
10 Cuadros de reserva

Figura 12. ESQUEMA DE ENCOFRADO DE TRES CARAS PARA CIERRE DE TUNEL

IV. Encofrado de fronteras o cierre de muros. Consiste en un panel rectangular, cuya misión fundamental es evitar la caída del concreto del canto de la losa en sus extremos, el cual va unido a los túneles y es sujetado de estos con cuatro palancas abisagradas, siendo el eje de las mismas paralelo a la fachada.

Con la misma finalidad existe el encofrado de cierre de muros, el cual va sujeto del panel vertical de un túnel y que sería el interior de un muro, para unirse con cierres tipo camión en el túnel que haría de exterior del mismo muro. (Fig.13).

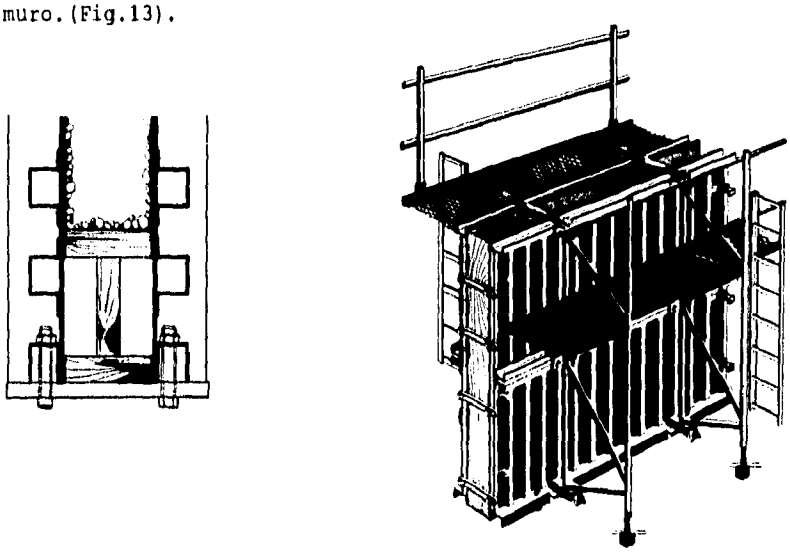


Figura 13. ESQUEMA DE ENCOFRADO DE FRONTERAS O CIERRES DE MURO

V.- Encofrados de mesetas y escaleras. Como una variante en la ejecución de escaleras por los sistemas clásicos, se está incorporando a las obras ejecutadas con sistema túnel, la prefabricación tanto de tiros de escaleras como de mesetas, evitando de esta forma todo tipo de cimbrado manual y simplificando la ejecución y montaje de las mismas.

Consisten en dos moldes de chapa de acero, que una vez definido en proyecto, las dimensiones del cubo de escalera y las dimensiones de la huella y el peralte, se pueden ejecutar en taller sin ninguna dificultad.

Figura 14. ESQUEMA DE ENCOFRADO MESETAS Y ESCALERAS.

3.3. MATERIALES COMPLEMENTARIOS

1.- HERRAMIENTAS

Las siguientes herramientas son requeridas durante el montaje:

- Escalera, palanca y un aspersor
- Máquina de soldar y máscaras de seguridad
- Taladro eléctrico de 3/8" ó 1/2" y barrenas o brocas
- Lijadora eléctrica y discos
- Soplete de acetileno con botellas de gas, oxígeno y gafas de seguridad
- Atornilladora de 1/2" eléctrica o de impacto neumático y llaves de tubo (opcionales, pero ayudan a acelerar el proceso de montaje).
- Palanca de levantamiento, martillo de plomo de cuatro libras, mazo de goma.

2.- MADERA

La madera y los amarres son requeridos para las plataformas de desmontaje, las barandas de protección y los andamios. Estos materiales no son suministrados por Outinord, ni su fijación es parte del trabajo del técnico. Los planes de montaje suministrados, muestran las dimensiones de las plataformas de desmontaje y de los andamios para poder calcular las cantidades de madera necesarias.

3.- CIMIENTOS

Cuando los cimientos y el arranque de los muros son terminados, los medios-túneles pueden ser posicionados para la primera vertida de concreto. Esto facilitará el trazado de los marcos de puertas y ventanas y de los cierres de muros y losas.

4.- PRINCIPIOS DE MUROS

Ya que el ancho de los túneles es de dimensión fija y de tolerancia mínima, el trazado de los principios de los muros son críticos. Por esta razón, es recomendable que el trazado y el colado de los cimientos de estos principios de muro se hagan mientras el técnico esté presente.

5.- RESUMEN DE MATERIALES Y EQUIPO PARA EL MONTAJE

- Pedir la solicitud tres semanas antes de la fase de montaje de los paneles.
- Tener la grúa requerida de 25 a 30 ton.
- Tener las herramientas necesarias para la fijación y colocación de los elementos auxiliares.
- Tener la mano de obra disponible.
- Tener el equipo descargado y limpio en el área de trabajo.
- Tener la madera ordenada para las plataformas y los andamios.

6.- TRIANGULO DE LEVANTAMIENTO

Los triángulos de levantamiento Outinord son diseñados para cargas de trabajo de 6.8 Ton. más un 50% de capacidad.

7.- SISTEMA DE CALENTAMIENTO

El sistema de calentamiento de butano suministrado con el encofrado túnel de Outinord, es completamente automático y controlado por termostáto.

Este consiste de las siguientes partes principales:

- Regulador de alta presión
- Cronómetro de veinticuatro horas
- Termostato/Regulador para cada túnel
- Quemadores de butano de 125,000 BTU (unidades de calor británicas)

Usualmente, el gas para el sistema, es suministrado por un tanque de butano de doscientos cincuenta a mil galones. La presión del tanque se ajusta en el mismo, con un regulador de alta presión de 30 - 40 libras por pie cuadrado (PSI).

Del tanque, el gas pasa por una manguera de suministro al cronómetro de veinticuatro horas. La manguera de gas debe

estar aprobada por la AGA o UL. El cronómetro cesa de suministrar butano a los calentadores.

Desde el cronómetro, el gas pasa a una combinación de distribuidor/termostato/regulador dentro de cada túnel. El termostato mantiene la temperatura dentro de los túneles entre 150-160 grados Farenheit.

Del termostato/regulador, el gas circula por el distribuidor hasta cada calentador individual. Cada calentador es ajustado para que proporcione 125,000 BTU (Unidades de calor Británicas) bajo condiciones operativas normales. Si las condiciones son severamente frías se puede aumentar el nivel de BTU.

El calentador de butano está especificamente diseñado para usarse con los túneles de Outinord. Este incluye un sistema de seguridad, si el piloto se apaga, el paso de gas se cierra.

Bajo condiciones normales, un calentador es requerido por cada 1500-1800 pies cúbicos de túnel. Si el frío es severo, se usara un calentador cada 1200-1400 pies cúbicos de túnel.

8.- GRUA TORRE WOLFF MODELO WK-148-SL

Este tipo de grúa torre es la que cubre todos los requisitos exigidos por la obra y sus caracteristicas son las siguientes:

- Carga máxima	7.90 Ton
- Longitud máxima	50.00 m
- Carga máxima en la punta	1.90 Ton
- Altura máxima por debajo del gancho	73.46 m

CAPITULO 4

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CIMBRADO TIPO OUTINORD EN EL PROYECTO AZUL IXTAPA

4.1. ENCOFRADO TUNEL

El encofrado túnel es la herramienta de procedimiento para el conjunto de obras gruesas Outinord. Como herramienta de producción racional, desarrolla la industrialización de las obras, permitiendo una planificación exacta de las intervenciones y una reducción de los costos, gracias a la disminución de los plazos de realización de obras de gran magnitud.

Estructuras monolíticas

El colado del conjunto de columnas en una sola operación, incluyendo el de los refuerzos, permite realizar estructuras monolíticas a prueba del tiempo y responde a las normas de construcción de los paises situados en zonas sísmicas.

Producción diaria

El encofrado túnel favorece el desarrollo de un ritmo de producción diario, realizándose las cuatro actividades de rotación.

4.2 PLATAFORMAS DE TRABAJO

A) PLATAFORMAS DE TRABAJO Y DE ACCESO

Dependiendo de las condiciones del proyecto, outinord recomienda los siguientes tipos de plataformas:

1.- Plataformas de descimbrado

2.- Plataformas de muros exteriores

3.- Plataformas de acceso

1) PLATAFORMAS DE DESCIMBRADO

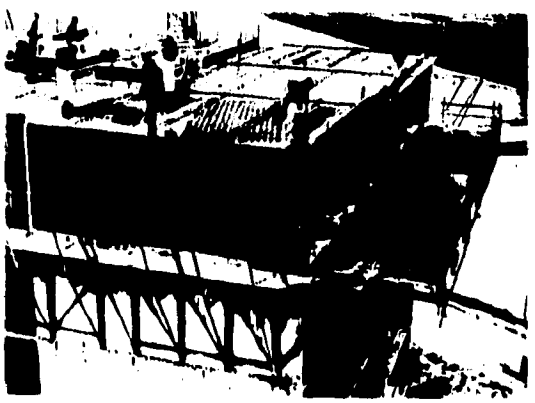


Figura 15. PLATAFORMAS DE TRABAJO O DE DESCIMBRADO

Estas plataformas, facilitan el desmontaje, la limpieza de los moldes y proveen una plataforma de trabajo, para la mano de obra.

Las plataformas, deben ser suficientemente resistentes para soportar, con seguridad, el peso del encofrado y la mano de obra.

