

207
48
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



DISEÑO DE CIMBRAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:

JESUS ANTONIO DUARTE ZEPEDA

1 9 8 2



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Bogotá

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
600 1-90 1

Señor JESUS ANTONIO DUARTE ZEPEDA,
P r e s e n t e .

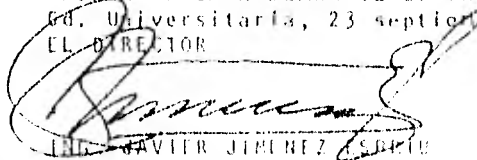
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Federico Alcaraz Lozano, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"DISEÑO DE CIMBRAS"

1. Definición de cimbras.
2. Materiales para cimbras.
3. Aspectos generales para diseño de cimbras.
4. Seguridad.
5. Cimbrado y problemas en la construcción de las cimbras.
6. Descimbrado.
7. Cimbras deslizantes.
8. Cimbrado en juntas constructivas.
9. Elementos para diseñar estructuras de madera y ejercicios.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Ed. Universitaria, 23 septiembre 1987
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMÉNEZ SERRANO

JJE
10/11/87

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción.	1
I	Definición de cimbras.	3
II	Materiales para cimbras.	5
III	Aspectos generales para diseño de cimbras.	15
IV	Seguridad.	22
V	Cimbrado y problemas en la - construcción de las cimbras.	35
VI	Descimbrado.	55
VII	Cimbras Deslizantes.	62
VIII	Cimbrado en Juntas Constructivas.	78
IX	Elementos para diseñar estructu- ras de madera y Ejercicios.	88
	Bibliografía.	114

INTRODUCCION

En la actualidad la elección del material y del sistema de cimbrado se han venido complicando, a medida que la magnitud de las obras han ido creciendo y que cada vez se tienen acabados más exóticos, que van requiriendo de un alto grado de especialización aunado a esto el alto costo de los materiales, los constructores ven la necesidad de tener personal encargado para la elección y construcción de las cimbras.

Como sucede en la actualidad, cada día se incrementa el número de materiales destinados a las cimbras, dandonos mejores acabados en determinado tipo de obras, he ahí la necesidad de contar con personal especializado, a menudo estos trabajos se subcontratan a compañías especializadas o dedicadas a la construcción de cimbras.

En determinado tipo de obras, la cimbra puede llegar a representar un 60% del costo total de la obra.

El siguiente trabajo a medida de introducción, nos dará una idea de los criterios para la selección del material para cimbra y de todo un sistema de cimbras, se ven aspectos de diseño, ventajas y desventajas de algunos materiales, problemas típicos de determinado tipo de construcción, aspecto de seguridad en el cimbrado y descimbrado durante el tiempo que dure la cimbra en uso.

Se ve un ejemplo clásico de la utilización de la cimbra deslizante en la construcción de puentes, cubos para elevadores, etc.,

obteniendo ahorros de tiempo en la construcción, de tener obras -
que llevadas con el sistema tradicional nos llevarían de 3 a 4 me-
ses, y llevadas con éste método se puede lograr en una semana, re--
portando ganancias considerables, se ven reducidos los tiempos muer-
tos, las pérdidas, desperdicio de materiales y la utilización de
casi todas las partes de la cimbra, en un alto número de veces.

I.- DEFINICION DE CIMBRA

CIMBRA

Es un sistema formado por elementos estructurales y moldes - que se emplean en forma temporal, que son capaces de contener y -- configurar el concreto, hasta que éste alcance cierta resistencia.

La CIMBRA tiene una serie de objetivos que a continuación se mencionan:

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

A su vez debe cumplir ciertas características:

- a) Resistente.
- b) Durable.
- c) Indeformable.
- ch) Textura adecuada al acabado.
- d) Hermética.
- e) Fácil de descimbrar.
- f) Fácil de limpiar.
- g) Fácil de armar.
- h) Económica.

Para el estudio de la cimbra se dividiremos en dos grandes grupos.

- a) CIMBRA DE CONTACTO.
- b) OBRA PALETA.

CIMERA DE CONTACTO (MOLDE)

Como su nombre lo indica es la que está en contacto directo con el concreto, cuya función principal es configurar el concreto de acuerdo a nuestras conveniencias, se compone básicamente por paneles, tarimas, o moldes prefabricados, etc...

OBRA FALSA

Su función principal es soportar y dar rigidez necesaria a la CIMERA DE CONTACTO, está formada por elementos que trabajan estructuralmente, se compone básicamente de vigas maestras, pies derechos, andamios, contravientos, etc...

La palabra CIMBRADO, a menudo se refiere a las operaciones que se necesitan para la instalación de la cimbra y el retiro de ésta (CIMBRAR - DESCIMBRAR).

II.- MATERIALES PARA CIMBRAS

INTRODUCCION

En este capítulo se describirán algunas propiedades, ventajas y desventajas de los materiales, que resulta de gran importancia para el uso de las cimbras. Generalmente éstas propiedades se hacen evidentes a partir de su aplicación práctica, pero existen propiedades que determinan la selección de un material, además de las características físicas, el diseñador de cimbras tiene que considerar diversos factores al seleccionar un material, como se vio en el capítulo de aspectos generales de diseño. Cada material tiene algún atributo específico que resolverá un problema determinado en la construcción, cualquiera que sea el material adoptado, el diseñador necesita estar en estrecho contacto con las compañías que fabrican y distribuyen éstos productos.

Cuando algún diseñador utilice un material de reciente aparición en el mercado, o cuando este lo utilice por primera vez, debe asegurarse de la conveniencia de usarlo. Deberá efectuarle pruebas incluso hasta el límite de ruptura, bajo las condiciones a las que va a estar sometido en la práctica.

La facilidad de uso y la sencillez de la instalación son esenciales, y deberán considerarse bajo las condiciones existentes en el momento de la aplicación, la orientación y el acceso pueden afectar la instalación, así que el lugar de aplicación deberá analizarse cuidadosamente.

MADERA.

La madera a través de los siglos ha venido desempeñando un papel importante en la construcción de las obras de todo tipo, siendo probablemente el primer material utilizado por el hombre para protegerse de los agentes atmosféricos.

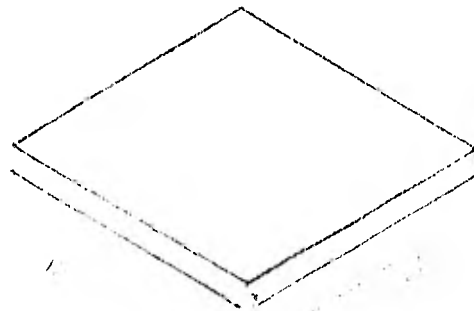
Presenta varias ventajas por su ligereza, es fácil maniobrase y se le puede trabajar con simples herramientas manuales o máquinas herramientas, y la unión de ésta es fácil lograrla ya sea con clavos, tornillos, pernos, aditivos, etc., en otros países se tiene bien clasificado los conectores dependiendo del tipo de madera, y cual va hacer su uso.

En México la principal madera empleada para cimbra en la actualidad, es de pino.

Las piezas de madera se clasifican según su calidad, en primera, segunda y tercera clase.

La unidad de madera de construcción se estima, tomada en cuenta como base la unidad estadounidense PIE MADERA, la unidad mencionada mide un pie por cada lado por una pulgada de espesor.

1 Unidad PIE MADERA.



Las cimbras o moldes se efectúan comúnmente de madera por ser un material que adopta con relativa facilidad diferentes formas.

Una cimbra de madera en contacto directo con el concreto, y - en la cual se ha empleado una "buena" mano de obra puede ser usada de 4 a 6 veces, si el elemento no está en contacto directo con el concreto, como sucede en el caso de puntales, postes, refuerzos de tarimas, largueros, vigas, madrinas, contravientos, etc., su vida útil comúnmente se calcula de 10 a 12 veces, habrá que tenerse en cuenta que las perforaciones y las marcas desgasten pronto la madera, por tal manera se deben evitar perforaciones innecesarias.

Quando las piezas de madera especialmente las de secciones -- grandes, se reducen de longitud al descabezar y ajustar sobrantes, pueden utilizarse para hacer soportes y calzas, los desechos de tableros pueden volverse a cortar para producir cuñas. Aunque éstas técnicas pueden hacer perder tiempo de supervisión, los ahorros - que con ello se obtienen pueden proporcionar rápidamente márgenes mayores que los costos principales.

A menudo es más sencillo y rápido cortar nuevo material, que volver a usar tableros ya existentes manchados por el concreto.

En el uso de triplay es conveniente planear el cimbrado con - ayuda de diagramas simples que nos indiquen la ubicación de las hojas, para impedir cortes innecesarios y evitar desperdicios. Después que se haya utilizado varias veces el triplay para cimbrar -- concreto aparente, se puede usar para cimbrar acabados comunes, y

con tercera etapa las hojas pueden usarse para trabajos en el piso y finalmente para hacer tarimas y cimbras pedidas.

ACERO.

Al elevarse cada día más el costo de la madera de cimbra, los técnicos proyectistas se han visto obligados a idear sistemas que ahorren el consumo prolongado de la madera, o bien usando otros materiales, como la lámina de acero cuyas ventajas no tienen competencia en determinados tipos de trabajo, como para el colado de losas en pavimentos, guarniciones, banquetas y columnas, etc...

El uso de acero en la fabricación de la cimbra se debe a alguna especificación o particularidad de la estructura de concreto, - además de los sistemas de cimbras patentados, se escoge el acero - porque:

- a) Se pueden obtener de la cimbra una gran cantidad de usos.
- b) Se pueden especificar tolerancias especialmente restringidas para el acabado del concreto.
- c) Intervienen esfuerzos muy grandes.
- ch) Puede mecanizarse hasta cierto punto el sistema de cimbras.

cada uno de estos factores puede determinar algún aspecto de la construcción, por lo que es necesario que el diseñador de la cimbra lo tome en cuenta.

El acero se usa generalmente en secciones y placas estándar y a menudo como piezas completas.

El acabado que toman las piezas coladas por éste procedimiento es perfecto en su apariencia, quedando superficies libres de toda irregularidad y ésta es una tendencia a usar el acero, pues nos deja el concreto aparente sin aplicar ningún recubrimiento posterior. Cuando el material tenga desperfectos que pueden afectar la superficie del concreto aparente, se usa por ejemplo en la subestructura y en los refuerzos.

Una ventaja de las cimbras de acero es su gran resistencia, - sobre todo cuando los miembros están soldados y constituyen parte integral de la cimbra, las cimbras totalmente ensambladas con sus refuerzos de acero ya colocados, pueden instalarse en su lugar, como por ejemplo, en la construcción de vigas pesadas y de puentes.

En la fabricación de cimbras los espesores del acero utilizado tienen un aislamiento reducido o nulo, pudiendo ser ventajoso cuando las técnicas acelerantes de curado derdnen de la transmisión de calor al concreto a través de la superficie de contacto de la cimbra, sin embargo, cuando se hace un colado de concreto en lugares expuestos, el diseñador debe de introducir algún tipo de aislante para evitar pérdidas de calor debidas a la radiación.

Los elementos de acero frecuentemente mejoran las propiedades de otros materiales de cimbre, por ejemplo, el uso de moldes de concreto cuyas caras de contacto son de acero proporciona durabilidad, estabilidad y extraordinaria exactitud, cuando se requiere un alto grado de precisión en colados sucesivos.

Un problema específico en la fabricación de cimbras, es el de obtener anclaje adecuado para el equipo de vibrado; puede resolverse fácilmente mediante el uso de contravientos soldados directamente a los elementos estructurales de la cimbra.

Con frecuencia las cimbras de acero son pesadas, y traen como consecuencia el uso de malacates o una grúa. El uso de acero generalmente reduce el número de puntales necesarios, ésto incluso puede convertirse en un factor a considerar en la selección de materiales para la cimbra.

La fabricación de elementos de acero concierne al soldador, - especialmente cuando se usa gran cantidad de soldadura, la habilidad para mantener la rectitud y para corregir distorsiones que se producen en la soldadura.

Cuando las cimbras han de usarse esporádicamente, tal vez convenga galvanizarlas, para evitar la oxidación, que ocurre después de cada uso, pero debido al alto costo del galvanizado, se puede emplear el chorro de arena.

TUBO DE CARTON (SONOTUBO)

Los ingenieros han visto las ventajas que ofrece la aplicación del SONOTUBO, como cimbras para columnas circulares, mediante su empleo se obtiene una gran economía desde todos los puntos de vista:

- a) Como cimbra propiamente.

- b) Se ahorra, con respecto al ramo de la carpintería.
- c) Una economía en tiempo, pues su erección de éstas cimbras es muy simple, por lo que respecta a la parte del atrocuelamiento.

Dado que se fabrican de diversos diámetros interiores, ofrecen la ventaja al constructor de seleccionar su diámetro de la columna, SONOTUBO fabrica 21 diámetros de 2.5 cm. hasta 100.0 cm. -- de diámetro interior, y se fabrican longitudes hasta 8.0 m. o mayores sobre pedido especial, su peso varía de 0.52 a 18.0 Kg. por metro de tubo.

Sonotubo fabrica acabados interiores en dos tipos, uno deja superficies limpias y lisas, la otra nos deja la marca de la unión del tubo en forma de espiral, en la superficie del concreto.

Debido a su peso tan ligero, puede ser fácilmente colocados en su lugar. Los sonotubos son rígidos por sí solos y necesitan un apuntalamiento mínimo para sostenerse rectos, estos resisten el impacto de las cubetas de colado sin deformación, puede usarse cualquier sistema de vibrado dentro de ellos, no es recomendable usar vibrador sobre sus paredes. En el descimbrado se emplea un serrucho eléctrico con cuchilla de carburo, ajustado al espesor de la pared, debiéndose cortar el tubo en tres secciones a lo largo de éste, separadas una de otra 120 grados, con lo que facilita su desprendimiento, se recomienda hacerlo entre los 3 y 7 -- días después de colado, debido al método de descimbrado éste solo se usa una sola vez.

MATERIALES PARA LA FORMACION DE LOSAS ALIGERADAS.

Para la construcción de losas aligeradas se tienen varios materiales como:

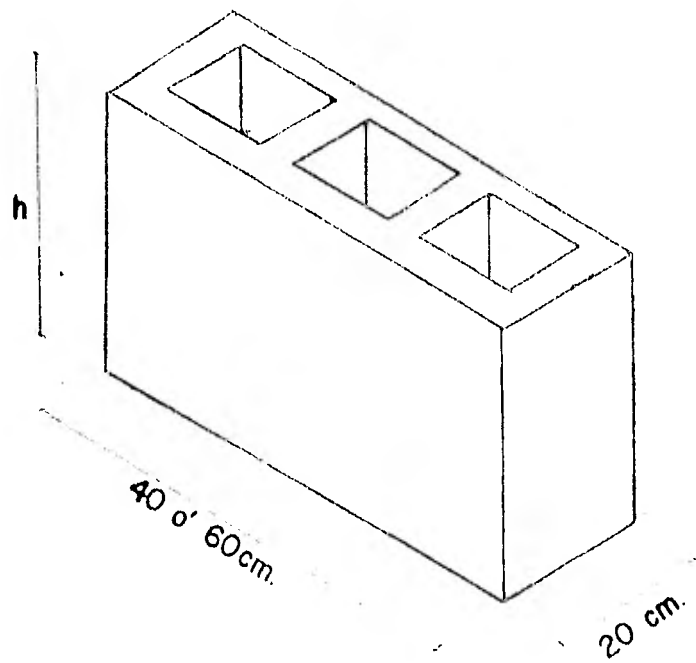
- a) Block Aligerado.
- b) Poliestireno.
- c) Casetón de Fibra de Vidrio.
- ch) Casetón de Plástico.
- d) Casetón Metálico.

etc.

todos ellos requieren de la Obra Falsa, con un entarimado (cana), donde se colocan los materiales para la formación de la losa aligerada.

EL BLOCK ALIGERADO Y EL POLIESTIRENO, nos dan en la losa un acabado no aparente, que es necesario la colocación de un plafón o de un aplanado, con materiales no renovables.

El Block Aligerado está construido por cemento y arena, se fabrican en varias medidas estándar, y sobre pedido, éste tipo de material es barato, y son fácilmente colocados para dar el acabado final a la losa.



Se hacen en varias alturas "h", variando de 5.0 en 5.0 cm. desde 20.0 hasta 50.0 cm.

El Poliestireno es un material sumamente liviano, éste material es barato, se usa en grandes secciones, es necesario provenir los levantamientos y los desplazamientos laterales, es muy manuable y fácil de cortar para dar la medida que se requiera.

Se fabrica en cualquier medida.

Los Casetones de FIBRA DE VIDRIO, METÁLICOS Y DE PLÁSTICO, dan un acabado aparente, se usan por lo general en estacionamientos, en edificios para oficina, etc...

Este tipo de material es usado en estructuras donde no se tengan muchas instalaciones, ya sea de cualquier tipo, por que estarían rompiendo los moldes.

A menudo es un material que se renta, por su alto costo, es costoso cuando se tienen grandes volúmenes de obra.

Es un material renovable, su desmoldado se lleva a cabo con la inclusión de aire a presión, entre la cara de contacto con el concreto.

Los casetones de Fibra de Vidrio y de Plástico se tienen medidas estándar, y se surten sobre pedidos con medidas especiales, éstos son ligeros y manuales y fácil de colocar en su posición final.

Los casetones de acero son de gran durabilidad, y se fabrican en sobrepedidos, se construyen en forma modular, no son tan manuales como los anteriores, es necesario de masticos o de otra maquinaria para su colocación, son sumamente rígidos y confiables a la hora de colar la losa, su desmoldado es por sí solo, por su gran peso.

III.- ASPECTOS GENERALES DE DISEÑO

INTRODUCCION

Con frecuencia el diseño de cimbras es efectuado por personas de mediana preparación, pero a medida que las obras se vuelven más complejas se requiere del desarrollo de nuevos métodos, y por consecuencia se requieren de personas con más capacitación en el área de cimbras.

Cualquier diseñador debe recordar datos sobre costos de materiales, rendimientos y diversos aspectos del uso y construcción de formas y moldes, ésta persona deberá revisar constantemente revistas especializadas en la construcción.

Sería recomendable que llevara cursos de capacitación, visitas informales a los tipos de obras que considere importante.

DATOS PRELIMINARES

Para un diseño de una cimbra se deberá contar con ciertos cri-
terios:

- a) Magnitud de la obra.
- b) Política de la Compañía respecto a las normas de construcción.
- c) Detalles que gobiernan a la obra.
- ch) Disponibilidad de los recursos y de mano de obra.
- d) Información de otras obras que este realizando la Compañía y -
que se necesiten de los mismos recursos.

Durante reuniones celebradas en las etapas preliminares del proyecto, se deberá de llegar a un acuerdo para establecer el tipo de acabado, la rapidez con que se deberá colar, etc., como se a podido observar con la práctica, las especificaciones deberán aceptar tolerancias razonables ya sea por requisitos del cliente, clima, restricciones por parte de las autoridades, época del año, etc.

El diseñador se podrá poner en contacto directo con las personas encargadas del control del concreto o con el constructor de la obra, y tratar puntos sobre el tipo de acabado, colocación y forma de compactación del concreto, aditivos, tiempo de fraguado, velocidad de adquisición, resistencia, apariencia final del concreto en la estructura, etc...

Durante el colado se deberá estar observando y checando los problemas que se tengan, ya sea en la recepción de las "ollas", condiciones del concreto, etc., e ir registrando el avance de la obra, para una posible aclaración, o modificación en el pedido de las ollas.

PRINCIPALES FACTORES DE DISEÑO.

Estos factores están íntimamente relacionados entre sí, y nos llevan a la selección del molde y la cantidad que se requiere.

- I) Perfil y cantidad de la cimbrera.
- II) Mano de obra.
- III) Instalaciones y Equipo.
- IV) Materiales.
- V) Equipos auxiliares.

I) Perfil y cantidad de la cimbra.

Uno de los aspectos más importantes es sin duda la selección del perfil óptimo y la cantidad de cimbra que se va a requerir en una determinada obra específica.

