



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

PROPUESTA PARA LA NORMALIZACION DE CIMBRAS

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

ERNESTO COLIN SANCHEZ



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE

CAPITULOS :

I.- INTRODUCCION

II.- TIPOS DE CIMBRAS

III.- MATERIALES PARA CIMBRAS

IV.- DISEÑO DE CIMBRAS

V.- CONSTRUCCION DE CIMBRAS

VI.- PROPOSICION DE NORMAS

El objetivo principal de este trabajo, es el de servir como ayuda para aquellas personas que en algún momento de su vida profesional, dentro de las ramas de Ingeniería, tengan que verse relacionadas con el diseño y ejecución de una cimbra.

Se darán aquí algunos criterios de diseño, así como también la proposición de normas, para poder elegir en un momento dado, el tipo de cimbra que mejor se adapte a las necesidades y características de nuestra obra.

I. INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N .

El concreto es un conglomerado pétreo artificial que se prepara mezclando una pasta de cemento y agua, con arena y piedra triturada, grava u otro material inerte. La substancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une física y químicamente con el agua y, al endurecerse, liga los agregados, para formar una masa sólida semejante a una piedra.

Lo fascinante de las construcciones de concreto proviene de una serie de atributos que posee dicho material. El concreto permite expresivas formas moldeadas, ya sea en miembros esbeltos o componentes estructurales masivos, y puede ser diseñado para exhibir curvas ondeantes o gruesas líneas funcionales.

La naturaleza plástica del material se presta a una variedad considerable de formas y texturas, a su vez, destaca por hábiles detalles combinados con el uso de colores y diferentes agregados exóticos. El concreto puede usarse en la construcción de elementos masivos, como presas de gravedad o, por el contrario, para elementos esbeltos presforzados, como los empleados en las cubiertas de estadios, auditorios, y salas de conciertos de claros considerables.

El concreto requiere diversas exigencias de las partes que firman el contrato. El Ingeniero, dentro de las especificaciones de los reglamentos y códigos vigentes, tiene completa libertad de diseño para expresar tantos con

ceptos estéticos como formas funcionales, mientras que la tarea del constructor consiste en usar hábilmente el diseño y construcción de cimbras para moldear y dar forma al concreto conforme a los lineamientos del diseño, cumplien con las especificaciones de acabado y exactitud de manera competitiva.

La cimbra es el recipiente dentro del cual, se cuela el concreto para - obtener la configuración de diseño requerida: moldeada o con relieve, masiva o esbelta, expuesta o escondida dentro de la estructura. Aún cuando la cimbra sólo se usa como estructura provisional, tiene un efecto permanente sobre la estructura final de concreto y representa el ingenio de aquellos que intervienen en su construcción.

Para lograr una estructura que satisfaga las demandas del diseño tanto - arquitectónico como estructural, es indispensable que los responsables del - diseño, construcción y supervisión de las cimbras tengan conocimientos sufi-cientes no sólo de las diversas operaciones de las cimbras, sino también de - los métodos y materiales involucrados.

La tecnología del concreto y los métodos de manejo, colocación y compac - tación son críticos, puesto que rigen la durabilidad de la estructura y, en - muchas ocasiones, su apariencia final. También crítica es la posición corre-ta del acero de refuerzo respecto al diseño, así como el recubrimiento y ri - gidez de la armazón que resiste las fuerzas que le son impuestas durante las operaciones esenciales de colocación para una buena construcción de concreto.

Aunque se tenga un buen control de los recursos empleados en el diseño del refuerzo y su fijación, así como del mezclado y colocación del concreto, sin embargo, los materiales seleccionados para la cimbra, su construcción y el ajuste de las formas de sus componentes, son los que tendrán el mayor -- impacto para lograr una estructura satisfactoria.

La cimbra es el molde dentro del cual se coloca el concreto y es aquí donde se le compacta por diversos medios, de manera que el acero quede completamente recubierto y protegido. La compactación debe ser tal que asegure un concreto denso, libre de vacíos y capaz de alcanzar la resistencia de -- diseño para resistir los esfuerzos que se desarrollan dentro de la estruc-- tura. El molde debe contener la masa de concreto sin filtraciones y sin dig-- torsiones mayores que las admisibles de acuerdo al tamaño del elemento. -- Además de soportar las presiones que se ejercen en el proceso de colocación del concreto, y las cargas presentes durante la construcción, la cimbra -- debe también proteger al concreto durante el curado y soportar el peso has-- ta que éste adquiera suficiente resistencia para construir estructuralmente. Una vez alcanzada esta etapa, el molde debe ser tal que permita ser removi-- do para usarse posteriormente en otras obras.

Por lo general, la cimbra es una estructura temporal, frecuentemente -- construida en la obra con el mínimo de asistencia técnica especializada. -- Sin embargo, para obras complicadas de Ingeniería Civil ó estructural o --

donde hay requisitos especiales respecto a exactitud ó acabado, los diseñadores de cimbra ó los Ingenieros proporcionan los cálculos y detalles apropiados.

La calidad del acabado final de la superficie, o la exactitud lograda, es el criterio por el cual el Ingeniero evalúa la estructura resultante. La facilidad con la cual se usa la cimbra para alcanzar estos fines, el número de usos que se obtengan del equipo y la erogación financiera de la operación total, son factores adicionales que permiten evaluar el resultado de las aplicaciones de la cimbra.

Estos diversos intereses tienden a generar cierta polémica; particularmente cuando la cimbra implica un costo importante.

Por lo tanto es imprescindible que las diversas partes involucradas con el proyecto estén conscientes de los principios y posibilidades del concreto y de la cimbra como "herramientas" de construcción.

En realidad, debe llegarse a un acuerdo al comienzo de los trabajos -- respecto a los estándares convenientes.

Las especificaciones prescriben ciertos requisitos en torno al acabado de la superficie, textura, exactitud y aspectos similares, los cuales determinan la funcionalidad de una estructura completa.

A medida que los requisitos arquitectónicos y de Ingeniería se han --

vuelto más estrictos, las especificaciones se han formalizado al grado que puedan especificarse hasta los métodos y materiales y aún detalles tan precisos como los aditivos para el descimbrado el método de curado y otros.

Y como el costo principal de una estructura de concreto con frecuencia resulta ser el costo de la cimbra, el proyectista de una estructura -- deberá tomar en consideración el efecto que tenga la forma de la estructura sobre el costo de cimbra.

Las oportunidades para economizar las cimbras se originan con el diseño de su estructura. Para lograr una mayor economía de acuerdo con el tipo de estructura, el proyectista debe tener conocimiento sobre el costo de las cimbras.

La exigencia de ciertas formas y acabados, pueden ser convenientes -- y en muchas ocasiones están justificadas aún cuando aumentan el costo de la estructura. Sin embargo, el proyectista debe tomar en cuenta su valor -- para determinar si se justifica o no el valor de la estructura.

Entre los puntos que debe observar un proyectista para efectuar economía están:

- 1.- Reducir el número de formas irregulares al mínimo.
- 2.- Duplicar el tamaño y las formas de los miembros estructurales -- cuando la práctica lo permita, para volver a usarlas en varias ocasiones.

3.- Diseñar una estructura para permitir el empleo de cimbras comerciales, como cajones metálicos o láminas de acero corrugado para el entarimado de las losas de piso.

4.- Que el contratista revise los planos preliminares a fin de que sugiera métodos para reducir el costo de las cimbras sin sacrificar la calidad de la estructura.

5.- Considerar el empleo de métodos de construcción que abaraten el costo de las cimbras.

6.- Permitir el uso de juntas de construcción para permitir operar varias veces la cimbra.

7.- Especificar una calidad de mano de obra que no sea más fina de la que se requiere para el proyecto.

8.- No especificar limitaciones que no sean razonables en las dimensiones de los miembros estructurales.

9.- Diseñar miembros estructurales para permitir el empleo de los tamaños comerciales de la madera sin que se tenga que cortarla.

10.- Permitirle al contratista utilizar sus propios métodos para fabricar las cimbras haciéndolo responsable sólo de su calidad.

11.- Permitirle al contratista descimbrar y volver a usar las formas tan pronto como sea seguro hacerlo.

Entre los pasos que puede elegir un constructor para reducir el costo de las cimbras, para estructuras de concreto, están los siguientes:

1.- Diseñar las cimbras con una resistencia y rigidez adecuadas, pero no excesivas.

2.- Cuando sea práctico, fabricar las formas en tamaños modulares -- para permitir más usos sin necesidad de modificaciones.

3.- Preparar dibujos de trabajo para todas las cimbras, excepto para las más simples, antes de la fabricación de las formas.

4.- Prefabricar secciones de cimbras en el suelo empleando equipos -- mecánicos para reducir los costos de mano de obra y demoras innecesarias en la obra. La mano de obra es mucho más eficiente cuando se hace sobre el suelo que sobre un andamio.

5.- Cuando sea posible, adóptense métodos de línea de montaje en la -- fabricación de las formas, para aumentar la eficiencia de los obreros.

6.- Usese el material más económico para las cimbras, tomando en cuenta el costo inicial y los varios usos.

7.- Utilicense conectores comerciales cuando su empleo lo demande.

8.- Utilicense formas comerciales cuando sean más baratas que las cimbras convencionales.

9.- Quitense las formas tan pronto como sea conveniente.

10.- Limpiece y lubriquense las formas después de cada uso.

11.- Si se permiten, instálense juntas de construcción para reducir -
la cantidad total de material de cimbra requerido, y para permitirles a --
los carpinteros una labor más continua.

II. TIPOS DE CIMBRAS

TIPOS DE CIMBRA POR SU PROCESO CONSTRUCTIVO

CIMBRA NORMAL

El procedimiento constructivo para realizar una cimbra normal es el siguiente:

Primero se fabrica el molde de la pieza, (con cualquier material que sirva para el propósito) el molde es colocado y mantenido en posición correcta; luego se hace el vertido del concreto fresco dentro del molde y se espera a -- que el concreto endurezca y adquiera la resistencia suficiente para sostenerse por si solo.

Una vez que el concreto tiene la resistencia suficiente el molde puede -- despegarse de pieza, llamándose a esta etapa descimbrado.

Nuevamente el molde está libre, para ser reacondicionado y poder colocarse en otro elemento.

En este tipo de sistema siempre hay que esperar a que el concreto adquiera resistencia adecuada para retirar el molde, y además el trabajo de descimbrado, reacondicionamiento y cimbrado es siempre forzoso.

Este sistema es usado para la mayoría de los elementos de concreto que -- son cimbrados.

CIMBRA DESLIZANTE

Este sistema de cimbrado es totalmente diferente del sistema de cimbra -- normalmente usado.

La construcción con cimbra deslizante puede compararse con un proceso extrusión de concreto, ya que fundamentalmente se efectúa con un molde que se desliza sobre el concreto, en su proceso de fraguado, dejando la estructura colada en forma continua hasta lograr la altura total del elemento.

Las cimbras se ensamblan al iniciar el colado y se desmantelan una vez terminada la estructura que, mediante el proceso, queda colada en forma continua y monolítica.

El empleo de este sistema es aconsejable en estructuras a base de muros de concreto sin discontinuidades.

hasta hace pocos años el empleo de la cimbra deslizante, era un sistema exclusivo para la construcción de silos pero ahora es también usado para la construcción de núcleos de elevadores, y aún edificios completos.

PARTE DE LA CIMBRA DESLIZANTE

a).- Cimbra de contacto: es de acero o de madera, debe ser impermeable y con poca adherencia al concreto si es de madera, debe tratarse previamente -- con algún recubrimiento que la haga impermeable y de poca adherencia, existe un tratamiento con creosota, el cual consiste en introducir la madera en creosota durante cinco días para que los poros de la madera queden tapados, después se deja escurrir uno o dos días y se vuelve a sumergir en creosota cinco días y se deja escurrir 1 o 2 días. Una vez formado ya el molde se le da una

lubricada con manteca de cerdo para lograr así el " arranque " de la cimbra.

Si la cimbra de contacto es metálica, su superficie de contacto deberá ser lo más lisa posible, pero generalmente la cimbra de contacto es de madera.

b).- Mecanismo de Soporte: Provoca el deslizamiento de todo el conjunto de la cimbra y está constituido por:

i) Barra de acero

ii) Horcas o yugos de acero

iii) Gatos elevadores, mecánicos o hidráulicos

c).- Plataforma de trabajo: construcción intercimbra que será la que soporte a los trabajadores y el equipo de colado.

d).- Elemento de nivelación: mangueras, reglillas o niveles. Los tendrá la cimbra en cada yugo o punto de la cimbra que tenga movimiento.

e).- Andamios o galerías suspendidas del nivel de colado hacia abajo, tanto en el interior como en el exterior, para dar el acabado al concreto.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Una vez colocado el refuerzo de la estructura a una altura igual al tamaño de la cimbra por deslizar (1.20 m) y teniendo ya la cimbra fabricada se coloca ésta por las caras interna y externa del elemento, se arman los accesorios metálicos, y se colocan los gatos y las plataformas de trabajo y al terminar todas las preparaciones se procede al colado mediante cásas

uniformes de 15 a 20 cms. de espesor, hasta llenar totalmente la cimbra.

Si al terminar de colar el concreto del fondo ha alcanzado su fraguado inicial, se procede al izado de las cimbras mediante la operación de gatos, - al principio muy lentamente, con el objeto de observar el despegue de la cimbra y, de no presentarse deformaciones, se acelera el izado hasta alcanzar el ritmo calculado, que pueda ser entre 3.50 y 7 m. por cada 24 hras. de trabajo continuo, pues el colado debe efectuarse sin interrupción en ciclos completos de izado, colocación de refuerzo horizontal, colado uniforme en cápas de 15-20 cms. y vibrado.

El avance mínimo debe ser de 12.5. cms. por hora, ya que de ser menor, - se pegaría la cimbra de contacto y la fricción aumentaría hasta rebazar el -- límite de trabajo de los gatos.

El concreto que ya tiene una edad de 5 a 20 horas después del deslizado, únicamente está sujeto a esfuerzos de compresión debido al peso del concreto fresco vaciado en la cimbra (1.20 mts. de altura) en total, aproximadamente 0.31 kg/cm², ya que todo el conjunto más las cargas vivas y un poco de la presión del viento son tomadas por las barras de apoyo.

Los gatos normalmente trabajan a su capacidad, los hay de 3 toneladas, - probadas a 6 tn., y de 5 tn. trabajando a 8 tn.

La fricción, la presión hidrostática del concreto, las cargas muertas y

vivas etc. determinan la fuerza necesaria para el izado que al dividirla entre la capacidad de carga de los gatos da por resultado el número de gatos y su distribución. La cimbra se calcula tomando en cuenta las presiones y la separación de los yugos.

La velocidad de deslizado varía de acuerdo a la calidad del concreto, y a la temperatura del medio ambiente, que afecta considerablemente el proceso de fraguado del concreto en las primeras horas de edad.

Debe procederse al izado cuando el concreto de la parte inferior o del fondo tiene la suficiente resistencia para soportar la carga del concreto -- fresco de la parte superior 10.3 kg/cm² aproximadamente.

VENTAJAS DE LAS CIMBRAS DESLIZANTES.

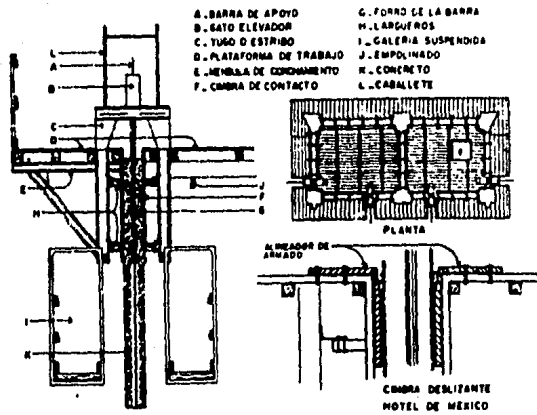
Algunas de las ventajas obtenidas del utilizar este sistema son:

- a).- Montaje rápido
- b).- Ahorro en la mano de obra y en el uso de los moldes
- c).- Incremento de la eficiencia de la estructura si se aprovechan las ventajas del sistema de diseñar integralmente.

DESVENTAJAS DE LAS CIMBRAS DESLIZANTES.

- a).- Existen pocos especialistas y el mercado es aún limitado.
- b).- Es de vital importancia sincronizar perfectamente el trabajo para llevar a cabo un colado continuo 24 hrs. diarias.

ELEMENTOS BASICOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE.



Elementos básicos de la cimbra deslizante.

DESCIMBRADO - CIMBRADO

Este sistema, invento mexicano, proporciona grandes ventajas para la economía y velocidad en la construcción de estructuras de concreto armado, así -- como en su resistencia, y es usado actualmente, ya también en los Estados -- Unidos, en vista de las enormes ventajas que proporciona cada operación del -- descimbrado se utiliza, sin movimientos perdidos, en el cimbrado del elemento que sigue.

El proceso de trabajo es radicalmente distinto del acostumbrado hasta -- ahora, comprendiendo 2 etapas: la construcción de las columnas y traves de la estructura, hecha de abajo hacia arriba, y la construcción de pisos en el sentido contrario, de arriba hacia abajo.

El principal elemento de este novedoso sistema consiste en un aditamento llamado litera, que da servicios semejante al de la cabina de un elevador, y -- por medio del cual se ejecutan todos los trabajos de construcción de la estructura. Esta litera consta de 2 pisos y un techo separado entre sí por 4 o 6 postes (fig.1) y cuya distancia es igual a la del piso tipo del edificio. El -- techo se encuentra provisto de una serie de garruchas o elementos en donde -- colocar éstas para facilitar la maniobra de descimbrar las columnas y traves -- de la estructura, así como el sitio donde almacenar las cimbras, puede la litera, además llevar una instalación eléctrica y andamios fijos y colocarse en -- dos de ellas, la bodega de herramientas y una pequeña oficina para el Ingeniero

residente, locales que van subiendo conforme sube la estructura. El techo - puede estar formado por láminas ligeras o ser un segundo piso que cubra - - totalmente el espacio comprendido por las traveses que forman un marco hori-- zontal superior y servir también para el transporte del concreto. Armada la litera directamente sobre las traveses de cimentación o de la estructura, el piso (1) cubre prácticamente el espacio comprendido entre las traveses y se apoya en ellas por medio de los pasadores (4).

El piso superior (2) soportado por los postes (5) tiene una superficie menor que la del piso (1) por el espacio libre que hay que dejar entre el piso y las traveses (6) para el paso de las cimbras, como se puede apreciar en las figs. 1 y 3.

Las diferentes literas que se usan en la construcción se unen por medio de puentes a la altura del piso (2) o del techo (3), corriendo sobre -- ellos los carros de concreto para hacer fácilmente el colado de los elementos.

Las cimbras (6) de las traveses se encuentran colgadas del bastidor -- superior. El descimbrado de columnas, cuando la sección superior se conserva, se hace hacia arriba (fig.2), por medio de garruchos o poleas (7) instaladas en el bastidor del techo superior. si la altura de la columna varía,-- bastará llenar más o menos el molde respectivo. Cuando la columna cambia - de sección es muy útil el empleo de un pequeño capitel adicional.

El cimbrado de las trabes se ejecuta bajando, por medio de poleas o pequeñas diferenciales, las cimbras hasta descansar en el fondo de las mismas, fondo que a su vez sirve de separador (fig.3).

Para que los moldes no se separen, se colocan sargentos, evitando así el uso de clavos. A medida que las columnas van reduciendo su sección, se va alargando el tapón de unión entre la trabe y la columna.

El peralte o altura de los moldes de las trabes es el mismo para todas las que se encuentran en una sola vertical. Cuando aumentan o disminuyen de peralte, basta llenar los moldes más o menos.

Terminado el colado de las trabes, se quitan los sargentos y se descimbran tirando hacia arriba las cimbras para dejarlas almacenadas en el techo.

Se sube enseguida la litera al nivel inmediato superior por medio de -- cuatro diferenciales que cuelgan de los puentes (13) fig (5), apoyados en bancos sujetos a las trabes de concreto y que levantan la litera hasta volver a apoyarla sobre pasadores (4) que descansan en el nuevo nivel superior.

Puede hacerse el colado de las columnas desde el techo de la litera y en ese caso, el ascenso de ésta, se hace colgándola de una vigueta de fierro que se apoya en las columnas recién coladas.

La fig (6) muestra, en conjunto, el proceso del trabajo para las columnas y trabes y la fig (7) para las losas.

Cuando se emplea concreto de fraguado rápido, al levantarse la litera su
be consigo, además de las cimbras, vogues, sargentos, etc. los puntales y fon
dos de las trabes.

Terminadas de construir, las trabes y columnas del último piso de la estruc
tura, se desliga el techo de la litera utilizándolo como cimbra de las diferen
tes losas que empezarán a construirse desde el último piso hacia abajo.

Cuando ha fraguado la primera losa, para colar la siguiente, basta soltar
la cimbra y dejarla descender hasta su nivel.

DESCIMBRAR - CIMBRADO

DESCIMBRAR - CIMBRADO

C.T.A. CONSTRUCCIONES, S. A.

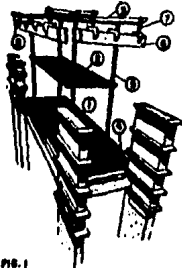


FIG. 1
COLAR COLUMNAS

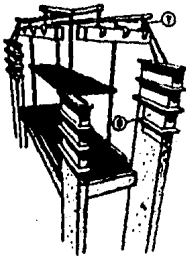


FIG. 2
DESCIMBRAR Y CIMBRAR COLUMNAS

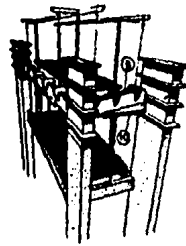


FIG. 3
CIMBRAR TRABES

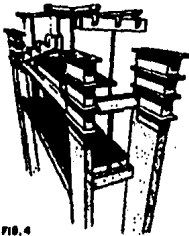


FIG. 4
DESCIMBRAR TRABES.

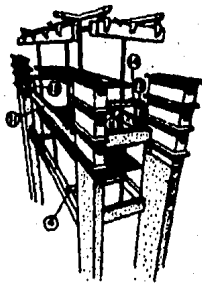
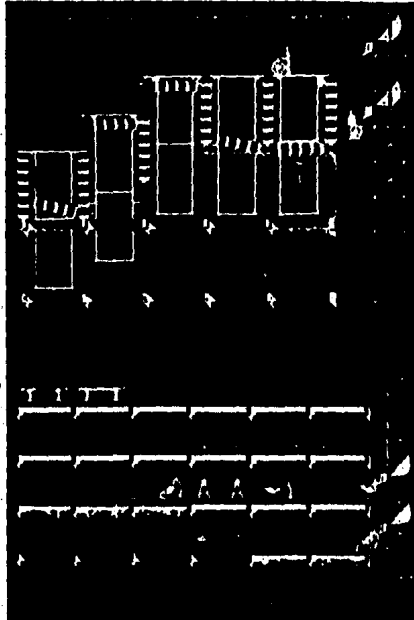


FIG. 5
SUBIR LITERAS.



VENTAJAS TECNICAS.

- a) Se reduce el tiempo de transporte del concreto, aún tratándose de columnas.
- b) El fierro colocado no puede ser movido ni doblado al efectuarse al transporte.
- c) El curado de las vigas y columnas se hace directamente y por arriba y al curar una pieza se curan simultáneamente las inferiores.
- d) El trazo y localización de centros de columnas se hace una sola vez.

VENTAJAS ECONOMICAS.

- a) La madera en vigas y columnas sirve para más de 20 veces y en las losas para más de 30.
- b) Se eliminan las torres, para elevar concreto.
- c) Pueden cambiar de sección las vigas columnas y losas, así como de claro o altura, sin necesidad de construir nuevas cimbras.
- d) Los edificios se terminan varios meses antes que con cualquier otro de los sistemas usuales.

TIPO DE CIMBRA POR EL ACABADO.

1.- CIMBRAS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL CON ACABADO NO APARENTE:

Existen elementos estructurales de concreto en los que el aspecto y la textura de sus superficies no es de primordial importancia.

Las principales características que debe tener la cimbra de estos elementos son: la resistencia, la rigidez, la seguridad que, pueden brindar y la economía.

La resistencia para resistir la presión o el peso del concreto fresco, de los trabajadores y el equipo.

La rigidez, para soportar las cargas impuestas sin deformarse más allá de los límites deseados, la seguridad que es proporcionada por la resistencia y la rigidez de la cimbra, y que hacen que esta se comporte correctamente bajo las solicitaciones que va a tener.

La economía, en términos de costo total de la cimbra del concreto, y de la superficie de éste.

Con este tipo de cimbras, puede uno permitirse cierta libertad con la elección de los materiales, así como una menor calidad de la mano de obra necesaria para la construcción.

El diseño y la construcción de este tipo de cimbras, estará regido por soluciones con miras a la economía.

Existen muchos tipos de elementos donde no es necesario tener mucho cuidado con la textura de la superficie, ya que después del concreto el elemento lleva algún aplanado o recubrimiento adicional.

Pero si es necesario aún en éstos dar acabado con la cimbra que nos permita ahorrar en el espesor del aplanado o mezclado para el recubrimiento.

