



881215
1
20

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

"PROCESO CONSTRUCTIVO PARA ESTRUCTURAS
DE CONCRETO CON CIMBRA DESLIZANTE"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

ISAAC KIREL PODGURSKY

JORGE GUADALUPE SAID BATTAH

DIRECTOR DE TESIS:
ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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.

**A MIS PADRES:
ALEX Y SCHEINE**

**A MI ESPOSA:
MARLEN**

**A MIS HIJOS:
DANIEL Y MICHELLE**

**A MI SUEGRA;
HILDA**

**A MIS HERMANOS:
LIA Y VICTOR**

**A MIS MAESTROS:
EN ESPECIAL A LOS INGENIEROS:
LUIS CANDELAS RAMIREZ
GUSTAVO JIMENEZ DE LA CUESTA O.**

**"PROCESO CONSTRUCTIVO PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO
CON CIMBRA DESLIZANTE".**

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	I
 CAPITULO 1	
TIPOS DE CIMBRA Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	
1.1 CIMBRAS DE MADERA	1
1.2 CIMBRAS DE ACERO	7
 CAPITULO 2	
ANALISIS Y DESCRIPCION DE LA CIMBRA DESLIZANTE	
2.1 ANALISIS	10
2.2 DESCRIPCION	18
 CAPITULO 3	
PROCESO CONSTRUCTIVO UTILIZANDO CIMBRAS DELIZANTES	
3.1 DESCRIPCION	29
3.2 TIPOS DE CONSTRUCCIONES	31
3.3 BASES DE DISEÑO	41
 CAPITULO 4	
EJEMPLO DE APLICACION	
4.1 DATOS DEL PROYECTO	63
4.2 TRABAJOS PRELIMINARES	64

4.3 CALCULO DE LA CIMBRA DESLIZANTE	65
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFIA	78

INTRODUCCION

A medida que ha ido avanzando el conocimiento, tanto en las estructuras como en las características de los materiales con que se fabrican, ha sido necesario adoptar procedimientos de análisis, diseño y construcción que respondan a dichos avances.

Las pruebas de laboratorio, el uso de máquinas computadoras y el gran equipo de hombres de ciencia dedicados al estudio de las estructuras han aportado a la ingeniería temas como:

- a.- Diseño sísmico.
- b.- Análisis y diseño plástico de estructuras de acero y concreto.
- c.- Determinación estadístico de cargas sobre estructuras.
- d.- Análisis de estructuras por medio de computadoras.
- e.- Planeación, Programación y Economía en las Obras, etc.

El propósito de este trabajo es el ofrecer una colaboración a la obtención de una economía de obras mediante el uso mínimo de formas para concreto y a la vez un ahorro considerable de tiempo en la construcción de estructuras elevadas.

La concentración en las zonas de actividad económica, el incremento demográfico en centros urbanos, el elevado precio de los terrenos, etc. son factores que nos llevan y obligan a la construcción de

conjuntos de edificios y centros comerciales dentro DE PEQUEÑAS AREAS y formando parte de elementos elevados.

De acuerdo con los factores anteriores se ha encontrado que las teorías, como las prácticas de la especialidad del diseño de métodos, han sido discutidas ampliamente por personas de las más diversas especialidades y vale la pena analizar algunas de las diferentes opiniones.

El enfoque tradicional que se da a un problema de DISEÑO DE METODOS.

El procedimiento tradicional, ampliamente difundido para resolver un problema de diseño de métodos, puede describirse apropiadamente como un proceso rutinario que se aplica una y otra vez sin ningún cambio sustancial.

Así por ejemplo, lo que pudiera llamarse lo "CLASICO" en la literatura de los tiempos y los movimientos se recomienda el siguiente procedimiento general para la solución de un problema de diseño de métodos:

- 1.- Documentarse respecto al método actual, valiéndose de una o más de las técnicas descriptivas tradicionales en este campo. (como el diagrama de flujo).
- 2.- Analizar detalladamente el método actual.
- 3.- Idear un método nuevo.
- 4.- Especificar el método nuevo.

Todo esto deberá hacerse para buscar el mayor número de soluciones posibles desde el punto de vista de la ingeniería, a lo que será realmente el problema de diseño.

El objeto de esta tesis es el de exponer un método diseñado para el máximo ahorro de formas para concreto en elementos elevados de una superestructura.

El adelanto logrado en las diversas ramas de la ciencia permitiría decir qué métodos como éste debían estar ya perfeccionados y aumentados; sin embargo, pocos son los adelantos en los principios de la economía de los movimientos, en comparación con el caudal de conocimientos relativamente grande y objetivo que proporciona la Ingeniería Civil.

Como una ilustración recuérdese los principios que sugiere el uso de una trayectoria de movimientos simultáneos y simétricos; pues aunque el uso de tales movimientos es una idea muy promovida y aumentada, desde luego, no es la solución como lo indican varios libros de texto, tampoco es claramente superior a otras soluciones posibles.

Es aparente que varias de las aseveraciones con respecto al ahorro de tiempo que se obtiene con este tipo de movimientos, se basan en una experimentación inadecuada. El siguiente tipo de experimento, es un tipo de procedimiento que así comprueba la superioridad del uso de una trayectoria de movimientos simultáneos y simétricos.

Existen muchas razones por la que los métodos pueden compararse durante períodos prolongados; pues a una misma persona el método, puede parecerle muy diferente antes y después de adquirir la suficiente experiencia para ejecutarlos, debido a esto es recomendable que no se tengan cambios consecutivos de personal, pues implica pérdidas de tiempo en el aprendizaje y entrenamiento para el nuevo método.

Otro método en el que nos podemos basar para sentir el valor de un nuevo método puede ser al considerarle exclusivamente la economía de la obra sin importar aparentemente el tiempo de ejecución de la misma.

Con lo anterior tratamos de decir que dentro de la INGENIERIA CIVIL, pueden existir obras en las que el único factor que debemos considerar y tomar en cuenta es la economía, y de acuerdo con ésta la comparación de los métodos constructivos se deben valorizar.

Comparación entre los métodos.

La aplicación del tipo de procedimiento depende de la obra a realizar y en la cual se deberá jugar con las holguras que tengan tanto el ingeniero en el ahorro del tiempo como del capital a emplear.

Para aplicar lo anterior tomaremos como ejemplo la construcción de un conjunto habitacional. Generalmente este tipo de obras necesita de un tiempo de ejecución relativamente corto; debido a que el capital invertido y la necesidad de la sociedad a este tipo de obras que se consideran indispensables debido a el crecimiento demográfico.

En gran parte de su trabajo, un ingeniero debe depender de su habilidad creativa para hallar las soluciones a los problemas. Aún cuando dispone de un cierto acervo de conocimientos, compuesto de principios, prácticas aceptadas, experiencias de problemas anteriores, etc., todo esto es de ayuda limitada, debido a la singularidad de los problemas a los que se enfrenta.

Considerando la diferencia que sucesivamente van presentando los problemas, una gran parte de los diseños de un ingeniero dependen de su inventiva personal.

En muchas situaciones para las cuales no existan soluciones establecidas, basadas en principios y prácticas vigentes (o que acaso no le son conocidas); él debe depender de su ingenio para crear ideas. Por consiguiente, la inventiva es un atributo indispensable que todo estudiante de ingeniería debe cultivar desde el principio.

En ciertas etapas de nuestra formación académica, resulta difícil reconocer y aceptar el grado hasta el cual es aceptable la aplicación de un criterio en los problemas de la ingeniería y de la administración. Actualmente y quizá por desgracia el criterio juega un papel importantísimo en todas las etapas del trabajo del ingeniero, por ejemplo:

- 1.- La selección de los mejores procedimientos, técnicas o prácticas a seguir en la solución de un problema particular, requiere ante todo, criterio; ya que los factores citados rara vez son claros, debido a lo cual suelen originarse ciertas controversias entre los especialistas.

2.- Tanto en la selección como en la aplicación de las diversas técnicas y procedimientos, frecuentemente se requiere de un grado de criterio difícil de alcanzar.

3.- Y tal como se mencionó antes, se necesita criterio para la evaluación de las posibles soluciones a un determinado problema.

El ejercicio constante del criterio es inevitable, ya que en el mundo dinámico de los negocios, las decisiones deben tomarse rápidamente, a fin de encontrar la mejor solución antes de que el problema deje de existir; por otro lado, debe utilizarse libremente el criterio, a falta de una investigación cuantitativa y exhaustiva, y de la evaluación de todas las alternativas y factores involucrados.

Generalmente al ingeniero se le presentan los problemas en forma indefinida; por el contrario, casi siempre deben definirse, es decir, el problema usual es el de enfrentarse a una situación actual del problema, para de ahí, proseguir; lo que origina a que en algunas ocasiones se confunda el problema real (lo que sucede con algunos ingenieros aún experimentados).

La situación embarazosa del problema que presentan estos casos obliga a buscar y pretender una excusa; mientras que cuando se hace un intento serio para aislar el problema básico de la situación, disminuye la probabilidad de perder el enfoque del mismo.

Virtualmente, todos los aspectos a que un ingeniero se enfrente, manifiestan una variación considerable; entre ellos podemos citar: el

ambiente en el que se trabaja, las técnicas o materiales que emplea o específica, el personal que trata y el equipo de prueba que usa.

Esta variación ocasiona un sin fin de dificultades, que hacen creer que nunca se tiene el buen comportamiento y claridad que uno desearía o que suele tener, la manera como se hacen las cosas varía de una compañía a otra en forma radical.

Otra propiedad de los problemas de ingeniería y del mundo real, que origina dificultades y descontento, especialmente al principio es la naturaleza indefinida del gran número de los factores que involucre.

Habrà muchas ocasiones en que el ingeniero no pueda contestar con un claro SI o un rotundo NO, a una pregunta. En lugar de un simple sí o no, posible o imposible, económicamente o antieconómico, la respuesta que a veces se da se limita a un "QUIZA".

La mayoría de los ingenieros, al menos en el principio, trabajan bajo el criterio general de la utilidad en la inversión (siendo un error). En la práctica, existen muchas ocasiones en las que uno se debe desviar de este criterio; además es necesario, por lo común, expresar este criterio general de la ganancia sobre la inversión mediante criterios más específicos que guíen el pensamiento y permitan una evaluación de las diferentes alternativas.

Algunos de estos criterios más específicos son: 1.- La inversión original requerida por el método en cuestión, la cual depende de factores tales como:

- a.- Las herramientas y demás equipo necesario.

b.- La producción perdida durante la instalación.

c.- La mano de obra y el tiempo de aprendizaje requerido al principio.

2.- El costo de la operación del método en cuestión, la cual depende de los factores tales como:

a.- El tiempo de producción requerido.

b.- El costo de la mano de obra.

c.- La energía requerida.

d.- El mantenimiento requerido.

e.- La flexibilidad del método repuesto a cambios de producción, de diseño, etc.

f.- La fatiga.

g.- La monotonía.

h.- El esfuerzo requerido.

i.- La seguridad general.

j.- La satisfacción de los empleados, etc.

El diseño se culmina cuando se especifica la solución del problema en cuestión, refiriéndose gran parte de dicha especificación a postulados de las características de rendimientos esperadas, para la solución dada; así en el problema del diseño de un puente, esto incluye casos tales como la

vida esperada del puente, los costos de mantenimiento esperados, la carga máxima, etc.

Se ha publicado relativamente poco material relacionado con la forma en que se ha de dirigir un grupo de ingenieros; sin embargo, el interés en esta materia ha aumentado notablemente. La alarma que el gobierno y la industria muestran con respecto a la magnitud creciente del costo de la ingeniería y la escasez aparente de ingenieros.

Se ha hecho concluir finalmente que la función de la ingeniería debe dirigirse efectivamente en la misma forma que cualquiera de las otras fases de un negocio. Gradualmente se ha comprobado que un remedio parcial al costo creciente de la ingeniería y la escasez de talentos, radica en una mejor utilización de la ingeniería orientada principalmente hacia la mejor utilización del personal de ingeniería existente.

En el caso específico de las cimbras para la construcción de estructuras de concreto, nuevos métodos están tratando de sustituir al método tradicional de cimbrado. Las cimbras deslizantes en un método constructivo que trata de reducir el costo de cimbrado, mediante una disminución en el tiempo, en la mano de obra por ocupar y un mayor número de usos de los mismos.

Esto no quiere decir que los métodos tradicionales utilizados en muchos lugares en la actualidad no sirvan, lo que se pretende es estimular el uso de nuevos procedimientos que en muchos casos pueden darnos con más facilidad la economía del proyecto.

Este trabajo se refiere al uso de las cimbras deslizantes en la industria de la construcción, analizando sus ventajas y desventajas, y teniendo como principal objetivo el proporcionar el conocimiento de ellas, que con su utilización nos ayudarán al gran desarrollo de nuestro país.

CAPITULO 1
TIPOS DE CIMBRA Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.

1.1) CIMBRAS DE MADERA

1.2) CIMBRAS DE ACERO.