El diseñador deberá escoger el perfil óptimo al cual se deben ajustar los elementos principales de las cimbras que van a montarse, (pueden ser una o varias unidades básicas de cimbra según sea el tipo). Esta unidad debe ser un tablero pequeño del tipo modular, o un conjunto grande desmontable o movable por medio de grúas ésta podrá ser usada con pequeñas modificaciones para sucesivas -- operaciones de colado en toda la obra.

La cantidad de cimbra requerida para el perfil de la unidad básica, dependerá no solo del programa por cumplir, sino el método de manejo y el grado de mecanización que se haya incorporado a la cimbra.

La cantidad de cimbra estará en función de los ciclos de construcción, incluyendo el tiempo considerado para ejecutar actividades asociadas como la fijación del acero, manejo de la cimbra, colocación del concreto, así como los puntos relevantes estipulados en las especificaciones, respecto a los factores que gobiernan los movimientos de la cimbra y dependen del clima y la temperatura ambiental.

II) Mano de Obra.

El diseño de un sistema de cimbrado puede verse perfectamente -

afectada por la calidad, cantidad, disponibilidad de la mano de obra.

La cimbra debe diseñarse en función de la capacidad y habilidad de la mano de obra aprovechable, esto repercute en la selección tanto de los materiales como de la instalación del equipo para cimbra.

La proporción de uso repetitivo de la cimbra, depende de la forma de como la mano de obra manejan los materiales en el cimbrado y el descimbrado.

Otro punto importante se refiere al grado de mecanización o innovación permitido por los sindicatos de ciertos grupos de operarios para determinado trabajos en alguna obra específica.

III) Instalaciones y Equipo.

Gran parte del diseño de la cimbra dependen de las instalaciones y equipos de que se dispongan en la obra, tanto las grúas como sus equipos asociados se utilizan para gran variedad de operaciones y aún cuando normalmente se emplean para las actividades críticas del programa de la obra, es decir es cimbrado y colocación del concreto, también pueden necesitarse para la colocación del acero estructural, revestimientos prefabricados, etc. De común acuerdo -- con los ingenieros de planeación, el diseñador debe entonces programar los horarios de demanda de las instalaciones y equipo, coordinado con las actividades que van a requerir dicho equipo.

IV) Selección de Materiales.

Para éste momento el diseñador deberá haber determinado cuantas veces será posible volver a utilizar la cimbra, y éste dato al igual que los requisitos para el acabado superficial estipulado en las especificaciones y los acuerdos establecidos con las autoridades correspondientes, les servirá de orientación al iniciar la selección de los materiales.

Es indispensable que el diseñador este informado acerca de -- los nuevos descubrimientos en la tecnología de los materiales, y -- especialmente a los recubrimientos y desmoldeantes para la cimbra incluyendo los materiales de reciente aparición, así como las técnicas apropiadas para su manejo.

Es responsabilidad del diseñador investigar y superar los factores que gobiernan a cada material, para escoger los que mejor satisfagan las especificaciones respecto a la exactitud y acabado.

V) Equipos Auxiliares.

Existen proveedores que suministren el equipo auxiliar requerido en la industria de la construcción, por ejemplo vibradores internos y externos, llanos para vibración, equipo para el tratamiento para el vacío del concreto recién colado, productos para acelerar el fraguado del concreto, en general equipos que intervengan -- directa e indirectamente en la ocupación e requerimiento de la cimbra.

El diseñador debe estar interesado de la aparición en el mercado

de cualquier equipo nuevo ya sea recibiendo información escrita de los equipos que le podrían ser de utilidad.

No es de extrañar que el personal de una obra se vea obligado a incrementar su eficiencia y rendimiento o su avance diario, - para cumplir con ciertos programas y recuperar tiempos perdidos, y quizás también sean necesarios acelerar los ciclos de colado, luego entonces el diseñador deberá poseer un conocimiento práctico de todo el equipo disponible, así como las técnicas de curado acelerado del concreto, en la actualidad un gran número de estructuras de concreto reforzado se programa sobre la base de métodos acelerados de construcción, especialmente aplicables cuando se hace una inversión considerable en formas para cimbras fabricadas, o equipos patentados o alquilados.

CANTIDAD DE MATERIAL PARA LA CIMBRA.

En ésta decisión influyen principalmente los aspectos económicos, aunque del aspecto tecnológico es básico en la construcción - interviene en forma preponderante, sin descuidar lo referente a la seguridad, el tiempo de descimbrado, localización de juntas de construcción, accesos tipo de obra, continuidad de trabajo, etc.

En las cláusulas de las especificaciones también se establecen los tiempos de descimbrado que deben observarse, sin embargo, éstos pueden ser modificados como resultado de las condiciones que valescieran en la obra.

El diseñador de la cimbra deberá prever que el trabajo sea -

continuo y siempre sea posible proporcionar suficiente material para la cimbra, con el fin de satisfacer las demandas de los técnicos de instalaciones mecánicas, eléctricas, gas, calefacción, ventilación, etc...

Los costos de los materiales deben ser comparados con los de la mano de obra requeridos para su recuperación, descimbrado y usos posteriores con objeto de lograr un equilibrio entre ambos.

La calidad de la construcción repercute directamente sobre el posible número de usos posteriores y depende de la calidad de la cimbra empleada, ésto es bastante difícil de controlar y requiere de una cuidadosa planeación.

El costo inicial de los materiales para la cimbra es otro factor que afectara su calidad, por ejemplo, cuando se requiere de un acabado exótico, el constructor puede decidir que es mejor usar un molde de poliuretano y fabricar una matriz del molde maestro, pero como el colado de poliuretano es bastante caro, se presenta la tentación de reducir los costos de construcción, prolongando el programa de colado para aumentar el número de usos repetitivos del mismo molde.

El deterioro de algunas formas de cimbras se debe a la mala aplicación de algún editivo desmoldante, el uso incorrecto de vibradores, o el manejo poco cuidadoso de la cimbra entre cada colado, por tal motivo el diseñador deberá dar instrucciones apropiadas al personal de la obra, acerca de la correcta aplicación de todas las técnicas que intervienen en el mantenimiento de las cimbras.

IV.- SEGURIDAD

INTRODUCCION

La seguridad en la construcción de las cimbras implica dos aspectos:

- a) Condiciones de seguridad para el trabajador.
- b) Diseño y construcción apropiada para la seguridad de la estructura.

Para lograrésto, es necesario planificar, para establecer procedimientos de construcción, velocidad de colado y secuencia de -- trabajo.

El carácter temporal del trabajo mismo, tiende hacia una construcción deficiente, y el aspecto económico se busca por lo general, a consecuencia de esto se reduce el peso de las secciones, la cantidad de miembros de soporte, o el uso de materiales de segunda mano, obviamente no hay nada infalible, pero es obligación de los responsables evaluar los márgenes razonables de seguridad.

La seguridad es de primordial importancia, en las disposiciones del cimbrado deben prepararse para facilitar un acceso seguro, y quienes vayan a utilizar el equipo, deben estar debidamente capacitados en el manejo de los procedimientos constructivos de la cimbra.

Las causas de un accidente se pueden definir como una combinación de sucesos, que crean un estado de peligro originado por una acción, que no observe medidas de seguridad adecuadas.

Existen innumerables ejemplos de los accidentes ocurridos en las distintas áreas, las causas y peligros son impredecibles.

GENERALIDADES

Los planos de las cimbras constituyen un factor importante en la seguridad, al preparar, los planos de trabajo, el contratista - puede detectar dificultades y eliminar riesgos y hacer las correcciones necesarias, para evitar tener que hacerlas más tarde con -- una demolición.

Existen problemas singulares en la industria de la construcción, las operaciones del cimbrado y de la cimbra falsa, a menudo se llevan a cabo en sitios peligrosos y apartados, los cuales originan graves problemas a las personas responsables de las obras.

Debido a la propia naturaleza del lugar de la construcción, - con sus constantes excavaciones, la disposición de los andamios y otras variables, siempre existe la posibilidad de que se presenten accidentes.

Los cambios que se presentan en el clima, pueden alterar considerablemente los métodos y materiales, además dichos cambios pueden influir en el rendimiento de éstos, en el montaje y el descimbrado.

Desafortunadamente aquellos que están absortos en su trabajo son probablemente los más propensos a los accidentes, estos factores combinados con el ruido, los constantes movimientos del cimbr

do y los problemas de comunicación, pueden provocar que las operaciones del cimbrado sean extremadamente peligrosas.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN ACCIDENTES CAUSADOS MAS COMUNMENTE, POR DISTINTAS INDOLES DENTRO DE LA CONSTRUCCION.

- I) Por un diseño erróneo.
- II) Por una construcción defectuosa y el deficiente empleo de los materiales.
- III) Por factores que normalmente se encuentran fuera de control - del diseñador de la cimbra.
- IV) Por un mal trabajo, o una mala comunicación.

I) POR UN DISEÑO ERRONEO.

Estos son el resultado de un conocimiento deficiente de las - cargas de las cimbras, de los esfuerzos, de las presiones y de las fuerzas de las cuales se forman dentro del molde.

Es necesario checar que los criterios del diseño sean válidos, mediante la comparación con los códigos y normas, que son informes de investigaciones y de los resultados de trabajos realizados previamente, es necesario verificar que el enfoque técnico coincida - con la información práctica, todos los cálculos y detalles deben de ser comprobados cuando sea necesario, se deberá consultar a los especialistas sobre todo cuando el método de cimbrado requiera de - - equipo mecánico.

Se deberán notificar las variaciones y los adelantos obtenidos, -

así como mantener registros para usos posteriores, en casos similares de trabajo, habra que mantener una relación constante con otros diseñadores, y con las personas encargadas de la fabricación, realización del cimbrado, y se deberán informar las ventajas, los accidentes ocurridos y los peligros inéditos que se hayan detectado en la aplicación del método de cimbrado.

Se requiere de un diseño adecuado para cada caso, y que su construcción vaya de acuerdo con el diseño.

II) POR UNA CONSTRUCCION DEFECTUOSA, O POR EL DEFICIENTE EMPLEO DE LOS MATERIALES.

Estos son particularmente problematicos, por lo que a menudo ocurren aún después de haberse invertido gran esfuerzo en la preparación cuidadosa de los paneles y los métodos a seguir, los materiales que se utilizan para la construcción de la cimbra, frecuentemente son en malas condiciones, se deberá tener cuidado para prevenir un mal uso.

Cualquier variación entre el plan propuesto y la práctica habitual deberá ponerse en duda, aunque dicha variación quizás sea internacional, sin embargo, es posible que se haya cometido algún error, por lo que hay que tener sumo cuidado.

Cuando lleguen los materiales y el equipo a la obra deberán revisarse para ver si cumplen con las especificaciones o con los detalles del cimbrado, nunca deberá usarse un equipo defectuoso, ni siquiera como un recurso provisional.

Hay que asegurarse que los apoyos estén limpios y que tengan el área de apoyo adecuada, que se indica en los planos.

Se deberá dar aviso al ingeniero responsable cuando se presente una deflexión o movimiento imprevisto y si se tiene alguna duda, será necesario detener el montaje o el proceso de colado.

III) POR FACTORES QUE NORMALMENTE SE ENCUENTRAN FUERA DE CONTROL - DEL DISEÑADOR DE LA CIMBRA.

Se podría afirmar que la habilidad del diseñador de la cimbra o del supervisor, los capacita para poder prevenir la mayor parte de los accidentes, que probablemente pondrían en peligro a los trabajadores, es difícil prever los accidentes clasificados en este grupo.

Las reglas básicas en esta área son:

- a) Estudiar todas las actividades de todos los diversos trabajos que se desarrollan en la construcción, e intentar detectar -- sus influencias durante todas las etapas de la construcción - de la cimbra.
- b) Dedicar especial atención a las actividades intensas que se desarrollan en la obra, y planear los movimientos de todo el equipo.
- c) Estudiar el programa de actividades a fin de obtener una idea general del proceso de construcción, y así identificar donde se llevarán a cabo trabajos de construcción cercanos al lugar de montaje de la cimbra.

- ch) Vigilar especialmente aquellas situaciones donde las exigencias de otras actividades se desarrollan a la par con nuestro sistema de cimbrado, para fines de acceso, pudieran provocar movimientos o un ajuste de la cimbra.
- d) Evitar la exposición de los elementos de apoyo crítico, que pudieran ser desplazados debido al tránsito.
- e) Mantener una estrecha relación con los ingenieros de planeación y de proyecto para garantizar continuidad en los procesos de cimbrado.

IV) POR UN MAL TRABAJO Y UNA MALA COMUNICACION.

Hay ciertos accidentes que están relacionados con el personal o con el trabajo que este se lleva a cabo, como sucede en casi todas las situaciones, donde el elemento humano se encuentra involucrado, esto se reduce a la falta de comunicación, desafortunadamente gran parte de los accidentes son causa de un mal desarrollo del trabajo, o motivación escasa.

Aún teniendo la información, se quiere lograr un ritmo de trabajo más rápido y obtener algunos ahorros con ellos, los planes de incentivos y los métodos para obtener más ganancias, han propiciado más peligros, porque se ha aumentado el tiempo de desarrollo de las actividades, mientras que a los supervisores solo les interesa exclusivamente buscar progreso, a menudo se le hace difícil enfrentarse a factores importantes como proporcionar acceso a los primarios o el mantenimiento de las barreras de seguridad.

El supervisor o el instructor de seguridad, son los responsables de que se cumplan con los requisitos de seguridad, es importante que el diseñador al igual que el supervisor tengan una buena relación de trabajo con ellos.

Los inspectores de seguridad deberán asegurarse de que los cascos, bota, lentes protectores, ropa de trabajo, etc. proporcionados por la compañía sean utilizados, aún cuando el personal tenga objeción a ello.

Cuando un trabajador se haya integrado a la cuadrilla, la tarea primordial del supervisor será asegurarse de que esa persona sea capaz de llevar el trabajo, y lo pueda realizar de tal modo que no represente un peligro para él, ni para las demás personas que trabajan en la obra, el personal de nuevo ingreso nunca deberá trabajar solo, necesita recibir instrucciones y trabajar en forma de que aprenda los métodos de seguridad aceptados en la obra, los trabajadores deberán realizar sus actividades bajo el control de una persona experimentada, cada persona debe saber quien es su superior y conocer el trabajo al cual a sido asignado.

Para llevar un buen funcionamiento dentro de la seguridad, se debe conocer los siguientes criterios:

- a) Tipo y resistencia de los materiales que se usarán en la cimbra.
- b) Cargas de trabajo para las que está diseñada la cimbra, incluyendo las cargas concentradas permisibles de la cimbra, (en -

caso de que éstas existan).

- c) Límite de velocidad de colado y temperatura del concreto.
- ch) Secuencia, programación y planeación para el colado.
- d) Detalles y dimensiones completas de la cimbra, incluyendo la cavidad de colado y los registros de limpieza.
- e) Detalle de juntas constructivas y de control de expansión.
- f) Planos completos de apuntalamiento y respaldamiento, con los contravientos, con aprobación del ingeniero.
- g) Cargas máximas sobre los puntales y valores supuestos de resistencia del suelo.

Con lo que respecta a la seguridad general, con frecuencia se pasa por alto, a consecuencia se crearen unas normas obligatorias, para mantener una seguridad en el lugar de trabajo.

- a) Areas y pasillos de trabajo (andamios, escaleras, pasadizos, cruces, rampas, etc.), seguros para la laboración del personal.
- b) Limpieza y mantenimiento continuo para conservar la seguridad en áreas y pasillos de trabajo.
- c) Protección contra los bordes descubiertos del perímetro, y de las aberturas en el piso.
- ch) Verificación del espacio apropiado para cada trabajador, con el fin de evitar amontonamientos.
- d) Capacitación sobre seguridad para maestros de obra y oficiales, así como la orientación a los trabajadores de edificación.

-don y de nuevo ingreso.

- e) Prácticas de seguridad para trabajadores calificados, y trabajadores antiguos.
- f) Precaución para mantener alejados de los puntos de peligro potencial, a trabajadores nuevos o no clasificados.
- g) Suministro de equipo adecuado de seguridad a todos los trabajadores.
- h) Suministro de herramientas mecánicas de seguridad y de vigilancia de los principios de seguridad, como parte de rutina diaria.
- i) Instalaciones seguras de cables y tomas de corriente eléctrica temporales.
- j) Revisión de conexiones y andamios, para asegurarse de que sus instalaciones sean correctas, revisión periódica de los mismos para vigilar la posición correcta y los posibles desgastes.
- k) Eliminación de todas las cimbras sueltas, o colgantes durante la operación de descimbrado.
- l) Amarre o sujeción de todo material suelto, almacenado en pisos superiores abiertos.
- ll) Extracción y doblamiento de todos los clavos descubiertos en la madera descimbrada.
- m) Eliminación de los amarres de cimbra que sobresalgan en el área de trabajo.
- n) Hacia el final del día supervisión del trabajo desarrollado para evitar descuidos, debidos a cansancio.

- n) Vigilancia continua sobre cualquier indicio de fuego en la cimbra, especialmente al terminar el trabajo del día.
- o) Verificación ante todo de que el sistema de cimbrado este completo, en todos los detalles, antes de colar el concreto.
- p) Tapones de plástico o "banderas" de trapo, colocadas en las varillas salientes, o del mismo equipo de cimbrado.

Una de las causas más comunes de los accidentes ocurre cuando la gente se cae de los andamios por la falta de precaución, o cuando deposita los materiales, en muchos casos las medidas de seguridad son obvias, aunque se debe mencionar que siempre se hace necesario el uso de un andamio adecuado y de un equipo de seguridad, y se debe tener en cuenta al fijar el equipo auxiliar a la cimbra principal.

El diseñador deberá mostrar gran interés en todos los procesos que intervengan en la construcción, y estar pendiente de todas las etapas de la obra, éste deberá hacer sus diseños tomando en cuenta los requisitos de seguridad, un diseñador que no cumpla dichas actividades, no apreciará los posibles daños, ni podrá solucionar satisfactoriamente los problemas que se presenten en todos los niveles, por otro lado el supervisor deberá conocer ampliamente la tecnología y las técnicas empleadas, y comprender en su totalidad los objetivos del diseñador.

El supervisor deberá coordinar el potencial humano que consti-

-tuye el factor más complejo del proceso, y mantendrá un flujo de --
información, por medio del cual las personas encargadas del diseño
de la cimbra, comuniquen sus rendimientos y cualquier especifica--
ción que éste así lo considere.

Los trabajadores que ya han realizado trabajos similares en --
las etapas anteriores, éstos pueden caer en un exceso de confianza,
la cual los podría llevar a un posible accidente.

Antes que se lleve a cabo un colado debe revisarse meticolosa--
mente cada uno de los moldes, puntales, amarres, distribución y co--
locación del acero de refuerzo, ductos eléctricos, hidráulicos, etc.

El muy difícil que el supervisor este familiarizado con cada --
uno de los puntos que señala el reglamento, en cuanto a las respon--
sabilidades que tiene con los trabajadores, aunque legalmente esto
nunca se acepta como excusa, para que evadan dichas responsabilida--
des, es sumamente útil examinar la presente situación desde el pun--
to de vista de los requisitos del derecho consuetudinario, estos --
pueden ser expresados en los términos más sencillos de la siguiente
manera:

- a) Un lugar en el cual se pueda trabajar con seguridad.
- b) Un método seguro para el cual se pueda llevar el trabajo.
- c) Compañeros de trabajo dignos de confianza.

El patrón debe contar con los servicios del personal sea, edifi
ficado, responsable, cuidadoso y disciplinado, el supervisor y el --
diseñador lo deben tomar en cuenta, ya que al decidir utilizar un --

determinado método, tendrán una base sólida para establecer la seguridad de los trabajadores que se encuentran en la obra.

PUNTALES

Un cimbrado apuntalado parcialmente, puede resultar muy peligroso, los paneles y hojas individuales de triplay colocados en el concreto, una vez quitados los puntales y las abracaderas se vuelven muy peligrosos, ya que las piezas de la cimbra pueden caer repentinamente.