En los elementos de cimentación por ejemplo no es necesario tener gran cuidado con el aspecto de superficie ya que quedarán fuera del alcance de la vista.

CIMBRAS PARA CONCRETO APARENTE:

El concreto aparente difiere del estructural en que la apariencia de las superficies vistas puede llegar a tener mayor importancia incluso que su resistencia.

Es posible usar la cimbra para mejorar superficie de concreto que veces son excesivamente monótonas, mediante el empleo de formas con ranuras o relieves, labrados con decorados o con cualquier tipo de dibujo.

Los materiales usados para fabricar éste tipo de cimbras son gralmente los usados para cimbras normales, de concreto no aparente, sólomente que su elección debe ser cuidadosa y se debe prestar especial atención en las juntas y en el nivelado de los moldes, en la calidad del concreto (trabajabilidad) y en la operación de descimbrado.

En general la elección de materiales debe ser más cuidadosa y más cuida-

dosa aún tiene que ser el trabajo realizado por los carpinteros para lograr el acabado que deseamos.

Con los moldes metálicos, se pueden obtener superficie completamente lisas, mientras que con las maderas bastas elegidas con anchos y grosores al azar, en las que las fibras han sido realzadas sumergiéndolas en agua, se pueden obtener superficies rugosas que convenientemente empleadas resultan bastante atractivas.

PRACTICAS RECOMENDABLES EN LAS CIMBRAS DE CONCRETO APARENTE

Se debe poner mucho cuidado al colocar la cimbra y el acero de refuerzo, para impedir que se produzcan lastimaduras en la superficie de la cimbra, así mismo, los trabajadores, con sus herramientas, no deberán lastimar la superficie de contacto. En el proceso de vibrado es también muy fácil -- hacer lastimaduras, así que deberá hacerse con cuidado.

En cuanto a las cimbras existen varias áreas en las cuales se puede -- influir para obtener un buen acabado del concreto aparente.

a) Las juntas entre las cimbras deben estar selladas mediante calafateado o con empaques.

b) El concreto en las cimbras deberá vibrarse dos veces teniendo cuidado no lastimar la cimbra.

c) Las cimbras deben construirse y sellarse tan rígidamente que permanezcan selladas al ser vibradas dos veces o tener vibración externa en el molde.

d) Para obtener buenas superficies se puede poner un recubrimiento o rellenar las juntas panáles mediante plaste, así se obtiene una superficie libre de juntas.

CONSTRUCCION DE MOLDES PARA CIMBRAS APARENTES.

Los principales aspectos a cuidar en la construcción de este tipo de cimbras de acabado aparente, es tener gran cuidado de los detalles ornamentales, en el alineamiento exacto de la cimbra, preveer desfiguraciones y deflexiones.

MUROS Y COLUMNAS DE ACABADO APARENTE.

Su construcción requiere especial atención en cuanto a su alineamiento, buen terminado en sus esquinas y la superficie de contacto.

Cualquier cosa que se haga para tener un buen alineamiento será tiempo bien empleado.

Para evitar deflexiones en el molde, se hará la continuación de las maderas en forma salteada una si y una no, donde exista una junta de entablados, los extremos estarán soportados por un larguero, que soporte a ambos entablados.

Deberá ponerse especial atención en los tensores usados en este tipo de cimbras.

Las perforaciones necesarias para el paso de los tensores, deberán sellarse correctamente, para evitar filtraciones de lechado por ahí.

Al momento de descimbrar es necesario tener cuidado para que los tensores no vayan a fracturar zonas a sus alrededores.

Los tensores deberían ser sacados del muro taladrándolos y luego rellenado esos agujeros con concreto.

Los tensores en (caso de no sacarse estos del muro) deberán de tener su superficie de falla a 4 cms. de la superficie del muro para evitar que -- existan manchas de oxido.

La superficie de falla del tensor es aquella en la cual el área de su - sección transversal es menor, y por lo tanto al ser extraídos los extremos - del tensor se rompan por la parte que menor resistencia ofrece.

La posición de los tensores deberá ser calculada de manera que el mayor número posible de estos, quede alojado en las juntas o marcas forzosas.

Para facilitar la extracción de tensores, estos pueden ser recubiertos con algún papel encerado o aceitado.

DESCIMBRADO DE MOLDE PARA CIMBRAS APARENTES.

El momento del descimbrado es muy importante para dar un buen acabado - aparente, ya que el uso descuidado de las barretas por parte de los trabaja- dores, puede arruinar todo el valor de la planeación y la construcción de la cimbra.

El curado de las superficie deberá iniciarse tan pronto como sea posible

una vez descimbrado el molde.

Los tensores deberán ser extraídos antes de que transcurran 24 hras. -
después del colado para aflojar la cimbra y permitir que entre el agua de -
curado entre el molde y el concreto.

ELECCION DEL MATERIAL ADECUADO DE CIMBRAS.

PARA CONCRETO APARENTE.

Esta decisión depende principalmente del tipo de acabado o textura que ha de darse a la superficie de concreto.

MADERA.

En el caso de la madera, si desean obtenerse superficies lisas, han de usarse como cimbras de contacto duelas o tablas machihembradas.- El machihembrado asegura mejores alineaciones y acoplamiento de las tablas contiguas que el que puede conseguirse con tablas de borde rectos. Las tablas machihembradas con anchos menores son menos sensibles al alabeo que la de anchos mayores.

Las superficies de aspectos rugoso pueden obtenerse mediante el uso de maderas bastas, éste efecto puede aumentarse aún más utilizando tablas de anchos y espesores elegidos al azar.

Para acentuar el efecto de las fibras se pueden tratar las maderas química o mecánicamente.

Las cimbras de madera que han de estar en contacto con el concreto aparente, deben mojarse completamente con agua por lo menos desde unas 12 hrs. antes del colado. De esta forma, las juntas de los entablados y tableros tienden a cerrarse, se impide la absorción del agua del concreto y se facilita en gran medida descimbrado.

En todo tipo de cimbras es necesario el uso de desmoldeantes, al producto

que permite, en el momento deseado, separar sin dificultad y sin alteración, el concreto de sus moldes o cimbras.

El aceite quemado y el diesel, son usados para las cimbras de concreto estructural, pero cuando se trata de una cimbra aparente, lo mejor será usar algún desmoldeante comercial que nos garantice la no aparición de manchas en el concreto.

DECOLORACION EN EL CONCRETO:

La decoloración es un problema importante común en el concreto aparente. Algunas veces esa decoloración es causado por azúcares de la madera que se disuelven en el concreto durante el primer colado.

Por eso es necesario adoptar como práctica lavar las cimbras nuevas y las tablas reutilizables con una pasta de cemento antes de usarse por vez primera.

Esto disuelve los azúcares y evita el problema, por lo tanto, es recomendable definitivamente que se lleve a cabo un lavado semejante donde se desee una alta calidad de los acabados del concreto con un mínimo de variación de color.

TRIPLAY:

Es usado para dar superficie lisas, sobre todo en columnas y trabes. Así mismo los paneles metálicos proporcionan superficies bastante lisas.

PLASTICOS Y FIBRA DE VIDRIO:

Su uso es también importante cuando de lo que se trata es crear una figura arremetida o bien realzada. Los moldes plásticos se pueden mandar a hacer de la forma que se desee.

Los revestimientos de goma para las cimbras de contacto producen también superficies bastante atractivas y son usados algunas veces.

Cuando se desea una superficie muy lisa se usan moldes de plástico reforzados con fibra de vidrio.

III. MATERIALES PARA CIMBRAS

MATERIALES PARA CIMBRA.

Los materiales más comunes para cimbrar son: la madera, el triplay, los aglomerados, los plásticos, los moldes de cartón, las cajas de superficie -- ondulada, el aluminio, el magnesio y superficie ondulada, el aluminio, el -- magnesio y el yeso.

Entre las propiedades que deben reunir los materiales para cimbras cita remos las siguientes como más características:

- 1.- Resistencia.
- 2.- Rigidez.
- 3.- Superficies lisas, cuando se precisen.
- 4.- Ser económicos teniendo en cuenta su costo inicial y el número posible de reúsos.

MADERA

Las maderas usadas en la construcción pueden estar terminadas por sus - cuatro curas en cuyo caso se denominan maderas s4s, o bien pueden venir como proceden del aserradero denominándose entonces maderas bastas.

Las secciones nominales de las maderas se designan por sus dimensiones previas al acabado final, es decir por sus dimensiones nominales.

El acabado final elimina cierta cantidad de madera, por lo que las - --

dimensiones efectivas de las s4s son menores que las maderas bastas.

Para el cálculo de la resistencia y rigidez de los elementos de madera terminada se deberá emplear las dimensiones efectivas.

Las maderas bastas, poseen mayor capacidad resistente que las terminadas, ya que a igualdad de sección nominal tienen mayor sección efectiva, -- por lo que deberán usarse siempre que las condiciones lo permitan, además -- son más baratas.

La tabla 1. muestra las características geométricas de la madera basta para construcción.

La madera es el material más usado en la construcción de cimbras, debido a su facilidad para conseguirla, bajo costo inicial, en comparación con otros materiales para cimbrar, facilidad para cortarla y hacer diferentes -- tipos de moldes, usa un tipo de mano de obra poco especializada, que es el tipo de mano de obra que más abunda en México.

La madera se usa: como tarimas, para cimbrar losas, como largueros y -- madrinas, en el caso de muros, losas columnas y zapatas. También se usa -- como pies derechos y puntales.

NUMERO DE USOS.

El número de usos que puede darse a la madera, depende del papel que -- cada pieza desempeñe dentro de la cimbra. La madera que más desgaste sufrirá será la madera de contacto ya que sufrirá el efecto del trabajo de los --

TABLA 1.
PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LAS MADERAS BASTAS.

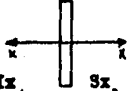
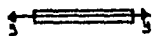
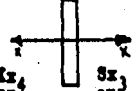
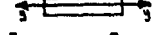
Dimensiones Normales. Pig.	Dimensiones Efectivas. cm.	Area Neta cm ²					ft Tablon por cada ft lineal
			I _x cm ⁴	S _x cm ³	I _y cm ⁴	S _y cm ³	
1 x 4	2.22 x 9.21	20.45	144.53	31.38	8.4	7.57	0.33
1 x 6	2.22 x 16.83	37.36	881.91	104.80	15.34	13.82	0.50
1 x 8	2.22 x 18.63	41.36	1196.22	128.42	16.99	15.30	0.66
1 x 10	2.22 x 23.81	52.86	2497.18	209.76	21.71	19.50	0.83
1 x 12	2.22 x 28.89	64.14	4460.82	308.81	26.34	23.73	1.00
1½ x 4	3.49 x 9.21	32.14	227.21	49.34	32.63	18.70	0.50
1½ x 6	3.49 x 16.83	58.74	1386.43	164.76	59.62	34.17	0.75
1½ x 8	3.49 x 18.63	65.02	1880.54	201.88	65.99	37.82	1.00
1½ x 10	3.49 x 23.81	83.10	3925.75	329.76	84.34	48.33	1.25
1½ x 12	3.49 x 28.89	100.83	7012.72	485.48	102.34	58.65	1.50
2 x 4	4.13 x 9.21	38.04	268.87	58.39	54.07	26.18	0.66
2 x 6	4.13 x 16.83	65.51	1640.67	194.97	98.80	47.84	1.00
2 x 8	4.13 x 18.63	76.94	2225.40	238.90	109.37	52.96	1.33
2 x 10	4.13 x 23.81	98.34	4645.66	390.23	139.77	67.69	1.66
2 x 12	4.13 x 28.89	119.32	8298.73	574.51	169.60	82.13	2.00

TABLA 1. PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LAS MADERAS BASTAS.

Dimensiones Normales. Plg.	Dimensiones Efectivas. cm.	Area Neta cm ²					ft tablon por cada ft lineal
			I_x cm ⁴	I_y cm ⁴	S_x cm ³	S_y cm ³	
3 x 4	6.67 x 9.21	61.43	434.23	94.30	227.75	68.29	1.00
3 x 6	6.67 x 16.83	112.26	2649.70	314.88	416.18	124.79	1.50
3 x 8	6.67 x 18.63	124.26	3594.04	385.83	460.69	138.14	2.00
3 x 10	6.67 x 23.81	158.81	7502.79	630.22	588.78	176.55	2.50
3 x 12	6.67 x 28.89	192.70	13402.54	927.83	714.40	214.21	3.00
4 x 4	9.21 x 9.21	84.82	599.59	130.20	599.59	130.20	1.33
4 x 6	9.21 x 16.83	155.00	3658.73	434.79	1095.68	237.93	2.00
4 x 8	9.21 x 18.63	171.58	4962.69	532.76	1212.86	263.38	2.66
4 x 10	9.21 x 23.81	219.29	10359.92	870.22	1550.09	336.61	3.33
4 x 12	9.21 x 28.89	266.08	18506.36	1281.16	1880.81	408.43	4.00
6 x 6	16.83 x 16.83	283.25	6685.83	794.51	6685.83	794.51	3.00
6 x 8	16.83 x 18.63	313.54	9068.62	973.55	7400.89	879.49	4.00
6 x 10	16.83 x 23.81	400.72	18931.33	1590.20	9458.68	1124.03	5.00
6 x 12	16.83 x 28.89	486.22	33817.81	2341.14	11476.74	1363.84	6.00
8 x 8	18.63 x 18.63	347.08	10038.53	1077.67	10038.53	1077.67	5.33
8 x 10	18.63 x 23.81	443.58	20956.07	1770.27	12829.71	1377.32	6.66
8 x 12	18.63 x 28.89	538.22	37434.69	2591.53	15567.00	1671.18	8.00
10 x 10	23.81 x 23.81	566.92	27782.82	2249.71	26,782.82	2249.71	8.33
10 x 12	23.81 x 28.89	687.87	44843.26	3312.10	32,497.09	2729.70	10.00
12 x 12	28.89 x 28.89	834.63	58050.90	4018.75	58050.90	4018.75	12.00

fierros, que puedan lastimarla con el arrastre de varillas, también sufre lastimaduras debido al vibrador.

Otras piezas de la cimbra sufren menos castigos y por lo tanto pueden tener un mayor número de usos. El número de usos aquí recomendado es el siguiente:

<u>ELEMENTO</u>	<u>No. DE USOS</u>
Tarimas	20
Tablas madera contacto	8
Largueros	20
Madrinas	20
Pies derechos	20
Puntales	20

TRIPLAY

Entre sus ventajas citaremos las siguientes: se pueden hacer pánales - de dimensiones lo suficientemente grandes como para permitir una colocación y retirada económicas, variedad de espesores propiedades físicas constantes, economía de un mayor número de usos, superficies lisas, con las que se reduce el costo del acabado final de los paramentos y un costo de fabricación - bajo.

Las propiedades del triplay se pueden ver en la tabla 2. El triplay es

frecuentemente usado para concretos aparentes ya que produce superficie muy lisas de tamaño grandes. Se usa también en cimbras de columnas y muros.

Las curvas sencillas se consiguen fácilmente con el triplay obteniendo se excelentes resultados si se dispone de una superficie continua con la -- curvatura precisa .

En la tabla 3 se dan los radios de curvatura mínima que necesita el -- triplay, según su espesor. En el caso de requerir radios de curvatura más -- pequeños, pueden conseguirse con triplay, sometido a un tratamiento previo de humedecimiento y vaporización.

Las figuras nos muestran la forma de colocar el triplay en la forma -- correcta.

TRIPLAY No. DE USOS.

Con Diesel	Con Resina epoxica
8-10	15-20

TABLEROS DE AGLOMERADOS.

Se fabrican a base de pequeños trozos de madera, impregnados de un líquido endurecedor, polimerizándose a continuación por cocción.

Los tableros suelen presentarse en tamaños grandes, sus propiedades -- son entre otras, la dureza, proporciona superficies lisas y juntas sin -- defectos, se curva fácilmente.

TABLA 2

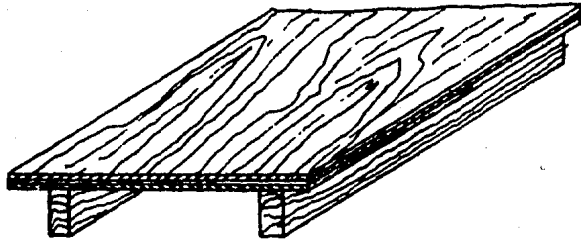
PROPIEDADES GEOMETRICAS DEL TAIPLAY.

Fig.	Espesor neto		Espesor de las capas (nominal)				1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro.			1 cm. de ancho con la veta visible perpendicular al claro.			Peso aproximado (kg.)	
	mm	No	mm	mm	mm	Central (para 5 y 7 capas)	Area de la sección transversal.	Momento de inercia	Módulo de sección	Area de la sección transversal.	Momento de inercia	Módulo de sección	Hoja de 1,22x 2,44	100 m2
1/8	3.20	3	1.60		1.60		0.16	0.0023	0.0143	0.1373	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
3/16	4.75	3	2.12		2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
1/4	6.35	3	2.82		2.82		0.35	0.0144	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	1.350	381.00
3/8	9.50	3	3.20		4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	6.344	549.00
3/8	9.50	5	2.54		2.12	2 2.12	0.33	0.0312	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	6.344	549.00
1/2	12.70	5	3.20		3.20	2 2.54	0.76	0.1259	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
5/8	15.90	5	3.20		4.80	2 3.20	0.93	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
3/4	19.00	5	3.20		4.80	2 4.80	0.93	0.3413	0.3598	0.9430	0.2323	0.3263	32.234	1083.00
3/4	19.00	7	3.20		2 2.12	3 3.20	0.93	0.3889	0.4097	0.9430	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
7/8	22.30	7	3.20		2 4.00	3 3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3303	0.3796	37.682	1266.00
1	25.40	7	3.20		2 3.20	3 4.80	1.11	0.7344	0.3799	1.4173	0.6236	0.6073	43.584	1464.00
1 1/8	28.60	7	3.20		2 4.80	3 4.80	1.42	1.0483	0.7362	1.4173	0.8881	0.7491	48.578	1682.00

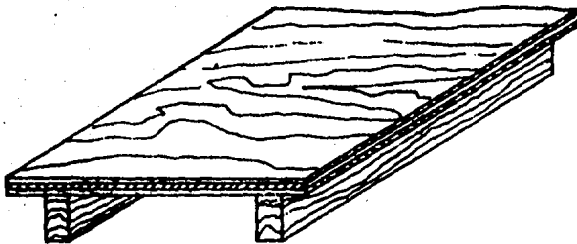
RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 3

Espesor		Curva perpendi-	Curva paralela
pulg.	mm.	cular a la veta	a la veta
1/4	6	40 (cm)	60 (cm)
3/8	10	90 "	140 "
1/2	13	200 "	250 "
5/8	16	250 "	300 "
3/4	19	300 "	365 "



Triplay usado en el sentido debil



Triplay usado en el sentido fuerte

RECOMENDACIONES PARA MANTENER LA MADERA EN BUEN ESTADO.

1.- Antes de colocar la cimbra, es importante que la madera de contacto este protegida con algún desmoldeante como por ejemplo aceite quemado o diesel, evitando así la adherencia de madera a concreto. Esto facilitará el descimbrado y protegerá la madera de contacto aumentando su número de usos.

2.- Para prevenir el pudrimiento de la madera es conveniente después del descimbrado, limpiar las tarimas o madera de contacto, con cepillo de alambre con el objeto de desprender el concreto pegado. Acto seguido se recubrirá la madera con diesel o aceite requemado.

3.- Si se cuida la madera ésta durará más; hay que tener la supervisión necesaria que nos permita vigilar que la madera sea manejada con el debido cuidado.

El momento de descimbrar es importante, pues es ahí donde rompe y maltrata más la madera. Por comodidad se tira y rompe la madera. La gente que descimbra debe saber hacerlo.

4.- Hay que evitar que la madera esté en contacto con el suelo por largos periodos, pues esto la pudrirá y tendrá menor resistencia.

5.- Una pieza larga, es más útil que muchas piezas cortas por lo tanto hay que evitar en lo posible cortar las piezas largas; éstos es muy común entre los peones, que por no buscar el tramo adecuado entre la

pedacería cortan piezas largas, con lo que en poco tiempo tendremos un montón de pedazos, teniendo nuevamente que comprar piezas largas para usarlas donde hacen falta.

6.- La irremediable pedacería que se tenga hay que usarla para reparar o fabricar tarimas.

7.- Hay que evitar la quema de piezas que no son pedacería y que sirven:

TUBOS DE CARTON

También llamados sonotubos, se usan para el cimbrado de columnas circulares. Se fabrican con 2 tipos de impermeabilización el primero se emplea para dar acabados aparentes; su impermeabilización consiste en un tratamiento de plástico que permite recuperar el tubo.

El segundo tipo se emplea para cimbras perdidas o sea que una vez fraguado el concreto hay que romper el tubo para retirarlo, su precio es inferior al anterior.

ACERO

El acero también es usado para las cimbras, puede ser usado como cimbra de contacto, o bien como largueros o pies derechos y puntales telescópicos.

El costo inicial de una cimbra metálica es muy alto, y por lo tanto -

éste se justifica sólo cuando el número de usos que ha de darse a los moldes es alto. Por lo general se usa donde existen muchas piezas con secciones, -- iguales.

Cuando el acero es usado como largueros, madrinas o pies derechos, con un cuidado razonable, estas piezas pueden durar casi indefinidamente.

VENTAJAS DE LA CIMBRA DE ACERO.

- 1.- Mayor duración que la cimbra de madera.
- 2.- Poca necesidad de reparación
- 3.- Deja una superficie colada con menos imperfecciones.
- 4.- Mayor facilidad en el descimbrado por su poca adherencia.
- 5.- Menor necesidad de mano de obra.
- 6.- No hay tanto desperdicio como con cimbra de madera.

DESVENTAJAS DE LA CIMBRA DE ACERO.

- 1.- Se necesita usar donde hay muchas piezas iguales, ya que si no su uso resulta muy costoso.
- 2.- En obras pequeñas, su uso es más costoso.
- 3.- Su uso como cimbra de contacto es más limitado, ya que los paneles prefabricados tienen un tamaño tal que no permite dar multiplicidad de formas.
- 4.- Su peso es mayor y esto incrementa el costo por flete. El número de

usos del acero como cimbra de contacto varía de 100-300 usos según el cuidado que de ella se tenga.

PLASTICOS

Debido al incremento que ha formado la utilización de formas y dibujos complicados en el concreto, ha sido necesario encontrar un material para cimbra con características especiales.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio nos dan estas características que son:

- 1.- Permiten una libertad total de proyecto.
- 2.- Se puede realizar al mismo tiempo el cimbrado y el acabado de la superficie.
- 3.- Se puede con estos moldes hacer cualquier figura.
- 4.- No existe limitación en dimensiones, ya que los diversos elementos pueden montarse en obra de manera que disminuyen las juntas.
- 5.- Puede llegar a ser el material más económico de entre todos los disponibles, si se prevee un gran número de usos.
- 6.- Es ligero y fácilmente desmontable.
- 7.- No presenta problemas de corrosión.

Además de usarse para fabricar figuras raras con el concreto, el plástico es usado como cimbra en el caso de losas. Se usa formando casetones.

Estos casetones pueden comprarse o bien rentarse y las dimensiones de éstos son generalmente 63.5x65.5 cms. y sus alturas 8, 10, 12, 14 plg., -- con las precauciones debidas este tipo de casetones, pueden llegar a emplearse 25 veces o más.

Y E S O

En la arquitectura de edificios se proyectan muchas veces figuras y dibujos ornamentales a realizar en concreto, para los cuales las cimbras de madera no son adecuados, estas figuras se construyen entonces con madera o cualquier otro material que se preste a ello, en tamaño natural, y se moldean sobre ellas un molde de yeso.

Este molde de yeso se utiliza seguidamente como cimbra para la construcción en concreto de dichas figuras, uniéndolas debidamente a la cimbra general de la estructura.

Al descimbrar se rompen los moldes, quedando impresa en la superficie del concreto la figura deseada.

IV. DISEÑO DE CIMBRAS

DISEÑO DE CIMBRAS

CARGAS Y PRESIONES QUE HA DE SOPORTAR LA CIMBRA.

Una cimbra debe ser capaz de soportar todas las solicitaciones que se le impongan, ya sean cargas verticales o laterales, hasta que el concreto sea -- capaz de tomarlas por si mismo.

Estas cargas incluyen el peso de:

Concreto fresco.

Acero de refuerzo.

Cimbra peso propio.

Además de varias cargas vivas que se presentan durante el proceso constructivo, como son:

Descargas de concreto.

Movimiento del equipo sobre la cimbra.

Acciones de viento.

Estas producen fuerzas laterales que han de ser soportadas por la cimbra.

También han de considerarse la asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas por el concreto en los lugares de descarga.

Ver fig. 1

PESO PROPIO.

La cimbra de madera pesa generalmente (cuando es normal) de 50 a 75 kg/m².

cuando este peso es pequeño en comparación con.

Peso del concreto + carga viva.

Puede despreciarse.

En el caso de cimbras metálicas o de otro tipo hay que consultar con el fabricante el peso por metro cuadrado.

Cargas vivas.

El ACI Comité 347, recomienda usar un valor de 250 kg/m^2 por concepto - de carga viva.