1.1) CIMBRAS DE MADERA

Nuestro país tiene, sin duda alguna, prestigio mundial como gran constructor, en tiempos prehispánicos, cuando en Europa se inauguraban catedrales en México se erigían pirámides y construcciones que a la fecha, asombran a la humanidad. Diferentes culturas nos legaron obras admirables como en el Tajín, Chichen-Itza, Uxmal, Tula, Monte Albán, Mitla, Tehotihuacán, Palenque, Bonampak, etc., sin olvidarnos de las construcciones de la Gran Tenochtitlán, increíblemente bien adaptada a las condiciones del terreno lacustre en donde su ubica.

El uso de la madera, en formas de troncos de árbol, ayudó en mucho a la realización de estas construcciones, dado que no se conocía ni la rueda ni el acero. Este suceso puede pensarse como el origen del cimbrado en nuestro país.

Desde fines del siglo XIX, se fue generalizando el uso del cemento y del concreto de tal manera que hubo necesidad de colocar un molde que lo recibiera, que lo conformara y que lo sustentara.

Se recurrió entonces a la utilización de la madera como cimbra. En un principio se introdujo en forma de cajón, a base de tablas y refuerzos con clavos para sujetar los componentes; y después, ya como tableros, aprovechando el uso de hojas de triplay y denominado "para cimbra". cuyas medidas normalmente son múltiples de 1.22 x 2.44 m. y en espesores regularmente de (5/8") 15.9 mm.

El uso de las tablas o tablones de madera de varias medidas, así como de duela, es común en la construcción de nuestro país, apoyando la cimbra sobre polines de sección cuadrada de (4" x 4") 102 x 102 mm. de variadas longitudes. Estos polines transmiten el peso del concreto y del acero de refuerzo, junto con el peso propio, al terrero natural o a la losa previamente colada. En cualquier tipo de obra, ya sea de construcción urbana, edificación, construcción pesada o industrial; el uso de cimbra de madera y polines o puntales es más que generalizada, dado que tanto la adquisición de la materia prima (madera), como la mano de obra para fabricarla y para montarla son económicas, además de ser abundantes por la capacidad artesanal de nuestros obreros mexicanos.

Existen varios tipos de madera para la elaboración de cimbras como son:

- madera rolliza
- madera labrada
- madera aserrada
- madera laminada
- tableros.

A continuación se definen algunos de los términos utilizados en la industria de la madera para designar las piezas más usuales.

- tablas y tablones: Madera de menos de 5 cm. (2") de grosor, más de 2.5 cm. de ancho y longitud de 2.00 m. a 300 m. (8/-1/4 a 10 pies), se usa el término DUELA para designar a las tablas de poco espesor; a las

tablas con anchos menores de 15 cm. (6 pulg.) a veces se les llama listones o barros.

- girón: Madera de 5 x 5 cm. (2 x 2") de sección.

- madera dimensional: Madera con grosor entre 5 y 10 cm. (2" y 4") y 5 cm. (2.0 más pulg.) de ancho. Por lo regular los largos son inferiores a los 2.00 M. (8-1/4 pies).

- Cuadrados y vigas: Madera de 10 cm. (4 pulg.) ó más como dimensión menor. Las longitudes empiezan en los 2 m. (8-1/2 pies) y a veces exceden los 6 m. (20 pies). las vigas más comunes son las de 10 x 20 cm. (4 x 8 pulg.) de sección.

- Polines: piezas de 10 x 10, 7.5 x 7.5 y 7.5 x 10 cm. (4 x 4, 3 x 3 y 3 x 4 pulg.), de sección y longitudes entre 2.0 m. y 6.0 m. (8-1/4 y 20 pies).

Clasificación de las cimbras de madera.

- Por peso unitario

a) ligeras hasta 50 kg/m². en madera

b) semipesadas de 50 a 100 kg/m².

- por el tipo de material

a) madera

b) tablón

c) triplay

d) duela

- por presión de trabajo y velocidad de colado

a) menor de 4,800 Kg/m². 1.5 m³/hr.

b) hasta 7.400 kg/m² 3 m³/hr.

c) hasta 14,000 kg/m² 3 m³/hr. más presiones

de colocación de concreto y sobrecarga de espesores importantes.

La cimbra es el recipiente dentro del cual, o contra el cual, se cuela el concreto para obtener la configuración requerida: moldeada o con relieve, masiva o esbelta, expuesta o escondida.

Dentro de la estructura temporal, tiene un efecto permanente sobre la estructura final de concreto y representa el ingenio de aquellos que intervienen en su construcción.

Por lo tanto 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.

Ahora, independientemente de quien sea el responsable del diseño de una cimbra de madera, y de que este se efectúe en la oficina del contratista o instituto, el equipo que la diseña debe trabajar sistemáticamente a través de una serie de etapas lógicas para lograr que el sistema de cimbrados, como conjunto, sea adecuado. El sistema de cimbrado implica un conjunto de elementos perfectamente compatibles entre sí que, al ser ensamblados, deben reunir los siguientes requisitos.

- Soportar y moldear el concreto.

- Contener toda la mezcla sin que haya escurrimiento o distorsiones causadas por las presiones del concreto y por las cargas de construcción y las fuerzas externas.

- Proporcionar el número de usos que se pretende, conservando al mismo tiempo el estándar satisfactorio de exactitud y el acabado final.

- Separarse del concreto sin dañarse y sin causar daño al concreto recién colado.

- Tomar la geometría y el perfil requeridos con una cantidad mínima de mano de obra posterior al colado para lograr el acabado final especificado.

- Ofrecer la posibilidad de ser trabajado y manejado con el equipo y la mano de obra disponible.

- Cuando sea fabricada, insitu, su ejecución debe estar dentro de la capacidad de los trabajadores empleados.

Por lo tanto y para finalizar lo que respecta al diseño, se deben tomar factores importantes como son:

- Perfil y cantidad de la cimbra

- Mano de obra

- Instalaciones y equipo

- Materiales

- Adaptaciones auxiliares.

Ahora, después del diseño, vemos que se necesitan parámetros para la elección de una cimbra como son:

- Disponibilidad de materiales en la zona
- Capacidad de producción de concreto
- Equipo de colocación de concreto
- Capacitación de personal
- Número de usos
- Equipo para descimbrar
- Costo de construcción
- Programa de obras

Normalmente, una vez hecha la elección del tipo de cimbra de madera a usar, veremos el cimbrado y costos en algunos ejemplos específicos como son:

- zapatas
- contratrabes
- columnas
- muros
- trabes

- losas
- losas con tarimas.

1.2) CIMBRAS DE ACERO.

Las cimbras o moldes de acero son recipientes dentro de los cuales se recibe el concreto físico y se le imprime una forma geométrica definida que corresponde normalmente a la forma de un elemento estructural; ya sea una columna, una viga, una trabe, una losa, etc.

Este tipo de cimbras es muy práctico, ya que además de producir la conformación deseada, también nos da los acabados de superficies requeridas.

Las cimbras de acero son:

1) Resistentes y estables para soportar las obras y los esfuerzos a los que son sometidas. Estos esfuerzos no son solamente estáticos, sino que la técnica misma de los trabajos ponen en juego, muy a menudo, esfuerzos dinámicos importantes.

Estos esfuerzos pueden ser los movimientos de personal en el momento del armado del fierro de refuerzo y en el mismo como; el número de vibradores necesarios para el buen diseño del concreto; el peso de los canalones o tuberías que se usan para el vaciado del concreto en el momento del colado; el peso propio de los materiales empleados para la formación del molde; las sobrecargas accidentales, tanto a la hora del colado como en las 3 ó 4 días posteriores a éste en los que el concreto

no ha alcanzado aún una resistencia adecuada para autoportarse, sismos, etc.

2) Herméticas, pues de lo contrario se escurre el mortero durante la vibración y ocasiona franjas de arena y cavidades indeseables.

3) De un costo inicial elevado pero es una inversión que se justifica por la gran cantidad de usos que se puede dar. Además cuenta con las ventajas de ahorros de mano de obra y tiempo en los procesos de cimbrado y descimbrado.

Debido a que una parte considerable del costo total de una estructura de concreto es la cimbra, se empezaron a sustituir los moldes fabricados de madera por acero dándoles una mayor cantidad de usos.

El mayor empleo de cimbras de acero son generalmente en secciones y placas estándar y para evitar la oxidación que ocurre después de utilizarse hay que galvanizarlas.

Estas cimbras son muy pesadas, pero en la actualidad no representa un gran problema, ya que se cuenta con maquinaria para su maniobrabilidad.

Con las cimbras de acero se puede trabajar con una mayor exactitud, sus uniones a las superficies de la cimbra pueden hacerse taladrándolas, atornillándolas o sujetándolas con pernos y así obtener una mayor calidad.

Las cimbras de acero tienen una gran resistencia para retener la cantidad de masa de concreto, sobre todo, cuando los miembros estas soldados y son parte integral de la cimbra.

CAPITULO 2
ANALISIS Y DESCRIPCION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

2.1) ANALISIS

2.2) DESCRIPCION

2.1) ANALISIS

Una característica deseable de un contratista, es un cierto grado de insatisfacción con los planos y métodos de construcción en obra. La complacencia de los miembros de la industria de la construcción no va a desarrollar nuevos equipos, nuevos métodos, o nuevos sistemas de planteamiento de construcciones, todo lo cual es deseable para la mejora de los productos de la industria y el abatimiento de su costo. Un contratista que no se mantiene al día en sus conocimientos sobre equipos y métodos se encontrará que sus competidores le están sacando la delantera en los contratos.

Las sugerencias para posibles reducciones de costos incluyen, pero no están limitadas a lo siguiente:

a) Estudios preliminares del proyecto y del sitio para llevar a cabo:

1. Topografía
2. Geología
3. Estudios de clima o climatología
4. Estudios de bancos de materiales
5. Construcción de acceso a la obra
6. Construcción de habitaciones (si se requieren)
7. Almacenamiento de materiales y equipo
8. Estudios de mano de obra disponible.

9. Análisis de servicios locales.

b) El empleo de equipos de construcción sustitutos, que tengan mayores capacidades, más alta eficiencia, más altas velocidades, facilidad de manejo, maniobrabilidad y menores costos de operación.

c) El pago de bonificaciones al personal clave por un incremento de producción mayor a la especificada.

d) Una buena comunicación entre la oficina central y el personal clave. (Esto es únicamente en obras donde se abarcan grande áreas).

e) La práctica de tener juntas periódicas con el personal clave, para discutir planos, procedimientos y resultados, estas juntas deberán levantar la moral al personal y deberán conseguir una mejor coordinación entre las diferentes operaciones.

f) La adopción de mejores prácticas de seguridad con el fin de reducir a un mínimo el numero de accidentes.

g) Considerar si es factible la subcontratación de operaciones especializadas con otros contratistas que puedan hacer el trabajo más eficiente y económicamente que el contratista general.

h) Considerar si es factible mejorar el taller y equipos de servicios para lograr un mejor mantenimiento del equipo de construcción.

Dentro de los métodos constructivos que se utilizan en estructuras elevadas; tales como torres de concreto, silos de almacenamiento, chimeneas, tanques de almacenamiento, pilas para puentes, etc; y estructuras horizontales como túneles, conductos de agua, canales de

drenaje, pavimento en carreteras, etc; pueden emplearse diferentes métodos para el cimbrado como:

a) Sistema de cimbrado tradicional.

Este sistema consiste principalmente en el empleo de entarimados, polines, puntales (pies derechos), vigas, madrinas, etc., los cuales se usan para diferentes niveles.

En este tipo de cimbrado se debe tener supervisión para evitar cortes en las piezas con los que se tengan desperdicios en exceso. (Generalmente se consideran 5 usos promedio cuando se emplea madera), como ya es sabido la cimbra debe volver a habilitarse después de cada uso, sea cual fuere el método empleado.

b) Sistema de cimbrado continuo.

Este método consiste especialmente en idear y colocar una cimbra en la que se tenga un movimiento continuo; dicho método es con el fin de utilizar poco material en las formas.

Para el movimiento de las mismas, se emplean gatos hidráulicos, gatos mecánicos, gatos neumáticos o un sistema de poleas que hagan deslizar perfectamente la cimbra.

Al mismo tiempo que se desliza la cimbra se debe ir armando el fierro de refuerzo habilitado con anterioridad.

Antes del colado la cimbra deberá protegerse para que no se adhiera el concreto y esto se logra barnizándola con aceite, diesel o diesel

y parafina, dicha protección es para cuidar el acabado exterior, al evitar que absorba la humedad del concreto y se pueda pegar ésta al elemento.

Se deberá tener en cuenta que un buen vibrado es indispensable para cualquier tipo de colado, ya que sin éste puede salir el elemento demasiado poroso y puede ocasionar que varíe la resistencia del concreto y el resane puede quedar a la vista:

Para obtener un buen vibrado se necesita que el concreto sea manejable (con esto se quiere decir que la mezcla no sea ni dura ni fluida); cuando se tiene la mezcla en condiciones de manejo deseables, ésta se deberá ir distribuyendo en toda la zona por colar y al mismo tiempo es recomendable el uso de vibradores eléctricos o de gasolina.

En ciertas ocasiones se recomienda en colado de losas mojar la cimbra en una lechada de agua cemento conforme se va colando y así se logra una apariencia casi perfecta.