Los peligros ocasionados cuando la cimbra está en uso o después de que ha sido utilizada, son aquellos en que los puntales se -- han quitado "tempranamente", para dar acceso a los trabajadores, o que se hayan aplicado cargas excesivas, sobre el concreto recién colado.

Los vientos fuertes a menudo son responsables de los accidentes y se hace más notorio cuando en los puntales no están bien calculados los contravientos.

Puntales desplomados, apoyados en bases inseguras, falta de cuñas colocados en apoyos provisionales, en forma incorrecta, uso de pasadores de mala calidad, que se encuentre torcido o en mal estado la cabeza mal apoyada, etc., todo esto puede ocasionar la caída de un puntal.

ADITIVOS.

En plantas de prefabricación del concreto, el aditivo desmoldeante se aplica con frecuencia en espacios cerrados, es muy probable que los aditivos contengan solventes, aunque son bastante inofensivos cuando se aplican a las cimbras en obras coladas al aire libre, pero cuando se hace en cuartos cerrados, pueden concertarse en cantidades dañinas para la salud. En conformidad con los requisitos, cualquier aditivo debe traer un rótulo claro sobre los riesgos en contra de la salud.

Existen diversas categorías de aditivos desmoldeantes, emulsiones, aceites minerales, agentes con actividad físico química, pastas, lasas, etc., pueden presentar peligro de incendio o para la salud, si se aplica en espacios cerrados, asimismo conviene recordar que su consistencia está determinada en el modo de aplicarlos.

V.- CIMBRADO Y PROBLEMAS
DE CONSTRUCCION DE LAS CIMBRAS

INTRODUCCION

El verdadero proceso de construcción empieza durante las primeras etapas de diseño, cuando se toman las decisiones relacionadas con la selección de materiales, tal y como se ha explicado con anterioridad.

En éste capítulo se van a ver dos aspectos principales, la construcción de la cimbra en la obra para instalarla y la cimbra construída sobre el lugar en que se requiere.

Una gran parte del éxito del cimbrado depende de que tan bien construídas estén las cimbras, tradicionalmente las cimbras de madera se han fabricado fijándolas con clavos, y las formas y configuraciones necesarias se han obtenido usando herramientas sencillas, tales como el serrucho, martillo, etc., cada día es mejor la adopción de tipos de construcción sofisticada, debido al incremento del uso de herramientas, lo cual asegura la fabricación de cimbras estándar muy alto, junto con los nuevos adhesivos, resinas, etc. que reportan grandes beneficios.

FABRICACION DE LA CIMBRA

Idóneamente en la obra debe haber un cierto espacio destinado a instalar un taller de fabricación para la cimbra, esta área debe contar con un piso adecuado en altura que proporcione condiciones -

razonables para su elaboración.

Los diferentes tipos de fabricación de la cimbra requieren de determinada clase de taburetes o bancos, es de utilidad emplear en el taller bancos de una altura estándar, y quizás sea necesario unirlos con vigas.

En lugares donde se trabaje con cimbras geométricas, es aconsejable que su fabricación se realice ocupando toda el área, cualesquiera que sean los arreglos empleados se necesita una superficie que tenga suficiente espacio para permitir que puedan voltear los paneles o componentes durante la fabricación.

Cuando se requiere cimbra para uso repetido, ya sea de los paneles de la cimbra o de los elementos, se deben hacer varios patrones o guías, éstos se pueden utilizar para proporcionar uniformidad y precisión en la ubicación de los miembros dentro de la construcción, o para obtener separaciones precisas de las perforaciones para los amarres atravesados, ciertas herramientas eléctricas tales como el taladro, clavetadora, etc., son indispensables, puesto que reducen el tiempo efectivo de fabricación.

Los choffones y las molduras para detalles en la superficie del concreto debe estar firmemente adherida a la cara de la cimbra, en las aristas, elementos a relieve o choffones, todos deben de estar redondeados para evitar que se astillen y que se pueda obtener un descimbado más fácilmente.

En donde haya un detalle constructivo especial, será necesario construir una estructura adecuada, de miembros que estén rigidiza-

-dos según se requiera, ya sea con chapatas, o con diafragmas de triplay a fin de proporcionar un respaldo preciso y rígido al material seleccionado para la superficie de contacto.

PANELES.

Se debe poner atención a la estandarización de los paneles y las juntas, para sacarle mayor provecho al panel, éste debe ser --
construido de tal manera que el armazón básico de la cimbra se pueda volver a usar en otras obras, también debe de estar construido --
de tal forma que el forro y en particular cualquier detalle especial, se pueda quitar y que sea posible volver a forrar el panel, --
para usarlo de nuevo.

En donde se fabriquen a mano pares de paneles, cada uno debe --
producirse a partir de otro, o contra las tiras de respaldo, de ésta manera se asegura que dichas tiras concuerden cuando se monten --
los paneles opuestos y que los armazones atravezados se instalen normalmente en la cara de concreto.

Cuando se necesitan moldes grandes, se construyen mejor primero como paneles enteros y luego se cortan, para producir componentes --
más pequeños, con esto se asegura la continuidad de las características y los detalles, en donde se trabajan las cimbras geométricas y fuertes relieves.

La manera en que se arman los moldes prefabricados es muy importante para mantener la posición correcta y cualquier adaptación que se realice, debe estar a la ubicación correcta de los miembros

laterales, y a la vez permitir la remoción rápida a la hora de retirar el molde.

A continuación se describen las ventajas y características de ciertas partes de la construcción:

- a) Cimentación.
- b) Columnas.
- c) Muros.
- ch) Pisos y Losas.
- d) Escaleras y ductos para Elevadores.
- e) Fosas y Tanques.
- f) Formas para aberturas y ductos.

CIMENTACION

Es esencial hacer los trabajos necesarios para drenar o desaguar el terreno de la obra, esto se puede efectuar con un sistema de desagüe a gran escala o por medio de cárcamos y bombas, el lugar de trabajo debe ser seguro, lo cual se logra empleando el tablastacado o mediante la aplicación usual de madera y puntales, a menudo el sitio de la obra es un área congestionada, y puede ser peligrosa para los obreros que trabajan en espacios limitados pudiendo desalojar los puntales, o inclusive quitarlos provisionalmente para tener acceso a más altura libre, por lo tanto hay que revisar cuidadosamente todos los puntales colocados a fin de prevenir cualquier posible accidente.

El trabajo sobre el terreno puede resultar difícil en cuanto

a la obtención de soportes adecuados, si es necesario se pueden --
usar puntales de madera, si se presentan grandes fuerzas habrá que
tomar medidas precisas para evitar movimientos del suelo inundado,
o incluso del suelo aparentemente firme, a menudo es conveniente co-
locar una plantilla, ésta puede ser de cualquier concreto de desper-
dicio, lo cual proporciona un área limpia a los trabajadores, pu-
diendo así operar en una forma más precisa, y en un tiempo más cor-
to.

Una vez tomado en cuenta la altura libre, o el acceso a lo que
se desea cimbrar, se debe prefabricar toda la cimbra que sea posi-
ble y después bajarla a su posición, si se tiene un acceso muy difí-
cil, quizás resulte necesario fabricar la cimbra pieza por pieza, y
considerar la cimbra como pérdida y al terminar el trabajo, tapanla
dejándola en el lugar, o por lo menos recuperar las piezas que sean
posibles, el recubrimiento corrugado, las placas de concreto, y --
otros materiales parecidos son baratos, como para pensar en sacrifi-
carlos.

Es posible que en el trabajo de la cimentación o en donde se
realicen trabajos sobre el nivel de cimentación, haya accidentes de-
bido a las caídas de escombros, esto ocurre desde se han montado
las cosas adyacentes al borde de la excavación, y por lo tanto di-
chos bordes deben de estar listos.

COMENTAR:

El día 2 de octubre de 1964 se realizó un estudio de la cimentación

por la presión lateral supuesta que el concreto fresco ofrecerá contra la cimbra, las fallas estructurales se deben a la falta de apreciación de los factores que controlan la magnitud de la presión lateral del concreto. Cuando se hace un vibrado efectivo no se tiene problema pero cuando se hace de una manera excesiva, esto hace que rompa su capacidad de esfuerzo cortante y fricción entre el concreto y la superficie de contacto de la cimbra, aumentando la presión lateral; si se usan vibradores externos el concreto adquiere fluidez en toda su profundidad, luego la cimbra debe diseñarse para resistir la presión hidrostática.

A pesar que la mecánica de la presión se entiende con respecto al colado del concreto en columnas, las grandes presiones generadas dentro de las columnas altas, frecuentemente no se toman en cuenta, la versátil abrazadera de la columna que se emplea para fijar los lados de ésta, generalmente está disponible en la obra, por lo que no se cometen demasiadas fallas.

En el cimbrado de las columnas se deben tener suficientes moldes para proveer continuidad de trabajo para dos o más equipos de carpinteros, las columnas pueden y deben ser colocadas diariamente para generar trabajos a las actividades subsiguientes, el número previsto de moldes simples para columnas, debe estar coordinado con el método de construcción de vigas y losas, ya que no tiene objeto colar con anticipación una cantidad excesiva de columnas.

Cuando se requieren columnas especiales para puentes elevados o grandes plataformas de concreto, es posible que un solo molde fa-

bricado sea suficiente para asegurar el uso repetitivo de éste molde de acuerdo con el programa de trabajo.

La cimbra de la columna debe mantenerse tan precisa como sea posible y fijarse con rigidez para el colado del concreto, al efectuar el colado se debe tener mucho cuidado para reducir el impacto y la descarga que se produce en la cimbra desde una altura excesiva, de igual importancia es de eliminar el contacto con las carretillas y la cimbra, ésto se logra cuando los obreros tienen un acceso adecuado y pueden controlar la posición de dicha carretilla.

En donde sean posibles los contravientos deben de estar fijados al concreto ya colado, o en anclas especiales colocadas.

El ajuste final de la verticalidad de la cimbra, debe realizarse cuando se esté a punto de terminar el colado del concreto, y especialmente cuando el concreto aún esté fresco.

Para evitar que la cimbra se desplace hacia arriba en el colado, se emplean tensores, trenzas o cascillos.

Las cimbras circulares normalmente son coladas en cimbras hechas por triplay ranurado, con un bastidor de madera ferrado con triplay delgado, se usan también tubos de plástico, cartón, hojas de asbesto, láminas metálicas delgadas, etc.

KUROS

La continuidad en el alineamiento de los muros, es una característica importante en la construcción de muros, esto se logra teniendo un diseño mecánico correcto, y de que la construcción sea --

construidos siguiendo técnicas comprobadas de construcción con un-
clas firmes y materiales de buena calidad, no debe representar gran
problema lograr tal continuidad, pero es necesario controlar el pro-
ceso de colado, se debe analizar un plan establecido junto con el -
supervisor o jefe de equipo, debe quedar claramente entendido que -
hay que colar el concreto en capas a una velocidad establecida, el
jefe de equipo tiene que entender como se va a colar, especialmente
alrededor de los vanos, y debe tener cuidado para no ahogar la cim-
bra. Para un adecuado colado del concreto se debe contar con un an-
damio de acceso, junto con un medio de entrada a los vanos de la -
cimbra.

Durante el colado del concreto debe vigilarse cuidadosamente a
los miembros de contraventeo, con el propósito de asegurarse de que
la vibración e el impacto desplacen los soportes.

Cuando se tienen muros de gran altura, esto reduce el número -
de operaciones de mano de obra, pero se requieren de moldes de ma-
yor resistencia, mientras mayor sea ésta altura, mayor serán los -
cuidados que se tendrán en el aspecto constructivo y de diseño, - -
aquí se recomienda una cimbra de la misma altura manejada por grúas
si se usan cimbras móviles y no se requiere de grúas, es más econó-
mico utilizar cimbras de toda la altura.

Cuando se tienen muros de muy poca altura, se requiere de más
mano de obra, una cantidad mayor de enlameaje, implica un número ma-
yor de juntas de construcción y por lo tanto en estructuras en con-
tacto con el agua se tiene un mayor peligro de permeabilidad. La -

principal ventaja es que se pueden usar tensores más pequeños, que son más baratos, y su colocación es más sencilla, permite una mayor continuidad en el trabajo, facilita el acceso a los colocadores del acero, etc.

Las personas que han tenido que colar áreas grandes de concreto plano, han tenido problemas para cimbrar tales caras, los problemas provienen principalmente de la falta de cuidado en los detalles constructivos, por lo general, tal descuido proviene del detalle de prevenir la filtración de la lechada en las juntas de la cimbra, y detrás de los relieves.

La clave para lograr precisión consiste en fijar elementos rigidizantes continuos, como polines, vigas, a todo lo largo de la cimbra, ya sea de cualquier magnitud si se carece de miembros de continuidad, cimbrará superficies que reflejen la luz a diferentes ángulos y causan variaciones en las sombras.

Con las cimbras de madera de triplay, el elemento rigidizante o madrina debe estar colocado en el apoyo inmediatamente arriba del mismo, con objeto de que el panel no se aleje de él; debido a la deflexión causada por la presión del concreto.

Las tapas de los muros son tan importantes como cualquier parte de la cimbra.

En resumen, las claves que se deben tener en cuenta para lograr un cimbrado exitoso en muros son:

- a) Cimbras firmes con miembros continuos.

- b) Recubrimiento capaz de proporcionar el acabado de la superficie requerida.
- c) Método de colado del concreto, que esté claramente definido.
- ch) Se tenga un acceso adecuado.

PISOS Y LOSAS

La losa plana tradicional y la construcción de viga y losa sigue proporcionando mucho trabajo a los diseñadores de sistemas de cimbras, la continuidad en el alineamiento es esencial, y cualquiera que sea el sistema empleado para cimbrar la losa, la continuidad o el mantenimiento de la flecha, como se especificó es tan importante como la realización de acabados satisfactorios con la cimbra.

Durante los últimos 10 años, los arreglos con losas aligeradas con moldes removibles han cimbrado completamente la manera en que se realizan los diseños de los pisos, los claros económicos que se pueden lograr mediante el uso de losas aligeradas, se han adoptado para todo tipo de estructuras de concreto reforzado, y por la parte de los proveedores de las cimbras han respondido rápidamente al producir el equipo conveniente para el colado, las losas aligeradas con moldes removibles se cuelan con el sistema de descimbrado rápido y de puntales de doble cadeza, que aceleran el proceso de construcción y ayuda a lograr buenos acabados.

Es conveniente detallar las posiciones de los puntales, con el fin de proporcionar acceso a las actividades de construcción y efectuar todas las instalaciones de servicios sin afectar los acabados.

éstos solo se podrán deslizar o ser removidos solo con las instrucciones de una persona calificada. Los sistemas patentados son confiables a lo que se refiere la seguridad del obrero, y a la separación correcta de los puntales.

Todo diseñador debe recordar que una vez que se ha colado un piso sobre un entarimado, todo el proceso de descimbrado se va a realizar bajo circunstancias muy diferentes de las que existían cuando la cimbra se montó.

Como es obvio, el proceso de montaje toma más tiempo que las operaciones de descimbrado, un problema frecuente en la construcción de pisos, lo constituyen las demoras que ocurren entre la terminación de la cimbra, y la terminación de las operaciones de fijación del acero de refuerzo, la colocación del acero debe estar coordinada con las actividades de montaje y los ciclos de colado, así mismo como de las operaciones de los eléctricos, encargados de drenaje, etc., como la inserción de tapes o de juntas dejadas el día del colado.

Los centros de los pisos presentan algunos problemas con la formación de flechas excéntricas, en donde haya especificaciones especiales para su alineamiento o nivel, se debe usar un equipo de sistema en el que los puntales puedan colocarse previamente al alineamiento aproximado, y finalmente se ajustan con un nivel antes de empezar a la colocación del concreto.

ESCALERAS Y DUCTOS PARA ENTUBERIOS.

Los moldes para cimbra de escalera tienen una importancia mayor de lo que comúnmente se piensa. Durante la construcción normal de un edificio de muchos pisos, las escaleras proveen los medios de acceso para los trabajadores y facilitan las actividades de carga de los elevadores temporales, ya que gran parte del tráfico se sube y baja por las escaleras corresponde al personal de instalaciones como el electricista, plomeros, herreros, ingenieros, supervisores, etc., una buena facilidad de acceso al nivel de trabajo es muy importante para el progreso satisfactorio de la obra.

Cuando sea posible las escaleras deben de ser prefabricadas, o por lo menos se deben diseñar algún sistema para producir una cimbra adecuada para el trabajo, el método tradicional de CONSTRUIR Y DEMOLER que se aplica en la construcción es caro, en cuanto a la mano de obra y los materiales, y puede retrasar el trabajo de construcción más costeable al emplear obreros calificados, que podrían estar trabajando con más rendimiento en alguna otra parte, el sistema de cimbra deslizante puede ser empleado para acelerar la construcción del núcleo central de elevadores y servicios en un edificio múltiple. La construcción de escaleras se debe efectuar, paralelamente al resto de trabajo de construcción para crear acceso cómodo y facilitar el colado.

El montaje se facilita por medio de anclas colocadas en su posición en forma precisa para apoyar el trazo de las cimbres de las escaleras, la colocación de los traslapes del acero de refuerzo deberán permitir el acceso y se deben seleccionar cuidadosamen-

te el tamaño de los paneles, o la madera comprada del tamaño adecuado, ayudan al avance de la construcción, debiéndose fijar con pernos dichos elementos, a fin de obtener el mayor número de usos posibles.

Cualquier arreglo que facilite el anoyo de la cimbra dará como resultado mayor ahorro del tiempo, porque gran parte del esfuerzo del obrero se gasta en obtener el soporte en los niveles de mezzanine y de la planta baja.

FOSAS Y TANQUES

Deben establecerse requerimientos especiales respecto a la secuencia de la construcción, al tratamiento de las juntas de éstas, para los tanques y su resistencia al agua. Para la cimbra los puntos claves se relacionan con la obtención de fijaciones firmes, y éstas se logran mediante la sujeción de la cimbra al concreto previamente colado.

La cimbra debe constituir un recipiente a prueba de agua, para que el concreto se compacte adecuadamente sin pérdida de pasta, una cimbra firme debe permitir la máxima eficiencia de los vibradores, con lo cual se facilita el colado del concreto en las secciones difíciles.

El colado de concreto en las superficies de talud deben de llevarse a cabo con lentitud, a fin de prevenir que el aire quede atrapado en la cimbra superior, mientras que para las partes con mucho curvatura se deben proporcionar bastantes, por el cual se facilita el

colado continuo del concreto, se debe recordar que a pesar de las precauciones de éstas puertas sean visibles en el concreto acabado, aunque es poco probable que éste sea importante, el verdadero problema consiste en que una puerta entre en un sistema de cimbras que esté sometido a la aplicación de cargas, puesto que es muy difícil lograr un buen sellado y alinear las caras.

El diseñador de la cimbra debe analizar, junto con el supervisor como ya antes se dijo, las técnicas adecuadas para colar el concreto, con efecto de efectuar las operaciones correspondientes, - - cualquier técnica acordada debe asegurar un llenado uniforme y progresivo alrededor de toda la cimbra, o de la parte central, de lo contrario la presión del concreto puede causar desplazamientos laterales o inclusive levantándola, ya sea por el peralte de la capa, o por las vibraciones.

Los concretos demasiados fluidos presentan problemas puesto - que tienden hacia las juntas y las posibles aberturas del sistema, esto se aplica en particular a los concretos reforzados con fibra, en lo que éstas quedan atrapadas en la rebaba endurecida del concreto que se encuentra entre las juntas de la cimbra, llegando a trabar éstas, incluso aquellas hechas cuidadosamente todas las juntas entre los paucles, y los miembros del ferro deben cubrirse o cubrirse con cinta, para éste propósito existen cintas adhesivas fabricadas especialmente para cimbras.