Este valor incluye peso de trabajadores, equipo, andadores e impacto.

Cuando se usan volquetes motorizados para mover el concreto sobre la -- cimbra este valor deberá incrementarse a 400 kg/m^2 .

Ver tabla 4.

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas, el peso del concreto en un claro puede causar levantamientos en otro claro.

Las cimbras deben diseñarse para tomar este efecto, o bien se diseñarán como simplemente apoyadas.

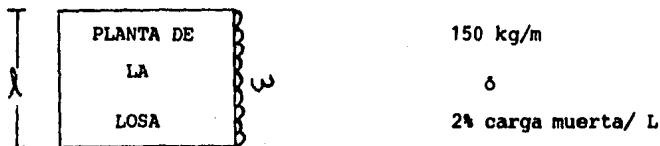
Ver figura 2.

Cargas laterales.

Las cimbras deben soportar todas las cargas laterales debidas al viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos -- horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener la información exacta-- para calcularlas con exactitud.

El comité 347 del ACI recomienda las siguientes cargas laterales mínimas.

1.- En LOSAS 150 kg/m de borde de losa ó 2% de la carga muerta sobre la-- cimbra (distribuido como una carga por metro de borde de losa), el que sea ma-- yor.



Ver tabla 5

Considerar sólo la carga muerta de losa en cada colado.

2.- En MUROS carga de viento de 50 kg/m ó mayor si así lo exigen los re-- glamentos locales.

En ningún caso menor de 150 kg/m de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

Ver tabla 6

figura 1.

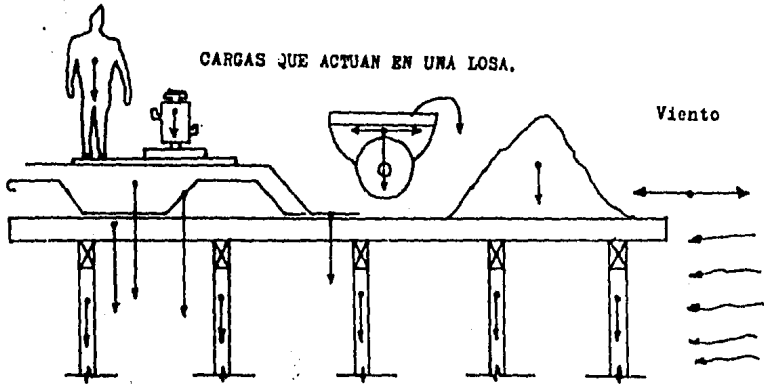


figura 2.

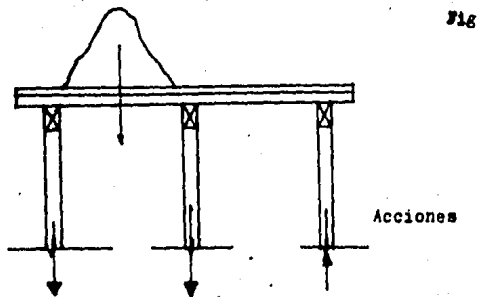


TABLA 4.

CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE LOSAS.

Espesor de losa (cm)	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25.0	27.5	30.5
Concreto de 1600 kg/m ³	370	410	450	490	530	570	610	650	690	730
Concreto de 2000 kg/m ³	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400 kg/m ³	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Carga viva de 250 kg/m². Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carritos motorizados (vogueas) para transporte de concreto deberá incrementarse a 400 kg/m².

TABLA 5.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE
CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

Espesor de la losa (cm)	Carga muerta (kg/m ²)	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada (kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

TABLA 6.

MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE
CONTRAVIENTOS DE CIEBRAS DE MUROS, -
APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL VOLDE.

Altura del AGI muro (m)	Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada				
	148.8 kg/m ²	148.8 kg/m ²	148.8 kg/m ²	148.8 kg/m ²	148.8 kg/m ²
(sobre el terreno)					
1.22 ó menos	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.6	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.8	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70					
ó mas	24.4 h	36.6 h	48.8 h	61.0 h	73.2 h

Bajo el terreno

PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.

Las presiones impuestas por el concreto fresco, sobre las paredes verticales de un muro o columna, difieren de las que se presentan normalmente en las losas y que son producidas por la gravedad.

Cuando el concreto se vacía en las cimbras, produce una presión perpendicular a las paredes de éstas, que es proporcional a la densidad y a la profundidad del concreto en estado líquido.

A medida que fragua el concreto, cambia de líquido a sólido, con una reducción en la presión ejercida sobre la cimbra.

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL.

El tiempo requerido para que el concreto alcance su fraguado inicial, y empiece a soportarse por sí mismo, reduciendo así la presión ejercida sobre la cimbra, depende de varios factores; entre ellos están: - la velocidad de colado, la temperatura, el uso de retardantes.

VELOCIDAD DE COLADO

Entre mayor sea la velocidad de colado, mayor será la cantidad de concreto en estado líquido, y por lo tanto mayor será la presión ejercida.

TEMPERATURA.

El concreto necesita generar calor, para que se produzcan las reacciones necesarias dentro de él, que lo hagan endurecerse. El tiempo requerido para -

el fraguado inicial, es mayor para una baja que para una alta temperatura.

USO DE RETARDANTES.

Al retardar el fraguado inicial, mayor cantidad de el concreto está en estado líquido, y por lo tanto existe una mayor presión ejercida por éste.

Otros factores que también afectan la presión lateral ejercida por el concreto fresco son: el peso volumétrico del concreto, el proceso de vibrado.

PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO.

Este tiene una influencia decisiva en la presión, ya que la presión -- hidrostática de un líquido es igual a γh . (peso volumétrico por altura) y -- actúa en dirección perpendicular a las paredes que confinan al concreto en estado líquido.

PROCESO DE VIBRADO.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones -- laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado, porque entonces -- el concreto tiende a portarse como un líquido en toda la profundidad del -- vibrado.

El revibrado y la vibración externa producen presiones aun mayores.

Existen otras variables poco significativas que influyen en la presión

lateral del concreto fresco, éstas son: el revenimiento, localización y cantidad de refuerzo, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, rugosidad de los moldes y otros. Su efecto generalmente de desprecia.

Resumiendo los factores más importantes a considerar como causantes de la presión lateral del concreto fresco son:

Velocidad de colado.

Temperatura de colado.

Peso volumétrico concreto.

Las tablas (7) y (8) toman en cuenta además de estos factores, el uso de vibrado interno.

La tabla 7 , nos dá las presiones laterales para diseño de cimbras de muros, la tabla 8, para diseño de cimbras de columnas.

TABLA 7.

PRESIONES PARA DISEÑO DE CILDRAS DE MUROS.

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m ²) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6060	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	631	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m², ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

TABLA 8.

MAXIMA PRESION LATERAL PARA DISEÑO
DE CIERRAS DE CONCRETAS.

m. por hr.	maxima presión lateral (kg/m^2) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m^2 ,
ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma,
la que sea menor.

ESFUERZOS PERMISIBLES EN MADERA Y TRIPLAY.

A continuación se presenta en la tabla 9, la forma de clasificación de la madera según la norma C-18-1946 de la D G N.

En la tabla 10, se dan los valores de los esfuerzos permisibles que de acuerdo a la norma C-18-1946 D G N tienen las maderas y en la tabla 11, esfuerzos permisibles para triplay .

Para el cálculo de las cimbras existen muchas incertidumbres acerca de los esfuerzos permisibles en madera y en triplay.

Por un lado existen elementos positivos que hacen que las cimbras de madera aumenten su capacidad de carga por ejemplo.

El hecho de que la madera pueda soportar una mayor carga en períodos cortos que durante largos periodos (años) esto permite incrementar los esfuerzos admisibles para períodos cortos. En general las cimbras son estructuras provisionales que trabajan en periodos cortos (días).

El reglamento del D.F., nos permite incrementos de 50% para cargas de 1 - hr. de duración y de 100% para cargas de impacto.

Por otro lado los elementos negativos nos obligan a disminuir el valor de los esfuerzos admisibles, por ejemplo cuando:

La madera en la que el contenido de humedad está por arriba del grado de saturación de las fibras, resiste 65% de su valor normal en compresión perpendicular al grano; y 90% paralelo al grano.

Con frecuencia se usa madera verde, esto reduce también los esfuerzos permisibles.

Defectos propios de la madera, como: desviación de las fibras, existencia de nudos, rajaduras y zonas podridas, lo cual afecta la capacidad de carga.

Es cierto que para algunas obras es necesario trabajar con maderas exentas de defectos, y aunque así debería ser, con frecuencia y en la generalidad de los casos no se usan éstas, debido a su alto costo y dificultad de obtención.

Factores negativos del medio: con esto nos referimos concretamente a la dificultad que existe algunas veces para conseguir la madera, teniéndose así que ajustar a comprar lo que haya en el mercado, esté exenta de defectos o no.

Además, que de un lote a otro las resistencias de la madera varían considerablemente.

De esta forma, en cada caso particular y utilizando el criterio, deberán afectarse por incrementos positivos o negativos los valores de los esfuerzos permisibles, o bien se harán pruebas a la madera que se va a utilizar.

Para casos en los que no es posible hacer este análisis o pruebas a la madera, en este trabajo se considerará que los factores positivos

contrarrestan a los negativos, quedando así los esfuerzos permisibles de trabajo que se dan en las tablas 10 y 11.

TABLA 9.

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

ABLA 9

GRADO	HUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VEVAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MEDIA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEJURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM MAX	NO		10 cm MAX.	10cm 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 D & 2 veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x 1/16 Long	MAX. 8 MM x 150 MM		10MM MAX.	Solo en extremo 8 MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y 5 MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM si D < 2 veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II D ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area 4 1/4 superficie total.		MAX. 252 MM	En los extremos y menor que: ancho y L/6		20%	1/4 de la superficie de la cara	2 MM Tal Q D < 2 veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA.											

TABLA 10.

ESFUERZOS PERMISIBLES EN Kg/cm^2 , PARA CONDICION VERDE Y CARGA PERMANENTE CUANDO LA MADERA SE CLASIFICA CON LA NORMA -- C 18-1946 DE LA DGN (REGLAMENTO D.F.)

Solicitación	Calidad			
	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 ($\times 10^3$):				
Medio	70	70	70	70
Mínimo	40	40	40	40

TABLA 11.

ESFUERZOS PERMISIBLES TÍPICOS, PARA TRIPLAY
APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10)AÑOS Y --
AMBIENTE SECO.

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm ²
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro).	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

SIMPLIFICACIONES EN EL DISEÑO.

El grado de precisión con el que se diseña una estructura, debe ser congruente con las incertidumbres en las características de los materiales y las magnitudes de las cargas.

En el diseño de cimbras, estas incertidumbres son considerables de manera que, por lo general, no se justifica un gran refinamiento en el cálculo.

Por otra parte, en el diseño de cimbras, es frecuente que rijan consideraciones ajenas a la resistencia. Es entonces usual recurrir a simplificaciones como las siguientes:

(1) Suponer que las cargas están uniformemente distribuidas aun cuando esto no sea rigurosamente cierto.

(2) Se resolverán las cimbras tratándolas como estructuras isostáticas, esto es como vigas simplemente apoyadas en el caso de cimbras de contacto, largueros y madrinas.

Tomando en cuenta que:

Cuando los miembros que forman el molde de una losa, son continuos; el vaciado de concreto sobre un claro, puede causar levantamiento en los pies derechos que sirven como apoyo de los adyacentes (Ver fig. 2).

La cimbra deberá estar diseñada para evitar ésto, y si los miembros de la cimbra que se diseña no pueden asegurarse para evitar ésto será mejor calcularlos no como vigas simplemente apoyadas.

Esta simplificación (2) nos lleva del lado de la seguridad y facilita el diseño.

FORMULAS DE VIGAS ISOSTATICAS

En general, una cimbra consiste de un elemento de contacto que retiene al concreto fresco, y elementos de soporte necesarios para mantener en su lugar y dar firmeza al elemento de contacto.

El soporte directo del entablado se logra con miembros llamados largueros, estos a su vez son soportados por las madrinas, y las madrinas son soportadas por miembros verticales llamados pies derechos o bien por tensores (en muros, columnas).

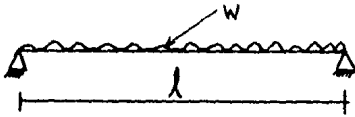
Aunque todos estos elementos básicos de una cimbra se vean -- diferentes, todos trabajan como vigas (excepto los pies derechos y los tensores) algunos son verticales y otros horizontales, y -- tienen diferentes formas de apoyo, pero sólo algunas fórmulas de vigas isostáticas son necesarias para su análisis.

La tabla 12 nos muestra las fórmulas de vigas isostáticas -- necesarias para analizar una cimbra.

TABLA 12

FORMULAS DE VIGAS APLICABLES EN CIMBRAS

(1) Viga simplemente apoyada con carga uniforme.

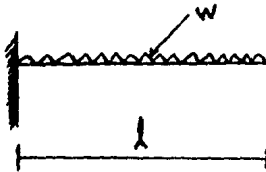


$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI}$$

$$V_{\max} = \frac{wl}{2}$$

(2) Viga en voladizo carga uniforme.

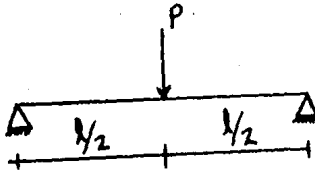


$$M_{\max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

$$V_{\max} = w$$

(3) Viga simplemente apoyada con carga concentrada en el centro.



$$M_{\max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

$$V_{\max} = \frac{P}{2}$$

CRITERIOS DE DISEÑO

DEFLEXIONES

La flecha permisible dependerá del acabado deseado. Una pequeña flecha que en un acabado rugoso puede pasar inadvertida, puede ser de importancia en una -- superficie muy lisa, sometida a una observación visual cercana.

Un valor aceptable y frecuentemente usado en el diseño de cimbras es el -- recomendado por el ACI:

$$\Delta_{\max} = \frac{l}{360} \quad \text{Para concreto no aparente.}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{l}{400} \quad \text{Para concreto arquitectónico.}$$

donde l es el claro libre entre apoyos.

En las fórmulas de flechas o deflexiones aparece el factor E que se refiere al módulo de elasticidad del material a flexar. I es el momento de inercia, en la dirección considerada cuando se use madera mojada o muy húmeda, se recomienda usar el mínimo valor de E para el cálculo de deflexiones.

El valor apropiado para la máxima deflexión en una viga simplemente apoyada con carga uniforme será: (Tabla 12).

$$\Delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{384 E I} \quad \text{----- Ec (1)}$$

Además

$$\Delta_{\max} = \frac{l}{360} \quad \text{----- Ec (2)}$$

Por lo tanto, igualando las flechas máximas tenemos, despejando λ

$$\frac{5}{384} \frac{w \lambda^4}{EI} = \frac{\lambda}{360}$$

$$\frac{5}{384} \frac{w \lambda^4}{EI} - \frac{360}{\lambda} = 0$$

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{384}{5} \frac{EI}{w} \frac{360}{360}}$$

$$\text{si } \lambda = \lambda \Delta$$

$$\lambda \Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} \text{ ----- Ec (3)}$$

λ = Máxima longitud libre entre apoyos para producir una deflexión de $L/360$.

Nota: Si se trata de concreto arquitectónico podrán hacerse los mismos despejes utilizando el valor $\Delta_{\text{max}} = \lambda/400$.

Flexión.

El diseño por flexión se basa en el esfuerzo de flexión máximo permisible, y en la comparación del momento actuante con el momento resistente de la pieza.

El momento flexionante actuante sobre una viga simplemente apoyada con carga uniforme es: (según la tabla 12)

$$M_{\text{max}} = \frac{w \lambda^2}{8} \text{ ----- Ec (4)}$$

donde "w" es la carga uniformemente distribuida en kg/cm y " λ " es el claro --

libre entre apoyos. en cm.

El momento resistente de un miembro según la fórmula de la escuadria es:

$$f = \frac{M y}{I}$$

$$S = \frac{I}{y} = \frac{bh^3}{12} \frac{2}{h} = \frac{bh^2}{6}$$

$$f = \frac{M}{S}$$

$$M_r = f S \text{ ----- Ec (5)}$$

donde

M_r = momento resistente

f = máximo esfuerzo permisible en flexión

S = modulo de sección.

Por lo tanto igualando el momento actuante y el momento resistente y despejando " l " tenemos:

$$\frac{w l^2}{8} = f S$$

$$l = \sqrt{\frac{8 f S}{w}}$$

si

$$l = l_f$$

$$f = 2.83 \sqrt{\frac{f S}{w}} \text{ ----- Ec (6)}$$

l_f = Longitud máxima entre apoyos para que una pieza con determinado modulo de sección "S", no sobrepase su máximo momento resistente.

JUSTIFICACION AL USO DE LA FORMULA DE LA ESCUADRIA.

A pesar de que el comportamiento de las vigas de madera no es rigurosamente elástico, se suele considerar aplicable la teoría convencional de flexión, según la cual los esfuerzos pueden calcularse mediante la fórmula de la escuadria:

$$f = \frac{M y}{I}$$

Que se considera aplicable para relaciones de peralte a anchos menores a cinco.

CARGAS CONCENTRADAS.

Hay que recordar que el procedimiento simplificado de diseño que aquí se expone, está basado en cargas uniformemente distribuidas cuando en realidad -- algunos miembros, como las madrinas, soportan un conjunto de cargas concentradas.

Esta simplificación es satisfactoria para la mayoría de los casos, pero -- si la separación entre puntales excede 1/3 o 1/2 del claro libre entre apoyos, se debe hacer una investigación de las condiciones de carga específicas de la viga en consideración.

Esto debe tenerse en mente particularmente cuando se están diseñando miembros pesados de madera, o bien de acero con grandes separaciones.

CORTANTE.

Aunque la flexión suele regir el dimensionamiento de vigas de madera, ..

pueden presentarse situaciones en que sea crítica la fuerza cortante.

El máximo esfuerzo cortante en una viga de sección rectangular es

$$v = \frac{3 V}{2 b h} \text{ ----- Ec (7)}$$

donde para una viga simplemente apoyada bajo carga uniforme (Tabla 12)

$$v = \frac{w l}{2} \text{ ----- Ec (8)}$$

donde:

l = claro libre entre apoyos de la viga en cuestión.

w = carga uniformemente distribuida en kg/cm

b = ancho de la pieza.



h = altura de la pieza

el esfuerzo cortante "v" no debe sobrepasar el valor del esfuerzo cortante -
permisible para el tipo de madera en cuestión.

Sustituyendo Ec (8) en la fórmula Ec (7) tenemos

$$v = \frac{3 w}{4 b h}$$

y despejando l

$$l = \frac{4 v b h}{3 w}$$

$$\text{Si } l = l_v$$

$$l_v = \frac{4 v b h}{3 w} \text{ ----- Ec (9)}$$

v = máximo esfuerzo cortante permisible según el tipo de madera.

l_v = máxima longitud entre apoyos que una viga puede resistir, para que, dadas sus dimensiones no se sobrepase el valor del esfuerzo permisible -- para cortante, del tipo de madera en cuestión.

El diseño por cortante puede determinar las dimensiones de una pieza cuando existen claros cortos muy sobrecargados.

ESFUERZO SOBRE APOYO.

El esfuerzo de apoyo o también llamado esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra puede ser un factor importante en el diseño de miembros en una cimbra. Los largueros descansan sobre madrinas, y éstas a su vez descansan sobre pies-derechos.

Todos estos miembros deberán tener suficiente área de apoyo en sus soportes, para prevenir el que sean punzonados por el miembro que les transmite la carga.

Para apoyos menores de 6 plg de largo y alejados del final de la viga mas de 3 plg la máxima carga permisible por cm^2 es obtenida multiplicando el esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra permisible, por el siguiente factor.

$$\frac{l + 3/8}{l} \text{----- Ec (10)}$$

donde l = largo del apoyo medido a lo largo de las fibras de la madera (en plg)

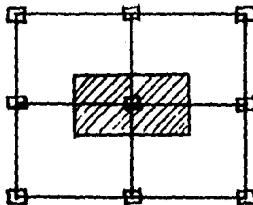
largo del apoyo en pulgadas	1/2	1	1 1/2	2	3	4	6	o más
factor	1.75	1.38	1.25	1.19	1.13	1.1		1

MIEMBROS SOMETIDOS A COMPRESION.

En una cimbra los miembros que se diseñan para resistir compresión - son los pies-derechos y los puntales.

Es lo suficientemente aproximado el decir que el área de cimbra que soporta un pie-derecho, está delimitada por la mitad de la distancia entre éste pie derecho y el adyacente.

Esto claro, en ambos sentidos



esta área está sujeta a una presión provocada por las cargas que soporta - la cimbra, o sea: carga viva y carga muerta, y por lo tanto es necesario - considerar esta presión para saber la carga de compresión actuante sobre - el pie-derecho.

PIES DERECHOS DE MADERA.

Estos miembros también llamados polines, se diseñan como una columna simple y por lo tanto su capacidad de carga estará limitada por su rela-- ción de esbeltez.

RELACION DE ESBELTEZ.

La "relación de esbeltez" en un miembro consiste en la relación existente entre: la longitud de claro libre entre apoyos laterales, y la mínima -- dimensión de la pieza.

$$\frac{l}{d}$$

l = longitud no soportada lateralmente o longitud de pandeo.

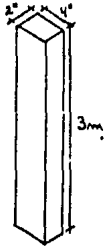
d = dimensión mínima de la sección de la pieza.

Para pies-derechos de madera la relación de esbeltez no debe ser mayor de 50.

Cuando los pies derechos son arriostrados o soportados lateralmente en una o más caras en diferentes puntos de su longitud, la relación de esbeltez en cada plano deberá ser calculada y la mayor se usará para calcular la máxima carga permisible.

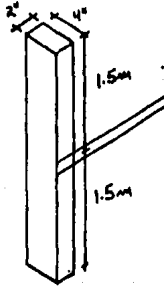
La figura 3 nos muestra la forma de calcular la relación de esbeltez -- para diferentes condiciones de arriostamiento.

FIG. 3



$$\frac{l}{d} = \frac{300}{2 \times 2.54} = 591.1$$

Esta relación excede el límite de 50 por lo tanto no se usará este pie-derecho si no tiene apuntalamiento lateral.

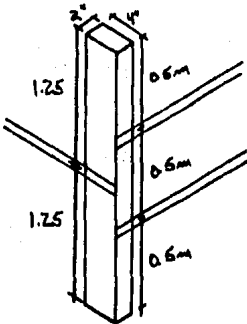


En el plano paralelo la cara angosta

$$\frac{l}{d} = \frac{150}{2 \times 2.54} = 29.5$$

en el plano paralelo a la cara ancha

$$\frac{l}{d} = \frac{300}{4 \times 2.54} = 29.52$$



En el plano paralelo a la cara angosta

$$\frac{l}{d} = \frac{50}{2 \times 2.54} = 9.84$$

En el plano paralelo a la cara ancha

$$\frac{l}{d} = \frac{125}{4 \times 2.54} = 12.3$$

Regirá la mayor

CARGA PERMISIBLE EN MIEMBROS A COMPRESION.

La máxima carga en kg/cm^2 para pies derechos rectangulares, se calcula mediante la siguiente modificación de la fórmula de Euler.

Nota.

P/A no debe exceder el valor del esfuerzo máximo de compresión paralela a la fibra (permisible) según el tipo de madera utilizada.

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 E}{(1/d)^2} \text{----- Ec (11)}$$

donde:

P = carga total resistente sobre el pie-derecho (kg)

A = Area de la sección transversal del pie-derecho (cm^2)

E = Modulo de elasticidad de la madera usada -- (kg/cm^2)

d = Mínima dimensión de la pieza
Para secciones circulares d = diámetro.

Esta fórmula nos brinda un factor de seguridad $F_s = 3$, contra pandeo de -- columnas axialmente cargadas y clavadas en un extremo.

En el caso de pies-derechos de madera, el factor de seguridad aumenta, tendiendo a compensar las excentricidades de las cargas, que llegan a ocurrir en las cimbras.

EMPALME DE PUNTALES.

Los empalmes de puntales deben ser diseñados para soportar flexión y -- pandeo, tal y como se diseñaría cualquier miembro a compresión.

Solo se permitirá un empalme por pie-derecho o puntal, a menos que en los empalmes exista apuntalamiento diagonal en dos direcciones.

TABLA. 13

CARGA PERMISIBLE PARA PUNTALES Y PIES DERECHOS
PARA EL TIPO DE MADERA INDICADO (EN K g.)

Tamaño nominal Madera (pig.)	2 X 4	3 X 3	3 X 3½	3½ X 3½	4 X 4	4 X 8
Longitud de pandeo: Sin arriostrar (m)						
1.00	1350	2220	2860	3670	4240	8920
1.25	870	220	2860	3670	4240	8920
1.50	600	1840	2370	3670	4240	8920
1.75	440	1350	1740	3670	4240	8920
2.00	340	1040	1330	2830	3770	7940
2.25		820	1050	2240	2980	6270
2.50		660	830	1810	2410	5080
2.75		550	700	1500	1990	4200
3.00		460	590	1260	1680	3530
3.25		390	500	1070	1430	3000
3.50				920	1230	2590
3.75				800	1070	2260
4.00				710	940	1980
4.25				630	830	1760
4.50					740	1570
4.75					670	1410
5.00						

Madera de primera

$C \parallel$ a la fibra = 50 kg/cm²
 $E = 70\,000 \text{ kg/cm}^2$
 $\frac{L}{d} = 50$

$\frac{P}{A} = \frac{0.3 E}{\left(\frac{L}{d}\right)^2}$

TABLA 13 a.