No se deben de usar para almacenar materiales ni equipo.

La estructura y la madera de la superficie, deben de ser mantenidas en perfectas condiciones.

Las estructuras triangulares deben de estar firmemente interconectadas, para resistir fuerzas laterales.

Estas estructuras deben de estar sujetadas con seguridad a la estructura de concreto por medio de una conexión mecánica al edificio.

En caso de que planchas de concreto voladas fuesen requeridas, deben usarse plataformas especialmente diseñadas.

2) PLATAFORMAS DE MUROS EXTERIORES

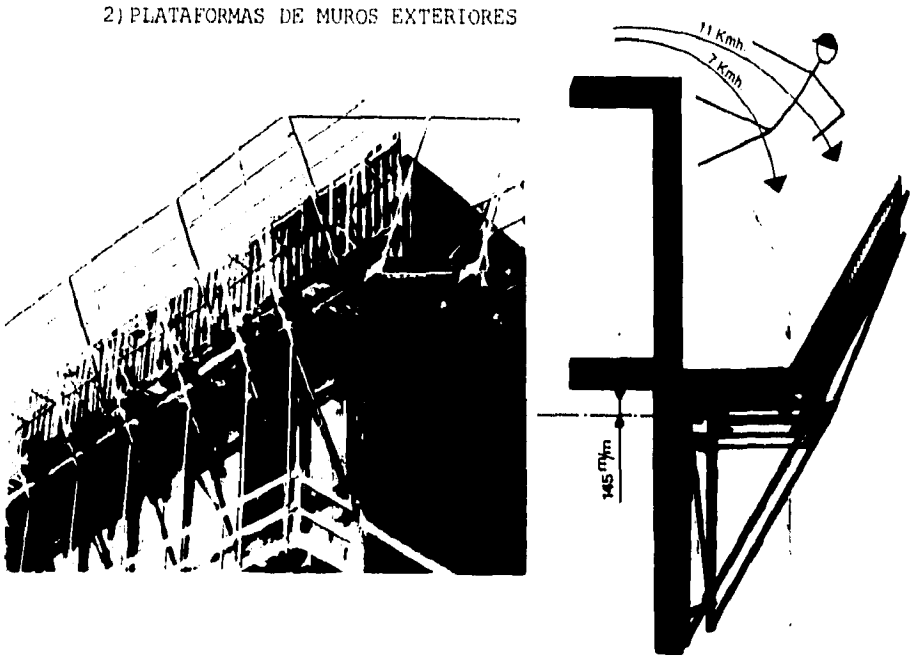


Figura 16. PLATAFORMA DE MUROS EXTERIORES

Estas plataformas, proporcionan soporte sobre las paredes exteriores y facilitan el acceso de la mano de obra.

Aquí se aplican las mismas reglas indicadas para las plataformas de desencofrado.

Las plataformas de las paredes exteriores están sostenidas por repisas atornilladas, a través de los agujeros de conexión a la estructura de concreto.

3) PLATAFORMAS DE ACCESO

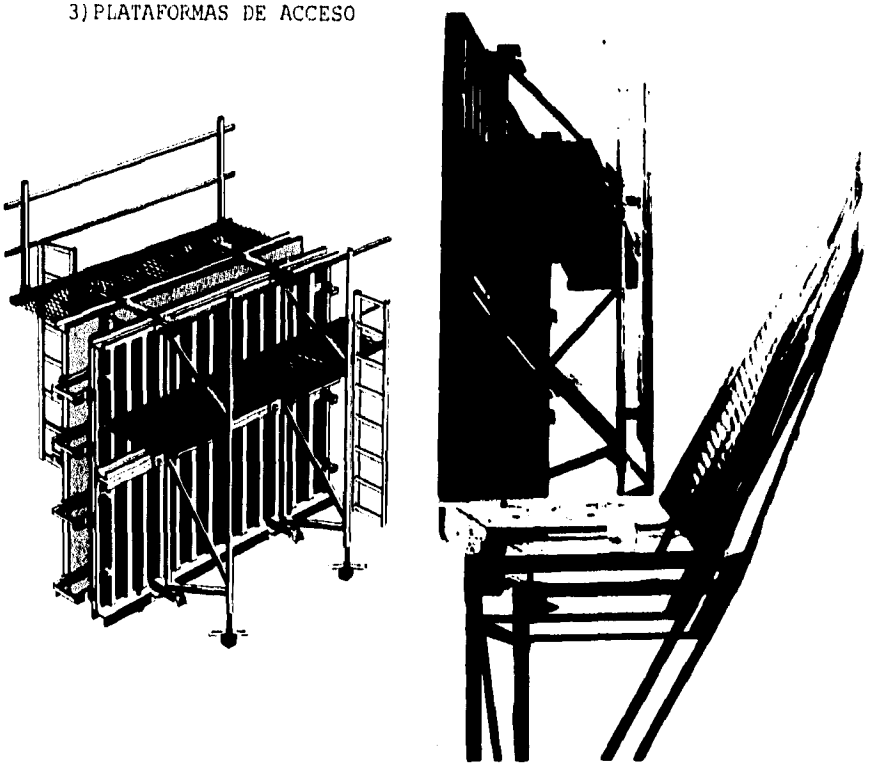


Figura 17. PLATAFORMAS DE ACCESO

Bajo ciertas condiciones los tramos finales del medio túnel están equipados con plataformas, altas y bajas.

Estas plataformas, para las cuales las mismas reglas se aplican, facilitan el acceso y la circulación alrededor del área de trabajo.

4.3 EQUIPO DE TRABAJO NECESARIO

El personal necesario de producción, se calculará con la siguiente ecuación:

$$\text{Personal necesario} = \frac{(\text{Parámetros})(\text{Superficie en m2})(\text{No. de módulos})}{(\text{Rendimiento hora/hombre})(\text{Horas por jornada})(\text{días por ciclo})}$$

AZUL IXTAPA

ACERO $= \dfrac{(12.7)(450)(1)}{(15^{1})(9)(2)} = 21$

CONCRETO $= \dfrac{(0.4)(450)(1)}{(2^{*})(4)(2)} = 23$

ENCOFRADO$= \dfrac{(450)(1)}{(1^{*})(9)(2)} = 25$

INSTALACIONES$= \dfrac{(450)(1)}{(6^{*})(9)(2)} = 4$

OPERADORES DE LA GRUA = 2

---

[1] DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN EL PROYECTO AZUL IXTAPA, EL CUAL SE PRESENTA A DETALLE EN EL SIGUIENTE CAPITULO.

El equipo entonces quedaría de la siguiente manera:

AZUL IXTAPA

-Fierreros	=	21
-Coladores	=	23
-Encofrados	=	25
-Instalaciones	=	4
-Operadores	=	2
TOTAL	=	**75**

Este se puede tomar como equipo base para una producción media de 4 viviendas, en 2 días con una superficie colada en planta, de aproximadamente 320 metros cuadrados y para Azul Ixtapa una producción media de una fase en 2 días con una superficie colada en planta de aproximadamente 160 metros cuadrados.

El equipo, según experiencias de obras anteriores, tiene que ser indivisible, en base a que se producen cambios de actividades para casi todos los componentes del mismo a lo largo de la jornada.

ESPECIALIZACION: Encofrados.- De las personas que componen esta actividad, se hace necesario el nombrar a una persona como jefe de la misma, la cual debe tener condiciones de mando y hacer posible una especialización dentro del campo del montaje de las estructuras metálicas. Otra de sus funciones será el manejo de niveles, aparatos topográficos, etc., para el posicionado de los túneles. Esta persona, además, debe ser la que coordine las tareas del resto de las actividades, en adelante le denominaremos Residente de cimbra o encofrado. Es fundamental que sea personal fijo.

El resto de las personas que componen el grupo de encofradores, pueden ser oficiales y peones ordinarios y no necesariamente con una especialización calificada, ya que las tareas a realizar, por ellos, son de fácil aprendizaje.

ACERO: La mayoría de ellos oficiales , nombrando a uno de ellos Cabo de acero, que será el que se coordine con el Residente General. (Personal a contratar en obra).

GRUISTA: Persona especializada en el manejo de la grúa (operador), éste es uno de los puntos débiles o críticos del sistema, por lo cual la persona encargada tiene que tener una gran experiencia en el manejo de la misma.

PEONES ELECTRICISTAS: Personal con experiencia en instalaciones eléctricas, cuando no es así, en la realidad nos referimos a la persona que tiene que montar los tubos y las cajas que han de quedar empotradas en el concreto, para esta función se requieren solamente peones ordinarios. (Personal a contratar).

TÉCNICOS ELECTRICISTAS: Con independencia del equipo anteriormente descrito, se hace necesaria la presencia de un Residente con esta especialidad, el cual se encargará de revisar los tubos y cajas para dar trabajo a los peones electricistas; además, tendrá la función de encargarse de las reparaciones de tipo eléctrico, con sus montajes y desmontajes y de todas las instalaciones eléctricas de la obra. La función de esta persona es considerada como punto débil o crítico del sistema, por lo cual, creemos necesario que sea personal fijo.

4.4. PUESTA EN PRACTICA DEL SISTEMA, SECUENCIAS DE TRABAJO.

El sistema de encofrados túnel, empieza a utilizarse una vez ejecutada la cimentación y el arranque de la primera planta, en base a que esta altura es diferente normalmente del resto de las plantas, por tal motivo esta planta se hace con el sistema cimbra tradicional.