Los puntos principales que debe tener en cuenta el diseñador de la obra en el lugar a construir son:

- a) Posibilidad que se tiene para la prefabricación.
- b) Las condiciones que se tienen para llevar a cabo el trabajo.
- c) Seguridad especialmente con respecto a las excavaciones.
- ch) Un buen sistema para el apuntalamiento y troquelamiento de las excavaciones.
- d) Su trabajo se va a llevar a cabo en un espacio limitado.

FORMAS PARA ABERTURAS Y DUCTOS.

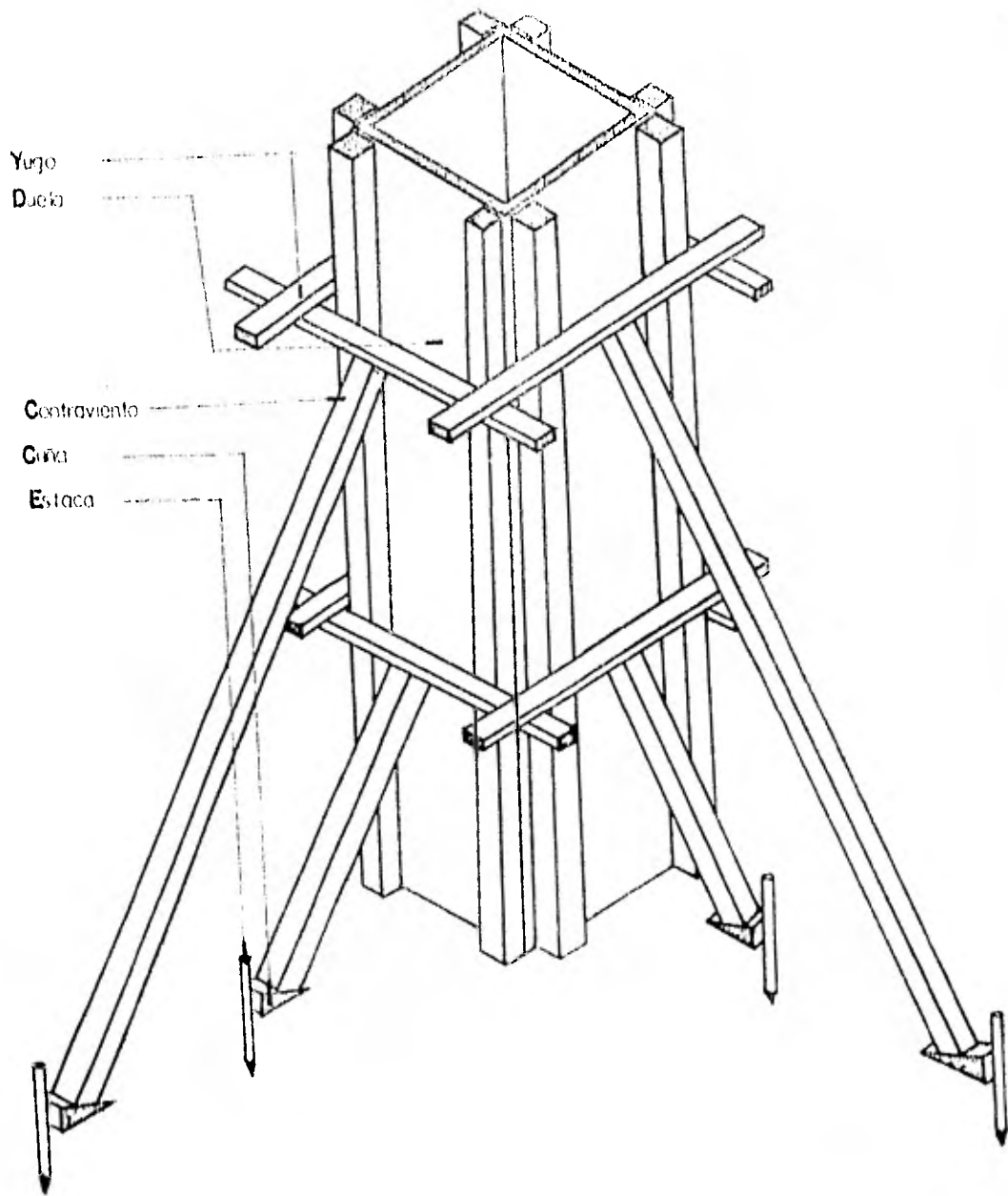
Estas pueden ser extremadamente caras, porque con frecuencia se les considera como cimbra pérdida, ya que la mayoría de las veces quedan coladas dentro del concreto.

Las cimbras que se producen en la obra para éstas aberturas se considera para un solo uso, lo que ocasiona un gran desperdicio de material, el material que más se acostumbra en éstos casos es el poliestireno expandido.

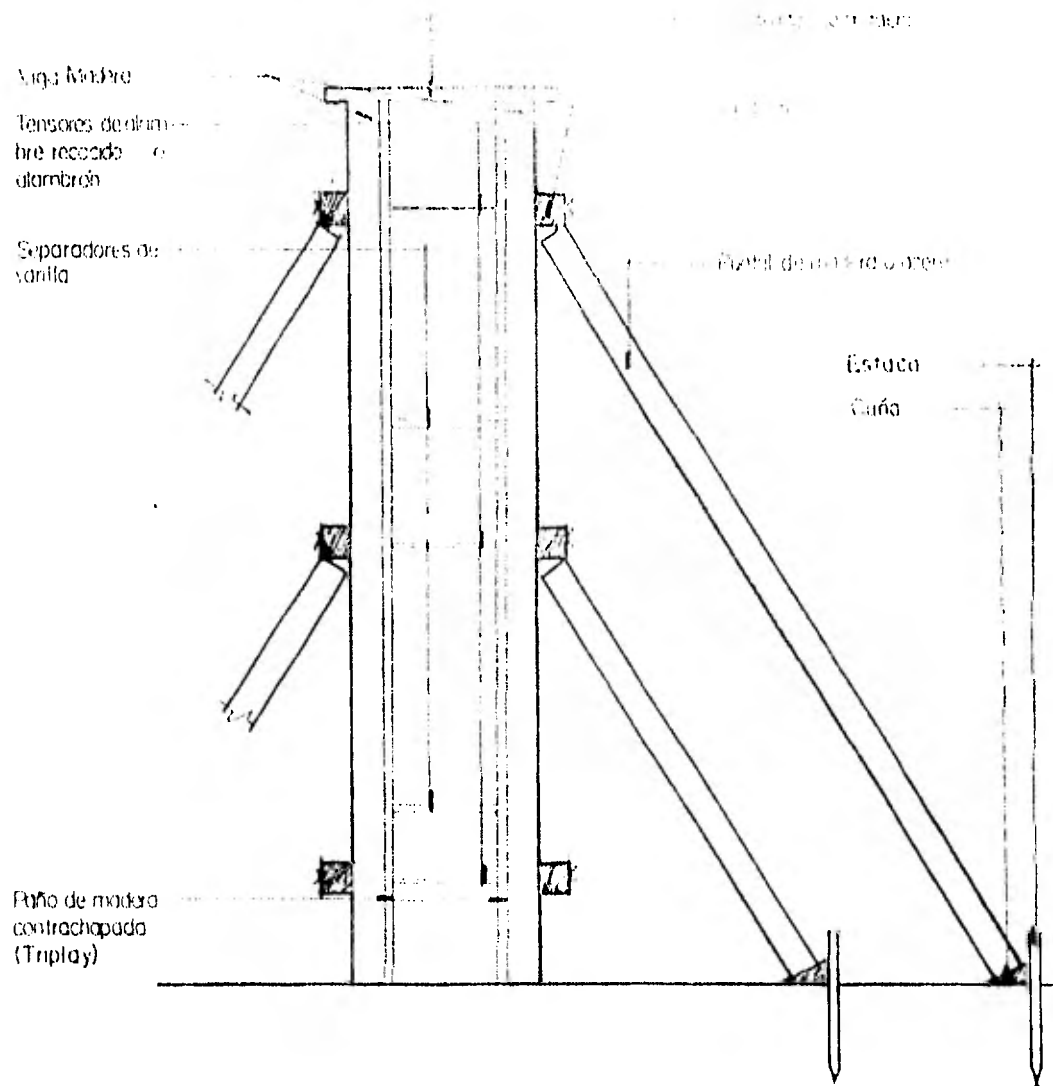
En los vanos a veces se tiene un desperdicio innecesario con los cortes repetidos y el restablecimiento de cimbras para vanos, todos los vanos y adiciones no estándar se armarán con madera, y el arreglo más costeable para el trabajo repetitivo de vanos a cualquier otro tipo de adiciones, es el uso de acero, pues nos dará un mayor número de usos.

En cualquier acabado la superficie del concreto es la imagen de la cimbra, no obstante al cuidado de construcción de la tecnología del concreto, los materiales para el recubrimiento de la cimbra aditiva, etc., serán decisivos para el logro de la calidad final,

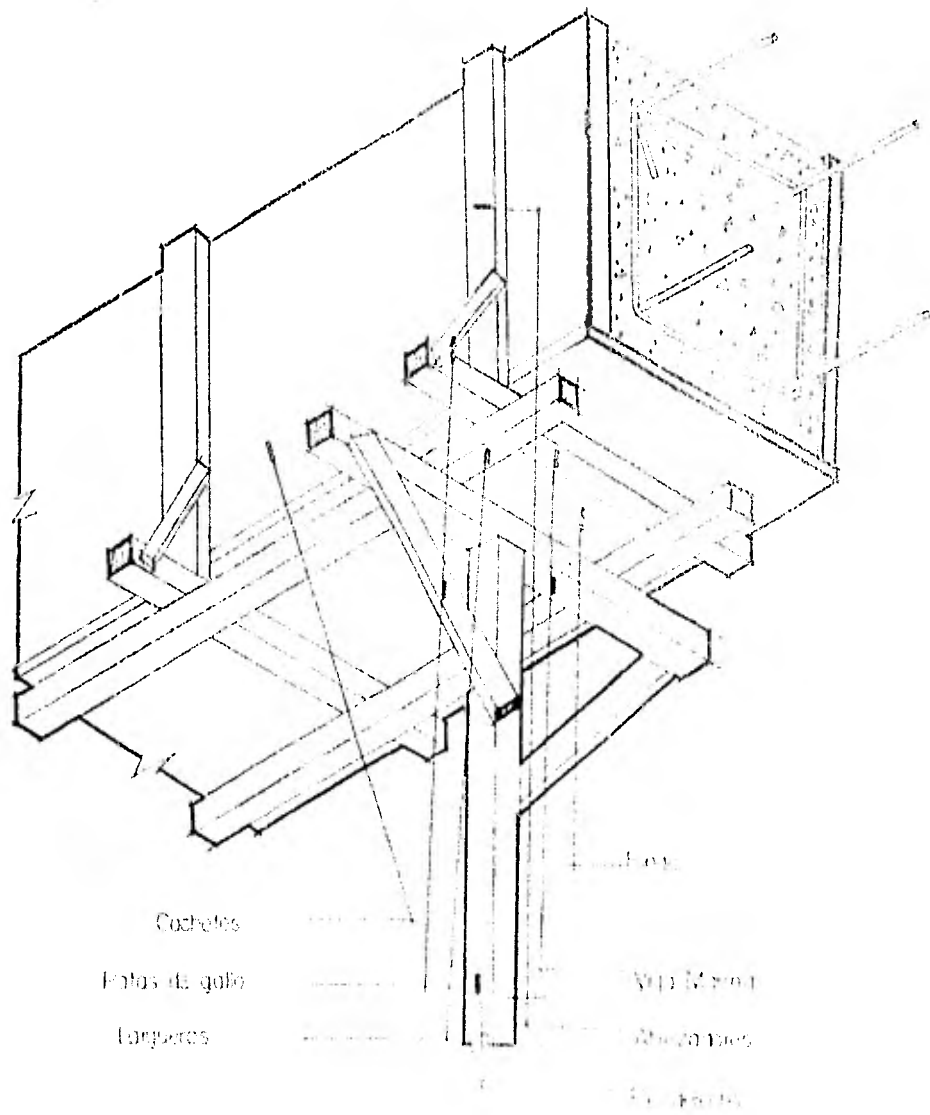
ésto se hace particularmente notorio cuando los defectos en la superficie dan lugar a protestas.



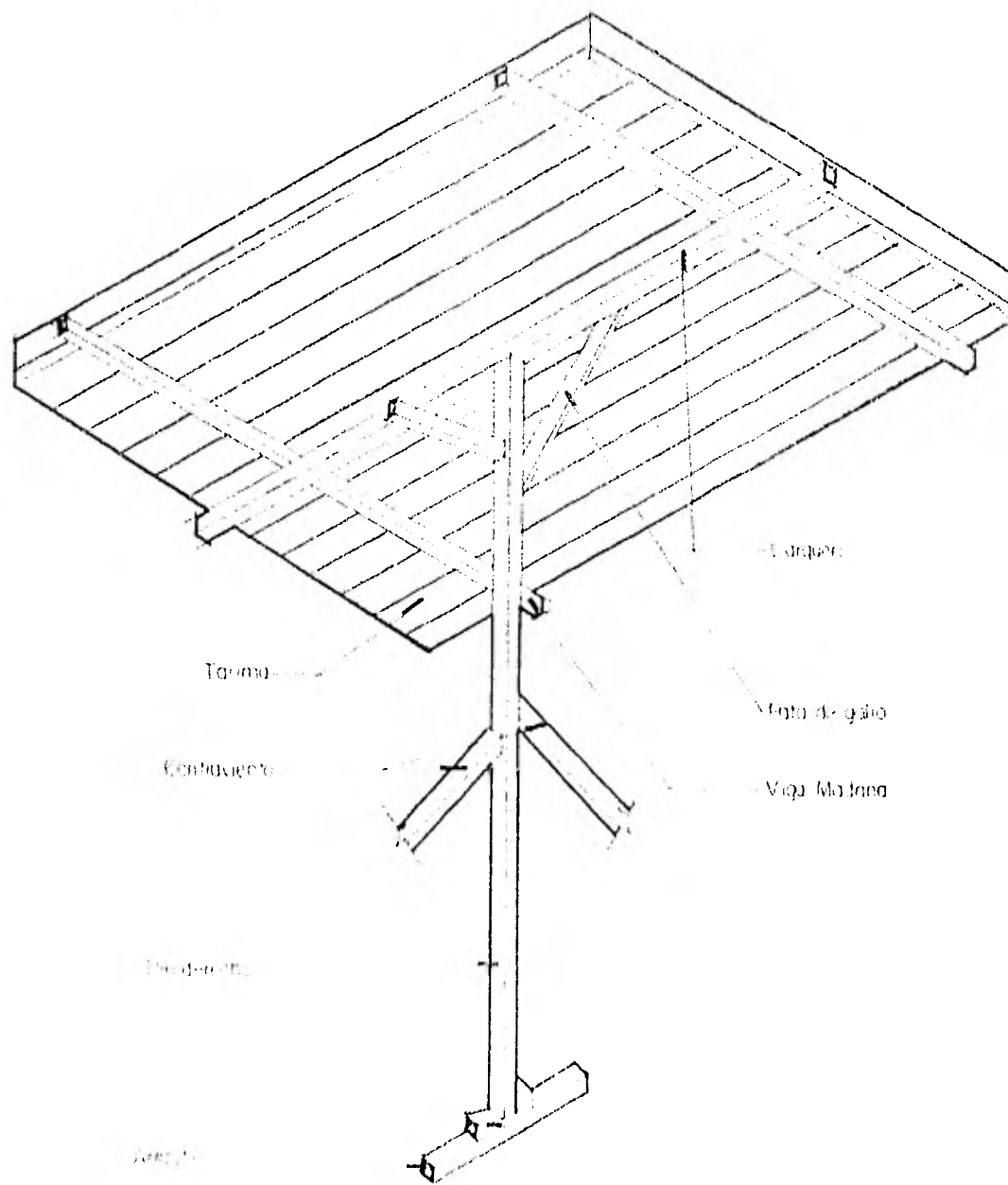
CIMBRA DE MADERA PARA COLUMNA



CIMBRA DE MADERA PARA MURO



CIMBRA DE MADERA PARA TRABE



CIMBRA DE MADERA PARA LOSA

VI.- DESCIMBRADO

INTRODUCCION

Una de las actividades más importantes en el proceso de las operaciones del cimbrado está el descimbrado, desafortunadamente en muchas ocasiones el supervisor y los operadores no toman en cuenta la importancia que representa el utilizar técnicas organizadas de descimbrado. Como resultado de lo anterior, resulta que la cimbra se deteriora, los paneles no se podrán volver a usar, y se presente con ello la deficiencia de los acabados de la superficie de contacto.

Los costos de los materiales son tan elevados que las mejores ganancias se obtienen del tiempo y del dinero empleado en la planeación de métodos para así lograr un uso repetitivo de las cimbras.

Las operaciones del descimbrado debe llevarse de tal forma que no resulte dañada la cimbra y pueda utilizarse de nuevo tal y como se diseño, en un mínimo de esfuerzo al volver a colocarla, también deberán evitarse golpes o fuerzas excesivas sobre los elementos de las cimbras.

Entre las preocupaciones de mayor importancia que deben de tomarse en cuenta, para la consecución de una buena apariencia, está el asegurar un fácil descimbrado, sin mayores problemas, para realizar ésta separación se utilizan los llamados editivos desmoldeantes, aplicables tanto para el concreto colado en obra, como para el prefabricado.

La función de éstos aditivos es disminuir la adherencia entre la cara de contacto de la cimbra y del concreto, y evitar tanto como sea posible cualquier cambio o daño que afecte a la superficie del concreto y a la cara de la cimbra utilizada, asimismo es recomendable que se utilicen aditivos desmoldantes de primera calidad, para obtener excelente calidad de acabados, los aditivos permanecen activos durante más tiempo que los aceites normales, éstos han sido absorbidos o se han evaporado de la superficie de la cimbra.

PROGRAMA PARA DESCIMBRADO

Es conveniente diseñar un sistema de trabajo en lugar de confiar en los conocimientos y la experiencia de los operados, éste sistema deberá detallarse y coordinarse de tal manera que el proceso de descimbrado se lleve a efecto de la siguiente forma, a menos que se especifique de otra manera:

- a) El momento adecuado, considerando la edad del concreto.
- b) A tiempo para descimbrar la estructura y efectuar las operaciones posteriores al descimbrado.
- c) Sin ocasionar daños a la estructura del concreto o a la disposición de la cimbra.
- ch) Con el mínimo trabajo en la obra para ejecutar el descimbrado de los paneles que están en contacto con el concreto.

MÉTODOS PARA DESCIMBRADO

Lo más recomendable es que el descimbrado se efectúe en una

edad temprana, es decir, antes que la contracción normal del concreto cause cualquier tipo de adherencia.

La apariencia del concreto depende de la naturaleza de la superficie de contacto de la cimbra, y el método empleado para el desmoldado, de tal manera que la selección y la aplicación de aceites y/o aditivos desmoldeantes requieren de un cuidado especial, un tratamiento previo a la superficie de contacto en la cimbra con algún sellador o aditivo desmoldeante dará como resultado una superficie que presente cierta consistencia.

Es necesario tomar en cuenta la efectividad de los aditivos desmoldeantes y a la selección de una solución adecuada, ya que es muy importantes en el diseño de cimbras, ésta selección se hará de acuerdo al material de la cimbra, a las temperaturas del concreto y del medio ambiente y a los métodos utilizados para el curado, tomando en cuenta todos éstos factores, nos llevan a una solución más adecuada, que aquella tomada en base al costo y al uso común solución que suele ser la más común, un tratamiento incorrecto de la superficie, - - aplicación deficiente del aditivo desmoldeante da como resultado superficies manchadas.

Algunas dificultades que pueden presentarse en la selección almacenamiento y uso de aditivos desmoldeantes en elementos de concreto y en la cimbra:

- a) Si se aplica demasiado en forma vibratoria para la desmoldación del concreto, esto se ve reflejado a un martilleo, con este efecto el aditivo desmoldeante se acumula localmente por mayor espes

por, lo cual se manifiesta con bandas porosas de color claro -- y/o grietas muy finas sobre la zona de refuerzo, se aconseja -- seleccionar un aditivo que forme una película que se adhiera -- con firmeza considerable, a la cara de contacto de la cimbra y así que resista la tendencia a desplazarse hacia el interior del elemento de concreto.