CARGA PERMISIBLE PARA PUNTALES Y PISOS DEBECIOS
 PARA EL TIPO DE MADERA INDICADO (EN Kg.)

Tamaño Nominal Madera (pig.)	2 X 4	3 X 3	3 X 3½	3½ X 3½	4 X 4	4 X 8
Longitud de pandeo Sin arriostrar (m)						
1.00	950	1110	1430	1840	2120	4460
1.25	870	1110	1430	1840	2120	4460
1.50	600	1110	1430	1840	2120	4460
1.75	440	1110	1430	1840	2120	4460
2.00	340	1040	1330	1840	2120	4460
2.25		820	1050	1840	2120	4460
2.50		660	850	1810	2120	4460
2.75		550	700	1500	1900	4200
3.00		460	590	1260	1680	3530
3.25		390	500	1070	1430	3000
3.50				920	1230	2590
3.75				800	1070	2260
4.00				710	940	1980
4.25				630	830	1740
4.50					740	1570
4.75					670	1410
5.00						

Madera de Segunda.

$$C \left\{ \begin{array}{l} a \text{ la fibra} = 25 \text{ kg/cm}^2 \\ B = 70\,000 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\frac{1}{d} = 50$$

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 B}{\left(\frac{1}{d}\right)^2}$$

TABLA 13 2a.

CARGA PERMISIBLE (En Kg.) PARA PUNTALES Y PISOS-DRECHOS PARA EL TIPO DE MADERA INDICADO.

TAMANO NOMI- NAL MADERA	2 x 4	3 x 3	3 x 3½	3½ x 3½	4 x 4	4 x 8
LONGITUD DE PUNTO (m)						
1.00	640	760	970	1250	1440	3030
1.25	640	760	970	1250	1440	3030
1.50	600	760	970	1250	1440	3030
1.75	440	760	970	1250	1440	3030
2.00	340	760	970	1250	1440	3030
2.25		760	970	1250	1440	3030
2.50		640	850	1250	1440	3030
2.75		550	700	1250	1440	3030
3.00		460	590	1250	1440	3030
3.25		390	500	1070	1430	3000
3.50				920	1230	2590
3.75				800	1070	2260
4.00				710	940	1980
4.25				650	830	1760
4.50					740	1570
4.75					670	1410
5.00						

MADERA DE TERCERA

$$C \parallel a \text{ la fibra} = 17 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 70,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{L}{d} = 50$$

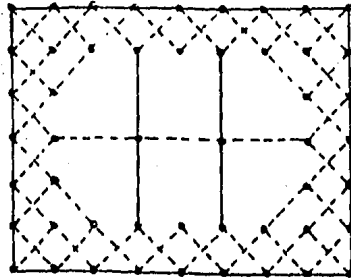
$$\frac{P}{R} = \frac{0.3 B}{\left(\frac{L}{d}\right)^2} \left(\frac{L}{d}\right)$$

TABLA 14.

Tamaño Nominal									
Madera (Fig.)		2 X 4	3 X 3	3 X 3½	3 X 4	3½ X 3½	4 X 4	4 X 6	4 X 8
Área de la sección que cruza (cm.)		38	44,5	57,2	61,4	73,5	84,8	155	178,3
C l del miembro soportado									
Madera	C								
1a.	14	530	620	800	860	1030	1190	2170	2500
2a.	9	340	400	510	550	660	760	1390	1600
3a.	7	270	310	400	430	510	590	1080	1250

Fig 4 SISTEMAS DE APUNTALAMIENTO

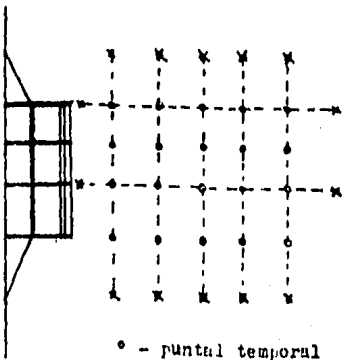
Entreejes contraventeados, sin necesidad de contravientos exteriores o de anclajes. Los entreejes marcados con líneas punteadas cruzadas, y con líneas como las del centro, están contraventeados totalmente en cruz en los elementos verticales en ambos sentidos, así como también con contravientos horizontales en cruz. La distancia entre los ejes contraventeados depende del tamaño de los claros, peso en la cimbra, altura de la cimbra, carga viva, etc. Los puntales centrales están fijos por medio de contravientos hechos a base de puntales incluidos.



Ejes de contraventeo. La distancia entre los ejes de contraventeo depende de la altura de la cimbra, tamaño del claro, etc.

Las "X" indican las estacas o anclajes de concreto. Los ejes de contraventeo pueden ser puntales solamente para baja altura.

Se deberá usar un contraventeo cruzado para los puntales empalmados.



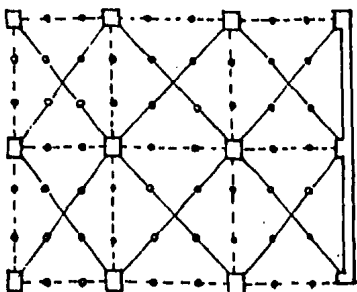
columna de concreto
o- puntal temporal

Uso de columnas o muros definitivos para contraventeo.

Las líneas punteadas indican un eje de puntales que activan como contravien-
tos las columnas coladas previamente.

Las líneas continuas representan el contraventeo en cruz, unido también a las
columnas existentes.

Si los puntales se empalman, se necesitaran ejes intermedios.



APUNTALAMIENTO CONTRA FUERZAS LATERALES.

Un buen apuntalamiento lateral es extremadamente importante para la estabilidad y la seguridad de una cimbra.

Pero desgraciadamente éste no se proporciona adecuadamente, y a veces queda -
omitido con el consecuente riesgo.

El apuntalamiento lateral tiene el objeto de resistir el viento, y algunas otras fuerzas laterales que ocurren durante la construcción y el colado, como son: los arranques y frenadas de equipo, colocación del concreto, chicones de la bomba de concreto.

El sistema de cimbra debe estar diseñado para transmitir en forma segura, - -

todas las cargas laterales al suelo, o sistema de piso.

Como generalmente es muy difícil evaluar la magnitud exacta de las fuerzas laterales, el ACI recomienda unos valores mínimos de carga lateral de -- diseño que se encuentran vertidos en las tablas 5 y 6.

CIMBRAS EN MUROS EJEMPLO:

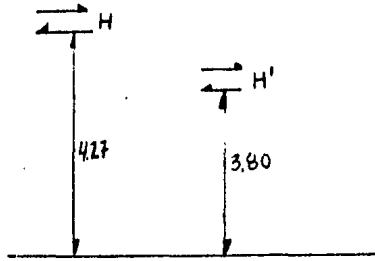
Considerar el apuntalamiento necesario para una cimbra de muro con altura $h=4.27$ m en un lugar donde por reglamento se debe considerar una presión de viento de 98 kg/m^2

La tabla 6 indica que se debe utilizar una carga de 207.2 kg/m , aplicada en el borde del muro, y a todo lo largo de él, para calcular los puntales.

PUNTALES DE MADERA PARA FUERZAS LATERALES.

Si se usan estos, como para que puedan resistir una fuerza de tensión y compresión igual al valor encontrado, (como en el ejemplo anterior), -- entonces podrán ponerse los puntales solo de un lado de la cimbra, pero tienen que quedar garantizadas las uniones de manera que resistan tensión y -- compresión.

Si el puntal es colocado 25 o 50 cm abajo del borde de la cimbra, la -- carga que debe soportar será mayor de 207.2 kg/m que es aplicada en el borde del muro.

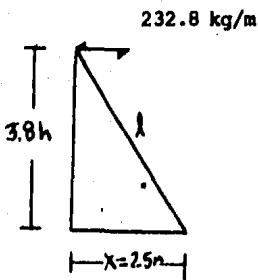


H' la fuerza lateral que se está resistiendo a 47 cm abajo del borde del muro tiene que ser (por triangulos semejantes)

$$\frac{4.27}{3.80} (207.2) = 232.8 \text{ kg/m}$$

Para poder equilibrar la fuerza de 207.2 que se aplica en el borde.

Si el final del puntal se coloca a 2.5 m del muro, usaremos las relaciones existentes entre los lados de un triangulo rectángulo, para encontrar la longitud del puntal y la carga que tomará.



$$\lambda = \sqrt{h^2 + x^2}$$

$$\lambda = \sqrt{(3.8 \times 3.8) + (2.5 \times 2.5)}$$

$$\lambda = 4.55 \text{ m}$$

Compresión (o tensión) en el puntal = $\frac{H'}{X}$ l

$$\text{Comp} = \frac{232.8 \times 4.55}{2.5} = 423.7 \text{ kg por metro de muro}$$

Si los puntales están separados cada 2.5 m a lo largo del muro, entonces cada puntal cargará

$$423.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 2.5 \text{ m} = 1059 \text{ kg}$$

Entonces se diseñan como pies-derechos sometidos a compresión

CIMBRAS PARA LOSAS SOPORTADAS SOBRE PIES-DERECHOS

Los sistemas de apuntalamiento contra fuerzas laterales son muy importantes en losas para evitar una posible falla de la cimbra.

Como se indicó en la sección (piezas sometidas a compresión) a veces es necesario usar un apuntalamiento lateral sobre un puntal o pie-derecho, para aumentar su capacidad de carga.

No obstante la relación de esbeltez de una pieza, algún apuntalamiento es necesario para todos los pies-derechos y las cargas laterales mínimas -- para su diseño han sido proporcionadas por el ACI.

El sistema de apuntalamiento debe ser sujetado desde fuera, ya sea en el suelo o sobre alguna construcción permanente, a menos que el apuntalamiento se haga en forma multidireccional de manera que se garantice una rigidez interna.

Si existen pies-derechos empalmados más de una vez, el contraventeo diagonal en dos direcciones es necesario en cada punto de empalme.

Para pies-derechos con un solo empalme el contraventeo diagonal es aconsejable.

Para pies-derechos de una sola pieza el apuntalamiento horizontal es suficientemente adecuado.

La figura 4 muestra tres formas diferentes de apuntalar una losa contra fuerzas laterales. Las mínimas cargas laterales para el diseño del - - apuntalamiento y contraventeo, vienen dadas en la Tabla 5.

El diseño debe hacerse para la fuerza que actúa en el canto de la - - losa, en cualquier dirección, y la magnitud de la fuerza lateral de diseño, depende del ancho de la losa en la dirección de aplicación de la fuerza.

EJEMPLO DE APUNTALAMIENTO DE UNA LOSA CONTRA FUERZAS LATERALES.

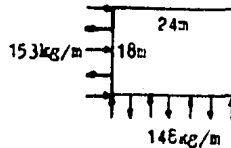
Una losa de 10 cm de espesor y de 18 x 24 m tiene pies-derechos a - - cada 1.2 m en ambas direcciones.

De acuerdo con la tabla 5 la mínima fuerza lateral para el diseño de contravientos es:

Para el ancho de 18 m $P = 148 \text{ kg/m}$

Para el ancho de 24 m $P = 153 \text{ kg/m}$

Si se contravientean líneas de pies-derechos que estén separadas cada 2.4 m, o sea, una si y una no la carga de diseño para esos contravientos será de



$$2.4 \times 148 = 355.2 \text{ kg para los del ancho de 18 m}$$

$$2.4 \times 153 = 367.2 \text{ kg para los del ancho de 24 m}$$

Y estos se diseñarán como piezas sometidas a compresión.

CONTRAFLECHAS Y AJUSTES CONTRA ASENTAMIENTOS.

Generalmente es necesario hacer ajustes en los niveles de la cimbra antes de colar, para preveer:

- a) Las deformaciones y los asentamientos de la cimbra y sus soportes.
- b) Las deformaciones instantaneas y diferidas de la estructura que empieza a soportar la carga. Esta se refiere a las deflexiones originadas instantaneamente y por el flujo plastico del concreto.

DEFORMACIONES Y ASENTAMIENTOS DE LA CIMBRA Y SUS SOPORTES.

Las deflexiones en la cimbra y los asentamientos pueden ser causados - por algunos factores como son: acercamiento de piezas empalmadas, acortamiento elástico de la madera, asentamiento de las rastras etc.

Una regla empírica nos indica que esta contra-flecha puede ser estimada como 1/4 plg por cada 10 ft de claro.

Con un buen diseño la deflexión de los miembros individuales puede mantenerse en un bajo valor.

El ajuste de asentamientos de las rastras no es una contraflecha estrictamente hablando. Si existe el asentamiento se corregirá pero generalmente, con buenas prácticas constructivas y el uso de las rastras adecuadas, éstas no sufriran asentamientos.

DEFLESION DE LA ESTRUCTURA TERMINADA.

Cuando la cimbra es retirada y el elemento del concreto empieza a soportar su propio peso, ocurren deflexiones.

El calculista de la estructura de concreto, debe proporcionar al diseñador de la cimbra, el valor de la flecha o deflexión esperada, para el elemento de concreto ya trabajando con carga muerta y carga viva al cabo del tiempo.

Entonces el diseñador de la cimbra podrá dar la contraflecha indicada para evitar la deflexión del elemento de concreto.

AJUSTE DE NIVELES DURANTE EL COLADO.

La contraflecha dada por el proyecto estructural además de las contraflechas resultantes del diseño de la cimbra, deben de ser mantenidas a lo largo de toda la operación de colado.

Los ajustes necesarios podrán hacerse antes de que el concreto tome su posición final, y una persona (o equipo) con experiencia en eso, debe supervisar el mantenimiento de los niveles deseados, hasta que ocurra el des-cimbrado.

DISEÑO DE CIMBRAS PARA MUROS, LOSAS Y TRABES.

El diseño de una cimbra puede realizarse siguiendo paso a paso un procedimiento de análisis de la estructura de contacto (Entablado) y la estructura soporte (largeros, madrinas etc.)

La secuencia del diseño estará basada en gran medida en las decisiones tomadas a partir de la planeación de la cimbra.

Un procedimiento consiste en trabajar con el entablado, los largeros

y las madrinan, asumiendo que las necesidades de soporte por medio de pies-derechos o tensores, será satisfecha sean como sean las condiciones propias del trabajo.

Pero este procedimiento se invierte en algunas ocasiones por ejemplo, - cuando tenemos problemas para alojar los tensores en tal o cual lugar de la cimbra pues el armado nos estorba. O bien cuando por algún motivo no es posible colocar nuestros pies-derechos en alguna zona determinada, teniendo entonces que usar vigas o madrinan que soporten un mayor claro libre entre apoyos.

Si se usan andamios tubulares prefabricados, su espaciamiento debe estar determinado por la carga resistente de trabajo que nos proporciona el fabricante, partiendo de ahí tendremos que seleccionar las madrinan su separación y luego los demás miembros.

El uso de algunos aditamentos en la cimbra puede ahorrarnos tiempo y -- dinero, pero tambien modificará la forma de diseñar la cimbra.

Como puede verse existen diferentes puntos de partida sobre los que -- podemos basar nuestro análisis y diseño de la cimbra.

Los siguientes procedimientos de diseño sugeridos, cubren diferentes -- alternativas para varios miembros. Sin embargo los ejemplos que se presentan están basados en las condiciones específicas de una obra en particular, y -- sólo se desarrolla completamente una alternativa para cada problema.

DISEÑO DE CIMBRAS PARA MUROS.

En forma general, las diferentes etapas que comprende el diseño de la cimbra de un muro son las siguientes.

Determinación de la máxima presión lateral desarrollada por el concreto según sean la altura del muro, la velocidad de colado, y la temperatura del concreto.

Elección de la clase, calidad y espesor del material que se utilizará en el en tablado, y determinación de la máxima separación de largueros a partir de los análisis de flexión, cortante y flecha máxima.

Elección de la calidad y dimensiones de los largueros y determinación de la máxima separación entre madrinas a partir del análisis de flexión cortante, y flecha máxima.

Elección de la calidad y las dimensiones de las madrinas y determinación de la máxima separación entre tensores teniendo en cuenta los análisis de flexión cortante y flecha máxima de las madrinas.

Elección de los tensores que han de soportar las cargas impuestas por las madrinas.

También puede procederse a la inversa, es decir a partir de unos tensores de capacidad determinada, se determina la separación de las madrinas viendo que no exceda de la dictada por los análisis de flexión, cortante y

flecha máxima de los largueros y luego se determinan las dimensiones de las madrinas.

PROCEDIMIENTO DE ANALISIS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS PARA MUROS.

Generalmente los largueros van igualmente separados a lo largo de toda la cimbra. Las madrinas y los tensores podrían ir cada vez más separados -- conforme nos acercamos a la parte mas alta del muro, ya que la presión lateral del concreto, disminuye al ir ascendiendo en la altura de la cimbra.

Sin embargo la separación de madrinas y tensores se mantiene constante por facilidad constructiva y por mejor apariencia después del descimbrado.

(1) Presión lateral de diseño para las condiciones propias de la operación del colado; ésto podrá calcularse basándose en las recomendaciones de la sección "PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO".

(2) Espesor del enladrado y separación de sus soportes (separación de largueros).

Una de éstas estará predeterminada, basándose en consideraciones sobre el material, su disponibilidad, la economía etc.

REVISION POR FLEXION.

- a) Si el espesor del enladrado se fija, determinar su máximo claro libre permisible, que es la separación requerida entre largueros.
- b) Si la separación de larguero se fija, determinar el módulo de la sección "S" necesario para que el enladrado pueda soportar la carga, --

luego seleccionar entre madera, triplay u otro material que cumpla con los requisitos. Ver Tabla 1 y Tabla 2

REVISION POR FLECHA MAXIMA.

a) Si el espesor del entablado se fija, calcular el máximo claro permisible que satisface las condiciones de flecha máxima.

b) Si la separación entre largueros se fija, usar la ecuación de la deflexión para saber que momento de inercia I satisface con las condiciones de flecha máxima para un claro dado use las Tablas 1 y 2.

Después de haber hecho las revisiones anteriores.

A) Si el espesor del entablado se fijó, se escoje el mínimo claro permisible, comparando los datos por los chequeos de flexión, y flecha y ese es el que registrará.

B) Si la separación entre largueros se fijó, se escoje el entablado de mayor espesor comparando los datos por los chequeos de flexión, y flecha, y éste es el que registrará.

(3) Dimensiones de los largueros y separaciones entre sus soportes. (Separación de Madrinas).

Alguna de estas dos será predeterminada y la otra calculada en correspondencia con la primera. Si las dimensiones del larguero son seleccionadas primero, el claro permisible para largueros determinará la separación entre madrinas.

En algunos casos de construcción ligera donde las madrinan son -- omitidas, los largueros son soportados directamente por los tensores, y el claro permisible para largueros determinará la separación entre -- tensores.

Si el claro permisible para largueros es fijado por la preseleccionada separación de Madrinan o Tensores, las dimensiones del larguero serán determinadas por la carga que ha de soportarse en ese claro.

REVISION POR FLEXION.

A) Si las dimensiones del larguero son fijadas determinar el máximo claro -- libre permisible que será la separación de madrinan.

B) Si el claro permisible del larguero es fijado por la predeterminada separación de madrinan o tensores, resolviendo la ecuación para flexión, para -- encontrar el modulo de sección "S" que satisfaga, y se seleccionará el miembro que tenga ese módulo de sección.

REVISION POR FLECHA MAXIMA.

A) Si las dimensiones del larguero son conocidas, calcular el máximo claro -- permisible que satisface con las condiciones de flecha máxima.

b) Si la separación de madrinan o tensores está fijada, se resuelve la ecuación de deflexión para saber que momento de inercia I satisface con los -- requerimientos de flecha máxima, para ese claro libre permisible de los -- largueros.

REVISION POR CORTANTE.

Cuando la combinación de las dimensiones del larguero y la separación de las Madrinan (o Tensores) ha sido elegida, basándose en las revisiones por flexión y flecha, se investiga el esfuerzo cortante actuante sobre el larguero.

Si el esfuerzo cortante actuante excede al esfuerzo cortante permisible, se deberán modificar las dimensiones del larguero o el claro máximo permisible (Separación de Madrinan o Tensores).

4) Dimensiones de las Madrinan y separación de sus soportes (Tensores).

La separación requerida de los soportes para madrinan, nos marca la localización de los tensores como en los casos anteriores ya sea, las dimensiones de la madrina o la separación de los tensores debe ser pre-seleccionada y la otra diseñada de acuerdo a la primera.

Las Madrinan para Muros, generalmente se forman de dos piezas de madera, para que el tensor pase en medio de ellas. Los miembros dobles también ofrecen la ventaja de tener mayor resistencia al pandeo.

Las Madrinan en realidad soportan una serie de cargas concentradas impuestas por los largueros, pero a excepción de lo expuesto en este capítulo en la sección "Cargas concentradas", es lo suficientemente preciso el diseño con una carga equivalente uniformemente distribuida.

Con las tarimas formadas por largueros y triplay, la separación de

los tensores será un múltiplo del ancho de las tarimas, y las madrinas deberán diseñarse para tener una separación de soportes una dos o tres veces el ancho de las tarimas, según sea la separación de los largueros.

REVISION POR FLEXION.

A) Si se conocen las dimensiones de las madrinas se calcula al máximo - claro que pueden soportar entre apoyos, esto nos dará la separación de tensores.

B) Si la separación de tensores es fijada, se determina que sección es capaz de soportar esas cargas, para ese claro.

Esto resolviéndolo la ecuación de la flexión y despejando "S" después - se busca en las tablas 1 o 2 que sección satisface la "S" requerida.

Si se usan madrinas dobles, se hace notar que la "S" requerida (Modulo de sección) representa la combinación del módulo de sección de las dos - - piezas.

REVISION POR CORTANTE.

A) Si las dimensiones de la Madrina son fijadas, determinar el máximo - claro libre entre apoyos que soporta esa sección, sin sobrepasar el esfuerzo cortante permisible.

B) Si la separación de los Tensores es fijada, resolver la misma fórmula la "bh" que nos proporcione el área de corte requerida para la madrina.

REVISION POR FLECHA.

En las Madrinas, rara vez la restricción por flecha máxima se vuelve crítica, pero, pueden hacerse revisiones a este concepto si se desea, de la misma forma que se hace para los largueros.

(5) DISEÑO DE TENSORES:

Este, puede hacerse en la carga total que soporta el tensor, o sea: el área tributaria de cada tensor presión que es ejercida sobre la cimbra. El área tributaria de cada tensor será la separación horizontal de tensores -- por la separación vertical de tensores.

Si ya tenemos la carga uniforme equivalente sobre las madrinas, sólo multiplicamos ésta por la separación entre tensores, para saber la carga -- total sobre cada tensor.

Si la carga total sobre el tensor rebasa su capacidad de carga: o bien, la separación entre tensor se disminuye, o bien se incrementa el diámetro -- de los tensores, o bien se disminuye la velocidad de colado, para que el -- tensor pueda resistir la carga impuesta.

Si los tensores disponibles son de poca capacidad de carga y esto hace necesario que su separación sea poca, las madrinas deberán ser rediseñadas para su nuevo claro libre entre apoyos.

Muchas veces el proceso de diseño tiene que invertirse, pues los tensores con los que contamos nos obligarán a adecuar todos los miembros de la -

cimbra a la resistencia de los tensores.

Los factores de seguridad que deben usarse para diseñar los tensores -
son los siguientes:

	Factor seguridad
CIMBRA LIGERA DE MENOS DE 4.80 m de altura	1.5
CIMBRA PESADA DE MAS DE 4.80 m de altura	2

(6) Apuntalamiento lateral para cimbras de muros.

De la tabla 6 se encuentra la mínima fuerza lateral con la que los puntales deben ser diseñados. Como esta fuerza puede venir en cualquier dirección si sólo se ponen puntales de un lado, estos deberán ser capaces de resistir la tensión y la compresión a que estarán expuestos. Es mejor poner puntales en ambos lados del muro.

EJEMPLOS DE DISEÑO I CIMBRA DE UN MURO.

Se desea analizar el cimbrado de un muro de 4 m de altura con sección de 15 cm de ancho, que será colado a una velocidad de 0.9m/hr, vibrado internamente. El muro mide de largo 10 m, la temperatura del concreto al colar - será de 15°C aproximadamente.

Para el cimbrado, se cuenta con hojas de triplay de 3/4 plg que miden - 1.22 X 2.44 m y tensores que resisten $P = 1300$ kg, la madera con que se cuenta para cimbrar es de $2\frac{8}{11}$.

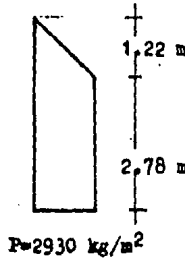
PRESION QUE SOPORTA LA CIMBRA.