En el colado de columnas y de elementos estructurales altos verticales, es recomendable rodear de arena la parte inferior exterior de la cimbra para evitar fugas, ya que al iniciar el colado se puede vaciar una mezcla fina de agua-cemento-arena; esto es para evitar porosidades en la parte inferior del elemento pues el vibrador alcanza a vibrar la pasta en la parte inferior.

Conforme va el colado se puede ir vaciando a intervalos soluciones de lechada rica de agua-cemento para lograr un buen acabado exterior del elemento, al final se recomienda volver a hacer un chequeo de verticalidad, pues durante el colado puede ser desviado.

Durante todo el transcurso de la obra es conveniente el tener a un ingeniero o topógrafo especializado para la continua verificación del trazo y nivelaciones; ya que en caso de encontrar ciertas variaciones por asentamiento del terreno con el peso de la construcción, se proceda de inmediato a hacer las correcciones debidas.

Todo el armado del fierro de refuerzo deberá ser revisado y que se cumplan las condiciones y resistencias especificadas en los cálculos del proyecto. También se deberán hacer las pruebas de laboratorio necesarias para todos los materiales.

En cualquier tipo de construcción se recomienda dividir cuadrillas de colado, armado y carpintería para evitar pérdidas de tiempo en el adiestramiento de personal.

Debido a la gran importancia que tiene la economía en las obras dentro de la construcción, se utilizan sistemas y métodos modernos de ejecución, que por lo práctico y sencillos se traducen en ahorros sustanciales en la obra.

Uno de estos sistemas corresponde al uso de las cimbras y formas deslizantes para concreto.

El uso de este tipo de cimbras, es un método económico que se aplica a la construcción de estructuras altas de concreto reforzado, las cuales tienen una forma similar a través de su altura.

Este sistema de cimbra se utilizó en casi todo el mundo con mucho éxito, sin embargo, en algunos lugares no se emplea por falta de conocimientos.

El sistema de cimbra en movimiento o cimbra deslizante es un sistema de muros antiqúisimo que se puso en práctica en los Estados Unidos a finales del siglo anterior.

El procedimiento de cimbra deslizante llegó a México a principios de este siglo cuando se construyeron los primeros silos de concreto.

Su mayor aplicación corresponde a las estructuras tipo cantiliver, tales como:

- a) Torres de concreto
- b) Silos de almacenamiento
- c) Chimeneas
- d) Muros continuos y discontinuos
- e) Tanques de almacenamiento
- f) Edificios
- g) Pilas para puentes
- h) etc.

También su uso es común en estructuras horizontales donde generalmente la cimbra es deslizada en un sistema de rieles y sus ejemplos más comunes son:

- a) Conductos de agua
- b) Canales de drenaje

- c) Túneles
- d) Carpeta de concreto en carreteras y sus guarniciones
- e) Losas en puentes
- f) etc.

En la realización de ciertas construcciones, se utiliza la cimbra deslizante en cuya ejecución se requiere de técnicas y personal especializado para lograr tanto la economía como el acabado perfecto que muchas obras requieren, siendo la velocidad o ejecución, un factor preponderante que conduce a la economía.

En las construcciones elevadas, coladas por el método de cimbra deslizante, la cimbra tradicional se elimina prácticamente por el uso de la deslizante, ya que un mismo molde se usa en la casi totalidad de la altura al irlo elevando juntamente, esto no permite usar el mismo molde, prácticamente un número muy grande de veces, lo que es un principio básico en el uso económico de la cimbra.

Este tipo de cimbra está en continuo movimiento configurado adecuadamente al concreto, la velocidad de la cimbra en movimiento, se regula para que ésta deje al concreto cuando tiene la resistencia necesaria para retener su forma, soportando su propio peso.

Aunque es de desearse un colado ininterrumpido particularmente en colado vertical, es posible pararlo y posteriormente reanudarlo con los resultados de una junta fría análoga a la que se obtendría en un colado normal, esto trae como consecuencia que la cimbra se adhiera al concreto

y se requiera un trabajo adicional para despegarla por lo que resulta más ventajosa disminuir al mínimo la velocidad de avance, y evitar esta eventualidad.

Las cimbras verticales generalmente son móviles por medio de tornillos operados a mano o por gatos hidráulicos o mecánicos los cuales se mueven o deslizan en una varilla de metal o tubo embutido en el concreto endurecido. Las cimbras horizontales se mueven generalmente mediante un sistema de rieles.

Para cualquier tipo se lleva una plataforma de trabajo y otra bajo la cimbra para hacer los acabados y el curado de concreto (estas plataformas siempre van unidas a la forma y se mueven junto con ella).

Las mayores ventajas de la cimbra deslizante son la velocidad y la economía, más el hecho de que un colado continuo produce una estructura monolítica de mejor aspecto.

En la mayoría de los casos el costo de los materiales y la mano de obra para la manufactura de la cimbra, casi igual que una cimbra tradicional por unidad de longitud, resulta pero la deslizante se usa una sola vez, y la tradicional requiere para su uso la construcción de una mayor longitud.

La economía se obtiene de el menor tiempo de construcción, se hace notar que para construcciones verticales no se manifiesta el ahorro a menos que la estructura tenga una altura mayor de los 12 metros.

La eficiencia de la cimbra depende de que no haya muchos miembros transversales de colado, deberá recordarse que se requiere de un personal experimentado en todos los aspectos de la construcción.

La cimbra deberá construirse por el personal experimentado en este tipo de trabajo y la operación de deslizamiento se debe hacer con mucho cuidado bajo supervisión rigurosa, sobre todo en lo relativo a nivelación de la cimbra y la plasticidad del concreto.

2.2) DESCRIPCION

El sistema de cimbra deslizante esta constituido por tres partes:

- a) Molde
- b) Sistema accionador
- c) Accesorios.
- a) Molde

Denominamos molde a la cimbra o forma, ya se de madera, plástico o metal destinada a recibir el concreto fresco o imprimirle una forma geométrica refinada que corresponde normalmente a la forma de un elemento estructural.

El molde está formado por el forro y los largueros que componen la superficie interior y la superficie exterior de la cimbra. Ambas superficies tendrán que soportar las presiones latentes del concreto en estado plástico y se les tendrá que dar una correcta separación entre las

dos superficies, debido a que el espesor de la estructura cimbrada está directamente en función de esta separación. (FIG. 1)

Mientras éste no tiene la resistencia tal que permita conservar la forma definitiva.

Superficie interior del molde le da la forma al concreto en la cara interior de la estructura y es donde se coloca una plataforma de trabajo que funcionan como un conjunto periférico de seguridad. Las pasarelas de decimbrado permiten al personal desplazarse en el lugar de trabajo para efectuar las distintas operaciones; están equipadas con dispositivos de prevención y de seguridad para eliminar los riesgos de caídas.

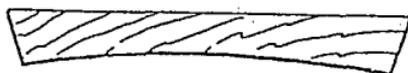
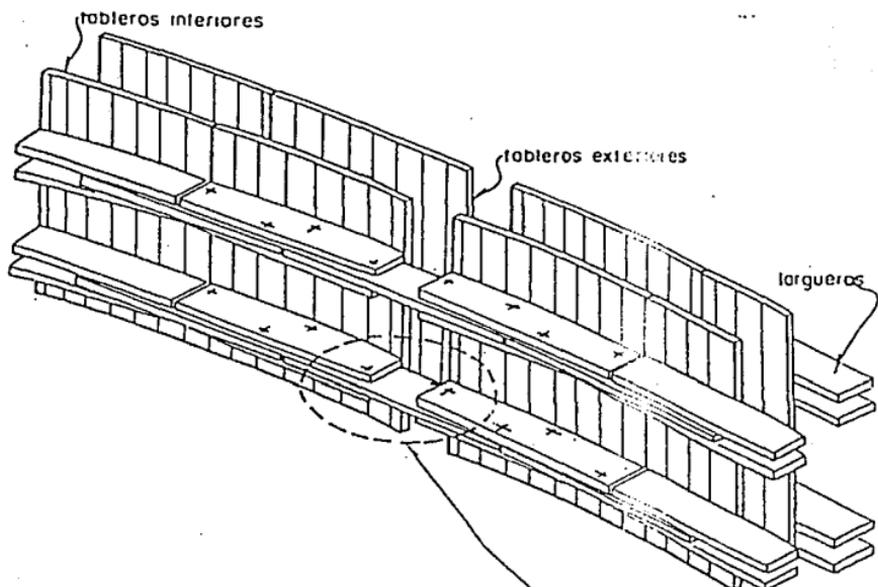
La superficie exterior del molde le da la forma al concreto en la cara exterior del elemento y es donde hay que obtener una buena calidad en el aspecto del hormigón, debido a que es la cara expuesta. Esto se puede lograr al tener una superficie plana y protegiendo la cimbra para que el concreto no se adhiera y también teniendo una precisión de nivelación para que la estructura tenga una trayectoria adecuada.

b) Sistema accionador.

El sistema accionador está conformado por:

1. Yugos
2. Gatos
3. Varillas de soporte
4. Compresora y mesa de control.

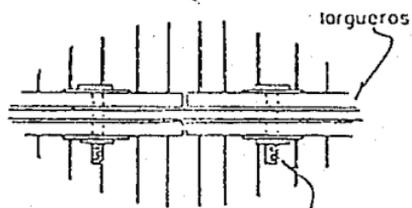
FIG.1 "CIMBRA DESLIZANTE"



cercha exterior



cercha interior



tornillos de 13 x 164 mm.

dimensiones de cerchos variable

1. Yugos

Los yugos son parte de la estructura de la cimbra y sirven para rigidizar la cimbra, pueden ser tablonos o machuelos perimetrales a ésta.

Su función principal consiste en unir el molde interior y el molde exterior, además de que es el enlace entre los gatos y la cimbra, siendo estos los puntos de apoyo para levantar la cimbra.

Los yugos pueden ser de madera o acero y deben resistir la presión lateral del concreto.

Los yugos además de dar la rigidez a la cimbra, están reforzados para transmitir la carga de los apoyos a los gatos.

2. Gatos

La función de los gatos es el de deslizar la cimbra a través de la altura.

Para lograr un correcto deslizamiento durante el colado el gato debe superar el peso propio del molde con accesorios, el peso de los trabajadores, la fricción entre el concreto y la cimbra, y el peso de los materiales almacenados que se van utilizando y que se colocan en la plataforma de trabajo.

Los gatos pueden ser mecánicos, hidráulicos o neumáticos.

3. Varillas de soporte.

Las varillas de soporte sirven para dar apoyo a los gatos y se van uniendo una a otra, atornillándose como las varillas de una perforadora lo

hacen, recuperándose al final todas las varillas utilizadas. Con el fijo de que estas varillas no queden adheridas al concreto, en la parte inferior del gato, se coloca un tuvo de una altura igual a la cimbra, a través del cual pasa la varilla de soporte quedando de esta forma protegida del concreto mientras éste fragua.

4. Compresoras y Mesa de Control.

Si para deslizar la cimbra son utilizados gatos hidráulicos o neumáticos, es necesario contar con una compresora para accionar el sistema.

La elección de la compresora dependerá de la presión necesaria para que el gato ascienda por medio de impulsos hidráulicos o neumáticos según sea el caso.

En la mesa de control es donde se va a regular la presión adecuada a cada gato, y nos va a servir para poder corregir alguna desviación en la trayectoria si ésta existiera. También en caso de aparecer un defecto, fácilmente podemos suspender por algún momento la presión, ya sea de aire o aceite a un determinado gato y aumentarla en los gatos adyacentes con el fin de absorber momentáneamente esa falla.

Si al ir deslizando la cimbra existiera un movimiento sobre la trayectoria no definida, será necesario modular la presión de la compresora a una zona específica de los gatos.

c) Accesorios

Principalmente dentro de la cimbra deslizante se utilizan como accesorios en estructuras verticales, una escalera y una galera de detallado.

La escalera tiene como función el ayudar a subir al personal hasta la altura donde se está efectuando el colado, así como los materiales necesarios. Esta escalera se fijará a la estructura para obtener mayor seguridad e ira creciendo a medida que se mueve la cimbra.

La galera de detallado tiene como función que el trabajador pueda dar la calidad de acabado exigido en el proyecto, ya que en muchas ocasiones quedan algunos desperfectos que se tienen que reparar.

Esta galera es colocada en la parte inferior de la cimbra en la superficie exterior del molde que como ya se dijo es la cara a la vista.

Se utilizan varios tipos de gatos para levantar las cimbras. Un método consiste en instalar un gato de tornillo hueco con cada una de las horquillas. Una barra de acero lisa, cuya parte inferior esta ahogada en el concreto, pasa a través del tornillo del gato, puede asegurarse a la barra por medio de prisioneros, también puede anclarse la barra para evitar que el gato se deslice hacia abajo al aplicar la fuerza de levantamiento. El tornillo girará libremente en la base.

A medida que se da vuelta el tornillo por medio de una palanca insertada en el extremo superior, se obliga a una tuerca que está unida a la base del miembro transversal superior de la horquilla a impulsar el tornillo hacia arriba. La fuerza de levantamiento se transmite a la horquilla y de ahí a las formas.