La diferencia entre la altura de la primera planta y el resto de las mismas, se ejecuta por métodos convencionales de construcción.

Una vez ejecutada esta primera planta, es cuando, entra en función el encofrado túnel.

Dependiendo de la producción habrá que disponer del número de túneles necesarios, procurando una triplicación de los mismos, en caso de que sea factible, incluyendo además los moldes necesarios para la ejecución de huecos, tanto horizontales como verticales.

Los moldes bien utilizados y conservados con espesores de chapa de 3 mm., suelen tener una capacidad de 250 usos como mínimo, dato a tener en cuenta de cara a la renovación de los mismos.

Además de los túneles tradicionales, se ha venido utilizando con éxito la prefabricación en obra de las escaleras y mesetas o descansos intermedios correspondientes, evitando así todo tipo de encofrado manual, simplificando las tareas de ejecución de las mismas, generalmente engorrosas y con el mismo acabado que las losas y fachadas, ya que el concreto utilizado es el mismo.

Como recopilación y antes de describir la ejecución del sistema, resumimos los prototipos diferentes de moldes y accesorios del sistema, que son los siguientes:

- Encofrado túnel dos caras (según ancho)
- Encofrado túnel tres caras
- Encofrado de muros cabeceros o exteriores
- Encofrado huecos (pasos) horizontales
- Encofrado huecos (pasos) verticales
- Encofrado tramos escalera
- Encofrado mesetas intermedias (descansos) escalera
- Plataformas de trabajo para muros cabeceros o exteriores
- Plataformas de trabajo para el desencofrado del túnel (paralelas fachada).
- Accesorios

La secuencia de trabajo debe ser tal, que para no duplicar el número de moldes, la mitad de los mismos deben estar colocados al comienzo de la fase de colado y la otra mitad, dispuestos para ser descimbrados al día siguiente, siempre y cuando el proyecto esté tipificado. Esta operación queda invertida en días sucesivos, con lo cual el tiempo transcurrido para un mismo grupo de moldes, desde el vertido hasta el descimbrado, es de un día aproximadamente, la resistencia del concreto que obtendremos para el

desencofrado estará comprendido entre 0.3 y 0.4 de f'c, de ser la resistencia exigida en el proyecto, del orden de 200 a 250 kg/cm², por lo tanto la que obtendríamos para el desencofrado, estará alrededor de los 60 hasta los 100 kg./cm².

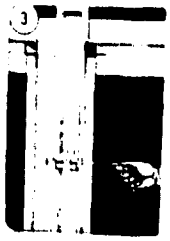
PROCESO DE DESCIMBRADO O DESENCOFRADO DEL TUNEL

1.-Los tableros de madera, horizontales y verticales, para mantener la temperatura de los calentadores, son retirados con grúa.

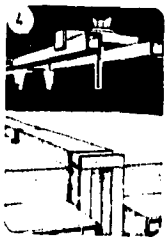
1a.-Otra solución: las lonas de plástico pueden ser utilizadas verticalmente para la misma función que los tableros de madera.

2.-Los tornillos de sujeción o pasadores, son retirados y colocados detrás de la trabe horizontal, como medida de seguridad.

3.-Los seguros son levantados y colocados de la misma manera que los tornillos de sujeción o pasadores.



4.-Los patines o la cimbra para los tacones de arranque, son levantadas por la grúa y colocada sobre la losa de concreto.



5.-Las fronteras son descimbradas y se dejan en esta posición (todos los elementos de fijación deben estar levantados, antes de descimbrar las fronteras).

6.-Retirar de la losa todos los pasos y fijaciones para los conductos de servicio.

7.-Abrir los cerrojos para separar los 2 tableros o paneles horizontales.

7a.-Bajar cada parte del tablero vertical, subiendo los gatos (si la existencia de la estabilidad es requerida, solo una parte del túnel es bajado a este estado de la operación).

8.-Deslizar manualmente el túnel sobre la plataforma de desencofrado y fijar el triángulo de levantamiento.

9.-El medio túnel es levantado por la grúa y colocado en su nueva posición.

10.-El cierre de muro del tablero vertical se retira. En algunos casos, este elemento es fijado por un seguro al túnel principal.

11.-Todos los conos de

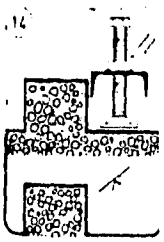
separación, de aluminio o de plástico, son extraídos del muro.

PROCESO DE ENSAMBLAJE O ENCOFRADO DEL TÚNEL

12.-Todos los conductos de servicio y conos de separación, son colocados antes de colocar el túnel en su posición final.

13.-Colocar el cierre de muro sobre el primer túnel, fijándolo con los seguros.

14.-La colocación definitiva del túnel se realiza con la ayuda de los gatos. (el nivel puede ser determinado por el tacón de arranque).



14a.-Para obtener la nivelación y alineación horizontal requerida, se

regula la diagonal y el puntal vertical.

15.-La segunda parte del túnel, es llevada a posición y puesta igualmente a nivel.

16.-Los dos medios túneles, son ensamblados mediante los cerrojos de los paneles horizontales.

16a.-Se jalan las diagonales o los tensores para el levante del panel horizontal o la losa y sujetarlos a esta misma diagonal.

17.-Después de la colocación definitiva del túnel, las plataformas de descimbrado y de acceso, son retiradas de su posición inicial y cambiadas al piso superior.

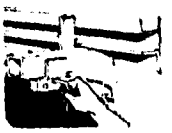
15

18.-Los cierres de muro son colocados y asegurados.

19.-Atornillar los pernos de levante o los gatos sobre los entrepisos y apretarlos.

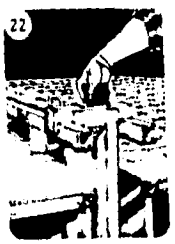
20.-Volver a colocar las fronteras o las orillas en posición de cimbrado, fijándolas con sus seguros.

21.-Colocar el acero de refuerzo y fijar todos los conductos de servicio.

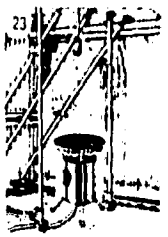


22.-Colocar los patines para los tacones de arranque, fijándolos a los cierres de muro.

23.-El sistema de calentadores utilizado para acelerar el fraguado del concreto, es colocado en el

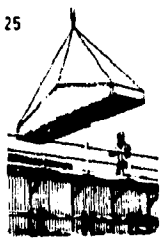


interior de los túneles y son colocados los tableros de madera verticales o las lonas para mantener la temperatura.



24.-Después de revisar el alineamiento y la nivelación de los túneles, puede dar inicio el colado.

25.-Después de terminado el colado, se colocan los tableros de madera horizontales o las lonas sobre la losa para mantener la temperatura.



ALINEAMIENTO DEL MEDIO-TUNEL

Análisis de los principales movimientos del alineamiento de un medio-túnel libre y dos medios-túneles con cerrojos.

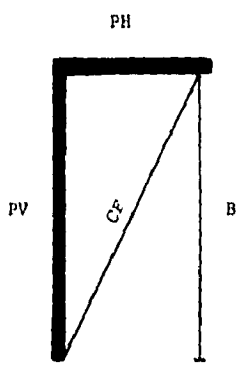
Podemos decir que es más simple alinear un medio-túnel libre que dos medios-túneles con cerrojos. Por lo tanto, los procedimientos a seguir, son los siguientes:

1.- Medio-Túnel:

- Abrir o extender la diagonal o el tensor (CF) a topar.
- Alinear la altura con la ayuda de los gatos de la base.
- Alinear en vertical con la ayuda de los puntales verticales (B).
- Apretar seguros.

2.- Túnel con cerrojo:

- Abrir o extender los puntales verticales (B).
- Proceder a alinear, si tienen lugar.



PV = Panel Vertical.

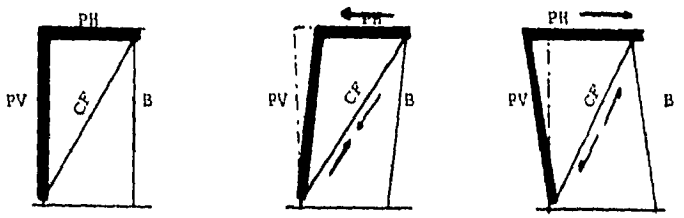
PH = Panel Horizontal.

CF =Diagonal o tensor.

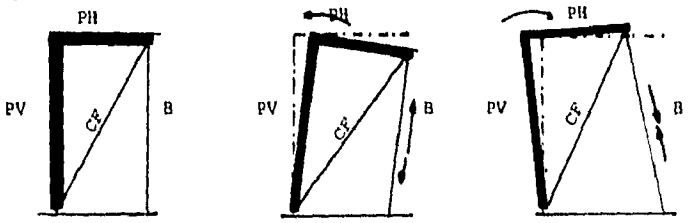
B = Puntal vertical.

Figura 18. ALINEAMIENTO DEL MEDIO TUNEL

Acción sobre las diagonales: La verticalidad del PV varía, pero la horizontalidad del PH nunca cambia.



Acción sobre los puntales verticales: La verticalidad del PV y la horizontalidad de PH varían.



Acción simultánea hacia el mismo sentido sobre los puntales verticales y las diagonales: La horizontalidad del PH varía y la verticalidad del PV nunca cambia.