PASO (1). de la tabla 7, sacamos la máxima presión lateral que soportará la cimbra.

$$\text{Vel} = 0.9 \text{ m/hr Temp} = 15^{\circ} \quad P = 2930 \text{ kg/m}^2$$

$$P = \gamma h \quad h = \frac{P}{\gamma} = \frac{2930}{2400} = 1.22 \text{ m}$$

1.22 es la altura de la cimbra a la que se presenta la presión máxima.



SECCION DEL ENTABLADO Y SEPARACION DE LARGUEROS.

PASO 2

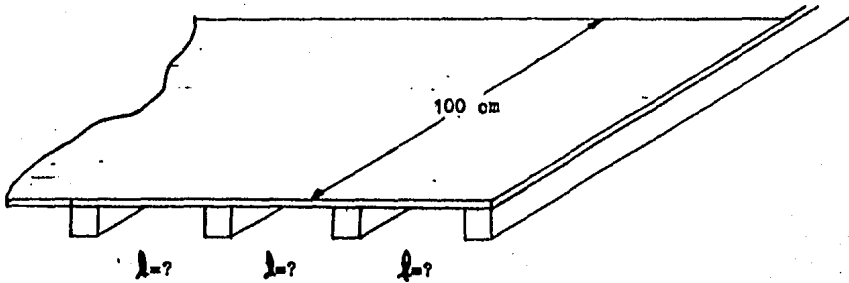
El entablado será del mismo espesor en toda la altura de la cimbra, y los soportes estarán uniformemente espaciados.

Como se usarán hojas de triplay de $1.22 \times 2.44 \text{ m}$ los soportes estarán espaciados de manera que salgan en las orillas de las hojas de triplay.

Se usará el triplay en su sentido fuerte, o sea con las fibras paralelas al claro de la viga. En este caso significa colocar la hoja de triplay con el lado de 2.44 m en forma horizontal.

REVISION POR FLEXION.

Considerando un ancho de 1 m para nuestra pieza de triplay



REVISION POR FLECHA.

El muro será estructural, no arquitectónico por lo que la flecha máxima no debe pasar de

$$\Delta = 1/360$$

$$l \Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} \quad \text{Ec (3)}$$

$$E = 94500 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 100 \times 0.3413 = 34.13 \text{ cm}^4$$

$$W = 29.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$l \Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{94500 \times 34.13}{29.3}} = 28.76 \text{ cm}$$

Separación de largueros: como se puede ver el claro máximo por flecha es el que gobierna sobre el de flexión, o sea 28.76 cm pero como las -- hojas de triplay deben de tener un soporte entre juntas, hagamos que coincida la separación entre largueros para que exista un soporte entre las -- juntas. Si dividimos la longitud del panel entre nueve espacios, tenemos.

$$\frac{244}{9} = 27.11 \text{ cm}$$

Tomaremos como separación entre largueros.

$$\underline{s\lambda = 27.11 \text{ cm.}}$$

PASO (3) DIMENSIONAMIENTO DE POLINES Y SEPARACION DE MADRINAS

Dado que nuestros tensores solo resisten P= 1300 kg adecuaremos a esto todo el diseño de la cimbra.

Veamos una nueva fórmula.

$$C_T = \frac{RT}{W} \text{----- Ec (12)}$$

C_T = Espaciamiento vertical de tensores

R_T = Resistencia del tensor en kg

W = Carga que actua sobre el tensor.

$$C_T = \frac{1300 \text{ kg}}{29.3 \text{ kg}} \text{ cm} = 44 \text{ cm}$$

El claro libre del larguero será de 40 cm ya que los tensores deben -

tener esta separación vertical:

Por lo tanto la separación de Madrinan será.

$$\underline{SM = 40 \text{ cm}}$$

Que sección de larguero soporta la carga que le produce un claro de 40 cm?

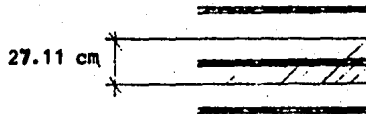
REVISION POR FLEXION Nos encontramos en el caso B)

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{fs}{W}}$$

Por ser madera de 2a.

$$f = 30 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 10



$$l_f = 40 \text{ cm} \quad W = 0.293 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \times \quad 27.11 \text{ cm} \quad 40 \text{ cm} = 7.94 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Despejando " S " de la Ec 6

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{f s}{W}}$$

$$s = \left[\frac{l_f}{2.83} \right]^2 \frac{W}{f}$$

$$S = \left[\frac{40}{2.83} \right]^2 \frac{7.94}{30} = 53 \text{ cm}^3$$

Un larguero cuya sección es 2 x 4 plg tiene $S = 58 \text{ cm}^3$

REVISION POR FLECHA:

Seguimos en el caso B)

$$l_{\Delta} = 0.6$$

$$\sqrt[3]{\frac{EI}{W}}$$

Despejando I tenemos

$$I = \left[\frac{l_{\Delta}}{0.6} \right]^3 \frac{W}{E}$$

$$E = 70000 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_{\Delta} = 40 \text{ cm}$$

$$W = 7.94 \text{ kg/cm}$$

$$I = \left[\frac{40}{0.6} \right]^3 \frac{7.94}{70000} = 33 \text{ cm}^4$$

de tabla 1 un larguero con sección 2 X 4 plg tiene $I = 268 \text{ cm}^4$

REVISION POR CORTANTE.

Por flexión que es la que rige, necesitamos un larguero de 2 X 4 plg.

chequemos ahora si esta sección pasa la revisión por cortante.

$$\lambda_v = \frac{4 v}{3 w} bh \quad \text{Ec (9)}$$

$$v = 7 \text{ kg/cm}^2$$

(tabla 10)

$$w = 7.94 \text{ kg/cm}$$

$$\lambda_v = \frac{4 \times 7 \times 2 \times 4 \times 2.54^2}{3 \times 7.94} = 60 \text{ cm}$$

$$\lambda_v > 40 \text{ cm por lo tanto pasa}$$

LARGUEROS DE 2 X 4 plg.

PASO (4)

DIMENSIONAMIENTO DE MADRINAS Y SEPARACION HORIZONTAL DE TENSORES.

Primero la separación de los tensores:

$$\text{Area tributaria madrina} = 40 \lambda$$

Igualando la presión actuante sobre la cimbra con la presión resistente por los tensores, tenemos

$$0.293 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{1300}{40 \lambda} \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \quad \text{resistencia tensor}$$

despejando " λ "

$$\lambda = \frac{1300}{0.293 \times 40} = 110 \text{ cm}$$

Se pondrá un tensor cada 4 largueros. S tensores = 108 cm

REVISION POR FLEXION.

Nuevamente nos encontramos en el caso B) separación de tensores fijada

$$f = 2.83 \quad \sqrt{\frac{f \cdot S}{w}}$$

$$f = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda f = 108 \text{ cm}$$

$$w = 40 \text{ cm} \cdot 0.293 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 11.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$S = \left[\frac{11}{2.83} \right]^2 \frac{w}{f}$$

$$S = \left[\frac{108}{2.83} \right]^2 \frac{11.72}{30} = 568 \text{ cm}^3$$

Esta " S " corresponde a la total de 2 mdrinas, por lo tanto vemos que una pieza de 3 X 6 plg tiene una $S = 314 \text{ cm}^3$ podemos usar 2 piezas de 3 X 6 como mdrinas.

REVISION POR FLECHA

La separación de tensores está fijada por lo tanto estamos en el caso B

$$I = \left[\frac{l \Delta}{0.6} \right]^3 \frac{w}{E}$$

$$l \Delta = 108 \text{ cm}$$

$$w = 11.72 \text{ kg/cm}$$

$$E = 70000 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \left[\frac{108}{0.6} \right]^3 \frac{11.72}{70000} = 976 \text{ cm}^4$$

Una pieza de 3 X 6 plg tiene $I = 2649 \text{ cm}^4 \times 2 > 976$

REVISION POR CORTANTE

Vemos que la condición que rige es la dada por la flexión por lo tanto se usarán

Mdrinas de 3 X 6 plg.

Revisemos si satisface por cortante.

$$l v = \frac{4v}{3} \frac{bh}{w}$$

$$S = \left[\frac{11}{2.83} \right]^2 \frac{w}{f}$$

$$S = \left[\frac{108}{2.83} \right]^2 \frac{11.72}{30} = 568 \text{ cm}^3$$

Esta " S " corresponde a la total de 2 mdrinas, por lo tanto vemos que una pieza de 3 X 6 plg tiene una $S = 314 \text{ cm}^3$ podemos usar 2 piezas de 3 X 6 como mdrinas.

REVISION POR FLECHA

La separación de tensores está fijada por lo tanto estamos en el caso B

$$I = \left[\frac{l \Delta}{0.6} \right]^3 \frac{w}{E}$$

$$l \Delta = 108 \text{ cm}$$

$$w = 11.72 \text{ kg/cm}$$

$$E = 70000 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \left[\frac{108}{0.6} \right]^3 \frac{11.72}{70000} = 976 \text{ cm}^4$$

Una pieza de 3 X 6 plg tiene $I = 2649 \text{ cm}^4 \times 2 > 976$

REVISION POR CORTANTE

Vemos que la condición que rige es la dada por la flexión por lo tanto se usarán

Mdrinas de 3 X 6 plg.

Revisemos si satisface por cortante.

$$l v = \frac{4v}{3} \frac{bh}{w}$$

$$v = 7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tabla 10)}$$

$$w = 11.72 \text{ kg/cm}$$

$$l_v = \frac{4 \times 7 \times 3 \times 6 \times 2.54^2}{3 \times 11.72} = 92 \text{ cm}$$

l_v 40 por lo tanto cumple

PASO (5) ESFUERZO SOBRE APOYO

Las puntos a ser investigados en este diseño serian los apoyos de largos sobre madrinan, y los de las cuñas que soportan a los tensores, con las madrinan.

El esfuerzo de compresión permisible perpendicular a la fibra para - - madera de 2a. es según la tabla 10

$$c_1 = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Tensores: en el punto de máxima carga, la carga sobre un tensor será

$$11.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 108 \text{ cm} = 1265 \text{ kg.}$$

Supóngase que la cuña del tensor tiene una forma irregular que proporciona una area de contacto de 30 cm^2 con las madrinan de $3 \times 6 \text{ plg}$.

Supóngase también que la longitud del apoyo es menor a 2 plg ; por lo tanto el esfuerzo permisible de compresión pueda ser incrementado a: (según lo dicho en la sección esfuerzo de apoyo)

$$9 \times 1.19 = 10.71 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo sobre apoyo es

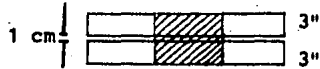
$$\frac{\text{CARGA MAXIMA SOBRE EL TENSOR}}{\text{Area de apoyo}} = \frac{1265}{30 \times 2} = 21.08 \text{ kg/cm}^2$$

Si se decide usar este tipo de cuñas tendrán que ponerse unas placas de apoyo de acero con un area:

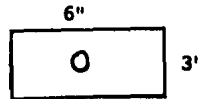
$$\frac{1265}{10.71} = 118 \text{ cm}^2$$

o sea placas de $2 \times 3 \times 2.54 + 1 \text{ cm} = 16.24 \text{ cm}$ ancho

1 cm = ϕ tensor

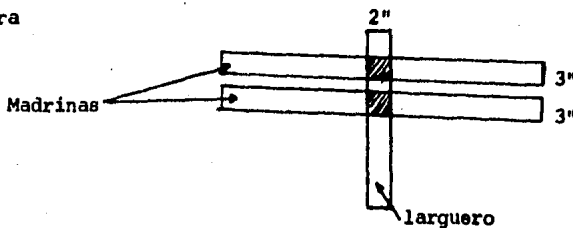


$$\frac{118}{16.24} = 7.2 \text{ cm} \quad \text{largo}$$



LARGUEROS SOBRE MADRINAS

El area de apoyo entre largueros y mdrinas es como lo mostrada en la figura



$$\text{Area} = 2 \times 2 \times 2.54 \times 3 \times 2.54 = 77 \text{ cm}^2$$

La máxima carga que transfieren los largueros a las mdrinas es igual a: máxima carga uniforme sobre el larguero, por máxima separación de mdrinas

$$W = 7.94/\text{cm}$$

$$SM = 40 \text{ cm}$$

$$7.94 \times 40 = 318 \text{ kg}$$

$$\text{Esfuerzo sobre apoyo} = \frac{318 \text{ kg}}{77} \times \frac{2}{2} = 4.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \quad 10.71$$

PASO 6 APUNTALAMIENTO LATERAL DE LA CIMBRA

Según se ve en la sección (apuntalamiento lateral)

$$h \text{ muro} = 4 \text{ m}$$

Segun la tabla 6 la carga lateral mínima a usar será : 148 Kg. de muro

Los puntales se colocarán a una altura de $h = 3.5 \text{ m}$ a partir del piso y una distancia $X = 2.5 \text{ m}$ por lo que la fuerza real contra la que diseñaremos será:

$$\frac{4}{3.5} (148) = 169 \text{ kg/m de muro}$$

La longitud del puntal será $l = \sqrt{(3.5)^2 + (2.5)^2} = 4.30 \text{ m}$

Compresión sobre el puntal = $\frac{H'}{X} l$

$$\text{Comp} = \frac{169}{2.5} \times 4.30 = 290 \text{ kg/ m de muro}$$

Los puntales serán colocados a cada 2 m por lo que la carga que soportan será de

$$\frac{290 \text{ kg}}{\text{m}} \times 2 \text{ m} = 580 \text{ kg}$$

Según las tablas 13 2a. y 14 la máxima carga que puede soportar un puntal de 4 X 4 plg con una longitud de pandeo de 4.3 m y un area de apoyo de 3x4 plg, (ya que el puntal se apoyará sobre las madrinas que miden 3 X 6) es : 550 kg

Se considera aceptable ya que solo se pasa un 5% la carga que tendremos $580/550 = 1.05$

Por lo tanto se usarán puntales de 4 X 4 plg a cada 2 m por ambos lados de la cimbra

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA CIMBRAS DE LOSAS.

Existen muchos procedimientos posibles para diseñar una cimbra de losa ya que las condiciones varían en gran medida de una obra a otra.

La secuencia que aquí se sigue, ha sido arbitrariamente seleccionada, y podría ser totalmente invertida en alguna obra en particular.

Sin embargo todos los pasos individuales que aquí se presentan son necesarios, no importa por donde empecemos se tendrán que checar todos.

(1) CARGA DE DISEÑO

Se determinará la combinación de carga muerta y carga viva para la cual será diseñada la cimbra de acuerdo con lo expuesto en la sección (cargas -- y presiones que ha de soportar la cimbra)

(2) ESPESOR DEL ENTABLADO Y SEPARACION DE SU SOPORTES

(SEPARACION DE LARGUEROS)

Uno de los dos será escogido tomando en cuenta las condiciones de la obra, el material disponible, y la economía; el otro sera calculado en concordancia con el primero

REVISION POR FLEXION

A) Si se fija el espesor del entablado, determinar su máximo claro entre apoyos, que será la separación máxima entre largueros.

B) Si se fija la separación entre largueros, calcular el módulo de sección

" S " requerido, para que el entablado pueda soportar la carga. Seleccionando ya sea madera o triplay Tablas 1 y 2

REVISION POR FLECHA MAXIMA

A) Si el espesor del entablado se fija, calcular el máximo claro entre -- apoyos (separación de largueros), que satisface con las condiciones de de flecha máxima.

B) Si se fija la separación entre largueros, resolver la ecuación de flecha máxima para conocer el momento de inercia I requerido.

Entonces se selecciona el material que cumple, de las tablas 1 y 2 -

REVISION POR CORTANTE

El cortante gobernará el diseño del entablado cuando claros cortos - están altamente cargados.

(3) DIMENSIONAMIENTO DE LARGUEROS Y SEPARACION DE SUS SOPORTES (SEPARACION DE MADRINAS)

Uno de los dos será seleccionado arbitrariamente y el otro diseñado de acuerdo al primero. En algunos casos los largueros son directamente -- soportados por pies derechos, pero generalmente estos largueros descansan en madrinas.

REVISION POR FLEXION

A) Si la sección de largueros es fija, calcular el máximo claro entre - - apoyos, este claro será la separación entre madrinas, o entre pies-dere-- chos, en el caso que estos soporten directamente a los largueros.

B) Si la separación de madrinas se fija por alguna condición de la obra, resolver la ecuación de flexión para encontrar el módulo de sección " S "

requerido, y luego escoger la sección que proporcione ese módulo de sección.

REVISION POR FLECHA MAXIMA.

A) Si la sección del larguero se fija, calcular el máximo claro entre apoyos que satisface con las condiciones de flecha máxima.

B) Si la separación entre madrinas se fija, resolver la ecuación de flecha - máxima para encontrar el momento de inercia " I " requerido, después, escoger la sección que satisfaga con este " I " .

REVISION POR CORTANTE

Cuando la combinación de separación de madrinas y sección del larguero ha sido determinada; escogiendo ya sea, el menor claro entre apoyos o la -- mayor sección (de las revisiones anteriores).

Se checa si esta sección con ese claro, es capaz de satisfacer las res-- tricciones de máximo esfuerzo cortante permisible. Si no, se aumentará la - sección o se reducirá el claro entre apoyos.

(4) DIMENSIONAMIENTO DE MADRINAS Y SEPARACION DE PIES-DERECHOS

Dependiendo de las condiciones de la obra, ya sea la sección de las -- madrinas o la separación entre pies-derechos será una preseleccionada, y la otra será diseñada de acuerdo con la primera.

Las madrinas están cargadas en realidad con cargas puntuales que son - las impuestas por cada larguero, pero en la mayoría de los casos es lo sufi-- cientemente preciso suponer una carga uniforme equivalente. En casos de cla-- ros cortos muy cargados, un chequeo de cortante, impuesto por cargas punta-- les, sería necesario.

REVISION POR FLEXION

- A) Si la sección de las madrinan se fija, calcular el máximo claro entre apoyos, esta será la máxima separación entre pies-derechos.
- B) Si la separación entre pies-derechos se fija, resolver la ecuación de flexión para determinar el módulo de sección " S " requerido y luego escoger la sección que lo satisfaga.

REVISION POR FLECHA MAXIMA

- A) Si la sección de las madrinan se fija calcular el máximo claro entre apoyos que satisfaga las condiciones de flecha máxima.
- B) Si la separación de pies derechos se fija, resolver la ecuación de flecha máxima para determinar el momento de inercia " I " requerido y escoger la sección que lo satisfaga.

REVISION POR CORTANTE

Cuando la combinación de: sección de las madrinan y separación entre pies derechos ha sido determinada, escogiendo según el caso, la máxima separación entre pies-derechos, ó la mayor sección (de las revisiones anteriores), se revisa si la sección y el claro entre apoyos escogidos satisfacen los requerimientos de cortante.

Si no, se modificará la separación entre pies-derechos o la sección de las madrinan y se recheckara el cortante haciendo una revisión con las cargas puntuales que realmente bajan por los largueros.

(5) DISEÑO DE PIES DERECHOS

Los pies derechos se diseñan en la forma indicada por la sección (Miembros sometidos a compresión). El diseño de pies-derechos (separación y dimensiones) puede proceder a la selección de madrinan, o puede ser hecho despues

de haber diseñado las demás piezas de la cimbra.

Si los pies-derechos disponibles no son capaces de soportar a las madres a la separación indicada, ésta deberá ser cambiada, y será necesario -- hacer otros cambios en el diseño de las madras.

(6) REVISION DEL ESFUERZO SOBRE APOYO.

Se hará tal y como se indica en la sección correspondiente, cada vez -- que las cargas sean tramitadas perpendicularmente a la fibra de un miembro -- de madera.

(7) DISEÑO DE APUNTALAMIENTO LATERAL.

Se hará tal y como se indica en la sección correspondiente.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA.

La planta de un Edificio es de 15 x 13.5 m. Diseñar una cimbra para -- soportar una losa de concreto reforzado de 10 cm de espesor que ha de cubrir tableros de 3 x 4.5 m y de 3 m de altura. Se cuenta con triplay de 3/4 plg y piezas de 4 x 4 plg y 4 x 8 plg de madera de 2a.

PASO 1 CARGA DE DISEÑO

C M = Carga muerta

C V = Carga viva.

$$CM = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.1 \text{ m} = 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV \text{ -----} = 250$$
$$CT = 490 \text{ kg/m}^2$$

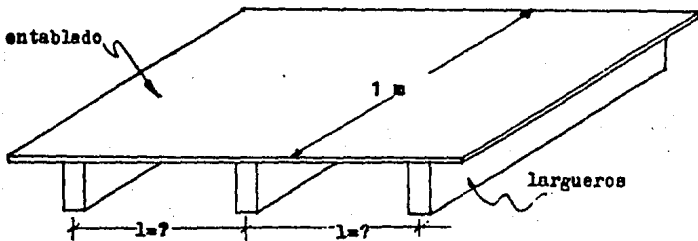
o según tabla 4 CT = $490 \text{ kg/m}^2 = 0.049 \text{ kg/cm}^2$

No se utilizarán aquí carritos motorizados por lo que

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

PASO 2 DISEÑO DEL ENTABLADO Y SEPARACION DE LARGUEROS

Dado que el espesor del entablado es de 3/4 plg. (caso A) determinaremos la separación de largueros.



Como se usarán hojas de triplay de 1.22 x 2.44m, los largueros estarán espaciados de manera que caigan en las orillas de las hojas de triplay. Se usará el triplay en su sentido fuerte o sea con las fibras paralelas al claro.

REVISION POR FLEXION

Considerando un ancho de 1 m. para la pieza de triplay y de la ecuación de la flexión,

$$f = 2.83 \sqrt{\frac{fs}{W}}$$

$$f = 115 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Tabla 11}$$

$$S = 100 \times 0.3598 = 35.98 \text{ cm}^3 \quad \text{Tabla 2}$$

$$W = 0.049 \text{ kg / cm}^2 \quad 100 \text{ cm} = 4.9 \text{ kg/cm}$$

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{105 \times 35.98}{4.9}} = 79 \text{ cm.}$$

REVISION POR FLECHA MAXIMA.

Para losa no aparente $\Delta = l/360$ es el valor de la flecha máxima permisible.

$$\Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}}$$

de la tabla 11.

$$E = 63000 \text{ kg/cm}^2$$

Se usa el menor ya que se tendrá trabajando al triplay con concreto - humedo y esto aumenta las deformaciones

$$I = 100 \times 0.3413 = 34.13 \text{ cm}^4$$
$$l \Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{63000 \times 34.13}{4.9}} = 46 \text{ cm}$$

Tomaremos el claro menor que es el dado por flecha máxima o sea 46 cm pero como las hojas de triplay deben tener un larguero en sus orillas la -- separación de largueros a usar será;

$$\frac{244}{5} = 48 \text{ cm}$$

Separación largueros 48 cm

PASO 3 DIMENCIONAMIENTO LARGUEROS Y SEPARACION MADRINAS

Tenemos piezas de 4 x 4 plg de madera de 2a. para ser usadas como -- largueros.

Tabla 10

$$f = 30 \text{ kg/cm}^2$$
$$v = 7 \text{ kg/cm}^2$$
$$E = 70\,000 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 1

$$4 \times 4 \text{ plg } I = 599.59 \text{ cm}^4$$
$$S = 130.2 \text{ cm}^3$$
$$A = 84.82 \text{ cm}^2$$

$$W = 0.049 \text{ kg/cm}^2 \cdot 48 \text{ cm} = 2.35 \text{ kg/cm}$$

REVISION POR FLEXION

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{fs}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{30 \times 130.2}{2.35}} = 115 \text{ cm.}$$

REVISION POR FLECHA MAXIMA

$$l_{\Delta} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70\,000 \times 599\,59}{2.35}} = 157 \text{ cm.}$$

La menor longitud de separación entre maderas es 115 cm. pero como éstas correrán a lo largo de los 4.5 m. de la losa, entonces su separación en el claro de 3 m. será.

$$SM = \frac{300}{3} = 100 \text{ cm.}$$

Separación Maderas - 100 cm
Largueros de 4 x 4 plg.

Revisión por cortante.

$$l_v = \frac{4 v bh}{3 w} = \frac{4 \times 7 \times 84.82}{3 \times 2.35} = 337 \text{ cm} > 100 \therefore \text{OK}$$

PASO 4 DIMENSIONAMIENTO MADERAS Y SEPARACION DE LOS PIES-DERECHOS

Se usarán piezas de 4x8 plg. para maderas y las maderas serán de una sola pieza.

$$W = 0.049 \text{ kg/cm}^2$$

$$100 \text{ cm} = 4.9 \text{ kg/cm}$$

TABLA 10

$$f = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$V = 7 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 70,000 \text{ kg/cm}^2$$

TABLA I

$$4 \times 8 \text{ plg } I = 4962.69 \text{ cm}^4$$

$$S = 532.76 \text{ cm}^3$$

$$A = 171.58 \text{ cm}^2$$

Revisión por flexión: de la ecuación de la flexión.

$$l_f = 2.38 \sqrt{\frac{fs}{W}} = 2.38 \sqrt{\frac{30 \times 532.76}{4.9}} = 162 \text{ cm.}$$

$$W = 0.049 \text{ kg/cm}^2 \quad 48 \text{ cm} = 2.35 \text{ kg/cm}$$

REVISION POR FLEXION

$$\lambda_f = 2.83 \sqrt{\frac{f_s}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{30 \times 130.2}{2.35}} = 115 \text{ cm.}$$

REVISION POR FLECHA MAXIMA

$$\lambda_{\Delta} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70\,000 \times 599\,59}{2.35}} = 157 \text{ cm.}$$

La menor longitud de separación entre maderas es 115 cm. pero como éstas correrán a lo largo de los 4.5 m. de la losa, entonces su separación en el claro de 3 m. será.

$$SM = \frac{300}{3} = 100 \text{ cm.}$$

Separación Maderas - 100 cm
Largueros de 4 x 4 plg.