Cuando el gato llega al final de la varilla, puede soltarse otra varilla o extender la longitud por medio de un cople y una varilla nueva.

Las partes superiores de la varilla deben arreglarse de tal manera que siempre haya barras rígidas para los gatos.

Un obrero puede manejar como 90 cm. de gato por hora. Así que, si la velocidad de levantamiento es de 23 cm. por hora, un obrero podrá operar 4 gatos.

Los problemas comienzan al surgir cuando en obras de gran tamaño son necesarios alrededor de 100 a 150 gatos. Se pensó en utilizar un operador por cada 5 ó 6 gatos, por lo que se tenían que organizar cuadrillas de 20 a 30 operarios para manipular estos gatos. El número de operarios por 3 turnos, significa que 60 ó 90 hombres deberían ser contratados.

Esta gran cantidad de personal acarrea una serie de problemas de supervisión, organización y dirección, así como un aumento en los costos. Desde el punto de vista técnico, existen otras desventajas significativa. El operar los gatos de forma independiente, hace que la cimbra se levante desnivelada, haciéndola tomar una posición inclinada con relación a la vertical, esto ocasiona desplomes e irregularidades, así como agrietamiento en el acabado.

A pesar de esto, este tipo de gatos, todavía usados en obras de pequeñas dimensiones, en obras donde no hay posibilidad de contar con energía eléctrica y en aquellos proyectos donde no es rentable un sistema automático.

La velocidad de levantamiento de la cimbra depende de la temperatura del concreto que controla la velocidad de fraguado. Si la cimbra se levanta con demasiada rapidez, el concreto se abultará al desprenderse al cimbra, y esto puede poner en peligro a la estructura.

Por otra parte si la cimbra se levantara con demasiada lentitud, el concreto se pegará en las formas y aumentará la dificultad del levantamiento.

Debido a esto la velocidad del levantamiento deberá tener la supervisión de un inspector que hará pruebas del grado de fraguado introduciendo una varilla de acero en el concreto, cuando lo considere necesario.

Las varillas o barras de refuerzo y el concreto se colocan a medida que la cimbra se va deslizando hacia arriba.

Debe tenerse el debido cuidado para mantener la pared vertical o con la inclinación que se necesite (siendo pared inclinada). Un método para realizar esto consiste en fijar en cada una de las horquillas del gato un tubo de vidrio calibrado y conectado por medio de unas mangueras hacia un depósito de agua. Los gatos deben operarse para mantener el nivel del agua en cada uno de los tubos en una posición fija.

Actualmente se ha desarrollado un gato hidráulico que parece ser superior al gato mecánico. A este tipo de gatos se les suministra aceite a elevada presión por medio de una bomba de motor eléctrico. A medida que se aplica la presión del aceite, los gatos actúan simultáneamente con la misma rapidez y cuando se reduce la presión cada gato se retracta

automáticamente levantando las mordazas inferiores, mientras que las superiores aprisionan la barra para evitar el movimiento hacia abajo.

Entre los gatos hidráulicos y los gatos neumáticos, la diferencia principal radica en que unos utilizan aceite a presión y los otros aire a presión para efectuar su función. Los gatos están diseñados para ascender por medio de impulsos hidráulicos o neumáticos.

Al volver a aplicar la presión, los gatos inician de nuevo su movimiento hacia arriba, este principio asegura automáticamente que cada uno de los gatos se moverá hacia arriba con la misma rapidez y de este modo un solo hombre puede vigilar la bomba y todos los gatos la rapidez de levantamiento variará hasta 50 cm. por hora.

Ya sea que se utilicen gatos hidráulicos o neumáticos, es necesario contar con un buen equipo de control, corrigiendo cualquier tipo de fugas en las mangueras por donde se pueda escapar el aceite o el aire, al igual que las conexiones donde se unen estas mangueras, ya que en estas, también pueden existir fugas que influyan negativamente durante el vaciado de concreto.

Los dientes de este tipo de gato frecuentemente se desgastan, por lo que es necesario tener un conjunto de repuestos. Estos dientes son los que se sujetan directamente a las varillas de soporte.

En la obra debe existir personal capacitado para efectuar las reparaciones que sean necesarias en cualquier momento y supervisar que la bomba eléctrica que lleva la presión del fluido en los circuitos conectados a cada gato, esté localizada en el centro de gravedad del

conjunto de gatos; que la presión se distribuya a cada gato por medio de circuitos que agrupen de 8 a 15 gatos formando series unidas al comando central de la bomba; ya que habrá circuitos largos y cortos por su lejanía o por su aproximación a la bomba, en los circuitos largos se procurará colocar un menor número de gatos que en los cortos, con el fin de repartir mejor la presión; que en caso de usar 2 ó mas bombas para el accionamiento de los gatos, éstas se unirán entre sí a manera de formar un circuito suplementario que solucionará en caso de existir alguna emergencia, la falta de una bomba averiada, sin afectar el funcionamiento de los gatos, mientras es sustituida por otra.

Como ya se dijo, el molde de la cimbra deslizante esta formado por dos caras, la interior y la exterior, que están unidas por medio de los yugos. Estos yugos son los que reciben los empujes de los gatos y así es como llevan la cimbra en su movimiento ascendente.

El molde de la cimbra es llevado de igual forma que un colado convencional.

Cuando el molde está lleno, es necesario permitir que el concreto obtenga su fraguado inicial, que dependerá del cemento que se utilice así como de los aditivos que controlan los procesos químicos de la mezcla.

Un concreto común fabricado con cemento normal Tipo I, con un tamaño máximo de agregado de 30 mm. y con un revenimiento aproximado de 10 cm. es útil para un colado con cimbra deslizante.

Ya que transcurrió el tiempo necesario para que el concreto obtenga su fraguado inicial, éste ya es capaz de soportar su propio peso.

Como el sistema de cimbra deslizante esta soportado por las varillas de apoyo, el concreto no recibe ningún empuje vertical por parte del sistema en este momento se inicia el movimiento ascendente del sistema accionador.

Ya que arrancó el sistema accionador, la velocidad de ascenso se debe de proyectar a manera de que sea constante durante todo el colado. La velocidad constante de ascenso es fundamental para un buen deslizamiento, aunque es común que esta velocidad sea afectada, ya sea por alguna falla mecánica en el sistema accionador, la falta de suministro de materiales para elaborar el concreto; la falla de suministro del acero; los cambios en las especificaciones del concreto o la colocación de anclas alojadas, placas, huecos, etc.

Al tener una velocidad constante de ascenso en la cimbra tenemos la ventaja de no utilizar juntas en el colado y tener una continuidad en el trabajo.

La colocación del concreto se deberá hacer en capas sucesivas de 20 a 30 cm. y en forma uniforme, manteniendo la cimbra siempre llena y al mismo nivel en todo el perímetro. Siempre se debe tener lleno el molde hasta su 50% de su altura y dejar un espacio libre para ir colando el concreto que se va suministrando.

El vibrado se hace solamente en la capa recién colada y cuidando que no se afecten las capas inferiores, ya que no se obtendrá un buen acomodo del concreto, provocado por un exceso del vibrado.

La mezcla de concreto es lo suficientemente porosa para permitir que corra el agua libre o excedente. Esta agua cubre entre la cimbra y el concreto parcialmente endurecido, y actúa, no solamente como un lubricante, sino que además proporciona la humedad necesaria para poder dar un acabado a la superficie.

Es necesario considerar un sistema de alumbrado, tanto en la plataforma de trabajo como en las zonas adyacentes, con el fin de proporcionar la luz necesaria durante los colados nocturnos.

No hay que descuidar durante todo el colado, la correcta trayectoria de la cimbra, ya que los efectos que estos descuidos pueden ocasionar, son irreparables si no se corrigen a tiempo.

CAPITULO 3
PROCESO CONSTRUCTIVO UTILIZANDO CIMBRAS
DESLIZANTES

3.1) DESCRIPCION

3.2) TIPOS DE CONSTRUCCIONES

3.3) BASES DE DISEÑO

3.4) CONTROL DE CALIDAD

3.1) DESCRIPCION

Generalmente, las técnicas han sido empleadas donde se tienen que colar grandes cantidades de concreto en una sección transversal similar.

El éxito de esta cimbra es porque tiene grandes ventajas económicas, en algunas situaciones en las que el elemento a colar, no es de sección uniforme.

Este procedimiento constructivo utilizando la cimbra deslizante es continuo, económico y rápido de estructuras verticales en concreto armado.

Su aplicación debe ser a través de una empresa especializada: utilizando a tiempo completo un equipo bien concedido y un personal entrenado, que son factores esenciales para su éxito.

La cimbra deslizante se compone de los siguientes materiales:

Juego de costados de cimbras construidas con madera o metal, acoplados por medio de yugos metálicos regulables al espesor de la pared de concreto.

Este conjunto desliza de manera continua por medio de gatos hidráulicos de alta capacidad los cuales se trepan sobre unas barras de acero especial apoyadas en la cimentación previamente construida.

La colocación del concreto y acero de refuerzo se hace desde una plataforma de madera apoyada sobre los contraventeos metálicos de la parte interior de las cimbras.

Las ménsulas metálicas, sujetas a los yugos metálicos, reciben la plataforma de madera exterior para almacenar acero de refuerzo.

Las galerías suspendidas también sujetas a los yugos metálicos permiten resanar y curar el concreto expuesto en la parte inferior de las cimbras.

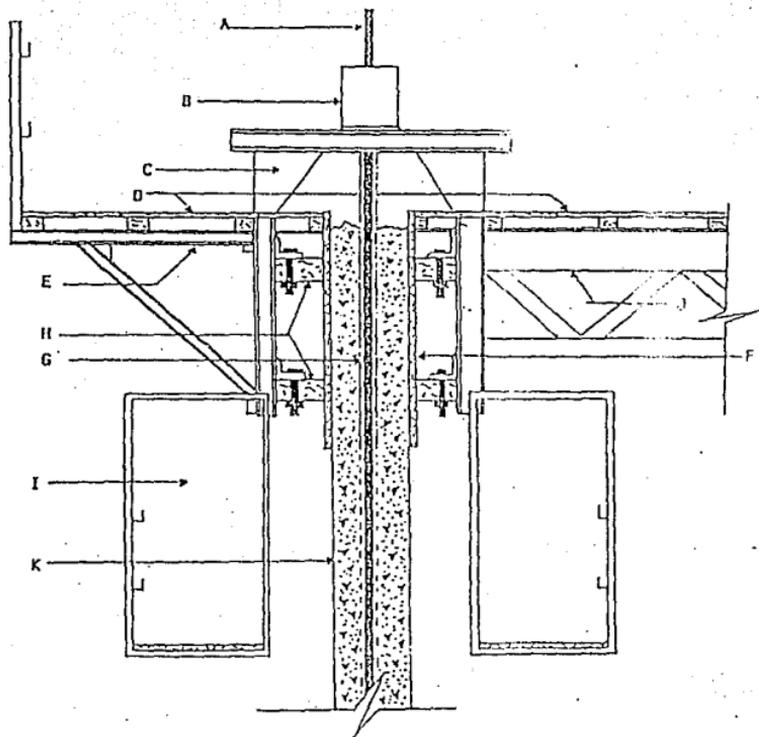
En la FIG. 2 y 3 presentamos un corte esquemático de la cimbra deslizante.

Ahora, la cimbra deslizante tiene la siguiente dimensión:

Altura de los costados de cimbra es uniforme de 1.20; su longitud variable de 1.20 m. a 6.00 m; según las dimensiones y espesores de pared de las estructuras de 2.00 m. y más sin ser inferior a 0.15 m.

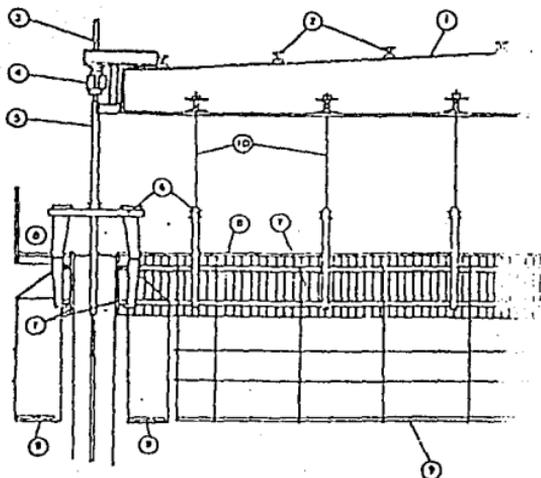
Por lo tanto el procedimiento del deslizado de las cimbras se hace mediante impulsos suaves y sucesivos de 20 a 30 cm. por hora espesor máximo de la capa de concreto por colar y vibrar este ciclo alternado con la colocación del acero de refuerzo se repite sin interrupción, logrando así una elevación de 4.00 a 6.00 m. cada 24 horas, dependiendo de las condiciones atmosféricas y el tipo de concreto utilizado, de preferencia tipo normal, evitar definitivamente los cementos puzolánicos por su tipo de fraguado.