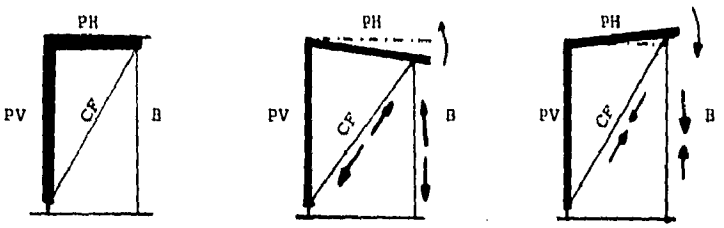
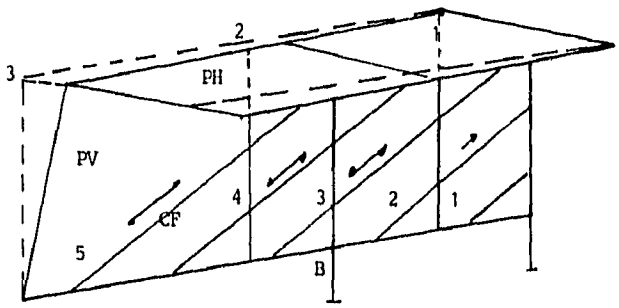
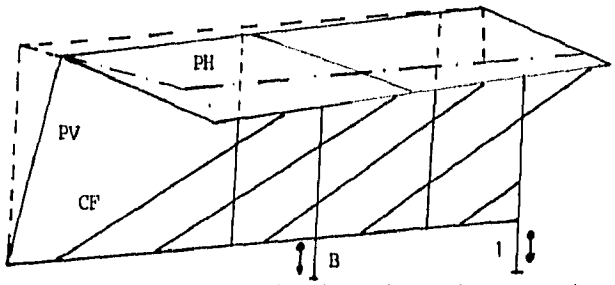


Figura 19. MOVIMIENTOS DE UN MEDIO TÚNEL LIBRE DE 2 LADOS

PV virado o desajustado y PH horizontal:Acción proporcional poco a poco, sobre las CF, no tocar a los B.



PV y PH en escuadra, ensamblado virado o desajustado: Acción proporcional poco a poco sobre los B,No tocar a las CF.



PV vertical pero PH virado o desajustado:Acciones conjugadas proporcionales poco a poco, sobre las CF y sobre los B.

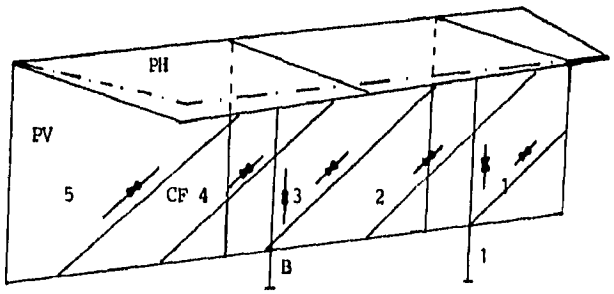


Figura 20. ALINEAMIENTO DE UN MEDIO TUNEL LIBRE

Todas las diagonales o los tensores son jalados, para el levante del panel horizontal, sin tener contacto con el nivel de la losa.

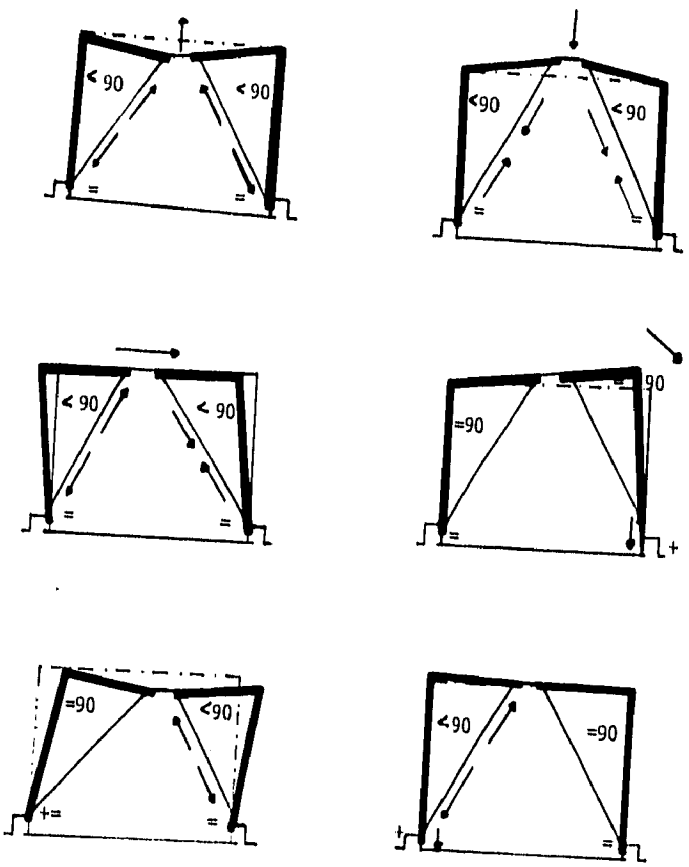
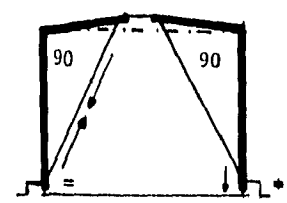
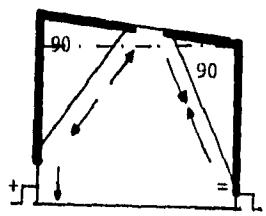
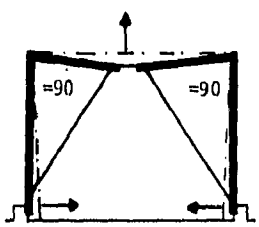
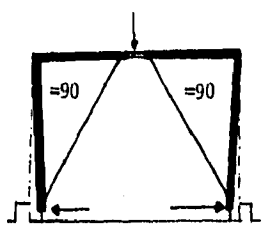


Figura 21. MOVIMIENTO DE 2 MEDIOS TÚNELES CON CERROJO









Tacones de arranque separados

Tacones de arranque cerrados

ENCOFRADO DE TACONES O ARRANQUES DE MURO

Para asegurar la verticalidad de los muros y su continuidad, se hace necesario, en el sistema de encofrados túnel, la ejecución de unos tacones de concreto, de aproximadamente 10 cm. de altura, los cuales pueden ejecutarse por dos sistemas diferentes.

El primer sistema lleva implícito previamente, la prefabricación de unas cruces de concreto que se ejecutarán a pie de obra y que quedarán coladas.

Sobre estas cruces se adosarán unos ángulos de 10x10x1 cm, los cuales forman el encofrado del tacón cerrando los mismos con unas abrazaderas de cierre por presión Fig. No.22.

La separación de los cruces estará comprendida entre 2.50 y 3.00 m. que es la distancia que asegura la rigidez del ángulo para que éste, no adquiera una flecha excesiva y toque a el armado.

El colado del tacón, se efectuará conjuntamente con la losa, por lo cual hay que proceder al montaje de sus elementos en fase anterior al colado de la misma.

El segundo sistema, consiste en sustituir las cruces por unas piezas metálicas, con la misma función de apoyo de los ángulos y con el peligro de que pueden quedar coladas con su correspondiente pérdida, siendo las piezas de cierre de los ángulos, las mismas que en el sistema anterior.

Para poder efectuar la retirada de dichas piezas, hay que esperar del orden de 3 a 4 horas, después del vertido del

concreto en el cual la jornada de trabajo ya ha concluido, por lo que para retirarlas, se designa esta operación a un trabajador del equipo o al velador, el que tiene que efectuarla.

Por lo tanto, el sistema de las cruces prefabricadas creemos que es el más idóneo y por consiguiente el que deberá utilizarse.

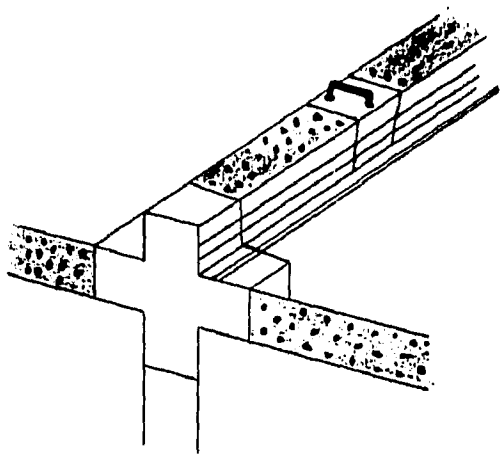


Figura 22. EJECUCIÓN DEL TACÓN PARA INICIO DE TÚNELES

Estos dos últimos casos necesitan el mantenimiento y ajuste de los tacones de arranque para los muros, ya que un error de éstos, nos puede causar un error irreparable de un nivel a otro.

Vemos necesario, desplantar perfectamente los tacones de arranque en el primer nivel, para que estos mismos nos sirvan de guía para los demás niveles.

Un equivocado desplante de los muros y por consiguiente de los tacones de arranque, puede provenir de:

-Que el vaciado del concreto se haya realizado sin haber jalado las diagonales, para el levante del panel horizontal (los túneles estando a plomo y con los cerrojos puestos, deben de tener jaladas las diagonales)

-Mala alineación de las diagonales.(unas diagonales estén más o menos atornilladas que las otras).
Teóricamente, si todas las diagonales están desatornilladas o extendidas hasta el tope, la contraflecha estará bien.

Esta contraflecha C es dada de fábrica.
Estos valores son:

L claro de 3.90 m. C = 2 mm.

L claro de 5.70 m. C = 4 mm.

L claros mayores de 5.70 m. C = 8 a 20 mm.