Revisión por cortante.

$$\lambda_v = \frac{4 v bh}{3 w} = \frac{4 \times 7 \times 84.82}{3 \times 2.35} = 337 \text{ cm} > 100 \therefore \text{OK}$$

PASO 4 DIMENSIONAMIENTO MADERAS Y SEPARACION DE LOS PIES-DERECHOS

Se usarán piezas de 4x8 plg. para maderas y las maderas serán de una sola pieza.

	TABLA 10	TABLA 1
$f = 30 \text{ kg/cm}^2$	$4 \times 8 \text{ plg}$	$I = 4962.69 \text{ cm}^4$
$W = 0.049 \text{ kg/cm}^2$	$V = 7 \text{ kg/cm}^2$	$S = 532.76 \text{ cm}^3$
$100 \text{ cm} = 4.9 \text{ kg/cm}$	$E = 70,000 \text{ kg/cm}^2$	$A = 171.58 \text{ cm}^2$

Revisión por flexión: de la ecuación de la flexión.

$$\lambda_f = 2.38 \sqrt{\frac{f_s}{W}} = 2.38 \sqrt{\frac{30 \times 532.76}{4.9}} = 162 \text{ cm.}$$

REVISION POR FLECHA MAXIMA

$$l \Delta = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70\,000 \times 4962.69}{4.9}} = 248 \text{ cm.}$$

La menor longitud de separación entre pies-derechos es de 162 cm, pero como las mdrinas correrán a lo largo de 4.5 m. la separación debe hacerse compatible con esta distancia, de manera que la separación entre pies-derechos será:

$$\frac{450}{3} = 150 \text{ cm.}$$

Separación de Pies-derechos = 150 cm

Mdrinas de 4 x 8 plg.

Revisión por cortante: para las mdrinas.

El claro máximo por cortante será (separación pies-derechos)

$$l_v = \frac{4 v A}{3 W} = \frac{4 \times 171.58}{3 \times 4.9} = 327 \text{ cm} > 150. \therefore \text{OK}$$

PASO 5 DISEÑO DE PIES-DERECHOS

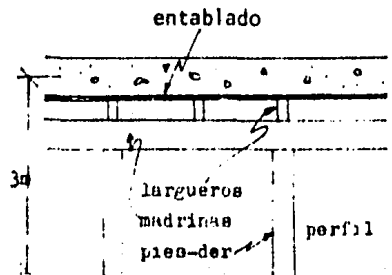
Se usarán pies-derechos de 4 x 4 plg. de 2a. La separación entre mdrinas es 100cm y la de pies-derechos 150 cm., por lo que la carga actuante sobre cada pie-derecho será:

Area tributaria por presión sobre la cimbra.

$$100 \text{ cm} \times 150 \text{ cm} \times 0.049 \text{ kg/cm}^2 = 735 \text{ kg.}$$

La altura de los pies-derechos será:

Altura menos medio espesor de losa
menos espesor entablado, menos altura
largueros menos altura mdrinas, menos
altura rastra.



Usando rastras de 2"

$$300 - \frac{10}{2} - \frac{3}{4} \times 2.54 - 4 \times 2.54 - 8 \times 2.54 - 2 \times 2.54 = 257 \text{ cm}$$

Ver sección Miembros sometidos a compresión.

$$c \parallel = 25 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{compresión paralela a la fibra usando la fórmula})$$

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 E}{(l/d)^2}$$

$$\frac{l}{d} = \frac{257}{4 \times 2.54} = 25 < 50$$

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 \times 70000}{(25)^2} = 33.5 > 25$$

$$P = 25 (84.82) = 2120.5 \text{ kg} < 735 \quad \text{OK}$$

o bien usando la tabla 13 2 $\frac{a}{h}$

$$\text{long pandeo} = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{Pie-derecho} \quad 4 \times 4 \text{ plg}$$

$$P = 2120 \text{ kg}$$

Chequemos con el esfuerzo sobre apoyo que el puntal causará en la madri-
na la carga que puede soportar el pie-derechos.

$$\text{Area de apoyo} = 84.82 \text{ cm}^2$$

Esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra = $c \perp$

$$c \perp = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = c \perp A = 9 \times 84.82 = 760 \text{ kg.}$$

$$\text{Persistente} = 760 \text{ kg}$$

$$\text{Pactuante} = 735 \text{ kg}$$

$$\text{Persistente} > \text{Pactuante} \quad \therefore \quad \text{OK}$$

O bien con la tabla 14

Sección 4 x 4 plg

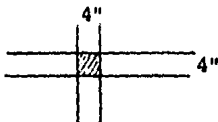
Madera 2^a

Presistente = 760 kg > 735

PASO 6 REVISION DE ESFUERZOS SOBRE APOYO.

El causado por el pie-derecho sobre la madrina ya se checó, y pasó. --
Usamos ahora el del larguero sobre la madrina.

La carga transmitida del larguero a la madrina es: P act =



Separación larguero x separación madrina x presión sobre la cimbra

$$P_{act} = 48 \times 100 \times 0.049 = 235.2 \text{ kg}$$

$$\text{Area de apoyo} = (4 \times 2.54) (4 \times 2.54) = 103 \text{ cm}^2$$

$$c.l. = \frac{235.2}{103} = 2.27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 9 \quad \therefore \text{OK}$$

PASO 7 APUNTALAMIENTO CONTRA FUERZAS LATERALES.

La losa completa tiene unas medidas de 15 x 13.5 m.

Tiene pies-derechos a cada 1.5 m en la dirección de 13.5 m

y tiene pies derechos a cada 1 m en la dirección de 15 m.

Según la tabla 5

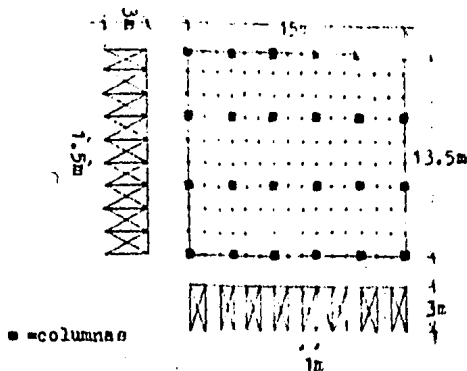
Losa de 10 cm

Para el ancho de 15 P = 148 kg/m

Para el ancho de 13.5 P = 148 kg/m

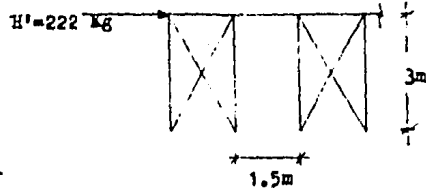
Calcularemos los puntales para cuan

do están separados los pies-derechos



a 1.5 m (caso más crítico) y esos se pondrán en los dos sentidos.

$$H' = 1.5 \text{ m} \times 148 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 222 \text{ kg}$$



Al considerar que todas las uniones están articuladas, sólo las diagonales a compresión (puntales) trabajan y la carga es tomada en partes iguales.

$$\text{Carga que toma cada puntal} = \frac{H' \times \text{longitud puntal}}{\text{No puntales que resisten } H'}$$

$$\text{Carga} = \frac{222 \times \sqrt{1.5^2 + 3^2}}{9} = 85 \text{ kg}$$

$$\text{No Puntales que resisten a } H' = 5$$

$$\text{Longitud puntal} = \sqrt{1.5^2 + 3^2} = 3.35 \text{ m}$$

Usando la fórmula de piezas a compresión se puede ver que:

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 E}{\left[\frac{l}{d}\right]^2} \quad \text{donde} \quad \frac{P}{A} \ll 25 \text{ kg/cm}^2$$

$$2 \times 4 \text{ plg } A = 38.04 \text{ cm}^2 \quad \frac{0.3 \times 70000}{\frac{335^2}{2 \times 2.54}} = 4.83 < 25$$

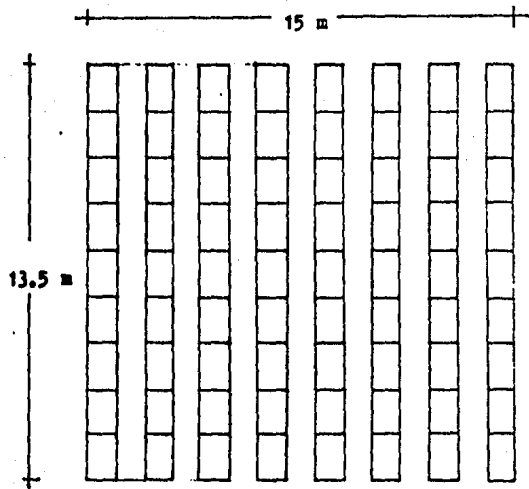
$$P = 4.83 \times 38.04 = 180 \text{ kg}$$

OK

$$\text{Pactuante} = 85 \text{ kg}$$

$$\text{Resistente} = 180 \text{ kg.}$$

Las piezas a usar para el apuntalamiento lateral serán de sección 2 x 4 plg puestas según se indica en la figura.



planta

DISEÑO DE LA CIMBRA DE UNA TRABE.

Una cimbra de trabe, al igual que una para losa, soporta cargas verticales; y además también está sujeta a la presión lateral del concreto fresco; de la misma forma en la que actuaría sobre una cimbra para muro.

Cuando las trabes y la losa se cuelan en forma monolítica (todas juntas), la cimbra de la trabe deberá soportar también las cargas que le transmitirán los largueros o las madrinas de la losa.

Por lo tanto, para diseñar, es importante saber que cantidad de la carga de la losa, (si hay alguna) deberá ser tomada por la cimbra de la trabe.

FONDO DE LA TRABE.

Se determina la carga sobre el fondo de la trabe de la misma forma indicada en la sección (cargas y presiones que actúan sobre una cimbra).

Las cargas viva y muerta, serán estimadas en forma muy parecida a como se hace para las losas, pero cuando la trabe tenga un refuerzo de acero muy pesado, habrá que considerar un peso extra por éste.

Con las cargas ya estimadas, el fondo de la trabe se diseñará haciendo las revisiones de flexión y flecha máxima.

El claro libre entre apoyos, nos marcará la separación entre pies-derechos.

COSTADOS DE LA TRABE.

Estos costados estarán sujetos a la presión lateral provocada por el -- concreto fresco, y pueden también cargar algo de la cimbra de la losa. Será necesario hacer una cuidadosa inspección de como serán transmitidas las cargas de la losa, a los pies-derechos de la cimbra de la trabe.

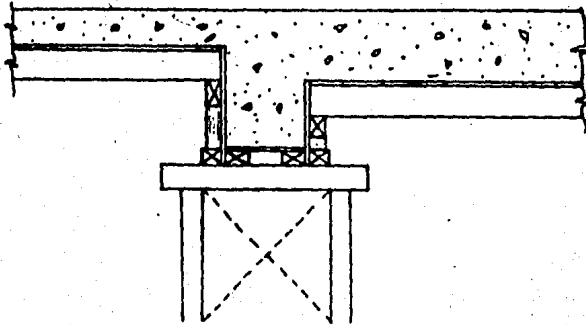
PIES-DERECHOS.

La separación de estos, esta dada generalmente por el claro máximo entre apoyos, que necesita el fondo de la trabe. Sin embargo, cuando éstos -- han de soportar a los largueros o madrinan de la losa, su separación podría ser modulada, de manera que, se combinen las separaciones de los miembros de la losa con los de la trabe.

Cuando existe un tipo de unión como la mostrada en la figura, es mejor usar dos pies-derechos en cada base para evitar un efecto rotacional producido por el diferente espesor de las losas.

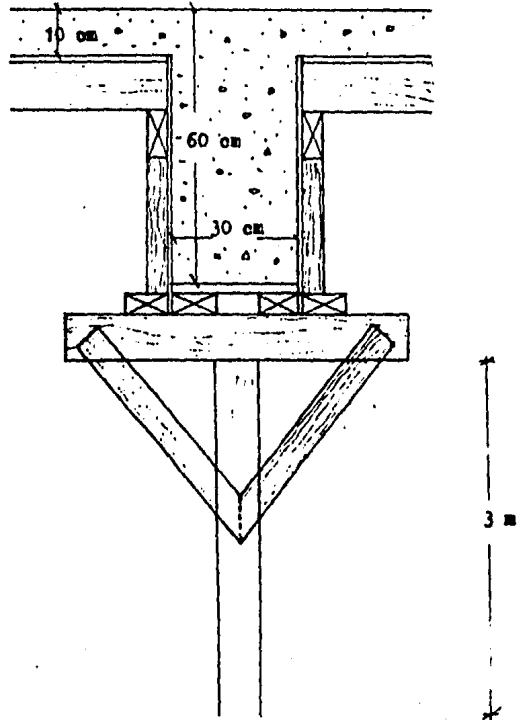
ESFUERZO SOBRE APOYO.

Cuando existen grandes cargas, los esfuerzos sobre apoyo se hace importante por lo tanto también deberá checarsé el esfuerzo sobre apoyo.



DISEÑO DE LA CIMBRA DE UNA TRABE.

Se desea cimbrar una trabe como la mostrada en la figura. La altura libre de la trabe serán 3 m. El refuerzo de la trabe no es muy pesado, por lo que el peso específico del concreto armado será de 2400 kg/m^3 .



Se cuenta con triplay de $3/4$ plg y piezas de madera de 2a. de 2×4 plg., 4×4 plg y 2×12 plg.

Separación largueros

losa = 60 cm

PASO 1 FONDO DE LA TRABE.

Carga estimada.

$$\begin{aligned} \text{carga muerta} + \text{peso del acero} &= 0.30 \times 0.60 \times 2400 = 432 \text{ kg/m; carga viva} - \\ 250 \text{ kg/m}^2 \times 0.30 \text{ m} &= \frac{75}{510} \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$w = 5.1 \text{ kg/cm}$$

Con esta carga diseñemos el fondo de la trabe con una tabla de 2 x 12 plg cuyas propiedades como madera de 2a. son según tabla 1 y tabla 10.

$$\begin{array}{ll} f = 30 \text{ kg/cm}^2 & 2 \times 12 \text{ plg} \\ E = 70000 \text{ kg/cm}^2 & A = 119.32 \text{ cm}^2 \\ & S = 82.13 \text{ cm}^3 \\ & I_y = 169.6 \text{ cm}^4 \end{array}$$

Revisión por flexión.

$$l = 2.83 \sqrt{\frac{fS}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{30 \times 82.13}{5.1}} = 62 \text{ cm}$$

Revisión por flecha.

$$l = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70000 \times 169.6}{5.1}} = 79 \text{ cm}$$

Se usará una separación de 60 cm pues va de acuerdo también con la de los largueros de la losa.

PASO 2 COSTADOS DE TRABE.

Se usará, con base en la experiencia triplay de 3/4 plg, y piezas de 2 x 4 de madera de 2a. La separación de pies-derechos es de 60 cm y la forma de construcción es como en la figura. Entonces ¿ que dimensiones debe tener el larguero del costado de la trabe ?.

Este larguero tendrá cargas cada 60 cm y apoyos también a cada 60 cm, entonces veamos que sección puede soportar esa carga con ese claro.

Carga sobre el larguero.

$$\text{Carga muerta por losa } 0.3 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 72$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 0.3 \text{ m} = \frac{75}{150 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}$$

$$l = 60 \text{ cm}$$

$$w = 1.5 \text{ kg/cm}$$

$$E = 70000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 30 \text{ kg/cm}^2$$

Revisión por flexión.

$$S = \left[\frac{l}{2.83} \right]^2 \frac{w}{f} = \left[\frac{60}{2.83} \right]^2 \frac{1.5}{30} = 22.47$$

Según tabla (1) una pieza de 2 x 4" tiene $S = 58.39 \text{ cm}^3$

Revisión por flecha.

$$I = \left[\frac{l}{0.6} \right]^3 \frac{w}{E} = \left[\frac{60}{0.6} \right]^3 \frac{1.5}{E} = 21.43$$

Una pieza de 2 x 4 plg tiene $I = 268 \text{ cm}^4$

Revisión por cortante.

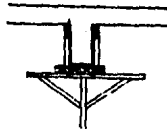
$$\lambda_v = \frac{4 v bh}{3 w} \quad v = 7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_v = \frac{4 \times 7 \times 38.04}{3 \times 1.5} = 235 \text{ cm} \quad 60 \text{ cm}$$

Se puede ver que el miembro de 2 x 4 satisface todas estas revisiones, por lo cual será elegido como largueros del costado de la trabe.

PASO 3 DISEÑO DE PIES-DERECHOS.

Como la separación entre éstos será de 60 cm, veamos que cargas actúan sobre ellos.



Cargas de la viga $5.1 \text{ kg/cm} \cdot 60 \text{ cm} = 306$

Cargas de losa Izq. $1.5 \text{ kg/cm} \cdot 60 \text{ cm} = 90$

Cargas de losa Der. $1.5 \text{ kg/cm} \cdot 60 \text{ cm} = 90$
486 kg

Con esta carga total y una longitud de pandeo de 3 m, se escoge en la tabla 13 a.

Una pieza de 4 x 4 plg puede cargar 1680 kg.

Pero de la tabla 14 se ve que para no sobrepasar los esfuerzos permisibles sobre apoyo el pie-derecho de.

4 x 4 plg de 2a. solo puede cargar 760 kg.

Este sigue siendo suficiente, pues solo necesitamos soportar 486 kg por lo tanto la pieza es adecuada.

PASO 4 DISEÑO DE TENSORES PARA LOS COSTADOS DE TRABE.

Como los costados de la trabe estarán sujetos a la presión lateral del concreto fresco, y las trabes se cuelan por lo general en forma rápida, veamos que presión se desarrolla en el en tablado.

Suponiendo una velocidad de colado de 1.20 m/h y una temp. de 10° C la presión desarrollada según la tabla 7 es 4245 kg/m².

Según la presión hidrostática $P = \gamma h = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.5 \text{ m} = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Como siempre se toma la menor $P = 0.12 \text{ kg/cm}^2$

Los tensores estarán colocados cada 120 cm por lo tanto la carga que reciben es

$$0.12 \text{ kg/cm}^2 \times 120 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 720 \text{ kg}$$

Deberán proveerse tensores que soporten 720 kg.

Con acero redondo de $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$

Con un diámetro de 1/4 plg $A = 0.316 \text{ cm}^2$

$$0.316 \times 2500 = 791 \text{ kg} \quad \text{pasa}$$

DISEÑO DE LA CIMBRA DE UNA COLUMNA.

El método o procedimiento seleccionado para cimbrar columnas en una obra determinada dependerá del costo, experiencia previa, mano de obra y materiales disponibles, tipo de sección de la columna, número de reusos posible de la cimbra y otros factores.

PROCEDIMIENTO GENERAL.

(1) Determinar la presión ejercida sobre la cimbra, basada en la tabla 8.

El valor de la presión ejercida, variará, linealmente desde su valor --

máximo en la base de la cimbra, se mantendrá constante hasta cierta altura, y luego, decrecerá, hasta cero en la parte superior de la cimbra.

- (2) Diseño del entablado de la cimbra, haciéndole sus revisiones por flexión y flecha máxima. El diseño de este entablado es muy similar al de la cimbra de un muro pero como la presión disminuye conforme nos acercamos a la parte superior, la separación de los yugos irá aumentando, más cercanos en la base, y más separados cada vez. conforme nos acercamos a la parte superior de la cimbra.

Esto se justifica para obras donde existen gran número de columnas cuyas cimbras tendrán un gran número de reusos.

- (3) Investigar los esfuerzos y deflexiones que ocurren en los yugos propuestos si su separación está dada por las necesidades de soporte del entablado.

Esto implica checar por cortante y por flexión a los yugos (Posiblemente combinación de flexión y carga axial), tomando en cuenta que, la flecha máxima rara vez rige el diseño de los yugos.

Si los esfuerzos en los yugos están bajo el límite permisible, entonces su separación estará basada en el cálculo del entablado.

Sin embargo si los yugos están verdaderamente sobrados, podría ser ventajoso aumentar el espesor del entablado para poder separar más los yugos.

Si los esfuerzos en los yugos sobrepasan el límite permisible, basándose en la separación por cálculo del entablado, entonces se determinará la separación de yugos, con base en su capacidad de carga.

Para columnas con gran sección, puede ser necesario el uso de tensores -

para aumentar la capacidad de carga de los yugos.

- (4) Se compararán las separaciones requeridas con base en el cálculo del entablado, y en la capacidad de los yugos y se encontrará una separación entre yugos que satisfaga ambas condiciones.

El yugo más elevado se colocará a una distancia que varía de 15-20 cm de la parte superior de la cimbra, y el yugo inferior se colocará también a una distancia de 15 a 20 cm arriba de la base de la cimbra.

DISEÑO DE LA CIMBRA DE UNA COLUMNA.

Se desea cimbrar una columna de 50 x 50 cm, con una altura de 3.5 m -- que quedará colada en 1 hora a una temperatura del concreto de 15° C. Diseñar la cimbra para 10 o más usos utilizando triplay de 3/4 plg y madera de pino de 2a.

PASO 1 PRESION LATERAL.

De la tabla 8 tenemos que para

$$\text{Vel} = 3.65 \text{ m/hr y}$$

$$t = 15^\circ \text{ C}$$

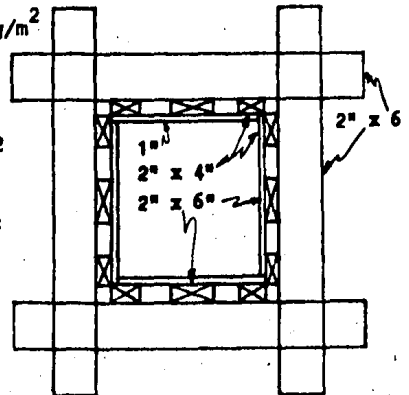
$$P_{\text{max}} = 9515 \text{ kg/m}^2$$

de la presión hidrostática.

$$P = \gamma h = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 3.5 \text{ m} = 8400 \text{ kg/m}^2$$

Como se toma la menor, nuestra presión sera:

$$P = 0.84 \text{ kg/cm}^2$$



PASO 2.

Los costados de la columna se ensamblarán según se vé en la figura.

$$W = 0.84 \text{ kg/cm}^2 \cdot 48 \text{ cm} = 40.32 \text{ kg/cm}$$

PASO 2 SEPARACION DE LARGUEROS.

Chequemos si la separación propuesta de largueros cumple con las revisiones de las tablas 2 y 11.

Triplay de 1 plg.

$$\begin{array}{ll} E = 63000 \text{ kg/cm}^2 & I = 0.7344 \times 48 = 35.25 \text{ cm}^4 \\ f = 105 \text{ kg/cm}^2 & S = 0.5799 \times 48 = 27.84 \text{ cm}^3 \\ V = 3.75 \text{ kg/cm}^2 & A = 1.11 \times 48 = 53.28 \text{ cm}^2 \\ W = 40.32 \text{ kg/cm} & \end{array}$$

Revisión por flexión.

$$\lambda f = 2.83 \sqrt{\frac{fs}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{105 \times 27.84}{40.32}} = 24.1 \text{ cm} > 6.22 \therefore \text{OK}$$

Revisión por flecha.

$$\lambda \Delta = 0.6 \sqrt{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt{\frac{63000 \times 35.25}{40.32}} = 22.8 \text{ cm} > 6.22 \therefore \text{OK}$$

Revisión por cortante.

$$\lambda v = \frac{4v bh}{3W} = \frac{4 \times 3.75 \times 53.28}{3 \times 40.32} = 6.6 \text{ cm} > 6.22 \therefore \text{OK}$$

El área de influencia de un larguero será:

$$21.46 \text{ cm} \times 1$$

PASO 3:

DIMENSIONAMIENTO DE LARGUEROS Y SEPARACION DE YUGOS.

Veamos si los largueros de 2 x 4 pueden soportar esta carga y a que -

separación de yugos.

De las tablas 10 y 1.

$$\begin{array}{ll} t = 30 \text{ kg/cm}^2 & 2 \times 4 \text{ plg.} \\ f = 30 \text{ kg/cm}^2 & I_y = 54.07 \text{ cm}^4 \\ V = 7 \text{ kg/cm}^2 & S_y = 26.18 \text{ cm}^3 \\ E = 70000 \text{ kg/cm}^2 & A = 38.04 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Ya que el primer yugo se pondrá a 15 cm de la base; por lo que trabajando desde ese nivel hacia arriba, y suponiendo que la presión será uniforme - entre un yugo y otro, teniendo como valor la correspondiente a la del yugo - inferior, calcularemos la presión existente a 15 cm de la base para calcular la separación del 2º yugo.

$$P = 2400 \frac{3.35}{3.50} = 2297 \text{ kg/m}^2 = 0.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 0.23 \times 21.46 = 4.93 \text{ kg/cm.}$$

Revisión por flexión.