El concreto así expuesto de 4 a 6 horas sufre únicamente los esfuerzos de compresión debido a su peso propio, en la altura de cimbra de 1.20 m. ó sea 0.3 kg/cm^2 , puesto que todo el conjunto descansa sobre las barras de apoyo de los gatos, los cuales se consideran como



- A - BARRA DE APOYO.**
B - GATO HIDRAULICO, 6 ton.
C - YUGO METALICO.
D - PLATAFORMA.
E - MENSULA DE CORONAMIENTO.
F - CIMBRA DE CONTACTO. h=120 m
G - CAMISA DE BARRA DE APOYO.
H - LARGUERO DE APOYO.
I - GALERIA DE TRABAJO. (RESANES)
J - CONTRAVIENTO INTERIOR.
K - MURO DE CONCRETO.

FIG. 2: CORTE ESQUEMATICO DE LA CIMBRA DESLIZANTE



- 1 ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL
- 2 ESTRUCTURA PORTANTE SECUNDARIA
- 3 BARRA DE APOYO
- 4 GATO PESADO R-72
- 5 CAMISA
- 6 YUGO
- 7 CIMBRA
- 8 PLATAFORMA DE TRABAJO
- 9 HAMACAS
- 10 TENSORES

FIG. 3: CORTE ESQUEMATICO DE LA CIMBRA DESLIZANTE

empotradas en dos puntos distantes de 1.50 m. aproximadamente y tomando los esfuerzos de flexión debido a los vientos.

Los gatos por lo regular trabajan a su capacidad, existen de 3 toneladas probados a 6 toneladas y de 5 a 8 toneladas.

Hay puntos para determinar la fuerza para el izado, como son: la fricción, las cargas muertas y vivas, la presión hidrostática del concreto, etc., por lo tanto la fuerza que al dividirla entre la capacidad de trabajo de los gatos, nos da por resultado el número necesario de gatos y su distribución.

Ahora la cimbra deslizante se calcula tomando en cuenta las presiones y la separación de los yugos.

La velocidad del deslizado varía de acuerdo a la calidad del concreto y a la temperatura del medio ambiente, que afecta el proceso de fraguado del concreto en las primeras horas de edad. Debe procederse al izado cuando el concreto de la parte inferior de la cimbra tiene la resistencia suficiente para soportar la carga del concreto fresco de la parte superior.

3.2) TIPOS DE CONSTRUCCIONES

Ya teniendo las bases de lo que es la cimbra deslizante, ahora, pasaremos a los tipos de construcción que se pueden realizar con esta cimbra.

- 1).- Construcción de estructuras con paredes de espesor variable.

2).- Construcción de estructuras compuestas por cuerpos de diferente altura.

a) Deslizado de los cuerpos de una construcción con niveles diferentes.

b) Construcciones con cotas superiores diferentes.

c) Construcciones que acaban con muros con pendiente.

3).- Construcción a base de marcos.

4).- Construcción de estructuras con variación en la altura.

5).- Construcción con cimbra en una sola cara.

6).- Construcción vertical o con fuerte inclinación

a) Contorno cerrado

b) Contorno abierto

7).- Construcción horizontal o ligeramente inclinadas

8).- Muros con perfiles (molduras)

a) Perfiles huecos sobre los muros

b) Perfiles sobrepuestos al paño del muro

1).- Construcción de estructuras con paredes de espesor variable.

Algunas construcciones de concreto armado requieren, ya sea por razones arquitectónica o por razones asociadas a la técnica, tener el

espesor variable (chimeneas, pilas de puentes, etc.), que puede ser realizado de manera continua, sobre todo en grandes alturas. Las cimbras o moldes en los cuales se cuclan estas estructuras deben permitir la realización de un espesor variable, lo cual se puede resolver con la ayuda de tableros, que se introducen en la cimbra deslizante, en el caso de estructuras donde no sea necesario la continuidad; sin embargo cuando sea necesaria en una estructura el procedimiento puede ser más complicado.

Para la construcción de estructuras de sección circular la variación continua del espesor de las paredes se obtiene con la ayuda de una cimbra exterior constituida con tableros fijos y tableros móviles sobrepuestos, mientras que la cimbra interior permanece inmóvil. El cierre de la cimbra externa puede ser asegurado con la ayuda de tirantes o de otros dispositivos.

Este tipo de construcciones pueden ser igualmente realizadas con la ayuda de una instalación compleja que se utiliza cuando la sección y las paredes son variables; para reducir el espesor de la pared, se acercan los tableros exteriores e interiores maniobrando los dispositivos especiales.

Para las secciones rectanguladas o cuadradas los tableros intermedios no deben estar ensamblados a los de las aristas permitiéndoles su deslizamiento y dejándolos a su vez en libertad de acercarse con la ayuda de los dispositivos especiales, asegurando la posibilidad de sobreponer o eliminar los tableros que no tendrán más contacto con el concreto.

2).- Construcción de estructuras compuestas por cuerpos de diferente altura.

a) Deslizado de los cuerpos de una construcción a partir de niveles diferentes.

Algunas construcciones industriales están compuestas por cuerpos de edificios cuyo deslizado debe comenzar a diferentes niveles. En estos casos se comienza el colado y el deslizado del cuerpo que ya está en un nivel inferior, mientras es preparada la cimbra deslizante para el otro cuerpo. Cuando la cimbra del primer cuerpo alcanza el nivel donde comienza el segundo se lleva a cabo el deslizado de los dos cuerpos, lo cual se logra regulando la velocidad del deslizado de las dos cimbras, obteniendo así un deslizado conjunto y continuo hasta la altura final (Fig. 1).

b) Construcciones con cotas superiores diferentes.

En los silos y las torres Industriales una parte de la construcción (sala de máquinas) debe pasar la altura de los otros cuerpos por lo que hay que continuar el deslizado sobre la altura final del resto de los mismos.

c) Construcciones que acaban con muros con pendientes.

En el caso de los techos para los cuales los muros deben tener cierta inclinación o pendiente, se continua el deslizado sobre la altura correspondiente y se cuele el concreto dentro de la cimbra con la pendiente considerada. Para evitar la ruptura por flexión de las barras en

la sección donde la cimbra queda vacía se construirá alrededor de cada barra de sostén de un pequeño pilar de concreto armado.

Estos pilares que se demuecen posteriormente, pueden ser recuperados y utilizados como dinteles, lo cual, se logra introduciendo las paredes de separación transversales en la cimbra deslizante que limita los pilares lateralmente y en su interior se va colando el concreto mientras es levantada el resto de la cimbra vacía (Fig. 2).

3).- Construcciones a base de marcos

El procedimiento de construcción a seguir a base de marcos es:

a) Se monta la cimbra deslizante del comienzo cubriendo todo el contorno de los muros y de las vigas; para colocar las columnas se introducen tableros transversales a las caras de la cimbra, los cuales junto con el resto de la cimbra delimitarán la sección de las columnas. El ancho y las caras laterales de las vigas estarán delimitadas por los tableros de la cimbra deslizante. Se recomienda que la estructura de concreto armado sea lo más uniforme posible y que el ancho de las vigas y columnas sea igual en todos los niveles de la estructura.

El lecho bajo de las vigas será delimitado por un tablero fijo montado a lo largo de la cimbra deslizante con soportes independientes a ésta, permitiendo el movimiento libre de la cimbra deslizante sobre la vertical. Para realizar la unión entre vigas y columnas se retiran los tableros transversales de las columnas a la altura correspondiente.

b) En las estructuras mixtas (elementos de concreto armado colados en obra y elementos prefabricados) se sigue el procedimiento

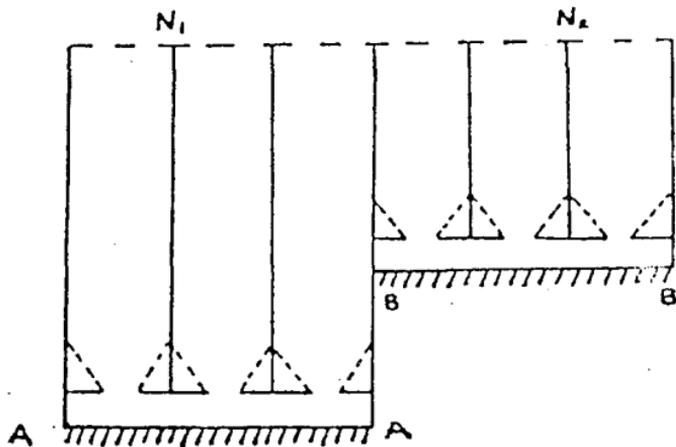


FIG. 1

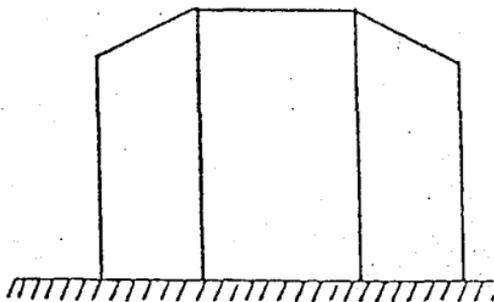


FIG. 2

anterior solo que se acondiciona la cimbra deslizante con equipo de elevación con capacidad suficiente y de soldadura que son necesarios para el ensamble de los elementos prefabricados. La ejecución de los trabajos se realiza alternando el deslizado, el montaje y la colocación de los prefabricados.

Este método de construcción a base de marcos ha sido aplicada en la ejecución de:

- Construcciones de estructura de concreto para maquinaria pesada, industria química y construcciones al aire libre.
- Construcciones de centrales eléctricas de depósitos y salas de máquinas.
- Puntales de pozos en la industria de extracción minera.
- Estaciones de trituración.
- Construcciones elevadas para estacionamientos con varios niveles.

4).- Construcción de estructuras con variación en la altura.

Esta categoría comprende las construcciones industriales que conservan, en un plano, su forma y sus dimensiones exteriores, pero sobre la altura la estructura va variando condicionada por exigencias técnicas y está constituida a ciertos niveles por marcos y en otros por muros.

De este tipo de construcciones podemos mencionar: las salas de máquinas en los silos que tienen tolvas, los silos con columnas y pisos de niveles inferiores, etc.

En la construcción de este género se aplica con validez todo lo que se ha mencionado anteriormente, sujeto a la forma de soportar la cimbra para las columnas y de consolidar las barras contra la flexión en las zonas libres.

Ahora veremos un ejemplo de este tipo de estructura:

Un edificio de electrofiltros en una concretera que, con altura de 20 m. se compone de una estructura de soporte a base de marcos en dos direcciones en la parte inferior y de un muro de concreto armado en la parte superior las secciones de las columnas tienen las dimensiones para poder soportar los gatos en la elevación de la cimbra deslizante.

El entarimado de la cimbra para las vigas cuyo espesor es superior al de los muros, se baja al mismo tiempo que el entarimado de la cimbra deslizante y se fijan a la altura de proyecto. La parte del muro ensanchada es colada antes con cimbra convencional.

5).- Construcción con cimbra en una sola cara.

Existen construcciones en las que los muros necesitan cimbra por un solo lado debido a que del otro están delimitados, ya sea por el terreno natural o por otro muro ya existente. En estos casos el empuje del concreto no está equilibrado, por lo cual los dispositivos normales para el levantamiento de la cimbra deslizante no pueden soportar el empuje horizontal del concreto por lo que hay que utilizar dispositivos especiales.

6).- Construcción vertical o con fuerte inclinación.

a) Construcción de contorno cerrado.

De este tipo de construcciones se pueden mencionar las subterráneas tales como: los túneles de las minas, pozos para captar agua, lumbreras, etc. La cimbra deslizante no podrá llevar los yugos convencionales ya que solo hay cimbra de contacto por un lado. El sistema deberá tener una estructura que lo contraventeo (ya sea madera o acero) para soportar el empuje horizontal del concreto. El levantamiento de la cimbra deslizante se logra a través de la adhesión del concreto y con la ayuda de elevadores o de otros dispositivos de levantamiento montados en la boca del pozo.

La constitución de la estructura de contraventeo y de los yugos, debe ser tal, que las barras de apoyo no sean utilizadas más que para recibir los esfuerzos de los ejes de elevación. Este método es utilizado principalmente para los revestimientos de concreto armado. (Fig. 3).

b) Construcciones de contorno abierto.

En este tipo de construcciones figuran los muros de contención, los revestimientos de canales, etc. La solución para la ejecución de este tipo de obras donde no se puede utilizar el sistema ordinario de cimbra se emplean diversos tipos de cimbras deslizantes que comienzan su deslizado sobre la superficie inclinada desde la base hasta la parte superior. En estas obras las barras de apoyo son paralelas a la superficie donde se va a colar el concreto y son fijadas en la parte superior de la construcción con herrajes de diferentes tipos. El levantamiento de la cimbra se logra con

gatos hidráulicos, los cuales están sostenidos por yugos parecidos a los del contorno cerrado. El deslizado de la cimbra puede hacerse con la ayuda de guías con rodillos que desplazan sobre la superficie del concreto que va dejando la cimbra, o bien, sobre guías exteriores al concreto. Para la construcción de recubrimientos de canales abiertos se emplean cimbras deslizantes en forma de cajas herméticas las cuales equilibran la presión del concreto fresco con agua en su interior. La longitud de la cimbra dependerá del largo de las fracciones que se vayan a colar. Los laterales de las fracciones a colar serán delimitadas por vigas metálicas (largueros) que soportan la cimbra deslizante al mismo tiempo.