Pertenece a las empresas, adoptar un valor diferente en el caso de que el estructurista lo desee.

DETALLE DE CONTRAFLECHA

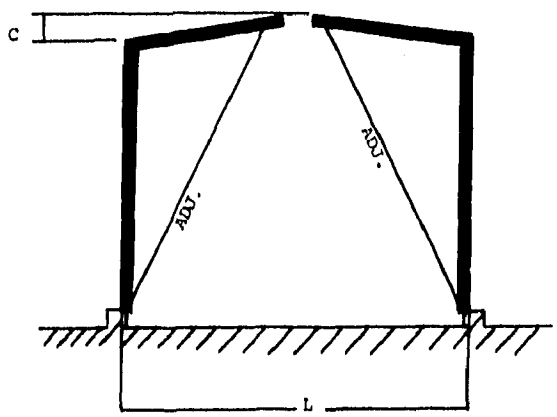


Figura 23. DETALLE DE CONTRAFLECHA

HERRAMIENTAS Y MEDIOS A EMPLEAR

Las herramientas necesarias para poder manejar el encofrado túnel, se puede dividir en dos partes:

- Herramientas de encofrado
- Herramientas de limpieza de túneles

En las herramientas de encofrado, son necesarias cuatro de éstas que son:

- Llave española
- Llave de cruz o autoclé
- Palanca o barreta
- Grupo de llaves fijas

Llave española.- Su función fundamental, es la de apretar y aflojar pasadores de túneles contiguos, y además, efectuar la misma función para los tornillos posicionados del encofrado en altura.

Llave de cruz o autoclé.- Su función fundamental consiste en apretar y aflojar los tornillos de los cerrojos de los túneles, la boca, tan sólo es comercial siendo necesaria la ejecución de la extensión en taller.

La palanca o barreta y el grupo de llaves fijas son herramientas comerciales conocidas, de aplicación en cualquier tipo de obra.

Herramienta de limpieza de túneles.- Los normalmente utilizados son una rasqueta o espátula para la limpieza del concreto en los paneles y un rodillo o aspersor para poder impregnar el túnel de desencofrante (diesel).

4.5 INTERFERENCIAS DEL SISTEMA

El sistema de encofrado túneles como ya se mencionó anteriormente, es absolutamente rígido y el campo de errores que permite, se reduce prácticamente a cero.

Es un sistema que necesita una definición total de la estructura y de las instalaciones, ántes del comienzo de la obra.

Existen puntos concretos a los cuales hay que darles un tratamiento preferencial, de tal forma que cualquiera de ellos, puede provocar la paralización del sistema productivo.

Dichos puntos, en base a la experiencia, son los siguientes:

IDENTIFICACION EQUIPO-ACERO-CONCRETO.- Estos subgrupos, dentro del Equipo de trabajo , necesitan una serie de condicionantes para que puedan funcionar de una manera coherente, entre los cuales se encuentran:

1o) Una perfecta identificación con el Sistema.
2o) Una misma línea de mando en la persona del Residente general, la cual creemos, es absolutamente imprescindible.
3o) Un mismo incentivo productivo, en base tanto a la cantidad económica, como a la cantidad productiva. (Pudiendo establecerse ésta, en base a número de módulos ejecutados por unidad de tiempo, o en base a metros cuadrados ejecutados).

Las obras que han funcionado de una manera satisfactoria, se deben al cumplimiento fundamentalmente del punto número tres.

MEDIOS DE ELEVACION: El funcionamiento de las grúas es una actividad permanente a lo largo de la jornada; la gran cantidad de maniobras que tienen que efectuar los operadores, muchas de ellas con un alto grado de precisión, hace que los medios de elevación, sean otro punto por el cual el sistema productivo se pueda paralizar, tanto por el operador, como el mantenimiento de la propia grúa, de ahí la

necesidad de que el operador sea un hombre experto en el manejo de la misma y se disponga de una persona que se encargue del mantenimiento de la grúa, esta persona que la hemos definido en el equipo de trabajo necesario, como Residente Electricista, es fundamental para la buena marcha del sistema y se deberá tener presente en la planificación del personal necesario.

DEDICACION AL SISTEMA: Es misión fundamental del responsable de construcción, una total dedicación de todas las actividades que se desarrollan de este grado de dedicación depende la garantia de una buena ejecución y producción de la puesta en práctica de este sistema.

Es obvio que el garantizar los suministros puede ser una interferencia, aunque este punto es común a cualquier obra.

MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONTROL

El buen funcionamiento del sistema, además de las razones expuestas anteriormente, se basa en la seguridad del personal.

Independientemente de la aplicación de las Normas de Seguridad que dicta el Manual del Técnico de la construcción

que son preceptivas para todas las obras, queremos indicar los tres puntos concretos a los cuales hay que darles una atención preferencial porque son inherentes y exclusivos de este sistema.

El primero de ellos es el manejo de los encofrados en días de viento.

Cuando la velocidad del viento, supere los 30 km./hora, lo cual hace, que la presión sobre superficies expuestas sea del orden de los 56 kg./m^2, no se deberán manejar los encofrados, en su fase de montaje cara a la preparación del encofrado, esta presión es suficiente para que puedan volcarse los mismos con el consiguiente peligro, tanto para los túneles, como para la seguridad del personal que los maneja.

El segundo punto a tener en cuenta, es el del manejo de los encofrados metálicos, al ser éstos unas piezas muy grandes de tamaño y poderse manejar con dificultad, hace que las precauciones que haya que adoptar sean extremas, ya que existe un accidente clásico que es la pérdida de los dedos de la mano de los operarios que manejan dichos encofrados de una manera imprudente.

El tercer punto, se refiere a las plataformas de trabajo, en toda operación de desmontaje y montaje de las mismas; el Residente General, tendrá que comprobar que los pasadores que sujetan dichas plataformas, tengan sus tuercas apretadas al máximo, así como que las cuñas de las plataformas de trabajo paralelas a fachadas, estén lo suficientemente sujetas y apalancadas, para que no exista la posibilidad de ningún deslizamiento de dichas plataformas.

Sin extendernos más en el tema, estos puntos mencionados anteriormente, serán a los que hay que dedicarles una atención máxima.

En cuanto al control de calidad diremos que se hace necesario el disponer de una prensa de rotura de probetas en la obra, ya que el conocimiento de la resistencia del concreto es un dato fundamental a tener en cuenta antes del comienzo del desencofrado.

En los casos en que se tomen varias probetas por éste sistema, dicha prensa puede promediar los valores de las resistencias del concreto de todos ellos.

CAPITULO 5

ANALISIS DE TIEMPO Y COSTO DE LA CIMBRA OUTINORD EN EL PROYECTO HOTELERO AZUL IXTAPA

5.1 ORGANIZACION Y CICLO DE TRABAJO

Se han reflejado en planta las 5 Fases del proceso como se ejecuta la utilización de la cimbra, y se ha tomado como origen de tiempo el comienzo de la jornada de mañana de un día cualquiera, y como punto final del ciclo el comienzo de la noche, 35 hrs. después.

Con este planteamiento, las distintas fases de trabajo se suceden de la siguiente forma.

1A.ACTIVIDAD (MAÑANA CONCLUYENDO 15 HRS. DESPUES). Descimbrado de tuneles de Fase 5 planta II para colocarlos en la siguiente planta III Fase 1. Los paneles de muros exteriores No. 12, 15 y 23, descimbrando los semituneles Nos. 13, 11, 10, 8, 22, 9, 7, 21, 6, 4, 2, 20, 5 y 3 para colocarlos en la siguiente Fase o trasladarlos a la zona de trabajo (almacén) y de la zona de trabajo se trasladaran los paneles Nos. 1, 16, 18, 16 y 17 para completar la Fase 1 .

Esta actividad de descimbrado dura aproximadamente 7 hrs. y la habilitación y colocación de tuneles 11 hrs.

2a. ACTIVIDAD

Una vez colocado el túnel se procede hacer el armado del acero en las losas de los tuneles.160 m^2 en planta (11 hrs.)

3a. ACTIVIDAD

Se colocan todas las fronteras y pasos a muros de 2a. etapa. (3 hrs.) y las fronteras en muros de 2a. etapa (3 hrs.) estas actividades se pueden hacer a la par sin afectar el sistema.

4a. ACTIVIDAD

Se procede hacer el entubado para todas las instalaciones eléctricas, telefonicas, T.V. (5 hrs), instalaciones hidráulicas y sanitarias (3 hrs) , pasos coladeras y B.A.P. (1 hrs.), paso de aire acondicionado, sistema contra incendio (1 hr.) y pasos para ductos de servicio. (3 hrs.).

5a. ACTIVIDAD

Vaciado del concreto (4 hrs.)

Todas estas actividades se desarrollaron de acuerdo a los rendimientos de Azul Ixtapa.

Concluidas todas las actividades a desarrollar de la 1a. Fase se procede a colocar los tuneles en la 2a. Fase repitiendo todas las actividades nuevamente cambiando los tuneles necesarios.