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{fS}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{30 \times 26.18}{4.93}} = 35.7 \text{ cm}$$

Revisión por flecha.

$$l_{\Delta} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70000 \times 54.07}{4.93}} = 54.9 \text{ cm}$$

Revisión por cortante.

$$l_v = \frac{4v}{3w} bh = \frac{4 \times 7}{3 \times 4.93} \times 38.04 = 71.9 \text{ cm}$$

Tomaremos 35 cm como la separación del yugo 2 con respecto al yugo 1.

$$s \text{ yugo } 2 = 35 \text{ cm}$$

La presión a esa altura es:

$$P_2 = 2400 \frac{(3.5 - 0.35 - 0.25)}{3.5} = 2057 \text{ kg/m}^2 = 0.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_2 = 0.21 \times 21.46 = 4.5 \text{ kg/cm}$$

Revisión por flexión.

$$l_f = 2.83 \sqrt{\frac{fS}{W}} = 2.83 \sqrt{\frac{30 \times 26.18}{4.5}} = 37.4 \text{ cm}$$

Revisión por flecha .

$$l_{\Delta} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{EI}{W}} = 0.6 \sqrt[3]{\frac{70000 \times 54.07}{4.5}} = 56.6 \text{ cm}$$

Revisión por cortante.

$$l_v = \frac{4v}{3} \frac{bh}{W} = \frac{4 \times 7 \times 38.04}{3 \times 4.5} = 78.9 \text{ cm}$$

A partir del yugo 2

s yugo 3 = 35 cm.

Si seguimos haciendo lo mismo hasta encontrar la separación de todos los yugos, tomando siempre de las longitudes l_f, l_{Δ}, l_v la mas pequeña, - - llegaremos a obtener una separación de yugos así.

S yugo 1 = 15 cm	55 cm
S yugo 2 = 35 cm	60 cm
S yugo 3 = 35 cm	
S yugo 4 = 40 cm	
S yugo 5 = 45 cm	
S yugo 6 = 50 cm	
S yugo 7 = 60 cm	
S yugo 8 = 55 cm último yugo	

DISEÑO DE YUGOS.

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión.

De acuerdo con el reglamento del D.F., los elementos a flexotensión de
berán proporcionarse de tal manera que

$$\frac{T/A}{t} + \frac{M/S}{f C_f} \leq 1 \quad \text{Ec 13}$$

$$\frac{M/S}{f C_f} - \frac{T/A}{f} \leq 1 \quad \text{Ec 14}$$

f = Esfuerzo permisible de flexión (kg/cm^2)

T = Fuerza de tensión actuante (kg)

A = Area del elemento cm^2

M = Momento flexionante actuante (kg-cm)

S = Módulo de sección cm^3

t = Esfuerzo permisible a tensión (kg/cm^2)

C_f = Valor que depende de la altura de la pieza en la dirección de la flexión. vale 1 para $h \leq 30$ cm

Se diseñará el yugo 2 que es el más crítico

$$W = 0.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 35 \text{ cm} = 8.05 \text{ kg}$$

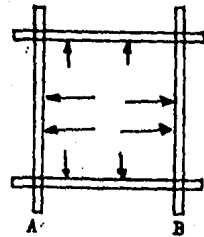
$$T = \frac{8.05 \times 50}{2} = 200 \text{ kg}$$

es entre 2 ya que son 2 piezas las que

resisten la tensión la A y la B

$$M = \frac{w \cdot l^2}{8} = \frac{8.05 \times 50^2}{8} = 2515 \text{ KG-cm}$$

Veamos si pueden ser yugos de sección 2×6 plg



$$t = 30 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$f = 30 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$C_f = 1$$

$$\text{Sep yugo 2} = 35$$

$$A = 65.51 \text{ cm}^2$$

$$S_x = 194.97 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1640.67 \text{ cm}^4$$

$$\frac{200}{30} / 65.51 + \frac{2515}{30 \times 1} / 194.97 = 0.53 < 1 \text{ Correcto}$$

$$\frac{2515 - 194.97}{30 \times 1} - \frac{200}{30} / 65.51 = 0.32 < 1 \text{ Correcto}$$

Las piezas de 2 x 6 plg serán adecuadas para ser usadas como yugos.

PASO 4 UNIONES.

Los yugos quedarán sujetos presionando a los largueros, por medio de torzales de alambre recocado. Estos harán las veces de tensores que tendrán que soportar la tensión de 200 kg que se presenta en los yugos.

Suponiendo un esfuerzo de fluencia a la tensión en el alambre recocado

$$t = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

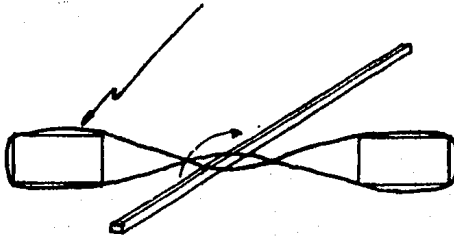
y usando calibre No. 18 cuyo diámetro es $d = 1.245 \text{ mm}$

$$A = 0.012 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{F}{t} = \frac{200}{1000} = 0.2 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. alambres} = \frac{0.2}{0.012} = 16.43 = 17$$

serán 18 alambres o sea 9 vueltas

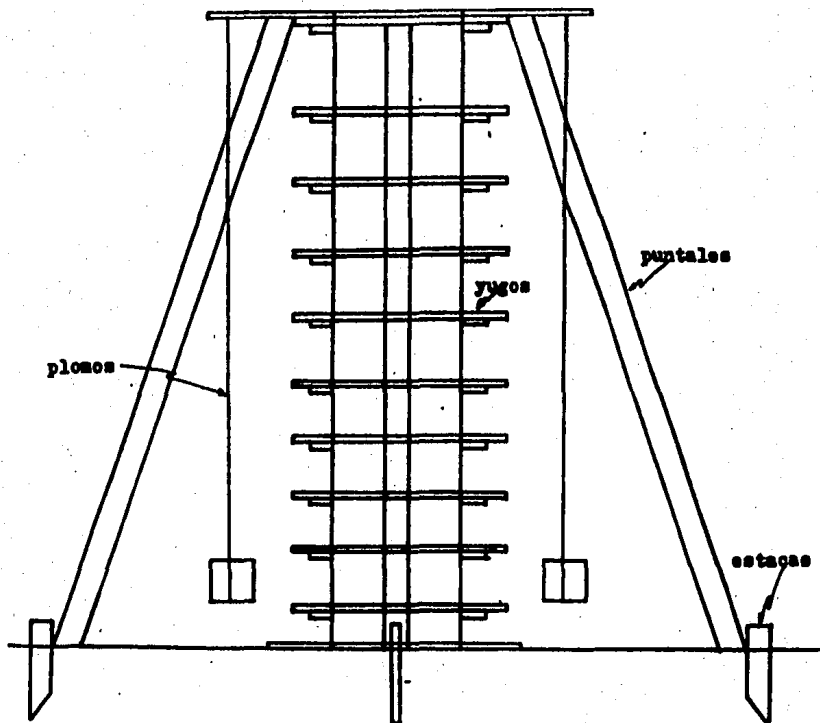
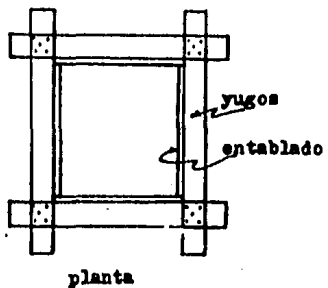


PASO 5 APUNTALAMIENTO.

Se proveerá apuntalamiento suficiente para resistir fuerzas laterales de la misma forma que se hace para un muro.

Los puntales se pondrán en este caso en cada una de las caras de la - cimbra apoyándose en el último yugo ver fig. 5

Fig. 5 APUNTALAMIENTO DE UNA COLUMNA



V. CONSTRUCCION DE CIMBRAS

PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Procesos constructivos, la manera en que puede construirse una cimbra, dependen de muchos factores; entre otros:

Materiales disponibles.

Materiales requeridos

Tipo de acabado

Calidad y costo de la mano de obra disponible.

Mano de obra requerida para lograr el acabado deseado.

Costumbres y preferencias del lugar.

Para la mayoría de las obras, no existe un procedimiento de construcción único, sino que existen varias alternativas, de las cuales hay que elegir la que mejor satisfaga con los requerimientos de economía, calidad y seguridad, basándose claro, en las consideraciones anteriores.

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Existen muchos elementos en la cimbra que al ser construidos modifican el proceso constructivo en general.

Los entablados, los largeros, madrinan, puntales y accesorios, de una cimbra, pueden hacerse con diferentes materiales, y pueden usarse diferentes secuencias para armar estos elementos de la cimbra, para lograr que el concreto se sostenga por si mismo (obteniendo el acabado deseado) y tener la cimbra lista para empezar otro trabajo.

ENTABLADOS.

Un entablado puede construirse de diferentes formas usando:

Cartón

Tablas

Hojas de Triplay

Tarimas de madera o de triplay

Lámina metálica

Paneles prefabricados de metal o triplay

Casetones de plástico o lámina (en losas reticulares)

Cimbra perdida.

LARGUEROS Y MADRINAS.

Estos pueden ser de: madera o metálicos, los que son metálicos prefabricados, tienen una capacidad de carga que es indicada por el Fabricante, y hay que usar ésta en el diseño de estos elementos.

En algunas ocasiones, para disminuir el número de pies derechos (en el caso de losas) se usan mdrinas metálicas telescopiables, como las mostradas en la fig. 2

Estas soportarán a los largueros, o bien directamente al entablado, -- por lo que deberán tener la suficiente capacidad de carga, como para resistir la flexión, el cortante, y sobrepasar la flecha máxima permisible.

PUNTALES Y PIES - DERECHOS.

Para soportar al entablado, largueros y madrinas, se usan los pies- - derechos o puntales. Estos pueden ser:

De madera.

Métalicos, prefabricados.

Andamios tubulares.

La figura 1, nos muestra algunos tipos de pies-derechos utilizados en cimbras.

Nuevamente para el diseño de la cimbra utilizando piezas prefabricadas, se deberá usar la capacidad de carga que el Fabricante recomienda - - para la pieza en cuestión.

ACCESORIOS DE LA CIMBRA.

Los accesorios de una cimbra, pueden agilizar sustancialmente el proceso constructivo. Cualquier aditamento que se emplee para facilitar las labores de cimbrado y descimbrado, transporte y mantenimiento de la cimbra, será muy útil; ya que reducirá tiempos de trabajo y mano de obra, abaratando así el costo del proceso constructivo para la cimbra.

TENSORES.

En la figura 3, se pueden apreciar diferentes tipos de tensores, que pueden utilizarse para cimbras que están sujetas a la presión lateral del

concreto fresco.

YUGOS.

En el caso de columnas, los yugos pueden ser construidos con:

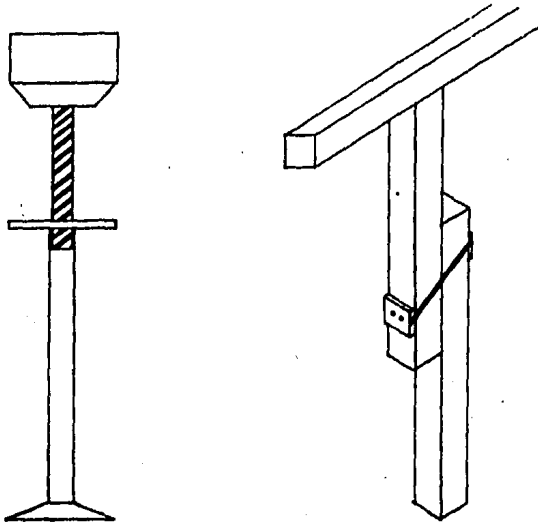
Flejes de acero.

Cadenas.

Madera.

Elementos metálicos prefabricados.

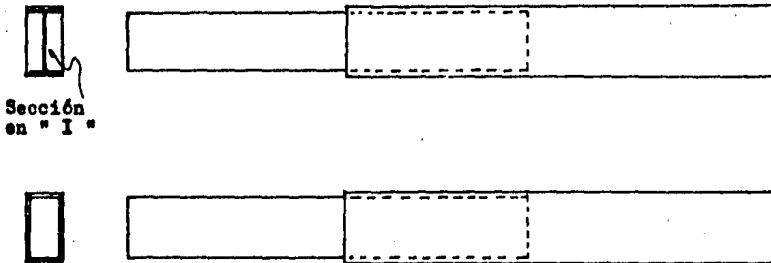
FIG. 1



Puntal metálico ajustable telescópico.

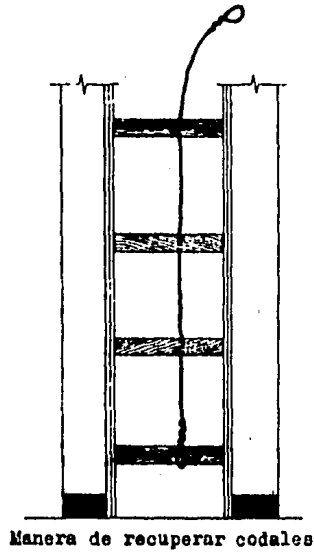
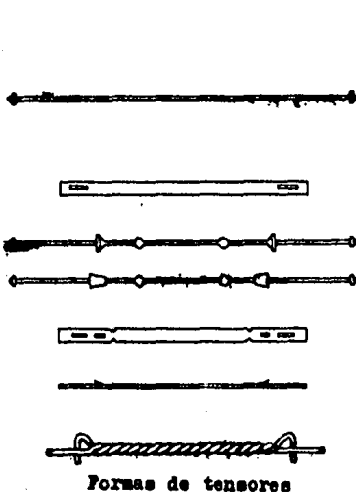
Mecanismo para hacer ajustables los puntales de madera

FIG. 2

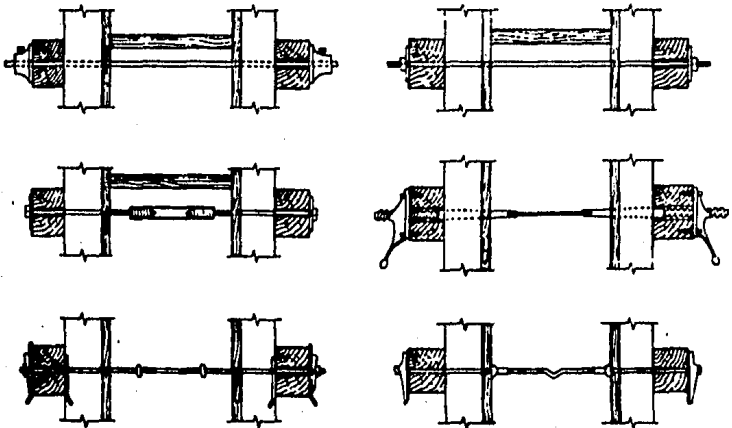


Madrinas Telescópicas: Son metálicas, ya sea de acero o de aluminio.

FIG. 3



Colocacion de tensores



CONSTRUCCION PARA LA CIMBRA DE MUROS.

Lo primero que debe hacerse, es colocar un travesaño a lo largo de la pared y a nivel del suelo, al cual llamaremos TABLA DE AGUANTE; al mismo tiempo sirve de base a los largueros. Se alinea cuidadosamente y se sujeta al cimiento mediante clavos para concreto o por medio de estacas (ver - - figura 4.

A continuación se colocan los largueros que se mantienen verticales - con puntales provisionales. Entonces se coloca el entablado o cimbra de -- contacto, tomando en cuenta que la primera tabla ha de tener el nivel adecuado. El entablado, por lo general, se clava con clavos de 2", dos por -- tabla en cada larguero, o si es entablado de triplay se espacian de 30 a - 40 cm.

Si al mismo tiempo se colocan tensores, suelen hacerse ranuras o huecos en el entablado para permitir el paso de los tensores. En el caso de huecos han de estar situados de tal forma que el tensor pase entre las - - madrinas, las cuales como ya dijimos se colocan dobles (ver fig. 4).

Las madrinas se clavan a los largueros. Los puntales se colocan desde la parte superior de la cimbra, hasta el terreno. Pueden trabajar a compresión o a tensión o a ambos esfuerzos (por ejemplo cuando se colocan de un solo lado). Cuando es necesario que los puntales trabajen a tensión se -- utilizan perfiles de acero o cables.

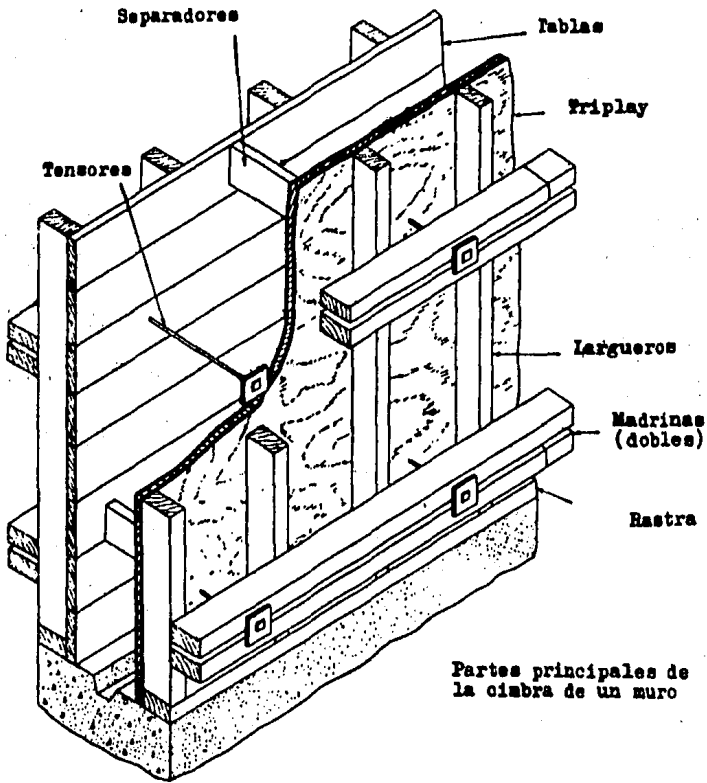
La última operación en la construcción de una cimbra para muro es el "plomeo" de la cimbra. Cuando se colocan los puntales, éstos permiten ajustar la posición de la cimbra y lograr su plomeo correcto.

Si se aploma de un lado tan pronto como se construye no hay necesidad de aplomar el otro; al colocar los separadores, el plomeo se obtiene automáticamente. El plomeo se realiza una vez que todos los elementos han quedado colocados, con el objeto de que la cimbra no se tenga que mover para nada una vez plomeada.

Generalmente el acero de refuerzo del muro es colocado antes de empezar a cimbrar. Si el muro es de sección tan pequeña que impide a los hombres trabajar dentro de él, los tableros con todas sus partes se construirán en forma horizontal y luego se colocarán en su posición correcta mediante los tensores y puntales.

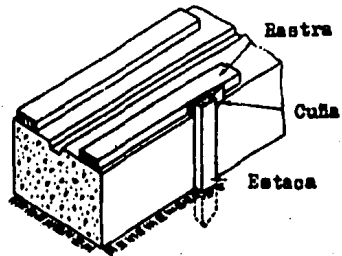
De hecho es así como se construyen los tableros de los muros, pues éstos son casi siempre de sección pequeña. Se arman tableros, con entablados, largueros y madrinas, luego se colocan en posición vertical mediante trabajadores o gruas, y una vez en posición vertical, se clavan al travesaño inferior, se colocan los tensores de arriba hacia abajo del muro y luego se plomea el muro con los puntales.

FIG. 4



Partes principales de la cimbra de un muro

Colocación de la rastra



CONSTRUCCION DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

La secuencia y el método para construir una cimbra para columna dependen del programa general de trabajo, del equipo disponible y el programa -- para organizar el trabajo de los fierros.

La cimbra para columna puede ser construída en el lugar, pieza por -- pieza, panel por panel, o bién la cimbra puede ser construída totalmente -- formando una caja y ser colocada en su lugar como una unidad completa.

Si el equipo lo permite, es preferible utilizar el método de instalar la cimbra como una unidad completa, ya que esto ahorra trabajo de apuntala-- miento provicional.

Las cimbras de columna están sujetas a esfuerzos y presiones latera-- les que se deben a la presión provocada por el concreto fresco, debidas a la poca sección de la columna y a la velocidad de colado. Se hace absoluta-- mente necesario por lo tanto, proveer de fuertes yugos que den soporte -- suficiente a la cimbra, e impidan que ésta falle o se salga la lechada de concreto.

La forma de colocación, sujeción y mantenimiento en posición de la -- cimbra de la columna atándolas por la base, es otra consideración de pri-- mer orden. Cuando sea posible, la cimbra ha de tener una abertura cerca de la base, destinada a la limpieza de escombros, previa al colado.

El primer paso para construir un molde de columna es seleccionar el tipo y grueso del entablado.

Podemos utilizar tablas, pero lo más común es el tablero de triplay, por su mayor resistencia a cortes y torceduras.

Se supone que el primer yugo ha de estar lo más cerca posible de la base, dentro de los primeros 15 o 20 cm. y que el yugo superior ha de estar cerca de la parte más alta.

Los yugos han de ser capaces de soportar los esfuerzos de flexión, cortante y pandeo que no ha de ser mayor de 1/16 plg.

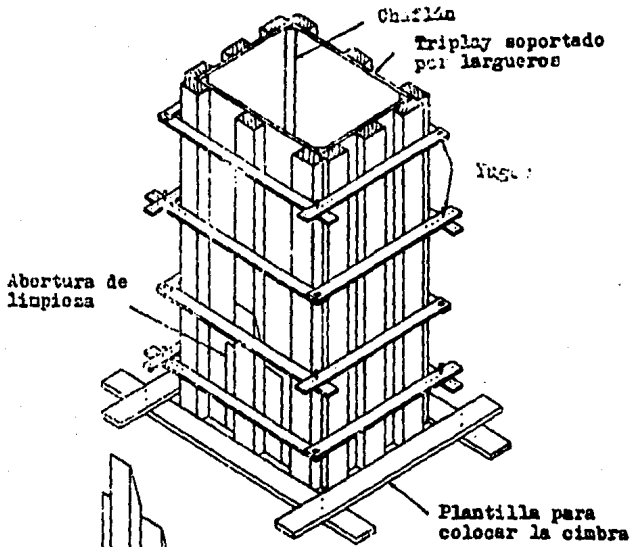
Dos lados de la cimbra han de estar cortados exactamente a la dimensión de un lado de la columna los otros dos pueden ser más anchos, depende de la forma de empalme.

La colocación de los listones de chaflan (para obtener aristas achaflanadas) se hace dibujando previamente sobre el tablero la alineación. De ahí saldrá la segunda dimensión exacta del encofrado. Estos listones se pegan o clavan al tablero.

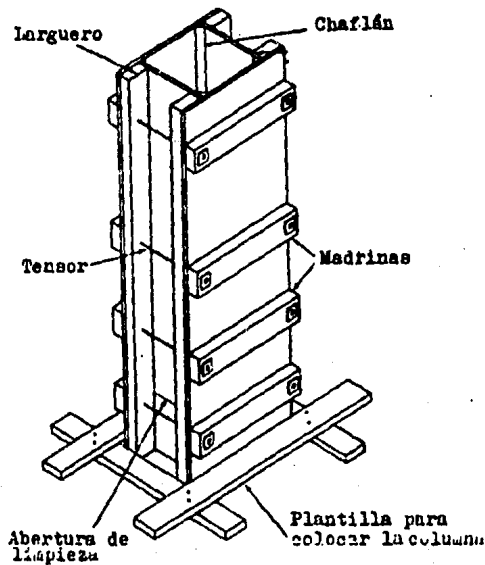
Si se han de usar bandas de flejes o yugos, previamente se ha de marcar su posición sobre los tableros o sobre las barras verticales. Se tratará de colocar sobre el entablado la mayor cantidad posible de elementos antes de empalmar y poner los yugos para que el conjunto quede en su posición final.

Para poder situar con exactitud las cimbras para columna se recurre al uso de plantillas; esta plantilla se clava al concreto de la pieza inferior (losa o zapata) y sobre ella se fija el molde de la columna. El plomeo -- nuevamente es la última operación en la construcción del molde, este plomeo se lleva a cabo con la ayuda de puntales en la misma forma que se hace en los muros.

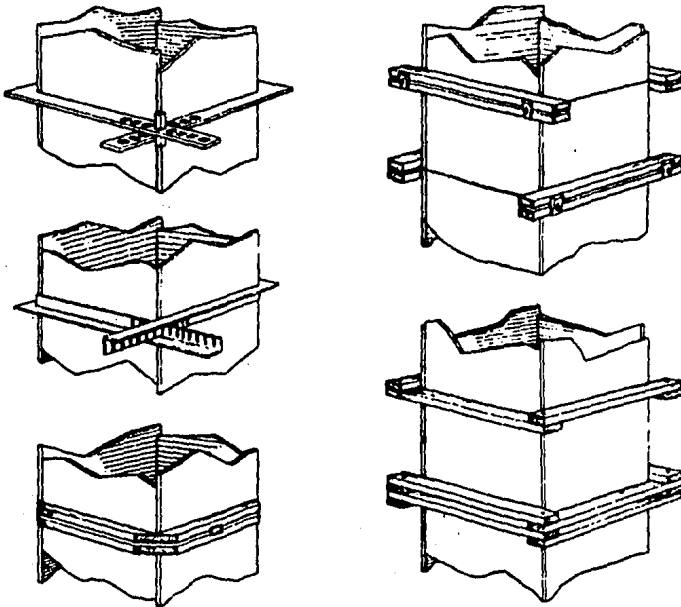
La altura de la cimbra de una columna, se determina restando el grueso de la base de la cimbra de la viga maestra, de la altura total indicada en los planos para la columna.