7).- Construcción horizontal o ligeramente inclinada.

Como ejemplos de estas construcciones se pueden mencionar los canales cerrados o abiertos, los túneles, etc.

Estas obras son construidas con cimbras especiales, generalmente metálicas que son soportadas por la superficie colada desplazándose a una velocidad determinada por la longitud del canal, siendo tiradas o empujadas por dispositivos cuya única función es la del deslizamiento de la cimbra y no la del soporte de la misma como en los casos anteriores.

Este tipo de cimbras son más bien rodantes pero se pueden considerar como una adaptación de los sistemas de cimbras deslizantes. (Fig. 4).

8).- Muros con perfiles (molduras)

La realización de perfiles o molduras en los muros, generalmente no representa problemas difíciles de resolver. Su ejecución dependerá de

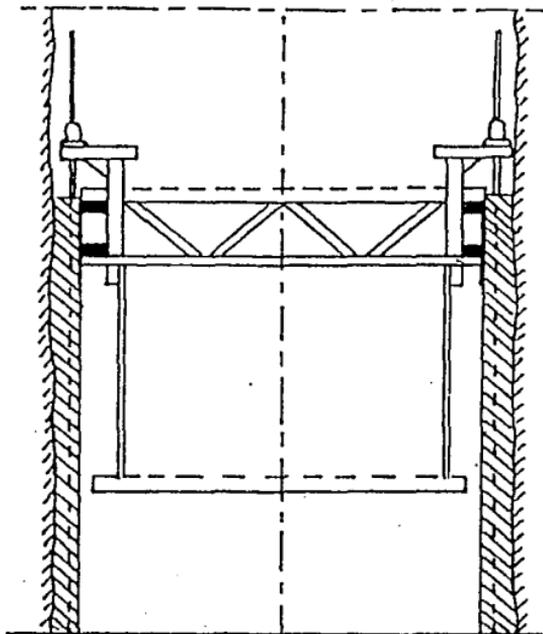


FIG. 3

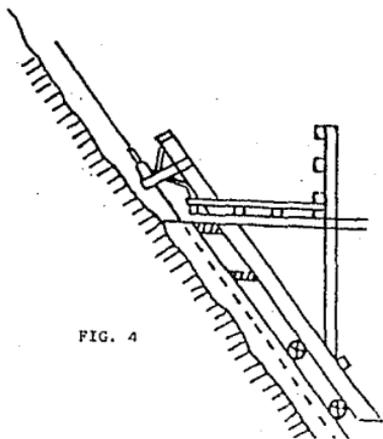


FIG. 4

la forma que tenga con respecto al muro (hueco o salida) y de su dirección (horizontal o vertical).

a) Perfiles huecos sobre los muros.

Los perfiles huecos se pueden realizar de la siguiente manera:

- horizontales o inclinados, se obtienen introduciendo en la cimbra deslizando una pieza de madera o metal que tenga la forma del perfil o moldura que se desca. Una vez que ha pasado la cimbra de contacto se retira la pieza y serán resanadas las molduras en el momento que pasen las plataformas inferiores o de resanes de la cimbra deslizando.

- verticales, se realizan durante el deslizado ya sea con moldes fijos a la cimbra deslizando o con piezas móviles parecidas a las de los perfiles horizontales, que se van retirando cuando acaba de pasar la cimbra, dando lugar al resane de las molduras con la ayuda de las plataformas.

b) Perfiles sobrepuestos al paño del muro.

Las molduras horizontales que sobresalen al paño del muro son realizadas durante el deslizado y se obtienen colocando cimbras fijas con la forma de la moldura por debajo de las plataformas de trabajo inferiores desde las cuales se va colando el concreto. Para asegurar la adherencia del concreto de la moldura con el del muro, se va dejando una abertura a lo largo de éste donde posteriormente se colará la moldura.

Los perfiles verticales pueden ser realizados por la misma cimbra deslizando dándole la forma que se requiera.

3.3) BASES DE DISEÑO

Consideraciones para el Diseño de una Cimbra Deslizante.

El diseño de una cimbra deslizante consiste en el cálculo de las dimensiones, capacidades y cantidades de material necesarios en cada uno de los diferentes componentes que constituyen el sistema.

Como mencionamos anteriormente, el sistema de cimbra deslizante esta forma principalmente por el molde, el sistema accionador y los accesorios.

Es conveniente por lo tanto conocer la forma en que cada una de estas partes debe calcularse.

Molde.

Dentro de los elementos que debemos considerar, tenemos los siguientes:

- La plataforma de trabajo
- El forro y los largueros del molde.

Cargas para el diseño de la plataforma de trabajo.

La plataforma de trabajo se localiza en la capa interior de la estructura y estará formada por un piso de tabloncillos de madera, apoyados en una estructura de tipo armadura metálica.

Es importante tomar en cuenta todas las cargas, vivas y muertas, que van a actuar sobre la plataforma.

a) Cargas Muertas.

- Peso del molde metálico
- Peso de la estructura de contraventeo
- Peso del equipo de deslizado
- Peso de plataformas de trabajo (madera)
- Fricción entre molde y concreto.

b) Cargas Vivas

- En plataformas de trabajo
- En andamios para mano de obra en acabados.

c) Datos meteorológicos

Es conveniente considerar para el diseño de la cimbra deslizante efectos de agentes naturales: viento, lluvia, temperatura, sismos, etc., ya que pueden afectar directa o indirectamente en el deslizado, para cualquier proyecto se consideran los siguientes datos meteorológicos.

- Velocidad de viento
- Precipitación pluvial
- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Aceleración de la gravedad por sismo.

Uno de los objetivos de la plataforma, es el de mantener las caras de la cimbra en la posición correcta para el deslizado, manteniéndonos así durante todo el colado.

Forro y Largueros.

Entre los puntos a considerar para calcular el forro se debe tomar en cuenta que su altura sea tal, que, combinada con la velocidad del colado, den al concreto un estado sólido al salir del molde, así como las medidas comerciales en que la duela de madera o bien los paneles metálicos pueden ser adquiridos con el fin de que el forro sea lo más económico posible.

Por lo anterior, los forros en un molde de una cimbra deslizante tienen una altura que varía de 0.90 a 1.50 m.

Los largueros deberán soportar el empuje lateral provocado por el concreto fresco para evitar que el molde se deforme.

Existen otros factores, además del concreto, que aumentan la presión en el molde y por lo tanto en los largueros, como pueden ser:

- altura del molde
- método de compactación (Manual o vibrador)
- velocidad de llenado
- temperatura
- altura de las capas de concreto

- espesor de la pared de concreto.

Los largueros se instalaran donde la presión lateral sea mayor, para evitar que el molde sufra deformaciones.

Para calcular la presión lateral máxima de una cimbra en movimiento, hay 3 hipótesis:

- Hipótesis de Nenning
- Hipótesis de T. Dinesco
- Hipótesis de Rodin.

Hipótesis de Nenning.

Esta hipótesis se basa en un diagrama de presiones de forma parabólica que esta en función de la altura de la capa de concreto en proceso de fraguada. Esta capa depende del tiempo y velocidad de fraguado. (FIG. 5)

La resultante de presiones horizontales se calcula como sigue:

$$Ph = 2/3 \check{S}a^2$$

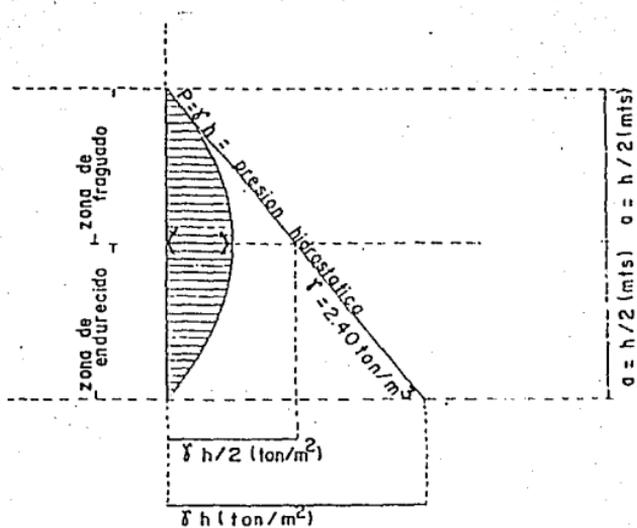
donde:

Ph = resultante de presiones horizontales (Ton/m)

\check{S} = peso específico del concreto (Ton/m³)

a = altura de la capa de concreto en proceso de fraguado (m).

FIG. 5: DIAGRAMA DE PRESIONES DE NENNIG.



Hipótesis de T. Dinesco.

T. Dinesco propone que las presiones varían con la profundidad siguiendo una curva, que coincide con las presiones hidrostáticas en su parte superior donde se encuentra el concreto fresco, y que tiene su máximo en la zona del tercio inferior. (FIG. 5)

Asignando "h" como la profundidad desde el borde superior de la cimbra hasta donde esta se despega del concreto y conservando el molde lleno, la ahora en la cual la curva es igual a la presión hidrostática, está limitada por el borde superior y por la profundidad.

$$\frac{h}{3}$$

Si el peso específico para el concreto es de:

$$\delta = 2.4 \text{ ton./m}^3.$$

La presión hidrostática (P) a h/3

$$P = \delta h = \frac{2.4 h}{3} = 0.8 h \text{ Ton/m}^3$$

$$P = \frac{2.4 h}{3} \text{ Ton/m}^2$$

$$P = 0.8 h \text{ Ton/m}^2.$$

La presión máxima (P máx)

$$P \text{ máx.} = 1.25 P$$

$$P \text{ máx.} = 1.25 (0.8 h)$$

$$P \text{ máx.} = 1.00 h \text{ Ton/m}^2.$$

Resultante de presiones horizontales $Ph = 2/3 h^2 \text{ Ton/m.}$

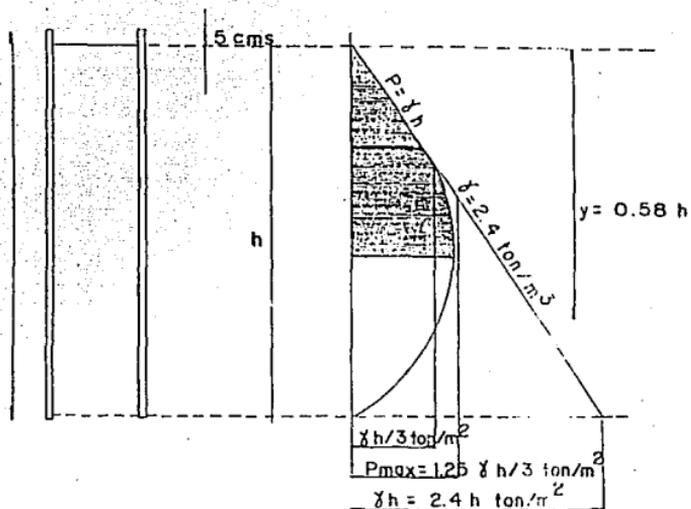


FIG. 6: DIAGRAMA DE PRESIONES - T. DINESCO
(que varían con la profundidad)

Profundidad de aplicación a partir del borde superior de la cimbra

$$h_{ph} = 0.58 h$$

Donde los valores obtenidos son válidos para capas de concreto de 10 a 12 cms. y una velocidad de deslizado de aproximadamente 10 cm/ha. Los espesores de pared se consideran de 15 a 25 cms., y los resultados pueden variar de un 15 a 25% cuando estos espesores aumenten.

Hipótesis de Rodin

Aquí se propone que la presión ejercida por el concreto en estado plástico aumenta con la profundidad, hasta llegar a un punto máximo (P_m), y una altura de molde (H_m), a partir de este punto y a mayor profundidad disminuye esta presión. (FIG. 7)

La reducción de presión va en función del intervalo de tiempo en que se colocan las primeras y últimas capas.

La distribución de la presión depende, según Rodin, de los siguientes factores:

Velocidad de llenado.

Según la velocidad a la cual se lleva el molde, aumentará y disminuirá la presión.

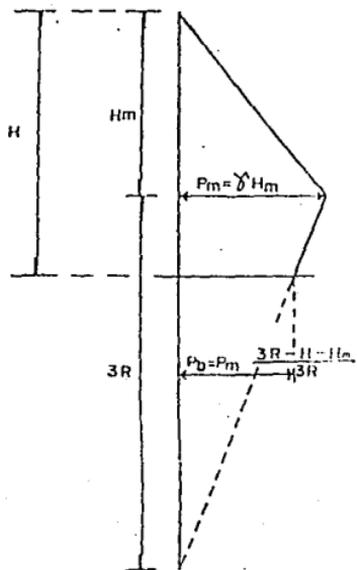


FIG. 7: DIAGRAMA DE PRESIONES DE S. RODIN.