- b) En la aplicación de distintos métodos para acelerar el fraguado del concreto, son vitales para que en obra como en una planta de prefabricado resulte económica, un método común es la -- utilización de cemento de fraguado rápido, en general éste no impone requisitos al aditivo desmoldante, otro método es del tratamiento térmico del concreto, éste si nos puede determinar que tipo de aditivo va a requerir, ya que estos se comportan -- adecuadamente hasta una cierta temperatura.
- c) El uso repetitivo de la cimbra, es uno de los factores económi-- cos de una planta de prefabricados, el aditivo desmoldante de-- be ser tal que proteja a la cimbra, contra el desgaste y la co-- rrosión, los efectos de tal protección dependen asimismo del -- material que cubre la cara de la cimbra.

Los diferentes grados de absorción de la superficie de contac-- to sólo afecta la textura del concreto, sino que influyen en la can-- tidad de burbujas o agujeros que aparecen en la superficie del con-- creto, el color claro u oscuro está determinado por el grado de -- absorción de la superficie de la cimbra, y constatación del concre-- to, éste fenómeno se hace aún más notorio cuando se ha aplicado un

panel durante la secuencia de colado.

Muchos paneles pueden descimbrarse mediante el desprendimiento suave de una de sus esquinas, y se continua progresivamente a lo largo de la superficie de la pieza, cuando sea necesario deben utilizarse pequeñas cuñas para separar el panel, una vez que se ha llegado a cabo esta etapa inicial, el descimbrado de los paneles resulta sumamente sencillo. Cuando se trata de grandes cimbras de acero, el mismo peso del panel ayuda a la operación del descimbrado.

Puede introducirse aire comprimido para eliminar el vacío que se forma en la superficie de contacto, la introducción de aire, rompe la succión que se forma.

Los chaflanes y molduras en la superficie de contacto de la cimbra y los primeros apoyos del armazón, garantizan que cualquier configuración del cimbrado puedan quitarse con facilidad, éstos deben ser asegurados a la cimbra de tal manera que resistan cualquier desplazamiento, por los esfuerzos originados por el descimbrado, y para evitar la penetración de la lechada en las juntas de las superficies de contacto, ésto es muy importante, ya que aún la más pequeña partícula de concreto, pasta de cemento o mortero, que se encuentre dentro de las juntas, pueden impedir la obtención de un acabado aparente de alta calidad, provocando en ellos resultados desastrosos.

Para lograr descimbrados rápidos, se ha diseñado un método "Descimbrado rápido" o "Tantal de doble cabeza". Esto se logra con

La introducción de chaflanes de descimbrado en el lecho bajo de la cimbra, para el colado de losas macizas, los puntales sostienen a los cabecales, durante y después del descimbrado, también se emplean puntales adicionales que sostienen la estructura de concreto en el momento de quitar la cimbra del lecho inferior.

Cuando se utilizan cimbras especiales, sobre todo aquellas - que han sido fabricadas por un proveedor especializado, será necesario que uno de los supervisores responsables del uso del equipo de la obra, visite la planta del proveedor, para recibir instrucciones de como realizar el montaje de la cimbra, y para recibir - instrucciones a cerca de los métodos de descimbrado y del manejo - de la propia cimbra.

Asimismo se cuenta con varios métodos mecánicos de descimbrado, como en los que se emplean arietes, gatos hidráulicos, tornillos, etc. los sistemas menos complicados de cimbrado dependen por lo general de la habilidad del carpintero, de los cortes biselados, chaflanes que eviten contracciones y bloqueo entre los rematamientos de las superficies de trabes contiguas a los volados.

Cuando se utilizan grúas para el descimbrado, se deberán tomar en cuenta las precauciones que se detallan a continuación:

- a) La operación deberá realizarse bajo la dirección de solo una persona.
- b) Las grúas solo se utilizarán para izar, bajar, o sostener la cimbra y en ningún momento, éstas se deberán emplear para quitarlas directamente.

- c) Una persona responsable deberá revisar todos los amarres removibles y las conexiones ahogadas en el concreto recién colado, que hayan sido aflojadas y retiradas.
- ch) Todos los dispositivos flojos, varillas de amarre, clavos, etc. lo mismo que los residuos de lechada, deberán eliminarse de la cimbra que se va a izar, para evitar posibles accidentes, y que ésta se desprenda fácilmente.
- d) Antes de izarse algún panel, tabla o elemento del equipo o cimbra, deberá tenerse un lugar apropiado para colocarlo, evitarse tenerlo en el aire o amontonarlo en la cimbra, o sobre algún otro material.
- e) Todos los paneles deberán tener una guía para evitar impactos accidentales, y la cual nos servirá para conducir la carga al lugar apropiado.
- f) Ningún operador, supervisor, o persona alguna deberá colocarse cerca de los paneles que se van a izar, pues éstos pueden presentar un desprendimiento violento y/o repentino, pudiendo ocasionar un accidente.

Una construcción inapropiada de la cimbra nos ocasiona tiempos perdidos y por consecuencia un mal descimbrado.

Un descimbrado temprano, una mala compactación provoca un daño excesivo a las esquinas del concreto colado.

VII.- CIMBRAS DESLIZANTES

A fines del año de 1920, se colaron diversas estructuras de -- concreto, siguiendo el método de cimbra deslizante, el cual desde -- entonces ha sido adoptado por los Ingenieros Constructores, es em-- pleado en la construcción de Silos, Cubos para elevadores, Pilas pa-- ra puentes, en obras viales como en guarniciones.

Generalmente éste método ha sido empleado en donde se tienen -- grandes cantidades de concreto, con una sección transversal constan-- te, aún la cimbra Deslizante ha sido empleada con éxito, con gran-- des ventajas económicas y tiempos de ejecución, en diversas situa-- ciones en las que el elemento a colar no es de sección transversal constante.

El empleo de la cimbra deslizante está considerado como una -- área especializada dentro del campo de la construcción.

Al final del capítulo se detalla el procedimiento constructivo de la construcción de un Silo, hecho con cimbra deslizante, ubicado en el kilómetro 16.3 de la carretera Los Reyes- Texcoco, Estado de -- México.

Hay que recordar que la construcción de una cimbra deslizante, se requiere de mucho tiempo y una planeación cuidadosa de todas y -- cada una de las fases del programa de construcción.

Para llevar a cabo la realización de este trabajo, se debe de contar con un equipo especializado, y se debe tener una buena orga-- nización con los trabajos de cimentación y colocación de concreto,

suministro y colocación del acero, la inserción de vanos, etc., para asegurar un ritmo de trabajo continuo.

La cimbra deslizante se compone de un conjunto de cimbras, las cuales son izadas con continua o intermitentemente, hasta lograr construir el perfil estructural requerido.

La cimbra la forman principalmente, la cimbra de contacto de aproximadamente 1.50 m. de altura y va a lo largo de todo el perímetro de lo que se desee colar y es reforzada con contravientos que la mantiene rígida hacia el perfil a construir. Este sistema es izado por medio de gatos manuales, hidráulicos, eléctricos, etc., o por algún otro mecanismo; hasta obtener la estructura deseada.

El acero de refuerzo y los pernos para los gatos, deben de ser diseñados de tal manera que la secuencia de fijación permita que el trabajo sea continuo.

Con respecto a la disposición del cimbrado se debe contar con un sistema confiable para izar la cimbra con una rigidez precisa y adecuada, de tal manera que se pueda mantener una nivelación y plomado exacto.

Las plataformas requeridas para contravientos o rigidizantes de la cimbra, nos pueden servir como andamios para el armado del acero de refuerzo, para el colado y el vibrado del concreto, o algún otro trabajo específico, en la parte de abajo por lo general se le añaden andamios para ir dando un acabado más uniforme sobre la superficie.

Los requisitos principales que debe cumplir el concreto son --

los siguientes:

- a) Conservar un alto grado de uniformidad en el control de la mez
cla de concreto.
- b) Mantener un nivel adecuado de trabajabilidad.
- c) Obtener rápidamente la resistencia necesaria.

durante el proceso de colado la demanda a la planta de concreto no es excesiva, ya que el colado cuando es continuo, se lleva a cabo - en forma relativamente lenta.

La extensión de la cimbra, la velocidad de desplazamiento y el tiempo de fraguado del concreto, están especificados de tal manera, que el concreto colocado alcance la resistencia suficiente en poco tiempo, capaz de soportar la carga de la cimbra, la carga viva, el peso del mismo concreto fresco, etc., a medida que la cimbra se va deslizando.

Se debe tener especial cuidado en la medición de cualquier des
plazamiento lateral, un desplome del sistema, y cualquier tendencia de la cimbra a torcerse, o pegarse en el muro. Nos podría signifi- car el fracaso del sistema, empleándose mucho tiempo y dinero en -- volver a reiniciar el deslizado.

Durante el proceso de deslizamiento, se deberá contar con la - existencia del acero habilitado de tal manera que no falte a la ho- ra de llevar a cabo el deslizado.

Una vez que se ha iniciado el trabajo, se requiere de la inter- vención de un número menor de trabajadores que el necesario en la - construcción, donde se utiliza cualquier otro método de cimbra, sin

embargo, los contratistas tienen que ofrecer a menudo un inventivo para asegurar la asistencia del personal; para llevar éste tipo de trabajo se debe contar con personal competente que tenga conocimiento del método de sus posibilidades y condiciones de aplicación.

Por otra parte es fundamental que se cuente con personal permanente, para el funcionamiento de la planta de concreto y que además se cuente con un fácil acceso al colado.

El deslizamiento por lo general continua día y noche, por lo tanto las medidas de seguridad son esenciales, se tiene que instalar un sistema de iluminación general, con plantas de emergencia - procurando se encuentre en un lugar accesible.

Cuando se requiera de una inserción de vigas transversales, o conexiones con otros elementos estructurales, vano puertas, etc. - en si cualquier tipo de orificio en el muro, se insertan bloques de poliestireno o cajas de madera entre la cimbra, a medida que avanza el deslizado, nos deja la preparación para la cual después la vayamos a usar.

Este sistema de cimbrado requiere de la existencia de un equipo extra de las partes que integran al sistema, para que en caso de que llegase a fallar éstos sean reemplazados y no tengamos pérdidas de tiempo en la reparación de dicho elemento descompuesto.

La superficie terminada adquiere una textura aparente con marcas de fricción o frictamiento, que no es acertable como concreto - aparente sin recubrimiento, es necesario aclarar que las técnicas

de la cimbra deslizante se emplean donde los defectos visuales no son muy importantes.

A continuación se dan una serie de ventajas y desventajas en la construcción de un Silo por medio de cimbra deslizante.

- a) La operación simultánea de un sinnúmero de operaciones.
- b) Asegura un trabajo continuo.
- c) Garantiza la calidad de la construcción, por ser una obra de tipo monolítica.
- ch) Reporta grandes economías en materiales, mano de obra y desperdicios.
- d) Se ahorra en la construcción de andamios para los trabajadores.
- e) Se reducen los acabados a un revenimiento delgado.
- f) Terminación de la estructura sin juntas frías.
- g) Reducción considerable de tiempo de ejecución.

Construcción de Silo para ALBAMEX (Alimentos Balanceados Mexicanos), por medio de cimbra deslizante.

DATOS GEOMETRICOS DEL SILO.

Silo circular de 30.0 m. de diámetro
40.0 m. de altura
0.40 m. de espesor

DATOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS DE LOS MATERIALES.

Concreto: $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$
16 cm. de revenimiento
resistencia rápida
uso de aditivo fluidizante.

Acero: acero estructural, varillas de 1 pulg. \emptyset
acero por temperatura, varillas de 3/8 pulg. \emptyset

DATOS VOLUMETRICOS.

Volumen de concreto: 1530 m³ muro
70 m³ techo

1600 m³ TOTAL

Peso total del sistema (carga muerta más carga viva) 210 tn.
fuerzas aproximada de fricción 40 tn.

DATOS DE PERSONAL DE TRABAJO.

Se contó con el siguiente personal por cada turno de 12 horas.

- 2 Auxiliares técnicos, (1 Ingeniero y 1 Arquitecto).
- 2 Maestros Generales.
- 5 Operadores de Maquinaria y Equipo.
- 31 Oficiales, (fierros, albañiles, etc.)
- 46 Ayudantes Generales.
- 1 Ingeniero Residente para toda la obra.

EQUIPO TRABAJANDO.

- 1 Planta de Contrato (ELBA), con capacidad de producción de 15 m³/hora.
- 1 Planta de Bombeo, con capacidad de bombeo de 6 a 25 m³/hora.
- 1 Dragalina.
- 1 Trascavo.
- 2 Tolvas para distribución del concreto.
- 12 Carretillas.
- 4 Vibradores.
- 2 Malacates.
- 64 Gatos hidráulicos, con capacidad de 4 tn.
- 1 Equipo de soldadura.
- 1 Planta Eléctrica.
- etc.

EQUIPO DE REPUESTO.

Una revolvedora de concreto, una planta de bombeo, tubos de acero para el bombeo del concreto, en lo eléctrico se tenía de un foco hasta una planta eléctrica, con respecto a los mate riales se contaba con cemento, arena, grava, aditivo, en exce- so, acero estructural, barras guías para los gatos, gatos de - 4 tn. y 3 tn., mangueras de presión, duelas para la cimbra, -- partes de la cimbra en general, etc.

DESCRIPCION DE LA OERA.

Cuando hablemos de sistema nos estaremos refiriendo al conjun- to que forman la cimbra de contacto, serchas, andamios, techo del - silo y todo lo que esté incluido en éste.

La obra tiene tres principales accesos, para el concreto, mate- riales en general (acero) y acceso al personal.

El acceso del concreto lo forman, la planta de elaboración del concreto, que es bombeado a través de una tubería de acero (que se va agregando a medida que avanza la obra) y es recibido por dos tol vas y cada una de ellas cuenta con dos vagues de salida, para ser - repartido por carretillas al lugar deseado.

El acceso de materiales principalmente el acero, se constituye por dos malacates, y un personal que se encarga de recibirlo y repar tirlo alrededor de todo el silo.

El acceso del personal consta de una escalera tubular, que se

van aumentando piezas de acuerdo al avance del deslizado, además se cuenta con dos accesos a los andamios interiores para los acabados.

DETALLES, PROBLEMAS Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

La cimbra de contacto se hizo con madera machihembrada de pino de primera calidad, de 60 a 70 kg/cm², sin nudos, de una altura de 1.2 m. unida a un par de serchas, rigidizadas por horquillas de acero.

La preparación de la madera se hizo con una aleación al 50% de diesel y aceite quemado, impregnandola con un aspersor de 2 a 3 horas diarias durante 3 o 4 veces y (según como se encuentre la madera), como el fin de protegerla de la humedad que pudiera absorber del concreto y esto le fuera a ocasionar fuerzas internas debido a un hinchamiento que pudiera presentar la madera.

En caso de que fallara alguna de las partes de la cimbra de contacto, éstas pueden ser cambiadas fácilmente.

La distribución de acero de refuerzo fue variando con respecto a la altura del silo, de llegar a tener 2 varillas de pulgada a cada 8 cm. en dos lechos, hasta tener una varilla de pulgada a cada 15 cm. en un lecho.

Los factores principales que determinaron el avance de la obra, fue el suministro y colocación del acero y del concreto, se reportó un avance promedio de 14.5 cm/hora, llegando a tener avances hasta de 16 cm/hora (en los últimos metros de construcción del silo).

Para determinar cuánto cuestan los pilos y demás avance, se ar-

contaba con un escaritillón, que nos iba indicando la profundidad de fraguado inicial del concreto, ésta profundidad nos determinaba si habría que operar los gatos o se tendría que esperar otro rato.

Cuando por alguna razón un gato llegará a fallar, éste podría ser reemplazado fácilmente, removiendo 4 tornillos, en la obra se presentaron problemas de sobrecarga (se iban quedando abajo los gatos) y lo que se hizo fue añadir gatos adicionales con capacidad de 3 tn., fue necesario la colocación de 3 gatos en puntos distintos, para la colocación de estos gatos fue sin más problemas, que colocar una barra guía y esperar a que alcance un anclaje aceptable y se conectaron con las mangueras de presión en una forma sencilla.

La fabricación del concreto en el lugar de la obra, nos proporciona una seguridad en cuanto a las especificaciones del concreto requerido, en surtido y consistencia en el color .

De acuerdo con el sistema de bombeo y la distribución del concreto, se redujeron considerablemente los desperdicios y el tiempo de colocación, también se redujeron los tiempos muertos, en cuanto a las maniobras del personal.

Debido a los andamios se tuvo una gran facilidad en el vibrado del concreto, colocación del acero, chequeo de los gatos, etc.

Se hicieron inspecciones físicas sobre la obra, se observó que en algunos lados la cimbra se pegaba mucho al muro, llegando al extremo de que la cimbra se desmoronaba, esto se debe a que el sistema no iba cubriendo a un mismo nivel.

Estas diferenciales de nivel las ocasiona principalmente los - distintos tiempos de fraguado en un mismo nivel, puesto que en el - concreto fraguado se tienen mayores fuerzas de fricción, ofreciendo a consecuencia mayor resistencia al izamiento, otra causa se debe a la concentración de cargas, otra pudiera ser que los gatos no traba- jaran uniformemente, etc.

Debido a estas diferencias de niveles, es una causa para que - la cimbra tienda a girar; para llevar una buena nivelación se tie- nen varios métodos, como los vasos comunicantes, chequeo directo en las barras guías.

Los vasos comunicantes lo forman unas mangueras transparentes de media pulgada de diámetro, con agua de color, se tiene una termi- nal en cada gato, unidas todas ellas entre si, y se colocaron mer- cas a un mismo nivel en todas las terminales, en tal forma nos indi- ca que si el agua se quedara abajo o rebasara la marca, nos estaría indicando que el sistema está más alto o se está quedando abajo.

Las marcas sobre las barras guías se fueron colocando a cada - 10 cm. y todas partidas de un mismo punto, cuando se avanzaban 10 - cm. se checaba cada uno de los gatos y se renivelaban manualmente.

Aún llevando esta nivelación se presentaron giros, para deter- tar estos giros se empleo un teodolito, empleando la siguiente for- ma. Se montó éste en un punto establecido y se visualizó un punto en el muro (punto fijo), y otro en la cimbra en la misma dirección vertical, al ir avanzando hacia arriba, se van viendo los dos pun- tos si siguen conservando la misma verticalidad se están en línea y si no

desfazado hacia algún lado y así se ve su magnitud.

Otro método para indicar los giros, fue la inserción de un clavo en la cimbra de tal forma que fuere rozando el muro, la cual -- nos iba dejando la marca de como se presentaron los giros.

Los problemas principales que originan un giro en la cimbra es que desploman la construcción del silo, y si no se llegan a controlar puede ser tal que llegase a fallar la estructura.

Para medir estos desplomes se contó con plomadas colocadas perimetralmente en el silo.

Para evitar estos giros se emplearon varios métodos, TIRFOS -- que son una especie de tensores anclados en el muro del silo y apoyados en la cimbra, después se le aplica una fuerza que hace que se produzca un par en sentido contrario al giro, otro método es la colocación de una estructura "rígida", ahogada en el muro del silo, y del otro extremo apoyada a la cimbra, de tal forma que se oponga a la tendencia de girar, otro método que se llevó a cabo es el desplome de los gatos en sentido contrario al giro.

Los riesgos que presenta este tipo de trabajo al trabajador es llegar a tener una "confianza excesiva", por ser un trabajo monótono además se forma un cansancio por ser un trabajo continuo, para evitar esto se les debe estar motivando constantemente con pláticas, llamandoles la atención, etc., en cuanto al acceso del personal se les indicó que bajar en una forma segura y calmada, evitando en lo posible los amontonamientos, para evitar en lo posible alguna fe lla.