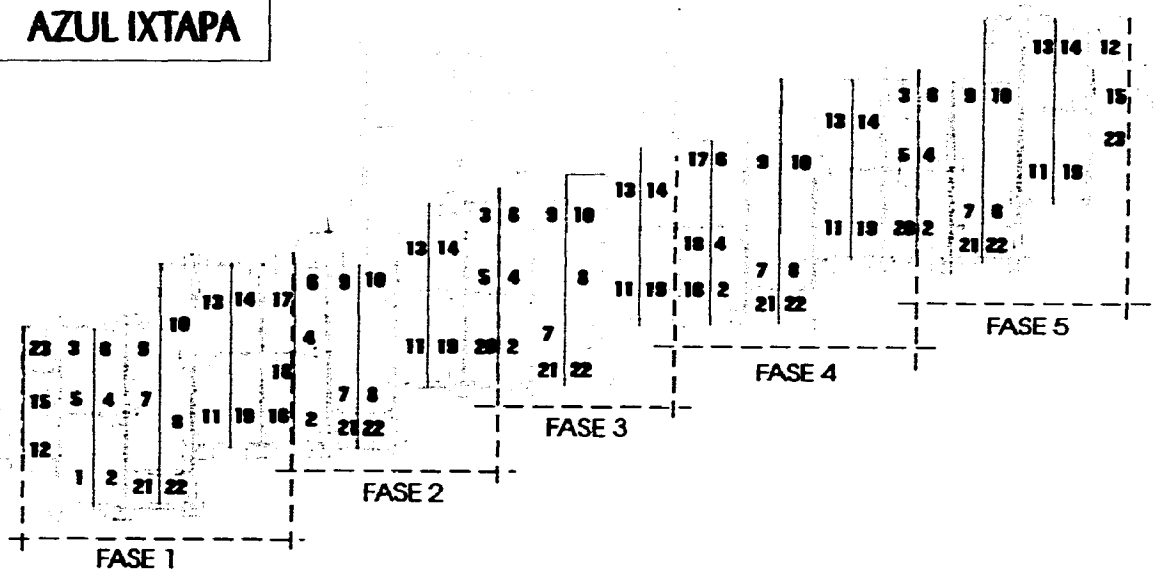
El movimiento de los túneles se hace verticalmente, el único movimiento horizontal de los mismos, es el de la posición de descimbrado hasta las plataformas de trabajo correspondientes.

Podemos establecer la actividad que desarrolla cada hombre, ya sea siguiendo el ciclo de trabajo en el cual participan todos o bien atendiendo a la actividad que cada uno desarrolla por jornada, siendo lo más razonable optar por esta segunda posibilidad.

Refiriéndonos concretamente a las distintas actividades, empezamos por el grupo de fierreros, denominando a las distintas personas, según el organigrama que se ha definido al hablar del equipo estándar de trabajo, junto con la inicial de la palabra del grupo al que pertenece.

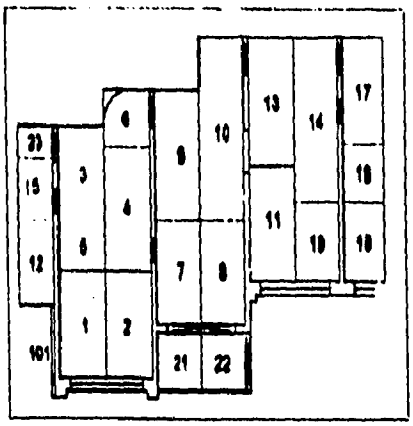
OBRA : DESARROLLO AZUL IXTAPA

UTILIZACION DE CIMBRA : Outinord



IDENTIFICACION CIMBRA OUTINORD POR COLOR Y NUMERO			FECHA:	EDIFICIO:
☐ 13,11	☐ 3,5	☐ 10,8		MV-01-02
☐ 23,15,12	☐ 21	☐ 9,7	REVISO:	
☐ 17,18,16	☐ 6,4,2	☐ 22		

CONTROL DE MOVIMIENTO DE CIMBRA TUNEL (FASE 1)



TUNEL

Pza. No	Proviene de.		Decimbra	min	Cimbrado	min	Observaciones:
12	F. 5	N. ANT.	25		16		El cimbrado incluye :
15	F. 5	N. ANT.	20		18		Ajuste y nivelación.
23	F. 5	N. ANT.	12		16		
1	ALM		16		15		El descimbrado incluye
5	ALM	N. ANT.	15		18		Limpieza y aplicación de
3	ALM	N. ANT.	12		19		desconfrante
2	F. 5	N. ANT.	16		23		
4	F. 5	N. ANT.	18		28		
6	F. 5	N. ANT.	16		24		
7	F. 5	N. ANT.	31		19		
9	F. 5	N. ANT.	26		16		
8	F. 5	N. ANT.	22		26		
10	F. 5	N. ANT.	16		18		
21	F. 5	N. ANT.	28		32		
22	F. 5	N. ANT.	25		29		
11	F. 5	N. ANT.	25		23		
13	F. 5	N. ANT.	16		24		
19	F. 5	N. ANT.	20		28		
14	F. 5	N. ANT.	18		23		
16	ALM		18		25		
18	ALM		21		23		
17	ALM		18		21		

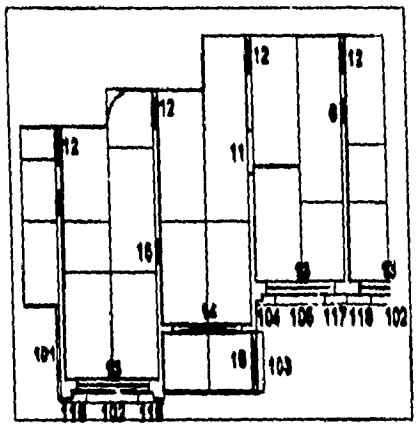
TOTAL

F. 5.: FASE 5, F. 4.: FASE 4

ALM.: ALMACEN

N. ANT.: NIVEL ANTERIOR

CONTROL DE MOVIMIENTO DE CIMBRA TUNEL (FASE 1)



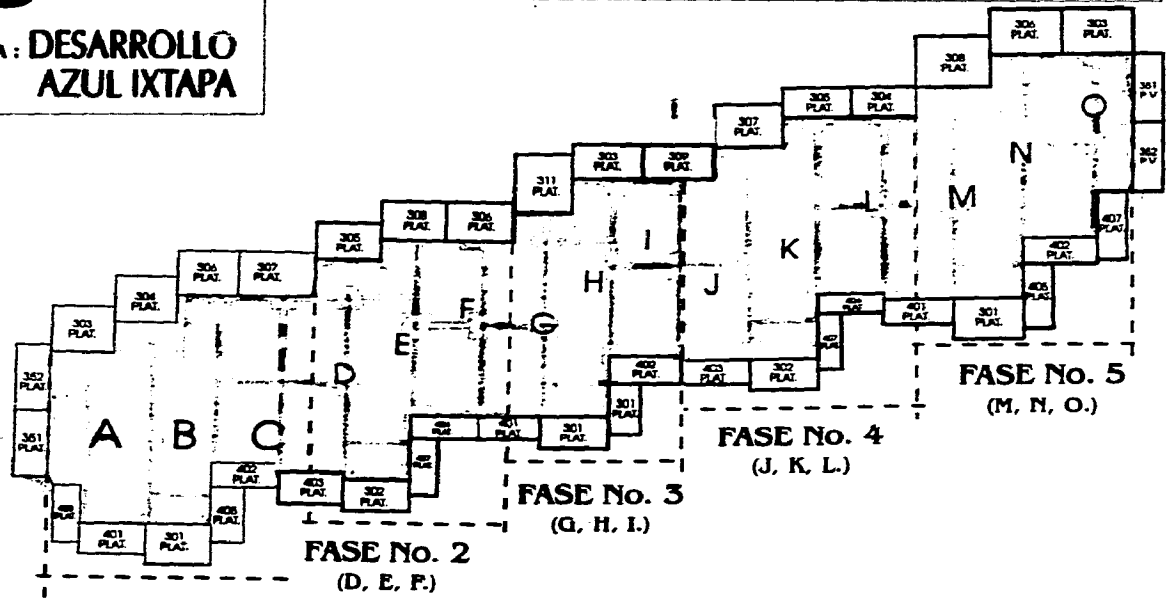
FACHADAS Y MARCOS

Pza. No	Proviene de		Descimbra	m³	Cimbrado	m³	Observaciones
101	F. 5	N. ANT.	10		20		
13	F. 5	N. ANT.	30		18		
116	F. 5	N. ANT.					adosada a la pieza no. 102
107	F. 5	N. ANT.	20		28		
116	F. 5	N. ANT.					adosada a la pieza no. 107
103	F. 5	N. ANT.	11		19		
104	F. 5	N. ANT.					adosada a la pieza no. 106
106	F. 5	N. ANT.	28		25		
117	F. 5	N. ANT.					adosada a la pieza no. 106
116	F. 5	N. ANT.					adosada a la pieza no. 107
102	F. 5	N. ANT.	20		34		
12	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 23
15	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 8
12	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 6
11	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 10
12	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 10
6	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 14
12	F. 5	N. ANT.					adosada al tunel no. 14
14	F. 5	N. ANT.	36		22		
13	F. 5	N. ANT.	42		20		
13*	F. 5	N. ANT.	10		15		* marco para siguiente fase

TOTAL
F. 5.: FASE 5
N. ANT.: NIVEL ANTERIOR

OBRA : DESARROLLO AZUL IXTAPA

UTILIZACION DE CIMBRA : Outinord



FIERREROS

MAÑANA: Habilitan el acero complementario en el banco de fierro, armando los elementos que lo necesiten, tales como trabes, cadenas, etc., en el tipo de obras al que va dirigido el encofrado túnel, el diámetro del acero complementario generalmente es pequeño, sirviendo los parámetros de producción que se han dado en el apartado del equipo estándar necesario.