Presión lateral Nula:

A partir del punto donde ocurre la presión máxima (P_m), esta empieza a decrecer hasta llegar a ser nula. Esto ocurre aproximadamente tres horas después de haberse presentado la presión máxima.

Proporcionamiento del concreto:

Si tomamos como base un proporcionamiento de 1:2:4, que nos dará una resistencia aproximada de 175 Kg/cm^2 . la máxima presión de un concreto más o menos resistente está dada por un factor de corrección K_1 .

Proporcionamiento	Factor de corrección K_1
1:4:8 (aprox. 35 Kg/cm^2)	0.75
1:3:6 (aprox. 80 Kg/cm^2)	0.90
1:2:4 (aprox. 175 Kg/cm^2)	1.00
1:1:2 (aprox. 300 Kg/cm^2)	1.36

Consistencia del concreto:

El revenimiento es la medida convencional de la trabajabilidad del concreto, y esta en función de la relación agua-cemento.

Se considera un revenimiento de 15 cms. como base, así se da un factor de corrección (K_2) para un concreto más o menos fluido.

Revenimiento	Factor de corrección K_2 .
Nulo	0.75
5 cm.	0.83
10 cm.	0.92
15 cm.	1.00
20 cm.	1.08
25 cm.	1.16

Temperatura del concreto.

Se considera en este caso como base a una temperatura de 21°C . y se da un factor de corrección (K_3) para una temperatura mayor o menor a la considerada.

Temperatura $^{\circ}\text{Centrigrados}$	Factor de corrección K_3 .
5°	1.50
10°	1.30
15.5°	1.10
21°	1.00
26.7°	0.90
32°	0.82
37.5°	0.75
43°	0.70

Forma y dimensiones de la cimbra.

Teniendo armados muy cerrados y formas muy estrechas, ayudan a disminuir la presión ejercida por el concreto, sobre el molde, mediante un

factor de corrección K_4 , podemos hacer el ajuste necesario para estos casos.

Según la hipótesis de Rodin, la presión máxima lateral ejercida por el concreto se calcula así:

$$H_m = 1.63 R^{1/3} K_1, K_2, K_3, K_4.$$

donde:

H_m = profundidad a partir del nivel de llenado donde se desarrolla la presión máxima.(m)

R = Velocidad promedio de colado en (cm/h)

K_1, K_2, K_3, K_4 = Factores de corrección.

$$P_m = \check{S} H_m$$

\check{S} = peso volumétrico del concreto (Kg./m^3)

P_m = presión máxima lateral ejercida por un concreto.
(kg/m^2)

Esto es válido únicamente si la velocidad promedio de colado es superior a los 10 cm. y cuando el acomodo sea manual.

Una vez conocida la presión máxima, y la resultante de presiones, estamos en condiciones de localizar y dimensionar correctamente los largueros que darán rigidez al molde.

Sistema accionador.

El sistema accionador está formado principalmente por un equipo central de presión, que a través de una tubería alimentadora transmite impulsos a un conjunto de gatos que trepan por las barras de apoyo y arrastran en este movimiento ascendente a la cimbra.

Gatos

Para calcular el número de gatos necesarios, se deben conocer todas las cargas que van a activar, así como las ocasionadas por circunstancias imprevistas, que pueden presentarse durante el desarrollo del colado.

Entre las otras conocidas se pueden mencionar:

- Peso total de la plataforma
- Peso del equipo accionador (yugos, gatos, uniones, etc.)
- Peso del molde deslizante
- Galeras que van unidas al molde.
- Tuberías.

Cargas accidentales.

También es necesario considerar la fuerza de fricción que el equipo debe vencer. Esto dependerá del coeficiente de fricción que varía de 0.3 a 0.8. el cual está en función de la uniformidad de la superficie.

Se admite un valor medio de 0.60 para superficies pulidas de madera y de 0.4 para superficies metálicas.

Una vez obtenido el total de cargas y fuerzas a vencer, se determina el número de gatos a utilizar y su capacidad.

Hay que considerar que la capacidad técnica de los gatos, y la presión en condiciones normales de trabajo, se reducen en un 20 a 25%, por posibles fugas o falta del equipo.

Esta condición de trabajo toma en cuenta:

1.- Fugas por fallas en empaques y uniones de la tubería alimentadora.

2.- Desgaste o pequeñas obstrucciones en las bocas dentadas de agarre del gato.

3.- Desgaste de la cámara, pistón y demás piezas de la compresora.

4.- Caídas de presión para puntos más alejados del origen de distribución de presión.

5.- Sobre esforzamiento debido a sobrecargas imprevistas en ciertas zonas de la cimbra.

Para calcular el número de gatos utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{No. de Gatos} = \frac{\text{Cargas y fuerzas a vencer.}}{\text{capacidad normal del gato.}}$$

Equipo.

Para el diseño de la cimbra deslizante se debe considerar básicamente el modelo de gato hidráulico, ya que la capacidad de carga de éste determina el número de gatos a utilizar, el tipo de yugos metálicos, las barras de apoyo, el equipo de elevación, consola de operación, mangueras, etc.

Tomaremos como ejemplo el "Gato Hidráulico "ETOILE" de fabricación francesa (FIG. 8).

- El pistón del gato hidráulico tiene 50 mm. de diámetro y un área de 19.635 cm^2 .
- La presión del aceite es de 150 Kg/cm^2 .
- El empaque obtenido es de $19.635 \text{ cm}^2 \times 150 \text{ Kg/cm}^2 = 2,945 \text{ Kg}$.

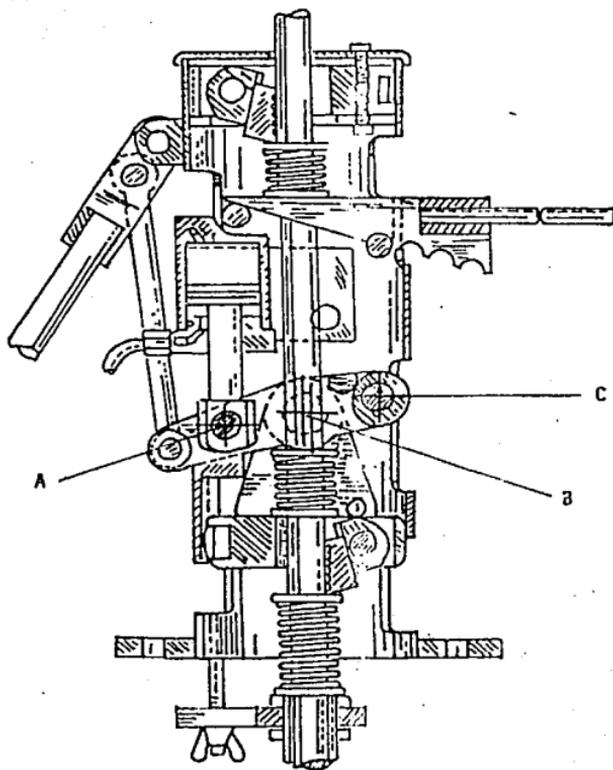
El movimiento de pistón es transmitido a la parte móvil a través de bielas haciendo palanca (A B C). Los ejes articulados se encuentran a una distancia de 56 mm. y 112 mm. respectivamente de su punto de rotación. Por lo tanto, la potencia efectiva de empuje del gato será:

$$\frac{2,945 \text{ Kg} \times 112 \text{ mm.}}{56 \text{ mm.}} = 5 890 \text{ Kg.}$$

Una vez obtenida la potencia efectiva de empuje del gato, es posible calcular el número y distribución de equipos a utilizar.

Como cimbra de contacto se utilizarán moldes metálicos de 1.20 x 2.24 m. para la cimbra interna y de 1.20 x 2.50 m. para el exterior, los

GATO HIDRAULICO " ETOILE "



cuales serán fijos. Para poder disminuir el diámetro se utilizarán placas de ajuste de 1.20 x 1.20 m. y de 3/16" de espesor.

La estructura de contraventeo será a base de armaduras con acero A-36 según especificaciones, la cual tendrá un núcleo central al que llegan las armaduras fijas. La cimbra interior estará unida a las armaduras fijas por medio de una armadura telescópica de 3.00 m. de longitud con un tornillo de 1 5/8" de diámetro y una longitud de 2.40 m.

Para reducir el molde interior y exterior se utilizaran tornillos de 1 1/8" de diámetro con 0.90 y 1.00 m. de longitud respectivamente. Se utilizará cable de 3/8" de diámetro para ayudar el contraventeo de la cimbra y por medio de templadores se irá ajustando conforme se vaya reduciendo el molde.

Es importante considerar el resto del equipo para la cimbra deslizante, del cual podemos mencionar; los yugos con sus cabezales para sostener los gatos hidráulicos, bridas, matracas reversibles para los tornillos de las armaduras telescópicas, bujes y placas para la sujeción de las matracas, ménsulas de coronamiento con barandal, galerías para resanes, barras de apoyo, camisas con cabezal, extractor para barras de apoyo, electrobomba de 7.5 hp y todas las refacciones y partes de los gatos hidráulicos de 5 ton. como las mordazas, resortes, tornillos, rondanas, cuñas, mangueras, codos, tees, nipples, pernos, etc.

Para poder comprobar la capacidad de carga de los gatos hidráulicos se realiza un estudio de cargas, en el cual, basándose en la experiencia, se propone un número determinado de equipos buscando

una eficiencia del 50% aproximadamente ya que se debe prever la falla de algunos de ellos en el momento del deslizado.

Las dimensiones y pesos de la cimbra deslizante (moldes, estructura de contraventeo, plataformas de trabajo, etc.), serán considerados por el estudio de cargas.

Proponiendo 55 equipos se obtiene.

1.- Peso propio del molde metálico

$$70.00 \text{ Kg/m.} \times 106.69 \text{ m.} = 7,468.30 \text{ Kg.}$$

2.- Peso propio de estructura de contraventeo.

$$25 \text{ Kg/m.} \times 176.16 \text{ m.} = 4,304 \text{ Kg.}$$

3.- Peso total del equipo del deslizado.

$$250 \text{ Kg. c/u} \times 55 \text{ eq.} = 13,750 \text{ Kg.}$$

4.-Peso de la plataforma de madera

$$30 \text{ Kg/m}^2 \times 160 \text{ M}^2 = 4,800 \text{ Kg.}$$

5.- Carga muerta adicional

$$300 \text{ Kg. eq.} \times 55 \text{ eq.} = 16,500 \text{ Kg.}$$

6.- Carga viva

$$150 \text{ Kg/eq.} \times 55 \text{ eq.} = 8,250 \text{ Kg.}$$

7.- Fricción entre molde y concreto

$$106.69 \text{ m.} \times 1.20 \text{ m.} \times 450 \text{ Kg/m}^2. = 57,612.60 \text{ Kg.}$$

$$\text{Suma total de cargas} = 112,684.90 \text{ Kg.}$$

Carga real por equipo.

$$112,684.90 \text{ Kg.} = 2,048.82 \text{ Kg/eq.}$$

55 eq.

Eficiencia por equipo

$$\text{Carga real} = 2,048.82 \text{ Kg./eq.} = 0.4097$$

Capacidad por eq. 5000 Kg.

Una vez calculado el número de gatos deberá existir.

- Regularidad de esparcimiento
- Simetría en cuanto sea posible en su distribución.
- En caso de existir zonas de concentración de cargas, reforzar con piezas adicionales.

Varillas de Soporte.

No solo debemos de conocer el número y distribución de los gatos de acuerdo a su capacidad, sino también la sección adecuada de las varillas de apoyo por las que estos asciendan.

Es por lo tanto conveniente conocer las cargas que estas varillas de apoyo soportarán, ya que de no soportar las cargas impuestas, las varillas pueden sufrir pandeos que pondrán en peligro el funcionamiento del sistema.

Es necesario efectuar pruebas de compresión de estas varillas para saber cuál es la máxima carga que soportarían.

Las longitudes de las varillas serán las que se puedan manejar con mayor facilidad, las longitudes más utilizadas son de 3 ó 4 m. aunque si es necesario, se pueden utilizar longitudes menores.

ESPECIFICACIONES

Para poder efectuar el diseño de la cimbra deslizante y estructura de contraventeo, deben ser considerados los siguientes documentos de referencia.

1).- La operación del deslizado deberá estar de acuerdo con las recomendaciones establecidas por el American Institute "Recommended Practice for Concrete Formwork Aci - 347 - 68".

2).- Todo el acero estructural a emplear en la cimbra deslizante deberá cumplir con las normas ASTM A-36.

3).- Todos los pernos de Izaje deberán cumplir con las normas ASTM A-307.

- Cargas a Considerar:

Para poder calcular el tipo y cantidad de gatos hidráulicos a utilizar en el deslizado es necesario tomar en cuenta las siguientes cargas:

Requerimientos para la elaboración del proyecto de una cimbra deslizante.

a). El contratista indicará en su presupuesto los siguientes conceptos:

1.- Mano de obra

- Cantidad de gente

- Turnos

- Personal para habilitado y colado

- Personal para acabados.

2.- Andamios colgantes y barandales.

3.- Materiales y elementos ahogados.

4.- Equipo

5.- Herramientas

6.- Servicios, según técnica de deslizado.