Con lo que respecta a la obra, se pueden llegar a tener una gran concentración de cargas hasta el grado de llegar a quedarse pegada la cimbra, y si se presentan giros grandes producen un desplome en la estructura.

En caso de que se parara el equipo hasta 3 horas como máximo no se tiene ningún problema en cuanto a la construcción, si se presentan paros mayores hay necesidad de limpiar las tuberías de concreto, y en el acabado se presenta una junta fría, horizontal y bien nivelada, aquí se tuvieron dos paros de 24 horas (domingos).

En los acabados se necesita una cantidad mínima de mano de obra, para borrar las marcas que deja la cimbra, debido a la fricción contra el concreto, obteniendo un acabado medio aparente.

Se tuvo un recubrimiento mínimo de 5.0 cm. en la parte exterior y de 7.5 cm. en la parte interior, se emplearon grapas de acero a lo largo de todo el colado para guardar estos recubrimientos.

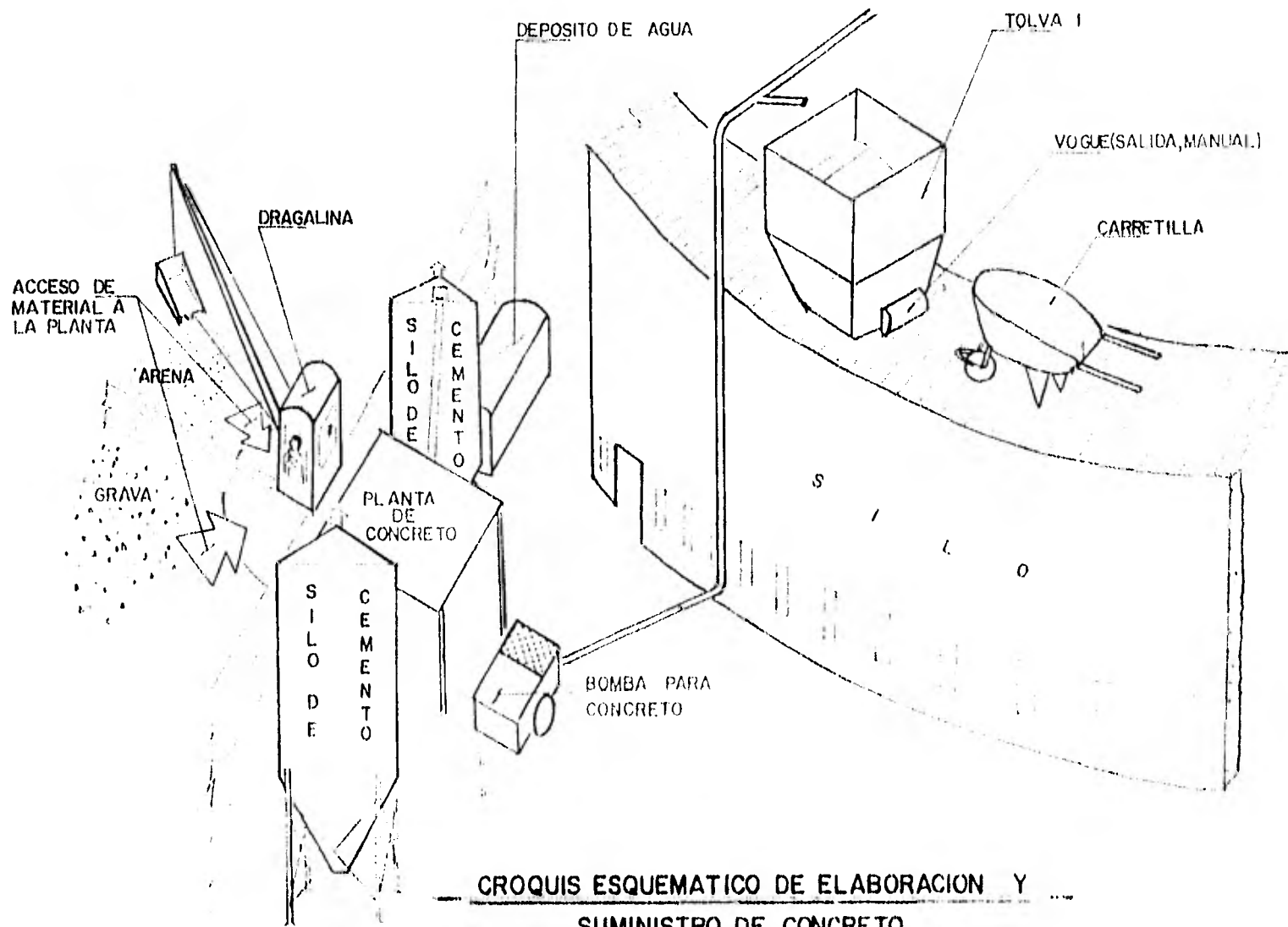
El anclaje de la losa con el muro se llevó a cabo de una manera sencilla, se ahogaron placas de acero para luego soldarlas con la estructura.

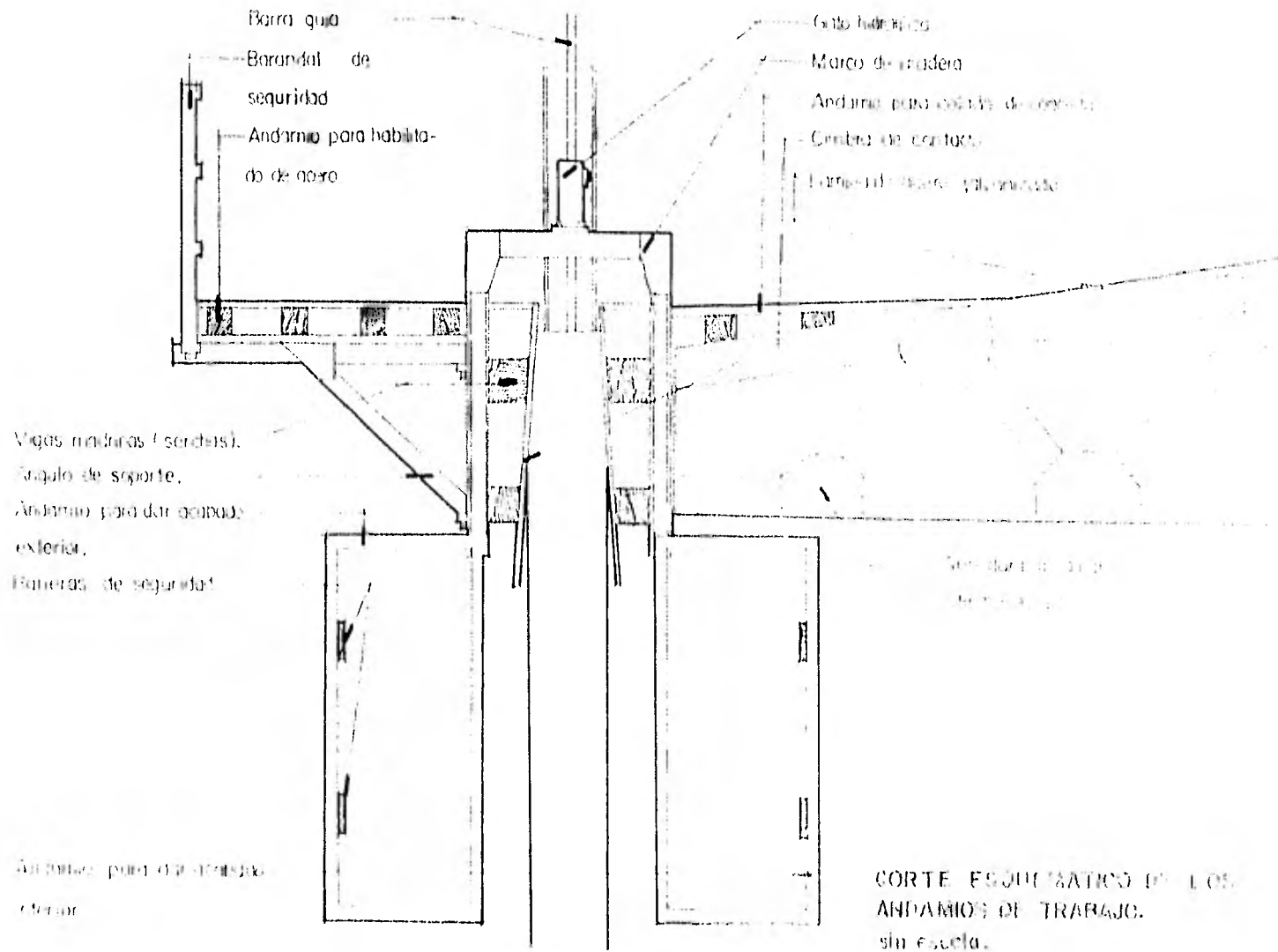
A la cimbra se le incrustan unos "alfileres" que no son otra cosa que barras de acero, para mantener a la cimbra en su lugar en el colado de la losa, y para el momento de descimbrar ésta no se vaya a desplomar hacia abajo.

El colado de la losa se hizo dos semanas después de terminado el izaje de la cimbra, éste es para dar una mayor madurez al concreto fraguado.

Durante el tiempo de construcción se contó con un radio para comunicarse con la residencia, para en caso que se presentara algún desperfecto o alguna asesoría técnica que se llegara a necesitar en caso de alguna emergencia.

Durante toda la construcción se tuvo una limpieza continua durante las 24 horas.





VIII.- JUNTAS CONSTRUCTIVAS

INTRODUCCION

Las juntas de construcción son inevitables entre una y otra -- etapa de colado, excepto en algunos casos como cuando se utilizan -- cimbras deslizantes, y el colado se efectúa en forma continua y aún en esos casos las juntas pueden ser necesarias para permitir los mo-- vimientos de contracción y dilatación.

El éxito del edificio o de la estructura desde el punto de vis-- ta arquitectónico dependerá en parte de la posición y el acabado de las juntas de construcción.

El objetivo que se busca en cualquier obra de concreto es lo-- grar que ésta sea resistente y que donde sea necesario existan jun-- tas impermeables que vayan de acuerdo con el uso que se dará a la -- estructura.

La característica esencial de cualquier junta en las cimbras, es conservar la uniformidad del contorno y su apariencia.

FACTORES QUE DETERMINAN LA UBICACION DE UNA JUNTA.

El diseñador de las cimbras deberá consultar con el arquitecto a fin de asegurar que los detalles finales del perfilado del concre-- to proporcione la mejor forma de obtener en la cimbra un tratamien-- to práctico y económico. En todas las decisiones relacionadas con la posición de las juntas de colado el diseñador debe tener en -- cuenta los siguientes factores:

- a) Los requisitos del diseñador de la estructura.
- b) Las exigencias arquitectónicas referentes a la estética.
- c) Las especificaciones que rigen la ejecución del contrato.

al constructor le deberá preocupar:

- a) Lograr un máximo uso de la cimbra.
- b) Determinar la ubicación de las juntas de tal manera que satisfaga la capacidad del colado en obra y asegurarse de que hay acceso adecuado para su colado y compactación.
- c) Diseñar un tipo de cimbra que sea fácil de fabricar y ser instalada.
- ch) Incorporar ménsulas o salientes con los elementos de fijación, que faciliten las operaciones siguientes para el cimbrado.
- d) Lograr una consistencia en la apariencia y mantener la continuidad del concreto.
- e) Evitar que el molde quede atrapado, o que haya dificultad para descimbrar.
- f) Hacer arreglos para la secuencia de las actividades complementarias.

Las juntas constructivas deben de quedar de tal manera que faciliten la construcción de la cimbra y el colado del concreto, pero también deben adaptarse al diseño arquitectónico de la estructura.

El Ingeniero, Arquitecto, Supervisor y el Contratista deben de terminar y aprobar conjuntamente la posición y tipos de juntas.

La ubicación de las juntas de construcción estará determinado por las especificaciones del tipo de estructura, la calidad del con-

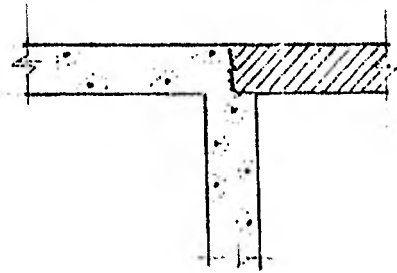
creto, el acero de refuerzo, indicaciones del sistema constructivo.

Entre los factores que influyen en la determinación de los límites prácticos de la altura dentro de los cuales se pueda efectuar un colado, se encuentran las dimensiones comunes de los materiales para cimbra y el uso repetitivo de ella, la colocación del acero de refuerzo, los problemas que pudiera presentar el colado mismo del concreto, el vibrado del concreto, el revenimiento, el tiempo de fraguado; por lo general la altura práctica se acepta que sea igual a la de un piso, dependiendo entre otros factores, si la estructura es a base de marcos o muros de carga, el colado piso por piso indica la posibilidad de formar franjas horizontales o entrecalles como rasgos arquitectónicos.

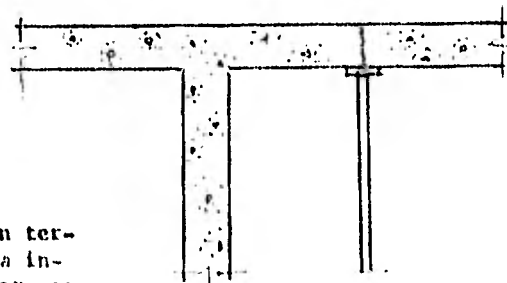
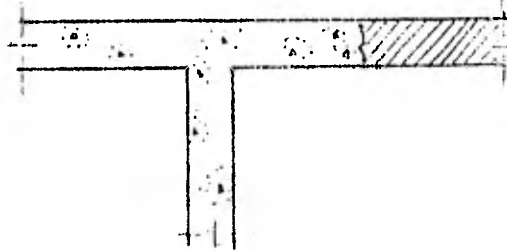
Se presentan algunos problemas respecto a la altura y espesor que deben tener las capas de concreto, aunque generalmente se acepta de acuerdo con el espesor del elemento, que permite una compactación satisfactoria, la altura de la capa no afecta la calidad del concreto, o la apariencia de la estructura. Es posible que el diseñador de la cimbra al tratar de darle varios usos, es con el propósito de no perder la continuidad en el trabajo, intente persuadir al personal, para que reduzcan la altura de colado, debido a la simplicidad del procedimiento de montaje.

Las posiciones de las juntas en vigas coinciden con cantidades considerables de acero, particularmente en la intersección de las columnas con las vigas, las juntas en o cerca de un tercer punto facilitan la inserción de tapones sin rebordo, se requiere de un sur-

tal especial después del descimbrado.



Las juntas coinciden en cantidades considerables de acero.



Las juntas cerca de un tercer punto facilitan la inserción de topones, pero se requiere de un puntal cuando se retire la cimbra.

MÉTODOS Y PREPARACION DE SUPERFICIES DE CONTACTO EN JUNTAS.

Se han probado e investigado muchos métodos de construcción de juntas, y se ha establecido siempre que el concreto muestre una superficie seca, limpia de agregados y ligeramente mostrando el agregado grueso, podrá lograrse una buena adherencia en la junta, mediante un vibrado efectivo en el colado directo de las capas o secciones sucesivas. Las juntas donde se desbasten las superficies mecánicamente o se tratan con una lechada, o pasta de concreto como se practica durante muchos años, no podrá lograrse una junta satisfactoria.

Existen diferentes métodos que se emplean para obtener la superficie requerida en la junta entre el concreto previamente colado y el próximo a colar, el más económico con respecto al equipo y la mano de obra necesaria, consiste en lavar y cepillar la superficie que recibirá el nuevo colado, también se debe barrer la película de finos de la parte superior del primer colado, en la primera hora después del colado, usando un cepillo blando y mucha agua, el problema que presenta este método es que en las capas aparentemente coladas, la pasta de concreto puede provocar manchas, esto se corrige limpiando la superficie con agua y cepillo de alambre, - después de 12 a 15 horas de colado lo cual proporciona por lo general superficies satisfactorias.

Se pueden aplicar retardantes de superficie a la cimbra de las juntas y cepillarse después de descimbrarse.

El sopleteado con chorro de arena, permite que sea excelente la preparación de la junta.

Otro método para construir juntas consiste en utilizar material desplegado en los marcos de apoyo, éste al descimbrarse produce una superficie texturizada y queda en excelentes condiciones para trabajos posteriores.

En un momento apropiado la superficie de la junta deberá picarse y limpiarse para recibir el siguiente colado, si se limpia la superficie el polvo puede adherirse a la cimbra y posiblemente afecte el acabado final, es necesario hacer énfasis sobre la importancia de planear las tareas constructivas y detectar los defectos posteriores.

res a cada fase.

El diseño de las juntas constructivas debe ser tal que la superficie de contacto de la cimbra se mantenga ajustada y hermética sobre el concreto endurecido del colado anterior, lo contrario permite escurrimientos de agua, cemento y finos de la superficie, con las consecuentes manchas en el concreto colado anteriormente, rebordes en las juntas, porosidad del concreto y decolorización del concreto por deshidratación, para lograr una buena hermeticidad en la cimbra, debe de haber una línea de pernos de sujeción no mayor de 10 cm. abajo de la junta horizontal y tan cerca como sea posible de la junta vertical.

La cimbra debe montarse hasta que el colado anterior adquiera la resistencia suficiente para soportar las presiones a la que va a estar sujeta, pero una vez que se coloca la cimbra debe ajustarse perfectamente al colado anterior ya endurecido especialmente en la superficie de contacto, esto evitará que el polvo, aserrín, tierra o desperdicios, se alojen en la superficie de la cimbra y el concreto endurecido, lo que impediría un ajuste perfecto.

Aunque se reconozca la posibilidad de sangrado, se recomienda ampliamente minimizar el problema, esto puede requerir que el diseño de la mezcla de concreto sea adecuada para la mano de obra y que se tenga un control estricto con la relación al contenido de agua.

La superficie de contacto debe trasladarse lo menos posible con el concreto endurecido previamente colado, pero sí lo suficiente para obtener una junta herética, un traslado de 1 cm. aproxima

amente es suficiente en la mayoría de los casos. Los escalones con un mayor de 15 cm. pueden deformar la junta ya que la menor rebaba impide la perfecta unión que se requiere.

El uso de apoyo y soportes colados en obra facilita el montaje correcto de una cimbra hermética, cuando es imposible utilizar apoyos, es importantes que la placa de asiento o el larguero de la cimbra sean asegurados en su lugar por medio de amarres, Pernos, - puntales, remaches, etc.

Debe brindarse atención especial a la compactación del concreto en las esquinas, formadas por los bordes externos de la cimbra, ya que la compactación insuficiente o mal llevada, permite la formación de huecos en la superficie terminada.

En general para juntas verticales, horizontales o de cualquier tipo, es imposible lograr una perfección entre dos superficies de texturas diferentes.

La construcción de muros principales debe ser continua, mientras las losas y los descansos de escaleras deben de ser secundarios en los descansos de escaleras se pueden colocar pasadores a través de los agujeros o huecos.

JUNTAS HORIZONTALES.

A menos que se requiera algo diferente, todas las juntas horizontales deben de ser rectas, en ambas direcciones y al mismo nivel, la nivelación horizontal requiere de cimbras de gran resistencia, sostenida por largueros o puntales rígidos.

Las reglas de madera deben usarse cuando sea posible, tanto para acabados de concreto aparente, para construcciones comerciales comunes, en las que el concreto vaya a ser recubierto, por algún mortero u otro material, la regla de madera puede ser de 2 x 4 cm. aproximadamente, debe clavarse en la superficie de contacto de la cimbra, con el borde superior de la regla alineada con la junta requerida, el colado se efectúa hasta 1.0 ó 1.2 cm. arriba de la base de la tira.

Las juntas horizontales pueden alinearse con la parte superior o con los repisos de las ventanas, las franjas o entre calles facilitan relativamente la construcción de la junta constructiva.

JUNTAS VERTICALES.

El espaciamiento de las juntas verticales, está condicionado por factores tales como, la posición de las columnas, puertas, en todo caso el espaciamiento debe hacerse de tal manera que se evite la formación de grietas por contracción o que al menos se puedan controlar los requerimientos específicos, varían de obra en obra pero generalmente se ha establecido un rango entre 8 y 12 m. para la longitud de muros colados en forma continua.