Detalle de la abertura
Cimbra de una columna de gran sección



YUGOS PARA COLUMNAS DE SECCION PEQUEÑA



CONSTRUCCION DE UNA CIMBRA PARA CIMENTACION.

Se llaman zapatas y elementos de cimentación a los miembros de altura relativamente pequeña, cuya misión principal es servir de sustentación a las estructuras mismas.

Pongamos atención a los dos factores más importantes a considerar en el cimbrado de cimientos: primero, que el concreto ha de tener una resistencia adecuada, y segundo que la cimbra esté bien colocada.

La apariencia exterior no es muy importante porque los cimientos casi siempre quedan bajo el nivel del terreno.

Los materiales más usados en la construcción de cimbras para cimientos suelen ser la madera de construcción, el triplay, los aglomerados, las tarimas, el acero, sonotubos y cajas de cartón.

El material para cimbrar cimientos puede no ser de primera clase, pero si ha de ser resistente. Siempre existe alguna tolerancia en las dimensiones; más el acero de refuerzo, ha de colocarse como se especifique.

Algunas veces el concreto se vacía en la zanja del cimiento, y las paredes de la zanja (la tierra), hacen de cimbra. En estos casos hay que tomar precauciones en cuanto a la tierra que cae dentro de la zanja, o a la absorción del agua del concreto por el terreno.

Para evitar estos fenómenos, las zanjas se pueden forrar con papel o con polietileno. Es aconsejable colocar tablones de 2" X 4" a cada lado de

los bordes superiores (ver fig. 5).

Cuando las zanjas son poco profundas, la presión lateral es casi nula y las cimbras son muy sencillas (ver fig. 6).

Cuando el terreno es firme, la cimbra se sostiene con estacas y puntales (ver fig. 6), si el terreno no es firme, la cimbra se puede sostener contra las paredes de la zanja como se vé en la (fig. 7).

Para zapatas más profundas el procedimiento de cimbrado puede cambiar hasta llegarse a transformarse en un cimbrado de muro.

La cimbra para una zapata aislada se construye como una caja sin fondo, construida por cuatro partes, dos lados y dos extremos. Los dos lados se construyen a la medida exacta de un lado de la zapata, y los otros dos más largos, para permitir una sujeción adecuada. (ver fig. 8).

Para evitar deformaciones en la cimbra al igual que en los muros se usan tensores.

Si en la zapata han de colocarse anclajes empotrados. La posición exacta de los mismos se marca con una plantilla que se sujeta al cimiento (ver figura 9). En esta figura se muestra otra forma de colocar los tensores.

Cimbras que forman escalón, con diferente sección se ilustran en la figura 10. Se construyen como dos cajones de diferente tamaño, colocados uno encima del otro.

Si entre ambos cajones existe gran diferencia de tamaño, el cajón inferior necesitará una tapa. Todo el conjunto debe estar bien sujeto al terreno, - para prevenir algún levantamiento provocado por el concreto fresco. Esto - se logra mediante el uso de estacas y tornapuntas.

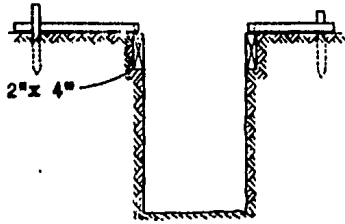


FIG. 5

Semicimbra en la parte superior de la zanja

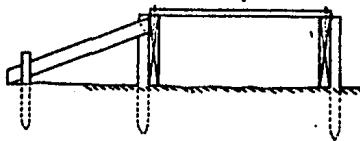


FIG. 6

Cimbra simple para cemento

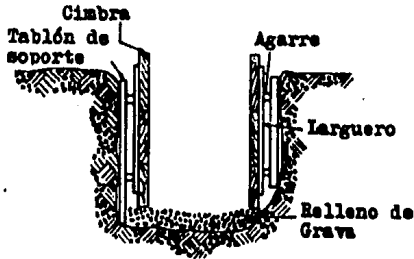
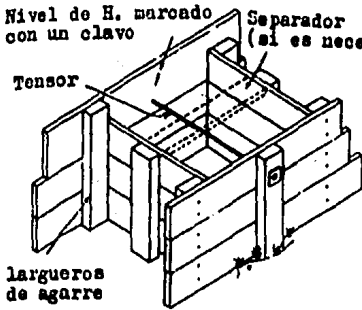


FIG. 7

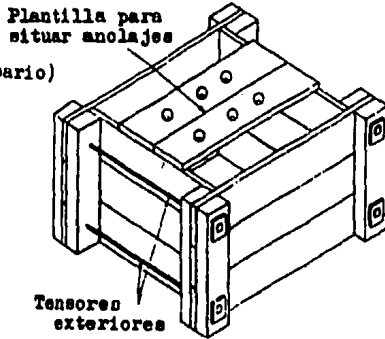
Sujeción de la cimbra a las paredes de la zanja

FIG. 8



Cimbra para zapata tipo simple

FIG. 9



Cimbra para zapata con plantilla perforada para colocar anclas

Cimbra para zapata tipo escalonado

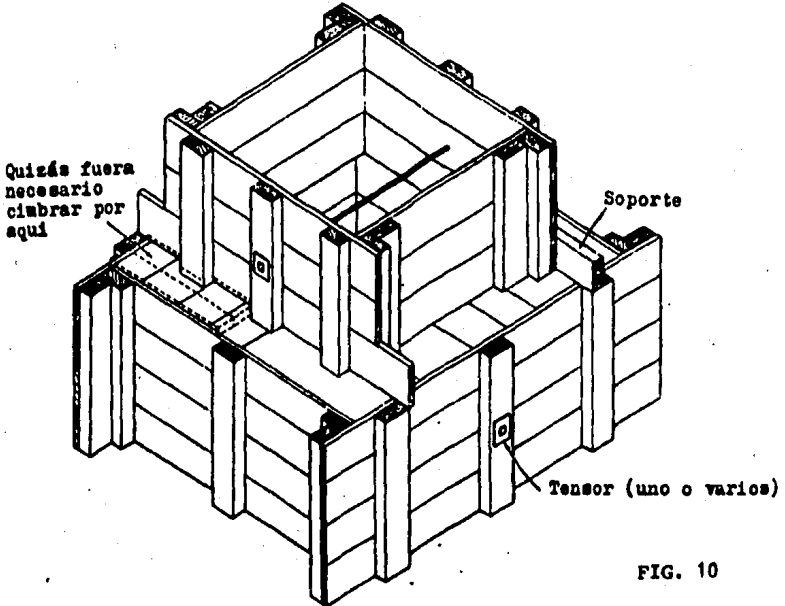


FIG. 10

CONSTRUCCION DE UNA CIMBRA PARA TRABE.

Para construir este tipo de cimbras, el primer paso es fabricar el fondo; con un ancho exacto al necesario y una longitud igual al claro entre -- columnas, menos una pequeña separación.

Frecuentemente es hecho con triplay de 3/4 plg ó de madera más gruesa, con soportes de 2 X 4 plg que corren a lo largo del fondo, llamados de -- tablas de aguante.

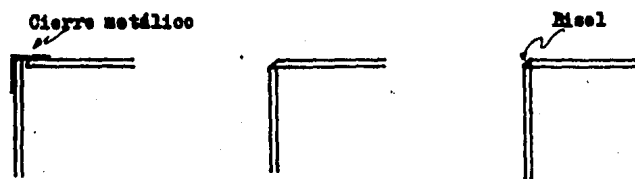
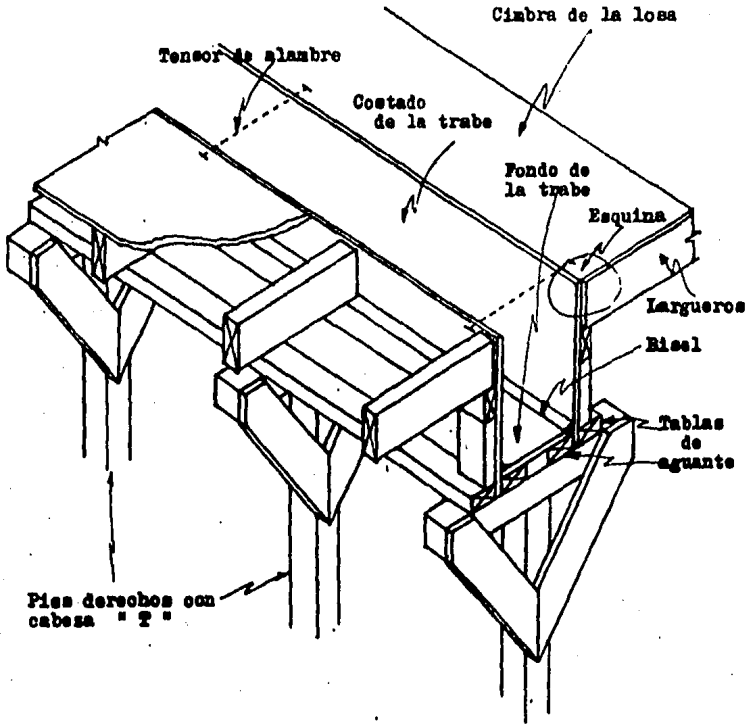
Si la viga es más ancha que las tablas disponibles, entonces hay que -- hacer un entablado hasta conseguir la dimensión exacta del fondo.

Los extremos del fondo van achaflanados en toda su longitud. Los listos -- triangulares se pegan o clavan al fondo al mismo nivel que el paño exterior de la trabe. Los costados del molde se colocan por la parte exterior -- del fondo, y descansan en las cabezas de los "pies derechos".

La cimbra es soportada mediante pies derechos, los más comunes son del -- tipo T; la frecuencia y el número a colocar dependen de las cargas a soportar y la resistencia del pie derecho.

Los pies derechos pueden ser de madera, metálica o bien puede usarse -- algún tipo de andamiaje para soportar el molde.

Arreglo típico de una cimbra para trabe y losa



Diferentes maneras de resolver las esquinas

CONSTRUCCION DE UNA CIMBRA PARA LOSA.

El primer paso, es preparar los pies derechos y apuntalarlos provisio-
nalmente. A continuación, se colocan las vigas sobre los pies derechos, - -
encima de las vigas se colocan los polines, transversalmente.

Donde ha de haber un capitel se deja un espacio vacío. Encima de los -
polines se coloca el entablado. Esta cimbra se nivela por medio de cuñas --
colocadas entre los pies derechos y las rastras.

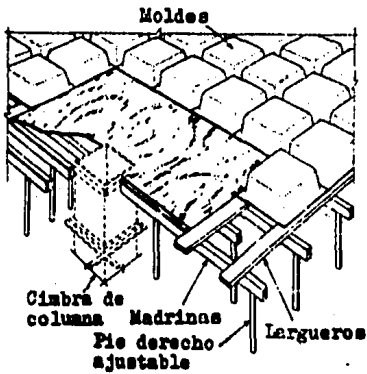
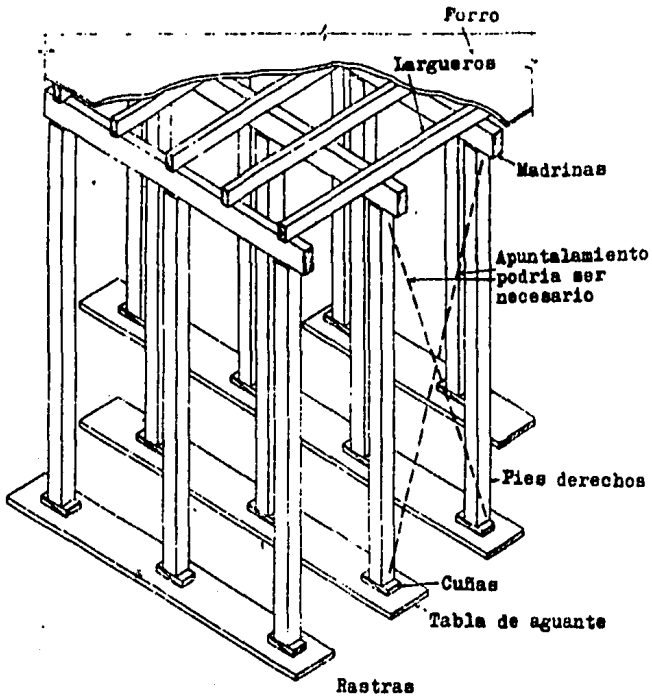
Para proceder a cimbrar una losa, conviene, en vez de fabricar un enta-
blado de tablas, usar páneles prefabricados o bien construirlos uno mismo,-
estos páneles prefabricados o tarimas o cajones, han de ser de las dimensio-
nes apropiadas de acuerdo con los claros a cubrir.

Las tarimas están constituidas por un forro de cimbra de contacto, cla-
vado sobre un armazón rígido de madera más gruesa colocada de canto.

Estas tarimas pueden hacerse con la cimbra de contacto a base de tablas,
en cuyo caso estas tablas se clavan con mucho cuidado el armazón, encuadrán-
dolas y cepillando la superficie, con objeto de obtener un buen acabado en
el colado.

Las tarimas también pueden hacerse con cimbra de contacto a base de - -
triplay, este puede también ser barnizado o recubierto con fibra de vidrio o
algún plástico o barniz para que la tarima tenga menor adherencia con el con-
creto, y el descimbrado se realice mas fácilmente, sin que se produzcan da-
ños en las tarimas.

Cimbra de una losa plana



Casetones de fibra de vidrio para losas reticulares

VI. PROPOSICION DE NORMAS

En este capítulo expondré las recomendaciones que son las adecuadas para la normalización de cimbras.

6.1 Recomendaciones Generales

6.1.1 Las recomendaciones practicamente estan basadas en atribuir el diseño y construcción de las cimbras a la responsabilidad de el contratista. Esto debe ser fundamentalmente para lograr seguridad y economía de la cimbra de concreto.

6.1.2. Todos y cada una de las formas o elementos del cimbrado deberán ser proyectados para cada caso particualr previo a su construcción. La importancia dentro del proyecto dependerá de: medida, dificultad e importancia de la cimbra, todos los elementos serán analizados y diseñados para dar cierto m argen de estabilidad.

6.1.3. Detalles de Cimbra. El Ingeniero, encargado de tal trabajo, tendrá autoridad para someter al contratista a presentar sus proyectos o detallados de cimbra para su aceptación; si estos no satisfacen el contrato, el contratista tendrá que hacer los cambios pertinentes previos al comienzo del trabajo.

6.2 Economía en Cimbras.

6.2.1. El Ingeniero puede lograr economía para la estructura proyectada minimizando los costos de la cimbra. El costo de la cimbra representa del 35% al 60% del costo total de la estructura de concreto.

Esto acarrea que la planeación se base en un riguroso análisis por parte del Ingeniero cuando diseñe y especifique la estructura e igualmente por parte del Contratista cuando diseñe y construya la cimbra. Esta similitud de criterios es necesaria para realizar una cimbra económica y segura.

6.2.2. El contratista debe calcular la cimbra en planos, para así poder prever problemas y hacer las correcciones necesarias sin que haya necesidad de destruir nada; además los planos deben dar al carpintero una idea fiel de lo que requiere y como lograrlo.

6.3 Las siguientes sugerencias son típicas del contratista así como del Ingeniero para lograr un plan de trabajo que economice la construcción de la cimbra.

6.3.1. Si las zapatas, columnas y vigas son de múltiples dimensiones el número de tamaños usados en la cimbra será el mínimo para que esta se simplifique y su número de reusos sea al máximo. El tamaño y altura de los miembros debe ser uniforme desde el principio de la estructura para que de esta manera las modificaciones que sufra la cimbra sean mínimas.

6.3.2. Si el Ingeniero hace del mismo ancho y longitudes las zapatas, columnas y vigas y además considera los diferentes tamaños de la madera que se utiliza para los diferentes componentes de las cimbras, cuando determine los tamaños de los miembros

bros estructurales puede economizar el tiempo de labores en corte y mediciones para lograr un buen trabajo.

6.3.3. Cuando se utilicen sistemas de cimbrado el diseño de los miembros estructurales deberá basarse donde quiera que sea posible en el uso de una dimensión standard.

6.3.4. El diseño estructural deberá ser preparado simultáneamente con el diseño arquitectónico, así las dimensiones de la estructura pueden ser mejor coordinadas. Los tamaños de las piezas pueden variar en algunos cms. y ajustarse al Diseño Estructural.

6.4. Diseño de Cimbras

6.4.1. La cimbra debe dar como resultado una estructura que cumpla con la forma, los lineamientos y las dimensiones de los elementos, según lo requerido en los planos de diseño y en las especificaciones.

6.4.2. Las cimbras deben ser sustancial y suficientemente impermeables para impedir la fuga del mortero.

6.4.3. Las cimbras deben estar adecuadamente apuntaladas, o ligadas de tal manera que conserven su forma y posición.

6.4.4. Las cimbras y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no se dañe la estructura previamente construida.

6.4.5. El diseño de la cimbra incluirá la consideración de los siguientes factores:

- a) Velocidad y métodos de colocación del concreto.
- b) Cargas de construcción, incluyendo carga vertical, horizontal y de impacto.
- c) Requisitos especiales de la cimbra, necesarios para la construcción.

6.4.6. Las cimbras para miembros presforzados deben diseñarse y construirse de tal manera que permitan el movimiento del miembro sin causarle daños durante la aplicación de la fuerza de presfuerzo.

6.4.7. Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre ninguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar ningún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura junto con el sistema restante de cimbra y de puntales, tenga suficiente resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas colocadas sobre ella.

6.4.8. La resistencia se puede demostrar por medio de cilindros de prueba curados en la obra, y mediante un análisis estructural que considere las cargas propuestas en relación con la resistencia de dichos cilindros de prueba y la resistencia del sistema de cimbra y puntales. El contratista debe proporcionar tales análisis y datos de prueba al oficial de la construcciones cuando este lo requiera.

6.4.9. Ninguna carga de construcción que exceda la combinación de la carga muerta impuesta mas la carga viva especificada, deberá apoyarse en una zona de la estructura en construcción sin puntales, a menos que un análisis indique que existe la resistencia adecuada para soportar tales cargas adicionales.

6.4.10. El descimbrado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y la durabilidad de la estructura. El concreto que se descimbra debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores.

6.4.11. Los apoyos de la cimbra para miembros presforzados se pueden retirar cuando se haya aplicado el suficiente presfuerzo, como para que dichos miembros sean capaces de resistir su propio peso y las cargas de construcción previstas.

6.5. Comentarios

Para determinar el tiempo del descimbrado deben considerarse las cargas de construcción y las posibilidades de las deflexiones. Las cargas de construcción son frecuentemente, por lo menos tan altas como las cargas vivas de diseño. En edades tempranas, una estructura puede ser lo suficientemente resistente para soportar la carga aplicada, pero puede flexionarse lo suficiente como para que se produzca un daño permanente.

Donde la estructura está debidamente apoyada en los puntales, las cimbras laterales de vigas, traveses, columnas, muros y ---

otras cimbras verticales semejantes, se pueden remover generalmente despues de 12 hrs. de tiempo de curado acumulado, siempre y cuando las cimbras laterales no soporten otra carga que la presión lateral del concreto plástico. El término " tiempo de curado acumulado" representa la suma de periodos de tiempo, no necesariamente consecutivos, durante los cuales la temperatura del aire que rodea al concreto es de mas de 10°C. Las 12 hrs. de tiempo de curado acumulado se basan en cementos normales y condiciones ordinarias; el uso de cementos especiales o condiciones no usuales puede requerir un ajuste de los límites dados; el concreto que contiene aditivos retardadores y el concreto al cual se le ha añadido hielo durante el mezclado (para bajar la temperatura del concreto fresco) puede no haber adquirido la resistencia suficiente en 12 hrs. y debe ser analizado antes de remover la cimbra.

La remoción de la cimbra en construcciones de varios niveles debe formar parte de un procedimiento planeado en el cual, se toman en consideración el soporte temporal de la totalidad de la estructura al igual que el de cada uno de los miembros estructurales individuales. Dicho procedimiento debe planearse antes de iniciar la construcción y se puede basar en un análisis estructural, tomando en consideración las siguientes condiciones como mínimo.

- a) El sistema estructural que existe en las diversas etapas de la construcción y las cargas de construcción correspondientes a dichas etapas.
- b) La resistencia del concreto a diversas edades a lo largo de la construcción.
- c) La influencia de las deformaciones de la estructura y del sistema de apuntalamiento en la distribución de las cargas muertas y las cargas de construcción durante las diversas etapas de construcción.
- d) La resistencia y espaciamiento de los puntales o de los sistemas de apuntalamiento utilizados, al igual que el método de apuntalamiento arriostramiento, remoción de cimbra y reapuntalamiento, incluyendo los períodos mínimos de --- tiempo entre las diversas operaciones.
- e) Cualquier otra carga o condición que afecta la seguridad o durabilidad de la estructura durante la construcción.

Para construcciones de varios niveles, la resistencia del concreto durante las diferentes etapas de construcción debe estar respaldada por especímenes de prueba curados en la obra o por otros métodos aprobados. Las diferentes etapas del proceso --- constructivo deben estar controladas por un maestro de obras--- competente bajo la supervisión de un Ingeniero y cualquier --- cambio en el procedimiento debe ser aprobado por el Ingeniero

en cuestión. El análisis estructural y los datos de prueba utilizados en la planeación e implementación para la remoción de las cimbras y del apuntalamiento debe ser suministrado por el contratista al Oficial de las Construcciones cuando así lo solicite.

6.6. Juntas de Colado.

6.6.1. Cuando se haga una junta, la superficie del concreto debe limpiarse completamente y removerse toda la nata y el agua estancada.

6.6.2. Las juntas de colado verticales también deberán humedecerse completamente y cubrirse con una lechada de cemento limpia inmediatamente antes de colocar el concreto nuevo.

6.6.3. Las juntas de colado no indicadas en los planos de diseño deberán hacerse y localizarse de tal forma que no afecten significativamente la resistencia de la estructura.

6.6.4. Las juntas de colado de pisos quedarán localizadas ---cerca de la mitad del claro de las losas, vigas o trabes, a no ser que exista en ese punto una intersección de viga secundaria con una principal; en este caso, las juntas en las vigas secundarias se moverán una distancia igual a dos veces el ancho de la viga principal. Se tomarán precauciones para transmitir el cortante y otras fuerzas a través de la junta.

6.6.5. Las vigas, trabes o losas que se apoyen en columnas y muros no se deben colar o construir sino hasta que el concreto de los elementos verticales de apoyo haya dejado de ser plástico.

6.6.6. Las vigas trabes y capiteles de columnas se considerarán como parte del sistema de entrepiso y se colarán monolíticamente con él.

6.7. Comentarios.

Para la integridad de la estructura es importante que todas las juntas se construyan cuidadosamente, tal como se señala en los planos de diseño o como se requiere en las especificaciones de la obra.

Cualquier variación debe ser aprobada por el Ingeniero.

CONCLUSIONES

Estando los costos de cimbra del orden de un 35% a un 60% , del costo de la estructura de concreto, y tomando en cuenta que el colapso de una cimbra lleva involucrado, entre otras cosas, un alto costo no solo de material, sino posiblemente también de vidas humanas. Resulta obvia la necesidad de que la cimbra sea objeto de una buena planeación, un buen diseño, y una buena ejecución, si es que queremos obtener calidad, seguridad y economía.

En la actualidad, todavía en muchas obras, el trabajo de la cimbra es encargado al carpintero, con los consiguientes -- riesgos.

Si la cimbra es muy débil será económica, pero insegura, y de mala calidad. Si la cimbra es sobradamente resistente será segura pero antieconómica. .

Por lo tanto, considero necesario que para lograr una estructura que satisfaga las demandas del diseño arquitectónico como estructural, las personas involucradas en el diseño y construcción, tengan conocimientos suficientes, no sólo de las diversas operaciones de las cimbras sino también de los métodos y materiales involucrados.

Conjugando estos conocimientos adquiridos con la experiencia y el sentido común, será más fácil lograr un diseño -- mas racional de las cimbras.

BIBLIOGRAFIA

- Hurd, M.K.

Formwork for Concrete

- Diseño y construcción de Estructuras de Madera

Normas Técnicas Complementarias del R.C.D.F.

-Alcaraz Lozano, Federico

Apuntes sobre Diseño y Construcción de Cimbras

-Guzmán Zalapa, Pablo

Proyecto y Construcción de Cimbras

- Richardson, J.G.

Diseño de Cimbras

- Richardson, J.G.

Cimbras y Moldes

- Características de la madera y su uso en la construcción.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado

American Concrete Institute 318-77