Puede darse la circunstancia de que ésta cantidad de personas se aumente o disminuya, en función del diseño del proyecto.

En paralelo a la habilitación del acero complementario, otro equipo de fierreros se encargan del acero de refuerzo, colocando en ésta, los separadores correspondientes con sus atados, encargándose de la elevación del mismo y de su colocación, una vez que los moldes se encuentran posicionados en número suficiente, el acero de refuerzo que estas personas montan, es el de los muros, habiendo dejado previsto el acero de la losa, la cual se elevará y colocará a primera hora de la tarde.

De esta manera descrita, es como el equipo de fierro ocupará la mañana de una jornada de trabajo normalmente de 5 horas.

Este equipo que normalmente va a ser contratado, puede estar sujeto al régimen normal de obra (lista de raya) o a un régimen de incentivo (destajo), en base a la experiencia, este segundo sistema es el más aconsejable para poder obtener la producción deseada.

Si ese es el sistema que se adopta, el comienzo y duración de la jornada no necesariamente tiene que coincidir, con el horario del resto del equipo, siendo la única excepción el tiempo que dura el colado y sus fase previa, en la cual se montará al armado de la losa.

TARDE: Los seis trabajadores del equipo de fierro se encuentran en fase de montaje del armado de la losa, incluyendo la de las esperas de los tacones de los muros, el montaje del armado de losa, va adelantado respecto al colado en dos crujías normalmente, este montaje tiene una duración media del orden de 4 horas para completar una jornada de 9 horas efectivas de Lunes a Viernes y de 8 horas el sábado.

Al trabajar a destajo, la jornada descrita anteriormente no es rigurosamente rígida y dependerá de la producción acordada.
Las secuencias de trabajo del equipo descrito estarán siempre coordinadas por el Residente general.

ENCOFRADORES

Este grupo, el mayor de los que componen el equipo, podemos situarlo en planta al comienzo de la jornada de mañana, en función de las actividades que cada uno desarrolla.

Lo aconsejable es descomponer el equipo en 4 partes:

1o.) PASO DE NIVELES, operación en la cual estarán implicados el Ingeniero Topógrafo y las personas el cadenero y el estadalero, el Ingeniero Topógrafo con el nivel, y las otras dos con el aparato topográfico y la cinta para marcar niveles.

2o.) DESCIMBRADO DE TUNELES Y ELEVACION a la planta siguiente, designando a estas operaciones otros dos grupos de dos personas cada uno, grupos que se verán reforzados una vez efectuado el paso de niveles, por el topografo y sus auxiliares.

3o.) DESCIMBRADO DE MUROS CABECEROS y elevación de la plataforma de trabajo, a esta operación hay que dedicar dos grupos de dos hombres cada uno.

4o.) APUNTALAMIENTO, a esta operación con dedicar una sola persona es suficiente, su misión es colocar puntales en el

eje de los túneles, según indicaciones del proyectista, inmediatamente después de descimbrado los mismos.

Con este desglose de actividades y el esquema que adjuntamos, podemos tener una idea de conjunto de la posición del grupo de encofradores en función de las actividades que cada uno desempeña.

Cuatro grupos de encofradores vienen a realizar la misma actividad a lo largo de la mañana.

Las operaciones elementales que tiene que efectuar cada uno son las siguientes:

ENCOFRADOR.- INGENIERO TOPOGRAFO

1o.) Manejar nivel para posicionado de túneles.
2o.) Manejar nivel para posicionado de huecos verticales.
3o.) Coordinar desmontaje y montaje de túneles.
4o.) Colocación de encofrados huecos verticales con sus tornillos de posición y enclavamientos.
5o.) Coordinar con equipo de fierreros colocación de acero en muros.
6o.) Coordinar con gruista operaciones elevación.
7o.) Nivelación y a plomo planta

CADENERO Y ESTADALERO

1o.) Posicionar nivel

2o.) Manejar cinta de trazar

3o.) Enganche de cables elevación moldes

4o.) Posicionar túneles en altura

5o.) Fijación de huecos verticales

6o.) Desenclavamiento de fronteras

7o.) Colocación plataformas de trabajo

OFICIALES Y PEONES EN EQUIPO DE CIMBRA

1o.) Desenclavamiento túneles

2o.) Quitar presillas o cerrojos clave

3o.) Aflojar tensores

4o.) Aflojar tornillos posición

5o.) Desenclavamiento cierres de muro

6o.) Transporte túneles a plataformas trabajo

7o.) Limpieza túneles y aplicación de aditivo desencofrante

8o.) Elevación túneles planta siguiente

9o.) Realizar operaciones de 1 a 5 en sentido inverso en planta siguiente

10o.) Elevación de plataformas de trabajo

OFICIALES Y PEONES EN MUROS CABECEROS

Las mismas operaciones que el grupo anterior, actuando sobre los muros cabeceros.

PEON APUNTALAMIENTO Y DESAPUNTALAMIENTO DE LOSAS.

Todas las operaciones elementales anteriormente descritas, hay que realizarlas de una manera sistemática, aunque no se puede precisar el tiempo elemental de duración de las mismas, y sí prefijar una actuación de conjunto, en base a una buena producción.

La producción de estos hombres en base a la jornada de mañana, con una duración de 4 horas y media, ha sido de 160 m^2., en las operaciones anteriormente descritas.

En base a la especialización de las operaciones a realizar podemos mencionar que las personas cadenero y estadalero deberán de tener un grado de habilidad superior al resto.

Estas son en síntesis las operaciones que el equipo realizará en una jornada de mañana de un día cualquiera.

TARDE: Al comienzo de la jornada de tarde, el equipo de centra su atención en el colado que se va a realizar a continuación, ya que deben estar atentos por cualquier

imprevisto y revisar los encofrados, asi como sus conexiones.

Las actividades que realizan cada uno de ellos son las siguientes:

Personas que intervienen

ENCOFRADO TACONES DE MUROS	3 PEONES
POSICIONADO ENCOFRADO HUECOS HORIZON.	3 PEONES

COLADO

VERTIDO =	1 PEON
VIBRADORES =	2 PEONES

CONCRETO

LLENADO =	1 PEON
EXTENDIDO =	2 PEONES

COORDINACION DE ACTIVIDADES

La duración media de estas actividades, es del orden de 3 horas con una perfecta coordinación con el suministro de concreto, teniendo en cuenta, además, que el espesor de la losa es de 12 cm. y el de los muros 15 cm.

El vaciado o vertido de concreto según estos espesores, es del orden de 45 m^3, siendo necesario que la planta de concreto, suministre en el tiempo que dure el mismo una cantidad de ollas comprendidas entre 7 y 8, atendiendo al rendimiento dado hora/hombre podemos comprobar que según este estimador, la producción viene a resultar la misma.

Una vez finalizada, la fase de colado de concreto, el equipo dedicará las 1.5 horas que faltan, para concluir su jornada, a la preparación del descimbrado del otro paquete de túneles, que será objeto del mismo tratamiento a la jornada siguiente.

PEONES ELECTRICISTAS

Su función fundamental, será la de preparar y montar las cajas y tubos de instalación eléctrica que vaya necesitando la obra, dedicando a la fase de montajes, el instante en que se han posicionado los túneles para proceder a la colocación de las instalaciones verticales entre los mismos, fase en la que intervendrán durante la mañana y por la tarde, con el equipo de acero, perfectamente acoplados con éstos, para proceder al montaje de cajas y tubos horizontales, entre la colocación de la malla y el acero complementario.

La fase de montaje para estas personas, se centrará en 6 horas, dedicando el resto a la preparación y elevación del material.

GRUISTAS

La duración de la jornada será la misma que el resto del equipo, su actividad será exclusivamente la grúa, estará identificado con el sistema y recibirá órdenes del Residente general.

GRAFICO ACTIVIDADES-TIEMPO

Como resumen de las actividades descritas, reflejamos con un diagrama de barras actividad-tiempo, toda la secuencia de aplicaciones en función de su duración, indicando además, las personas que intervienen en las mismas, y así como también, el método operativo y los procesos elementales de ejecución del sistema.

5.2 RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA

Para poder programar el equipo de trabajo necesario habrá que tener muy presente los factores producción y tiempo.

De las experiencias de obras realizadas los estimadores por los cuales se acepta una producción como razonable, pueden

ser variables, de acuerdo a las condiciones de la obra, la zona y el equipo humano.

La experiencia, demuestra que el equipo debe de estar perfectamente identificado con una idea de producción común, no ser un equipo rígido, puesto que cada uno de los hombres que lo componen, aunque han de tener un cometido fijo, su actividad a lo largo de la jornada, no va a ser de plena dedicación, en una tarea específica.

Las actividades fundamentales a realizar, son las del CIMBRADO, DESCIMBRADO, ARMADO Y COLADO, teniendo como variante otra actividad que no es común al resto de las obras. Y es que las instalaciones que se tienen que montar al mismo tiempo que las actividades descritas anteriormente, entrando en juego entonces, otras actividades que son todas las instalaciones, fundamentalmente las eléctricas, para lo cual, habrá que disponer de los hombres necesarios que las vayan a ejecutar.

PROGRAMA DIARIO DE UN MODULO DE CIMBRA OUTINORD

AZUL IXTAPA
EDIFICIO MV-01/02

DIA 1.