Es frecuente que las juntas verticales para estructuras de concreto colado en obra, se coloquen cerca de o en los ángulos rematados en los muros.

Las juntas verticales deben colocarse donde se introducen en el montaje de la cimbra existente, cuando sea posible las juntas de

amarre deben colocarse en cada claro, con objeto de obtener una adecuada sujeción de los extremos de la cimbra, en el claro contiguo, - hay que tener claro que al hacer ésto se debe pensar en la colocación lateral de los amarres, en cualquier estructura de concreto aparente, a fin de que se cumpla en los requisitos arquitectónicos y en toda construcción de concreto para evitar que haya escurrimientos, - manchas y vacíos causados por las deflexiones normales de la cimbra.

El acero en las juntas debe ser exacto, con objeto de proporcionar precisión y continuidad de la línea horizontal, se pueden presentar daños considerables en el concreto si no se enderezan las varillas que están mal colocadas, una junta también tiene un efecto secundario ya que permiten la verificación de la posición exacta del acero, lo cual es de vital importancia para la protección y la durabilidad de la estructura, terminada en concreto aparente, en donde - las salientes del armado quedan expuestas durante algún tiempo, antes que se cuele, es recomendable con previa autorización del Ingeniero o persona encargada, se cubre el acero con una lechada de cemento, ésto evita que el acero se oxide, y escurra el agua con el óxido sobre la superficie del concreto, causado con estos defectos - en el acabado aparente, se ha comprobado que una fina capa de cemento no disminuye la adherencia entre el acero y el concreto del siguiente colado.

Se debe poner especial atención a las varillas de desahante durante la etapa de diseño de la cimbra, de tal manera que se evite - que la cimbra quede atascada. Después del colado se debe tener que

hacer perforaciones innecesarias en la cimbra, o que ésta vaya a sufrir algún daño, en general las varillas de desplante de diámetro pequeño se pueden doblar hacia arriba y hacia lo largo de la cara de la cimbra, los soportes también se utilizan para ubicar las varillas en la posición correcta, todas las varillas de diámetros mayores, deben colocarse con precisión y dejando la longitud necesaria al descubierto con el fin de asegurarse de que haya suficiente traslape, con los siguientes armados de acero de refuerzo, las varillas mal colocadas, pueden dañar al concreto, a tratar de colocarlas en su posición correcta, los apoyos sufren daños frecuentemente como resultado de algún enderezamiento de las varillas, lo cual propicia que haya penetración de vapor de agua, que más tarde dañaría al acero.

IX.- ELEMENTOS PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS
DE MADERA Y EJERCICIOS

INTRODUCCION

En México, la madera como elemento estructural se ha empleado - principalmente en obras falsas y en cimbras de contacto, como mate-- rial permanente se tienen algunas experiencias aisladas.

En la actualidad se observa un interés creciente en la madera - como material estructural, pues éste se puede reproducir, siendo el único recurso con buenas propiedades estructurales renovables y es - el material de construcción que menos energía requiere para pasar de producto bruto a producto terminado útil.

Según la Dirección General de Inventario Nacional Forestal, la superficie arbolada en México tiene aproximadamente 45 millones de - hectáreas, que corresponden al 22% de la superficie total, y 39 mi-- llones de hectáreas se consideran comerciales, distribuidas en toda la República Mexicana. En comparación con otros países que se consi-- deran netamente forestales, como Suecia y Finlandia, cuentan con -- 27.5 y 24.0 millones de hectáreas de superficie forestal comercial, respectivamente.

El uso de la madera se ha venido restringiendo al programa cons-- tructivo por varias razones:

- a) La información sobre sus características mecánicas en especies Mexicanas, es escasa.
- b) No se lleva a cabo una adecuada selección de la madera.

- c) El contenido de humedad está poco controlado.
- ch) La estandarización o normalización de piezas está poco desarrollada.
- d) Carencia de reglamento de construcción sobre maderas Mexicanas.
- e) Falta de personal capacitado para diseñar satisfactoriamente - éste tipo de obras.

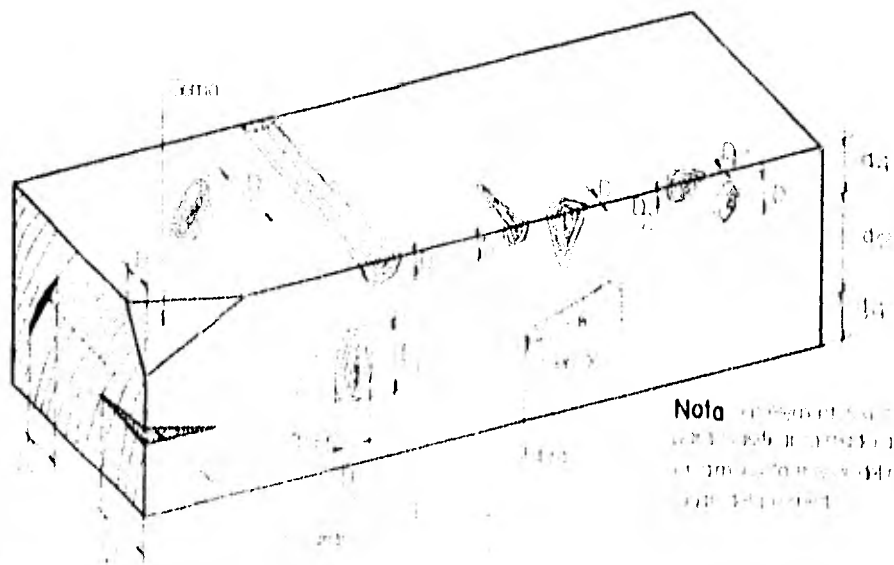
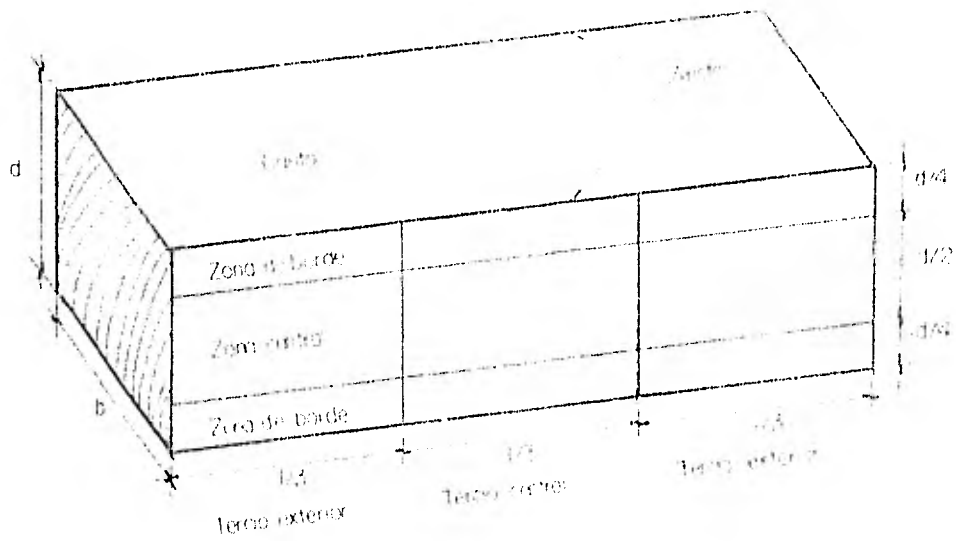
la desconfianza creada por ésta situación, a ocasionado el uso de las maderas importadas o nacionales selectas, en obras que no se requieren, obteniéndose obras costosas, asimismo como de obras de una menor importancia económica, donde se utiliza madera de menor calidad ésto ocasiona una desconfianza en la seguridad, sufriendose contrarrestar con factores de seguridad exagerados, ocasionando también obras costosas y no siempre seguras, debido a ésto ha hecho que se vea desplazado en muchos casos, por materiales "más seguros", y en consecuencia más caros.

Para usar ventajosamente la madera para fines estructurales debe estar clasificada y calificada en forma precisa, considerando todas las características mecánicas que reducen la resistencia.

En Estados Unidos y otros países han demostrado que su resistencia de un elemento estructural, dependen tanto de los nudos como de la inclinación de las fibras, de las figuras, de las vetas y otros defectos aparentes menor importantes, así como de sus dimensiones y posición de éstos.

Por medio de tratamientos químicos de preservación, térmicos y electrónicos, se ha logrado mejorar la madera un material durable

incombustible, resistente a los insectos, a la intemperie, etc. La madera es un buen aislante térmico, tiene buena resistencia a la flexocompresión, posee gran capacidad para absorber energía, recibir cargas de impacto, etc..



CLASIFICACION DE ZONAS EN UN ELEMENTO A FLEXION, Y LA MEDICION DE NUDOS INCLINACION DE FIBRA, GEMA, VELOCIDAD DE CRECIMIENTO Y FISURAS.

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VEVAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLENCANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp. 1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II $\pm D \leq 2$ veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x 1 Long. 16	MAX. 5 MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos 5 MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y 5 MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	6 mm x 2	NO
D TERCERA	Sanos tabla II $\pm D \leq$ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area < 1 supeF 4 Ficio total		MAX. 252 MM	En los extre- mos y menor Que MAX. y 1/6		20%	1/4 de la perf cia de la ca	6 mm x 2 MAX	NO
E DESHECHO	NO CUMPLER LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm²; condición verde

TABLA 2

Solicitud	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad				
(x 10 ³) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA 3. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá el doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los respectivos sentidos, el incremento será proporcional.

TABLA 4. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Figuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/5 de la cara considerada

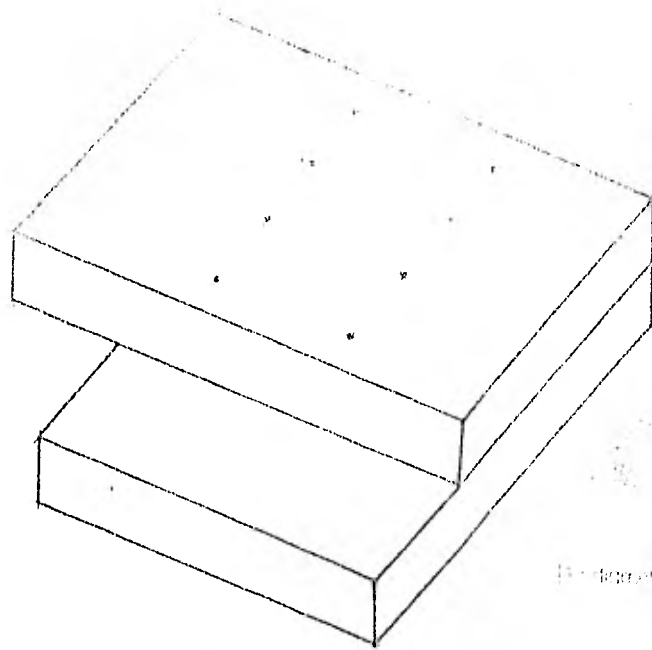
ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm²; condición usual

TABLA 5

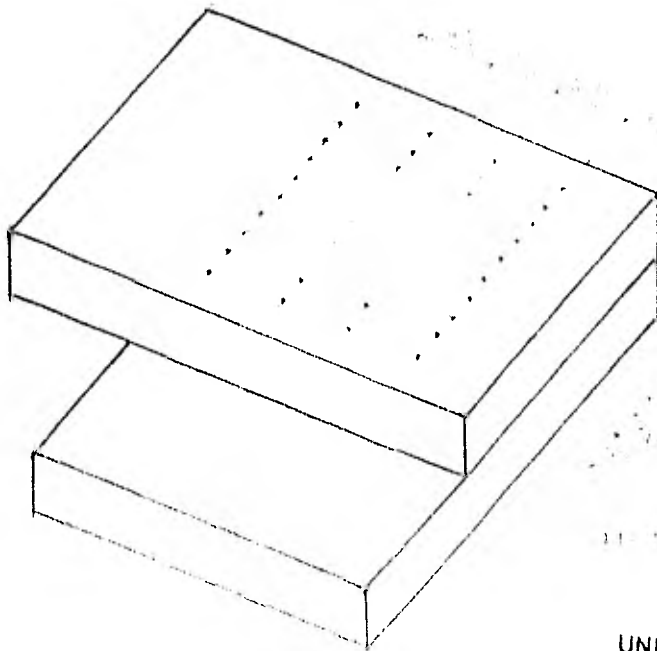
Solicitación	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralelo a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad (x 10 ³)				
medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

Valores de k₁ TABLA 6

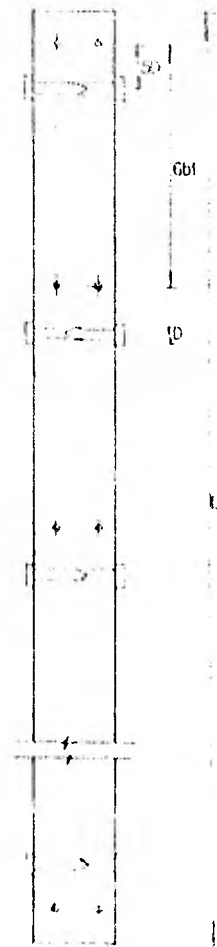
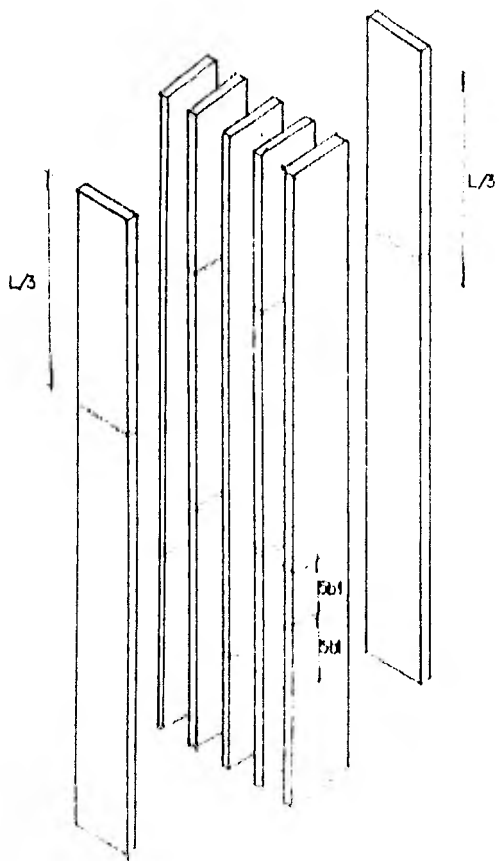
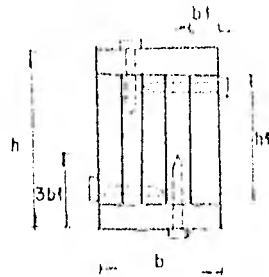
t/D	k ₁
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	0.97
5	0.88
6	0.76
7	0.65
8	0.57
9	0.51
10	0.46
11	0.41
12	0.38
13	0.35



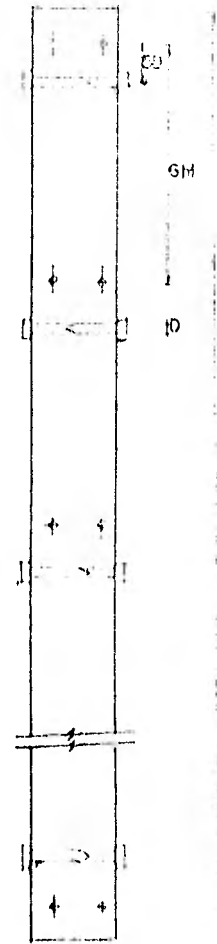
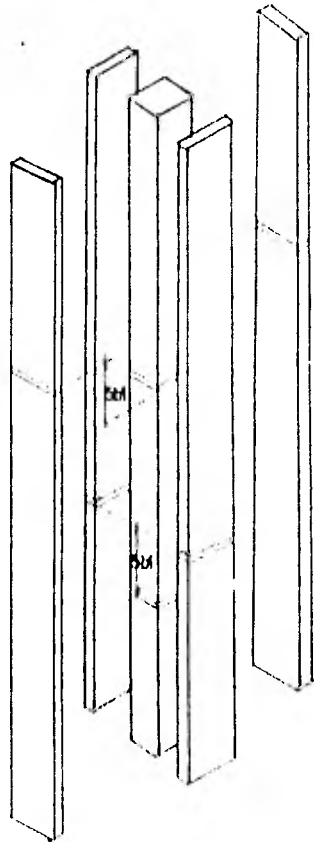
UNION CON CLAVOS



UNION CON TORNILLOS



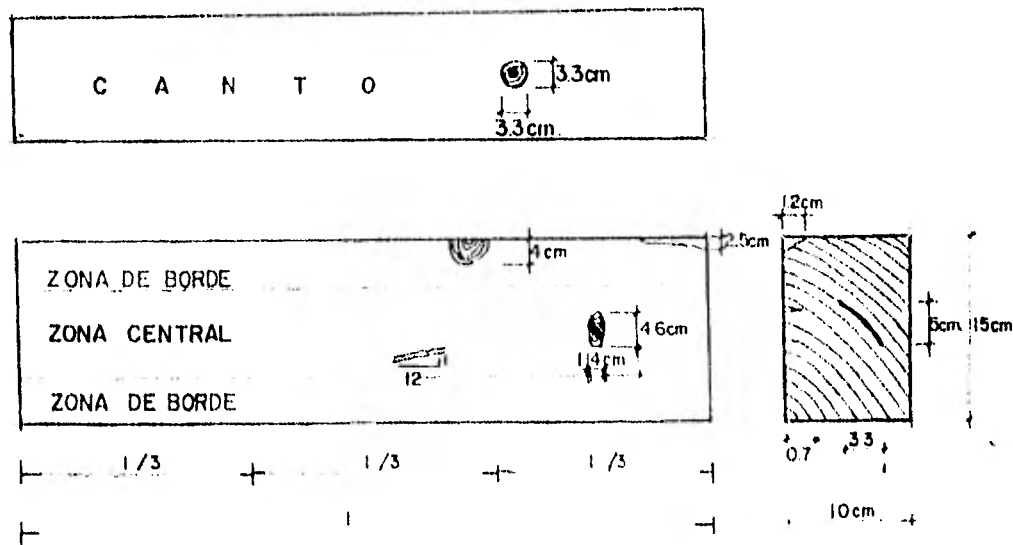
VIGAS COMPUESTAS



VIGAS COMPUESTAS

EJERCICIOS

Clasificar el elemento que ha continuación se muestra, y obtener los esfuerzos permisibles para el elemento.



NUDOS

Localización	Dimensiones	Referencias	Clasificación
ORILLO	$\frac{3.3}{10} = 3.3$ cm.	Tabla 2	v - 72
ZONA CENTRAL	$\frac{4.6}{10} = 4.6$ cm.	Tabla 3	v - 75
ZONA DE BORDE	4.0 cm.	Tabla 4	v - 57

GIMA

Localización	Dimensiones	Referencias	Clasificación
CARA 10 cm.	1.2 cm., 1/8	Tabla 4	V - 75
CARA 15 cm.	2.5 cm., 1/6	Tabla 4	V - 60

PISURAS

CARA 10 cm.	3.3+0.7=4.0, 2/5	Tabla 4	V - 60
CARA 15 cm.	5.0, 1/3	Tabla 4	V - 65

INCLINACION DE LAS FIERAS

1 en 12	Tabla 4	V - 68
---------	---------	--------

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

12 anillos en 5 cm.	Tabla 4	V - 60
---------------------	---------	--------

La Viga se clasifica como V - 57.

De acuerdo con la Tabla 5, tenemos:

Flexión y Tensión	60.0 kg/cm ² .
Comprensión paralela a la fibra	45.0 "
Comprensión perpendicular a la fibra	11.5 "
Cortante paralelo a la fibra	8.0 "
Módulos de elasticidad: Medio	70.0 "
10 ³	40.0 "

Si tenemos que la madera es hipocorada por cambios a presión o temperatura, de acuerdo con 3.1¹, tenemos un incremento a todos los valores de la tabla de un 10%

Si tenemos una madera que va a trabajar en condiciones con un CH < 18%, tenemos un incremento de acuerdo a 3.1¹, de la siguiente manera:

	Incremento	
Flexión y Tensión	10%	66.0 kg/cm.
Compresión paralela a la fibra	20%	54.0 "
Compresión perpendicular a la fibra	50%	17.0 "
Cortante paralelo a la fibra	0%	8.0 "
Módulos de elasticidad: Medio	10%	77.0 "
× 10 ³ : Mínimo	10%	64.0 "

¹ Diseño y construcción de estructuras de madera (1964), Instituto de Ingeniería.

EJERCICIO

Revisión de una cimbra destinada al colado de una losa de 12.0 cm. de espesor, que la forman un conjunto de vigas y una cubierta formada por duela.

DIMENSIONES GEOMETRICAS.

VIGAS de 15.0 x 10.0 cm. (6" x 4"), longitud de 2.50 m.

CUBIERTA de duela de 2.0 cm. de espesor.

AREA por cubrir 10.0 x 15.0 m. = 150.0 m².

CARACTERISTICAS DE LA MADERA.

Se utilizará madera con una clasificación V - 57 con un $\gamma = 600$ kg/cm. , un CH > 18%, es una madera no tratada (no impregnada).

Peso de la cubierta 50.0 kg/m².

VIGA CON CLASIFICACION V - 57

Flexión y Tensión	60.0	kg/cm ² .
Compresión paralela a la fibra +.....	45.0	"
Compresión perpendicular a la fibra	11.5	"
Cortante paralelo a la fibra	8.0	"
Módulos de elasticidad: Medio	70.0	"
) 10 ³ : Mínimo	40.0	"

A.- CALCULO DE CARGAS.

CARGA VIVA (W), (personas, obra de vibrado, etc.)

De acuerdo con 3.3¹, se tiene que:

$$\alpha = \frac{S^3 \times E_v \times I_v}{b^3 \times E_c \times I_c}$$

Se considerarán los mismos módulos de elasticidad para las Vigas y para la Cubierta, ($E_v = E_c$).

$$I_v = \frac{bh^3}{12} = \frac{10.0 \times 15.0^3}{12} = 2812.5 \text{ cm}^4$$

$$I_c = \frac{bt^3}{12} = \frac{250 \times 2.0^3}{12} = 166.7 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{60^3 \times 2812.5 \times E_v}{250^3 \times 166.7 \times E_c} = 0.23, \text{ como } 0.1 < 0.23 < 1.0$$

de acuerdo con 3.3¹ se tiene que el Área tributaria será 5 veces del elemento.

$$A = 5 (0.6 \times 2.5) = 7.5 \text{ m}^2 < 150.0 \text{ m}^2.$$

La carga viva según el artículo 227², será:

$$W_v = 120 + \frac{420}{A}$$

$$W_v = 120 + \frac{420}{7.5} = 273.4 \text{ kg/cm}^2.$$

PESO DEL CONCRETO DE LA LOSA, POR METRO LINEAL

$$W_l = 0.12 \times 2400 = 288.0 \text{ kg/m}.$$

Resumen Carga Viva: $W_v = 273.4 \text{ kg/m}.$

$$W_l = 288.0 \text{ "}$$

$$W_t = 561.4 \text{ kg/m}.$$

Carga Muerta (W_m)

peso de la cubierta $0.6 \times 50.0 = 30.0$ kg/m.

peso de la viga $0.15 \times 0.10 \times 600.0 = 9.0$ "

RESUMEN DE CARGAS.

CARGA MUERTA (W_m)	Cubierta	30.0 kg/m.
	Viga	9.0 kg/m.
	W_m	<u>39.0</u> kg/m.

CARGA VIVA (W_v)

$0.6 \times 561.4 = 336.8$ kg/m.

W total. 372.8 kg/m.

B.- REVISION DE LAS VIGAS

REVISION POR FLEXION.

El esfuerzo de diseño de la viga a tensión es $f_{bd} = 60.0$ kg/cm²,
tenemos incrementos:

- Por carga muerta más viva del 15%, (según 3.2¹)
- Por elementos próximos entre sí del 20%, (según 3.3¹)

$$f_{bd} = 60.0 (1 + 0.15 + 0.20) = 81.0 \text{ kg/cm}^2.$$

Si se tiene una unión segura de las vigas con la cubierta, tenemos que el esfuerzo de diseño es igual al esfuerzo permisible de diseño.

El momento actuante (f_b)

$$f_b = \frac{M_{\max}}{S}, \text{ donde } M_{\max} = \frac{wL^2}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{372.8 \times 2.5^2}{8} = 291.3 \text{ kg m.}$$

$$S = \frac{bd^2}{6} = \frac{10.0 \times 15.0^2}{6} = 375.0 \text{ cm}^3$$

$$f_b = \frac{29130.0}{375.0} = 77.7 < 81.0 \text{ kg/cm}^2$$

SE ACEPTA POR FLEXION

REVISION POR FLECHA MAXIMA.

$$\Delta = 1.5 \Delta_m + \Delta_v$$

$$\Delta_m = \frac{5}{384} \frac{wL^4}{EI} \quad \text{donde} \quad \Delta_v = \frac{wv}{w_m} \Delta_m$$

El modulo de elasticidad que consideremos en el medio, por tratarse de elementos próximos entre si, $E = 70,000 \text{ kg/cm}^2$.

$$\Delta_m = \frac{5}{384} \times \frac{0.39 \times 250.0^4}{70,000 \times 2812.5} = 0.093 \text{ cm.}$$

$$\Delta_v = \frac{336.8}{39.0} \times \frac{0.093}{1} = 0.80 \text{ cm.}$$

$$\Delta = 1.5 (0.093) + 0.80 = 0.94 \text{ cm.}$$

La flecha permisible según el artículo 227^o es: $\Delta_p = 0.5 + \frac{L}{240}$

$$\Delta_p = 0.5 + \frac{250}{240} = 1.04 \text{ cm.}$$

SE ACEPTA POR FLECHA

REVISION POR FUERZA CORTANTE.

$$V_d = 8.0 \text{ kg/cm}^2.$$

Supongamos que tenemos un buen apoyo, donde el esfuerzo de diseño es igual al esfuerzo permisible $V_d = V_o = 8.0 \text{ kg/cm}^2$, tenemos incrementos:

- a) Por carga muerta más carga viva del 15%, según 3.2¹
- b) Por la proximidad en los soportes del 20%, según 3.3¹

$$V_d = 8.0 (1 + 0.15 + 0.20) = 10.8 \text{ kg/cm}^2.$$

Diseñamos con un peralte, que se presenta a un peralte del paño.

$$\text{Cortante en el centro de apoyo, } V = \frac{WL}{2} = \frac{372.8 \times 2.5}{2} = 466.0 \text{ kg.}$$

$$\text{Cortante para diseño } V = 466.0 - 466.0 \left(\frac{0.15}{2.5} \right) = 438.0 \text{ kg.}$$

$$\text{Esfuerzo cortante} = V = 1.5 \frac{V}{A} = 1.5 \left(\frac{438.0}{10.0 \times 15.0} \right) = 4.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Como } 4.38 < 10.8 \text{ kg/cm}^2.$$

SE ACEPTA POR CORTANTE

C.- REVISION DE LA CUBIERTA.

REVISION POR FLEXION.

Se considerará una franja de un metro de ancho.

CARGAS

$$\text{Carga Muerta } 1.0 \times 50.0 = 50.0 \text{ kg. m.}$$

Carga Viva.

$$\frac{661.4 \text{ kg/m}}{611.4 \text{ kg/m}}$$

$$\text{esfuerzo actuante } f_b = \frac{M \text{ max}}{S}$$

El momento máximo ocurre en los apoyos, puede volverse como:

$$\frac{w L^2}{10}$$

$$M \text{ max } = \frac{611.4 \times 0.6^2}{10} = 22.0 \text{ kg m/m.}$$

Para calcular "S", se supone que 3 de cada 10 duelas hay juntas sobre un mismo apoyo, de acuerdo a esta suposición se considerará como el 70% del ancho total.

$$S = \frac{100.0 (0.7) 2.0^2}{6} = 46.67 \text{ cm}^3$$

$$f_b = \frac{2200.0}{46.67} = 47.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{como } 47.2 < 81.0 \text{ kg/cm}^2.$$

SE ACEPTA QUE PASE POR FLEXION

REVISION FOR FLECHA MAXIMA.

$$\Delta = 1.5 \Delta_m + \Delta_v$$

$$\Delta_m = \frac{5}{384} \frac{\Delta W m L^4}{EI}, \quad \Delta_v = \frac{wV}{2m} \Delta_m$$

$$I = \frac{bt^3}{12} = \frac{100.0 \times 2.0^3}{12} = 66.67 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_m = \frac{5 \times 0.50 \times 66.67}{384 \times 70,000.0 \times 66.67} = 1.0726 \text{ cm.}$$

$$\Delta v = \frac{561.4}{50} \times 0.0139 = 0.156 \text{ cm.}$$

$$\Delta = 1.5 (0.0139) + 0.156 = 0.18 \text{ cm.}$$

La flecha permisible (Δ_p), de acuerdo con 4.4¹ (comentarios)

$$\Delta_p = 0.004 L = 0.004 (60.0) = 0.24 \text{ cm.}$$

como $0.18 < 0.24 \text{ cm.}$

SE ACEPTA POR FLECHA MAXIMA

REVISION POR FUERZA CONSTANTE.

$$\text{Fuerza actuante } V = \frac{WL}{2}$$

$$V = \frac{611.4 \times 0.6}{2} = 183.4 \text{ kp.}$$

$$\text{esfuerzo} = V = 1.5 \frac{V}{A} = 1.5 \times \frac{183.4}{100.0 \times 2.0} = 1.4 \text{ kp/cm}^2.$$

como $1.4 < 10.8 \text{ kp-cm}^2.$

SE ACEPTA POR FUERZA CORTANTE

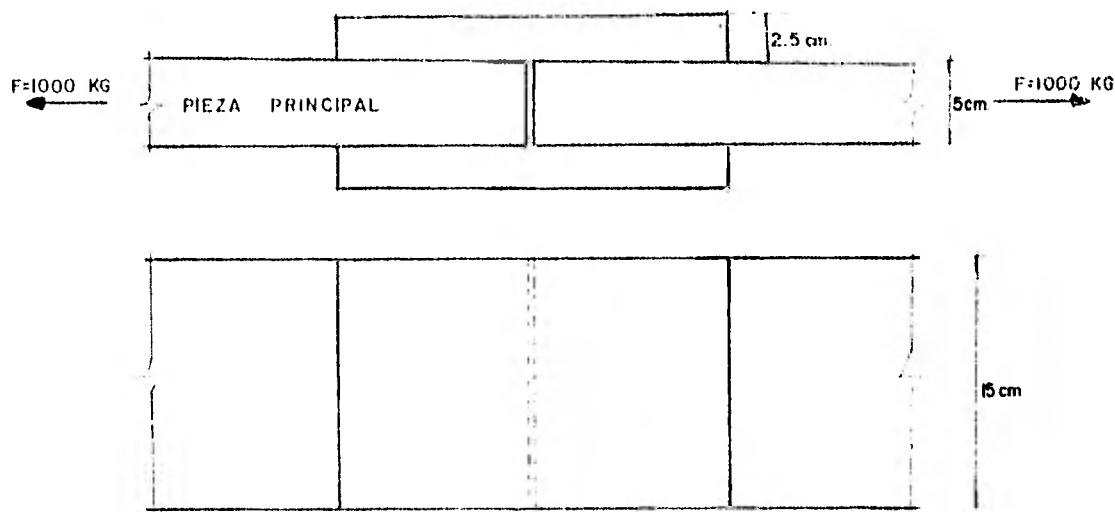
¹ Diseño y Construcción de estructuras de madera (404), del Instituto de Ingeniería.

² Requisitos de Seguridad y Servicios para las estructuras (400), - del Instituto de Ingeniería.

EJERCICIO

Diseño de una unión de vigas de Madera, empleando distintos -
conectores.

DIMENSIONES GEOMETRICAS.



La fuerza (F), es paralela a las fibras, debido a cargas -
permanentes.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA.

Se utilizará madera con una clasificación V - 6^b, con un con-
tenido de humedad menor de 18%, con una densidad $\rho = 0.55$, conecto-
res:

- a) CLAVOS de 4.5 mm por 10.0 cm. de largo.
- b) PEROS de 6.35 mm de diámetro (1/4").

a) UNION CON CLAVOS.

La capacidad de un clavo en la unión está dada por:

$$P = 10 \sqrt{D}^{1.5} \quad \text{de acuerdo con la ecuación 5.1}^2$$

Deberá cumplir que la penetración de la punta del clavo, en el miembro que la recibe debe ser cuando menos 14 veces del diámetro del clavo y el miembro en contacto con la cabeza debe tener cuando menos un espesor de 10 veces de diámetro del clavo, de no ser así se reduce proporcionalmente.

De acuerdo con 5.2.2¹, cada pieza de la unión debe tener un grosor no menor que 2/3 de 14 veces al diámetro del clavo, $2/3 \times 14 (0.45) = 4.2 < 5.0$; se tiene un factor de ajuste:

$$\frac{t}{2/3 \cdot 14D} = \frac{2.5}{2/3 \cdot 14 (0.45)} = 0.60$$

Por tratarse de una unión de 3 elementos se multiplica la ecuación por 0.9n, donde "n" es el número de planos de cortante, en este caso son 2.

Por tratarse de madera con un CH < 18%, se tiene un incremento del 40%.

Sustituyendo valores, tenemos:

$$P = (1.4 \times 0.9 (2) \times 0.6) \times 10 \times 0.5 \times 4.5^{1.2} = 72.16 \text{ kg.}$$

$$\text{Número de clavos: } \frac{1000}{72.16} = 13.9, \quad 14 \text{ clavos.}$$

¹ Diseño y Construcción de Estructuras de Madera (404), Instituto de Ingeniería.

Revisión de las piezas de unión:

El esfuerzo permisible de Tensión lo leemos de las tablas B, -
entrando con V - 65, tenemos que $f_{tp} = 70.0 \text{ kg/cm}^2$.

Se tiene un incremento del 10%, por que al $SH < 100$.

$$f_{tp} = 70.0 \times 1.1 = 77.0 \text{ kg/cm}^2.$$

Capacidad de las dos piezas de unión.

$$T = 2Af_{tp} = 2 (2.5 \times 15.0) \times 77.0 = 5775.0 \text{ kg} > 1000.0 \text{ kg}.$$

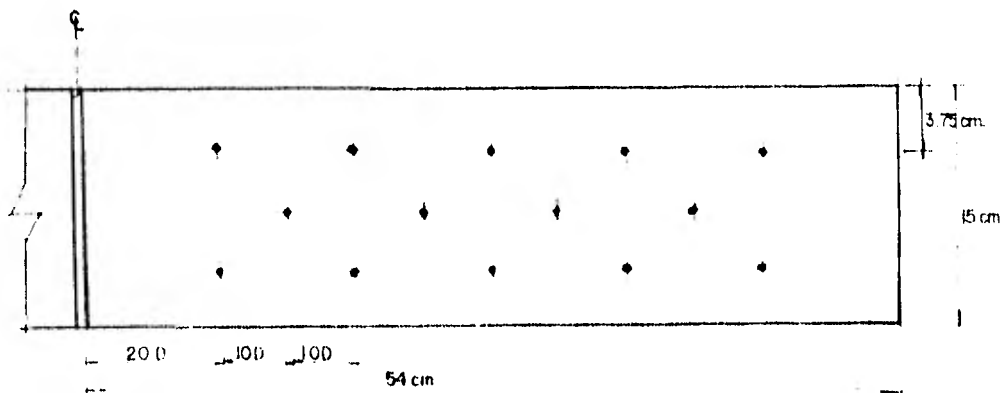
Tenemos los espaciamientos mínimos:

a los extremos: 20D

a los bordes: 5D D = diámetro del clavo.

hileras de clavos 10D

Distribución de los clavos:



Los elementos de unión mínimo, tendrán una longitud de 100,0 cm.
por un ancho de 15,0 cm.

b) UNIÓN DE FERRIS.

La capacidad de un verno en la unión está dada por:

$$P = 1.12 \times \gamma \times K_1 \times D \times t, \text{ de acuerdo con la ecuación 5.5}^1.$$

Las condiciones de esta ecuación es que la pieza principal sea cuando menos el doble de las piezas de unión, en este caso si lo cumple.

De la tabla 6, encontramos el valor de K_1 , entramos con $t/D = 50/6.35=7.87$, encontramos un valor de $K_1 = 0.58$.

Tenemos un incremento del 40%, por que tenemos un CH < 18%, sustituimos valores:

$$P = (1+0.4) \times 1.12 \times 0.55 \times 0.58 \times 6.35 \times 50.0 = 158.81 \text{ kg.}$$

$$\text{Número de pernos: } \frac{1000.0}{158.8} = 6.3, \text{ se usarán 7 pernos.}$$

Revisión de las piezas de unión.

$$\text{Tenemos que } f_{tp} = 77.0 \text{ kg/cm}^2.$$

El área neta de la madera es descontando los 7 orificios de los pernos, de acuerdo con 5.4, el agujero no debe exceder en más de 1.6 mm al del verno.

$$A = 2.5 (15.0 - 7 (0.635 + 0.16)) = 73.59 \text{ cm}^2.$$

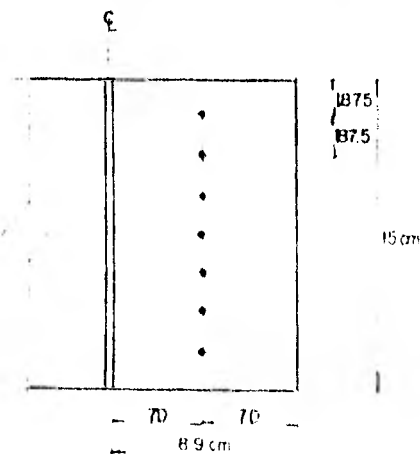
¹ Diseño y Construcción de Estructuras de Madera (404), Instituto de Ingeniería.

Capacidad de las 2 piezas de unión.

$$T = 2af_{tp} = 2 \times 23.59 \times 77.0 = 3632.0 \text{ kg.} \approx 1600.0 \text{ kg.}$$

Los espaciamientos mínimos de los pernos son:

- a los extremos: $7D$
- a los bordes: $1.5D$ \rightarrow diámetro del perno.
- entre hileras de pernos: $1.5D$



La longitud mínima de los elementos de unión es de 17.8 cm. el ancho mínimo de las piezas de unión puede ser de, $1.5D$ por 8 espacios, $1.5 (0.635) \times 8 = 7.62$ cm. revisando la capacidad de los dos piezas de unión por un ancho mínimo de 8.2 cm. se puede escoger un ancho de 10.0 cm.

B I B L I O G R A F I A

- 1 DISEÑO DE CIMBRAS (TOMO I)
J.G. RICHARDSON
IMCYC
- 2 MATERIALES, MONTAJE Y ACCESORIOS (TOMO II)
J.G. RICHARDSON
IMCYC
- 3 JUNTAS, ADITAMENTOS, COLADO Y ACARADOS (TOMO III)
J.G. RICHARDSON
IMCYC
- 4 FALLAS, SEGURIDAD DE LA CIMBRA Y DESMONTAJE (TOMO IV)
J.G. RICHARDSON
- 5 REVISTAS IMCYC. Números 109, 110, 114, 116 y 126.
IMCYC
- 6 MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION (TOMO I)
F. BARBARA Z.
EDITORIAL HERRERO (SEXTA EDICION)
- 7 NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION (TOMO I)
A. PLAZZOLA
- 8 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE ACERO (404)
INSTITUTO DE INGENIERIA (IMCYC)
- 9 REQUISITOS DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO (400)
INSTITUTO DE INGENIERIA (IMCYC)