ACTIVIDADES		07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Descimbrado fase anterior	P									
	R									
Habilitación y colocación cimbra tunel	P									
	R									
Habilitación y colocación acero en losa	P									
	R									
Frontera y pasos a muros 2da etapa	P									
	R									
Frontera en muro para muros de 2da etapa	P									
	R									
Inst. Electrica, telefono y T.V. (entubado)	P									
	R									
Instalación Hidraulica y Sanitaria	P									
	R									
Anclajes para precolados	P									
	R									
Pasos Coladeras y B.A.P.	P									
	R									
Pasos de Aire Acondicionado y sist. contra in.	P									
	R									
Pasos en losa para ductos de servicios	P									
	R									
Vaciado de Concreto	P									
	R									
	P									
	R									
	P									
	R									

DIA 2.

16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00

Es necesario comentar que las cantidades de acero, son variables y pueden incrementarse considerablemente, según la ubicación de la obra, ya que éstas, pueden localizarse en zonas sísmicas o en zonas constantemente golpeadas por huracanes y tormentas tropicales, por lo que los factores de seguridad para el cálculo estructural, son considerables, teniéndose por lo tanto, densidades de acero importantes, como es el caso de la obra de Azul Ixtapa que se encuentra en una zona altamente sísmica, resultando de 12.7 kg./m^2.

En cuanto al concreto, la cuantificación resultó ser 0.40 m^3/m^2, e igualmente se hace mención al comentario, sobre el incremento considerable de éstos parámetros de acuerdo al diseño estructural de la obra Azul Ixtapa.

Estos parámetros dados son cuantitativos, pero no reflejan la variable tiempo, en base a los datos obtenidos en los muestreos de las distintas obras podemos indicar unas producciones orientativas, en cuanto a las distintas operaciones que lleva el sistema para poder pasar a la obtención del equipo necesario, en base a la producción y el tiempo de ejecución.

Indicaremos los rendimientos productivos de la obra de Azul Ixtapa.

ACERO DE REFUERZO

Habilitado y Colocación de acero y malla:

Azul Ixtapa = 15 kg./hora/hombre

CONCRETO

Vertido, reglado, vibrado, etc. ...

Azul Ixtapa = 2 m^3/hora/hombre

CIMBRADO Y DESCIMBRADO TUNELES

Descimbrado, arrastre a plataformas, elevación posicionado, etc.

Azul Ixtapa = 1 m^2/hora/hombre

INSTALACIONES (ELECTRICAS)

Colocación, cajas, tubos, etc...

Azul Ixtapa = 6 m^2/hora/hombre

Al referirnos a que el equipo no tiene que ser rígido queremos expresar, que en el caso particular del acero, a las personas se encargan de la habilitación del mismo les puede ocupar una fracción de la jornada, debiendo dedicar el resto a su colocación, de igual modo podemos referirnos a los encofradores, que una fracción de la jornada pueden estar ocupadas con el cimbrado y descimbrado de túneles y el resto, lo pueden dedicar a operaciones de limpieza o mantenimiento de la cimbra, etc.

La superficie de contacto del encofrado, de las diferentes fases de Azul Ixtapa, está comprendido entre 380 y 450 m^2, la producción es de una fase en 2 dias con una superficie en planta de 160 m^2.

5.3 ANÁLISIS DE COSTO POR M2 DE LA CIMBRA OUTINORD

El objetivo que se pretende es obtener con los datos de costo, que se dan a continuación, no es el fijar los costos de estructura, de una obra especifica, sino más bien el poder centrar una idea de costos de obras ya ejecutadas, cuyos datos recopilamos con una serie de condicionamientos entre los cuales se encuentran, la implantación de la Obra, la base del sistema, la producción a ejecutar, etc., que pueden servir como guia, a la hora de ejecutar estructuras por el Sistema Encofrado Túnel.

Uno de los costos a tener en cuenta en el sistema, es el capitulo de la amortización de los encofrados, cuya cantidad va a repercutir de una manera desfavorable en el costo/m^2 de la edificación.

Es evidente que cuanto mejor ejecutado sea el cimbrado y el descimbrado, éste, admitirá una mayor cantidad de usos y por consiguiente la amortización, se podrá disminuir en una

cantidad aceptable. También, la utilización de una manera continua de dicho encofrado, hace el que su utilización sea óptima, repercutiendo en el costo anteriormente mencionado.

Como dato orientativo del costo del encofrado en base a una superficie de 300 m^2, cuya fecha de compra se hizo en 1993, éste resultó ser aproximadamente del orden de 3 millones de pesos incluyendo accesorios, en donde la primera etapa del proyecto se ejecutarón 42,000 m^2 de construcción con este sistema, el cual estaba considerando 3 etapas similares.

Esta cantidad, en base a número de usos (250), hace que la repercusión de la amortización de la cimbra por metro cuadrado sea de $ 40.00., cantidad que representó el 6.56% del costo por metro cuadrado de la estructura, de ahí la necesidad de ejecutar un buen encofrado y de utilizar éste de una manera continua.

En cuanto al resto de los costos que representa la estructura, estos han resultado ser los siguientes, con los condicionantes anteriormente expuestos, dará como resultado:

Concreto colocado	=	$ 775.80 /m^3
Acero colocado	=	$ 12.75 /kg.

Mano de obra encofrado =	$ 49.54 /m^2
Desencofrantes y pequeño material =	$ 4.00
Total	$842.09

Y como las cantidades de acuerdo al proyecto han resultado ser para los distintos materiales, las siguientes:

Acero de refuerzo =	$ 16.30 kg/m^2
Concreto =	$ 0.38 m^3/m^2

entonces los costos de estructuras quedan redactados de la siguiente forma:

Concreto colocado	= $ 294.80
Acero colocado	= $ 207.82
Mano obra encofrado	= $ 49.54
Costo amortización de cimbra	= $ 40.00
Desencofrante y pequeño mat. (juntas de poliestireno)	= $ 16.96
Costo directo	= $609.12 m^2

Con la cual el costo de la estructura, resulta ser de = $609.12 m^2.

Estos datos son orientativos, su objetivo fundamental es el de tener un orden de magnitud del Costo de Estructura por metro cuadrado, con el SISTEMA DE ENCOFRADO TUNEL.

5.4 TABLA COMPARATIVA DE LOS DIFERENTES SISTEMAS

CIMBRA EN MUROS

	UNID	CANT.	P.U.	IMPORTE
		M A T E R I A L E S		
CLAVO	KG	0.045	2.70	1.215
TRIPLAY 16 MM	M2	0.20	41.18	8.236
BARROTE	ML	0.56	5.10	2.856
DIESEL	LTO.	0.60	0.90	0.54
ALAMBRE REC.	KG	0.12	2.60	0.312
			TOTAL	13.159
		M A N O D E O B R A		
CABO	JOR	0.015	362.05	5.431
OF.CARP.	JOR	0.10	232.75	23.275
AYUDANTE	JOR	0.02	181.02	3.620
			TOTAL	32.326
		H E R R A M I E N T A		
HERRAM.MENOR	%	0.03	32.326	0.969
			TOTAL	0.969
			COSTO DIRECTO	46.454
			INDIRECTO+UTL 23%	10.684
			PRECIO UNITARIO	57.138

NOTA: cimbra en losa, se considera el 60% de la cimbra en muros, ya que el sistema outinord, incluye muros y losa a la vez.

CIMBRA EN MUROS		57.138
CIMBRA EN LOSA	57.138*.60	34.283
	TOTAL	91.421

El costo unitario del sistema tradicional es de \$91.421 m^2 aprox.y el costo del sistema outinord es de \$49.54 m^2+amortizacion cimbra outinord 40.00 m^2 = 89.54 m^2·sin considerar la reducción de tiempo que tiene también un costo importante y la calidad en el acabado del concreto.

CONCLUSIONES

La utilización de la cimbra metálica es cada vez mayor, ésto, por las ventajas que tiene sobre la cimbra tradicional.

1.- El acabado aparente del concreto sobre la superficie metálica de contacto, es de muy buena calidad con respecto a la de madera.

2.- Las dimensiones de los moldes o de las cimbras son de alta precisión, sin que pierdan su forma, a través de los usos como podría sucederle a los moldes de cimbra tradicional.

3.- Es ideal cuando el molde o cimbra se utiliza un gran número de veces y no existen modificaciones de proyecto, el sistema tradicional no tiene gran número de usos.

5.- El sistema de cimbra metálica, sus conexiones y accesorios, hacen rápida su colocación, además de que no se necesita de mano de obra especializada o artesanal como en el sistema tradicional.

6.- La depreciación de la cimbra metálica depende del número de usos que mientras mayor sean reducen el costo de la misma, por lo que comparándolo con el sistema tradicional en su fase inicial siempre será alto.

TABLA DE ILUSTRACIONES

BIBLIOGRAFIA

1. CIMBRAS DISEÑO
   J.G. RICHARSON
   IMCYC, A.C.

2. CONCLUSIONES DE LA VISITA REALIZADA A FRANCIA
   ARQ. GONZALO PIRRON
   SUPERINTENDENTE DE OBRA PROYECTO AZUL IXTAPA

3. OUTINORD FORMWORK AND TECHNOLOGY
   OUTINORD ST. AMAND
   FRANCE

4. FORMWORK AND FOR CONCRETE
   M.K. AMERICAN CONCRETE
   INSTITUTE DETROIT

5. CONCRETE FORMWORK DESIGNER'S HANDBOOK
   H.R. GRILL CONCRETE
   PUBLICATIONS LIMITED, LONDON

6. ENCOFRADOS PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGON
   ROBERT L. PEURIFOY

7. DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
   PRIMERA EDICION
   DE. LIMUSA
   MEXICO, 1983