7.- Supervisión técnica

8.- Fletes a la obra por semana o mes.

9.- Viáticos, seguros del personal y condiciones de daño.

Estos conceptos deberán ser cotizados por separado.

b). El contratista indicará en su cotización los tiempos de ejecución de los siguientes conceptos:

1.- Preparación de planos previos a la fabricación de la forma.

2.- Fabricación de la forma y moldes.

3.- Plataformas de trabajo, andamios y barandales.

4.- Montaje de la cimbra deslizantes

5.- Habilitado del acero de refuerzo

6.- Colado del concreto

7.- Recesos y paros programados.

c). El contratista deberá suministrar para su revisión y aprobación los siguientes documentos:

1.- Memoria de los cálculos realizados para el diseño de la cimbra.

2.- Planos estructurales y de taller para construcción.

3.- Sistema de curado y protección del concreto.

4.- Especificaciones para el manejo de la cimbra.

5.- Listado de los elementos estructurales que no requieren el uso de cimbra deslizante y se cuelen con cimbra de madera (tradicional).

d). Se describirá claramente las siguientes partidas del deslizado.

1.- Planeación del tiempo de deslizado y método a usar.

2.- Velocidad de levantamiento.

3.- Operación de colado.

4.- Control de la forma.

5.- Planeación y organización de los ciclos de trabajo.

6.- Recesos y paros programados.

7.- Equipos de accionamiento y características.

8.- Sistema de apoyo y guía de los elementos motrices.

3.4) CONTROL DE CALIDAD

Para poder obtener un buen control de calidad, es indispensable que el Ingeniero de la Obra se ocupe tanto de la planeación previa como de la organización general del trabajo, dedicando el tiempo suficiente al estudio de estos aspectos. Si hay fallas en la planeación y coordinación de los esfuerzos de todos los que trabajan en la cimbra, el resultado puede ser una estructura de concreto de baja calidad. Un resultado de este tipo exige después no sólo que el Ingeniero le dedique tiempo, sino que se haga una investigación a fondo, a veces cuando ya es demasiado tarde, mediante tediosas juntas de discusiones es indudable que el tiempo invertido en la preparación de modelos y maquetas muy precisos permitirá determinar el nivel básico de la mano de obra. Una vez que se han determinado estándares de calidad y se ha trazado e implantado el

método, el Ingeniero estará en posición de canalizar sus esfuerzos hacia las tareas básicas de coordinación y control de su equipo de trabajo. Ahora veremos el control de calidad en los materiales y en el deslizado.

1) AGREGADOS

El tamaño máximo del agregado grueso no debe exceder un octavo del espesor de la sección media de la menor distancia libre entre varillas de refuerzo.

2) ADITIVOS

No se emplearán aditivos aceleradores o retardadores del fraguado a menos que las especificaciones de la obra así lo dispongan.

3) CONCRETO

La resistencia especificada del concreto a 28 días será 200 kgs./cm² como mínimo, y la relación agua-cemento, en peso, incluida la humedad libre de los agregados no excederá de 0.53.

4) COLOCACION DE REFUERZOS

El refuerzo anular deberá colocarse por fuera del refuerzo vertical exterior y será atado o soldado a él, a intervalos de no más de 0.60 m. tanto en posición vertical como en posición horizontal. El recubrimiento libre del refuerzo anular será de 6 cm. como máximo y 3 m. como mínimo.

Se evitará que los traslapes de las varillas del refuerzo vertical queden todos en una misma sección horizontal. Se recomienda que en cada sección se traslape no más de un 1/3 de las varillas verticales.

5) COLOCACION DEL CONCRETO

Se vibrará el concreto durante su colocación. No se admitirán juntas de colados verticales en el fuste y se procurará que las juntas horizontales queden igualmente espaciadas a través de la altura. No se emplearán cimbras de más de 3 m. de altura. La altura de descarga del concreto por encima de la superficie de colocación no excederá de 1.5 m. El concreto se colocará por capas aproximadamente horizontales de no más de 0.40 m. de espesor.

6) CURADO

Los retoques y terminaciones de la cara externa se harán inmediatamente que se haya retirado la cimbra exterior. Una vez completada esta operación, ambas caras se cubrirán con un compuesto de curado a base de resina que cumpla la norma ASTM C 309, Tipo I. No se admitirán compuestos a base de cera. el compuesto utilizado debe tener una tintura fugaz. En caso que el concreto haya de llevar algún recubrimiento, el compuesto de curado deberá ser compatible con el material de recubrimiento.

7) ESPESOR MINIMO DEL FUSTE

El espesor mínimo del fuste de toda sección de diámetro interior no superior a 6 m. será de 15 cm. por cada metro de aumento del diámetro por encima de 6 m., se aumentará el espesor mínimo en 1 centímetro.

8) DESLIZADO DE LA CIMBRA

El control de calidad del deslizado se controla en varias formas, incluyéndose aquella en que se ajusta la inclinación de los laterales de la

cimbra, para aumentar o disminuir la fricción entre dichos laterales y el concreto; para ajustar la presión de los anclajes, situados especialmente en la parte inferior de la punta de la torre-grúa, y para variar la velocidad del izaje. El empuje de los miembros inferiores de la torre-grúa se dispuso en el concreto.

Los niveles y alineamientos para mantener las formas de la cimbra en la posición correcta conforme al proyecto, se verificarán con un tránsito o en un nivel de precisión en forma periódica y sistemática, dejando para ello testigos o marcas tanto en la cimbra, como en la propia estructura de apoyo o de izaje.

CAPITULO 4
EJEMPLO DE APLICACION
4.1) DATOS DEL PROYECTO
4.2) TRABAJOS PRELIMINARES
4.3) CALCULO DE LA CIMBRA DESLIZANTE

4.1) DATOS DEL PROYECTO

Una vez definidas las características de la cimbra deslizante y el procedimiento constructivo de la obra por realizar se diseñan y detallan los elementos constitutivos.

Consideraremos en este capítulo el dimensionamiento de una cimbra deslizante para llevar a cabo la construcción de una chimenea para la descarga de gases a la atmósfera de una termoeléctrica.

En este ejemplo se considera que ya se cuenta con el proyecto funcional y estructural de la chimenea y únicamente se dimensionarán los elementos constitutivos de la cimbra.

DATOS DEL PROYECTO

- Altura de la chimenea sobre el terreno 45.00 m
- Profundidad de desplante 5.00 m
- Espesor de la losa de cimentación 1.00 m
- Diámetro de la losa de cimentación 17.00 m
- Diámetro exterior de la chimenea 13.00 m
- Diámetro interior de la chimenea 12.20 m
- Espesor del muro perimetral 0.40 m

4.2 TRABAJOS PRELIMINARES

Los trabajos preliminares para el deslizado de la chimenea son de gran importancia, ya que de estos dependerá el éxito de la construcción. Estos trabajos requieren inclusive de más tiempo que el deslizado mismo (el doble).

El procedimiento de los trabajos PRELIMINARES se puede resumir de la siguiente forma:

1.- Fabricación de los moldes sobre el diseño, incluyendo las placas de ajuste, la estructura de contraventeo y los sistemas de cierre para dar los diferentes espesores y diámetros de la chimenea. Todos estos trabajos son realizados en los talleres de la compañía que efectuará el deslizado.

2.- Transportación de moldes y equipo para el deslizado al lugar de la obra. Lo anterior tiene un peso total aproximado de 20 a 50 Ton. Al mismo tiempo que el equipo llega al sitio de la construcción, debe llegar el personal de operación del sistema.

3.- Al llegar el equipo de deslizado junto con los moldes y estructura de contraventeo de la obra, debe ser resguardado en una bodega o almacén previamente construido hasta que se vaya ocupando.

4.- Revisión del trazo de la chimenea, espesor del muro, posición del acero de refuerzo y niveles de desplante para el deslizado.

5.- Una vez revisado el trazo y niveles se coloca el molde interior que está formado por piezas fijas y placas de ajuste intercaladas entre sí con sus tornillos.

6.- Colocación del molde exterior que también está constituido por piezas fijas intercaladas con placas de ajuste y sus tornillos.

7.- Montaje de los yugos que unirán el molde interior con el exterior.

8.- Montaje del sistema de contraventeo interior, formado por armaduras.

9.- Adaptación al molde interior con piezas telescópicas que se prolongan al sistema de contraventeo junto con tornillos para el cierre de los moldes.

10.- En algunas ocasiones para contrarrestar la flecha del sistema de contraventeo se deben instalar catenarias de cables de acero.

11.- Se colocan las ménsulas que sirven de apoyo a las plataformas de trabajo interiores y exteriores.

12.- Montaje de los gatos hidráulicos sobre los cabezales de los yugos junto con la red hidráulica, al mismo tiempo que se van introduciendo las barras de apoyo.

13.- La red hidráulica se coloca al sistema de bombeo del aceite.

14.- El sistema es cargado con aceite hidráulico.

Una vez realizados estos trabajos se puede dar inicio al deslizado.

4.3 CALCULO DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Se empieza primero a analizar los planos estructurales, conociéndose por medio de ellos los espesores de muro que se utilizarán y por consiguiente los empujes que el concreto provocará.

De esta forma se empieza a diseñar el molde. Para esto, se propone utilizar duela de madera con un espesor de 3.8 cms. (1.5"). Para calcular la altura del molde se toma como base los siguientes puntos:

- Velocidad máxima probable 0.30 m/h
- Tiempo de fraguado inicial 2.5 a 3.0 h
- Altura máxima de la cimbra por economía del molde 1.20 m
- Margen vacío para colocar concreto 20%

La altura de la cimbra para obtener el fraguado inicial dentro del molde será:

$$h_{\text{cimbra}} = \text{Velocidad de colado} \times \text{tiempo de fraguado inicial}$$

$$h_{\text{cimbra}} = 0.30 \text{ m/h} \times 3 \text{ h} = 0.90 \text{ m}$$

$$h_{\text{cimbra total}} = h_{\text{cimbra}} + \text{margen vacío}$$

$$h_{\text{cimbra total}} = 0.90 + (0.20)(0.90) = 1.08 \text{ m}$$

Para lograr una mayor economía en la construcción del molde, tomaremos en cuenta que la duela viene en piezas de una longitud de 2.40 m.

Por lo tanto para evitar un desperdicio en el momento de fabricar el molde a este se le dará una altura de 1.20 m.

Se propone para la cimbra colocar el forro con dos largueros separados 70 cms., centro a centro, y un espesor de duela para el molde de 3.8 cms. (1.5").

Usando el método de Rodin para conocer el empuje provocado por el concreto, y saber si las dimensiones propuestas sirven, tendremos :

Según el reglamento de construcciones para el Distrito Federal, madera de pino usada en obra falsa, clasificada de 1ra. (norma C18-1946).

- Módulo de elasticidad: $70,000 \text{ kg/cm}^2$
- Cortante paralela a la fibra: 14 kg/cm^2
- Compresión paralela a la fibra: 50 kg/cm^2
- Esfuerzo en flexión o tensión simple: 60 kg/cm^2
- Velocidad máxima de deslizado: 32 cm/h

Para el concreto se usará vibrado interno, una resistencia de 250 kg/cm^2 y un revenimiento de 12 cm.

Factores de corrección:

$K_1 = 1.21$ Proporcionamiento del concreto 250 kg/cm^2

$K_2 = 0.94$ consistencia concreto 12 cms.

$K_3 = 0.90$ temperatura del concreto 26.7°C

Hm = Altura del molde donde se desarrolla la máxima presión

$$H_m = 1.63 R^{1/3} K_1 K_2 K_3 K_4$$

$$H_m = 1.63 (0.30)^{1/3} (1.21) (0.94) (0.90) (0.90)$$

$$H_m = 1.00 \text{ m}$$

$$P_m = \rho H_m$$

$$P_m = (2400) (1.00) = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Velocidad del colado} = R = 0.30 \text{ m/h}$$

$$3R = 0.90 \text{ m}$$

$$P_b = \frac{3R - H + H_m}{3R} \times P_m$$

$$P_b = \frac{0.90 - 1.20 + 1.00}{0.90} \times 2400$$

$$P_b = 1867 \text{ kg/m}^2$$

$$P = \frac{P_m}{2} (2H - H_m - \frac{(H - H_m)^2}{3R})$$

$$P = \frac{2400}{2} (2(1.20) - 1.00 - \frac{(1.20 - 1.00)^2}{3(0.3)})$$

$$P = 1627 \text{ kg/m}^2$$

Considerando la separación propuesta de 70 cms. entre largueros tendremos:

$$\text{Momento} = m = \frac{Pl}{8} \quad M = \frac{Pl}{8}$$

$$\text{Si } l = 70 \text{ cms:}$$

$$M = \frac{1627 (0.70)}{8} = 142.36 \text{ kg-m}$$

$$M = 142.36 \text{ kg-m}$$

Sabiendo que:

$$\text{Esfuerzo máximo por flexión} = \frac{\text{Momento flexionante } (M)}{\text{Módulo elástico de sección } (S)}$$

$$\text{Módulo elástico de sección} = \frac{\text{Momento de la inercia de la sección}}{\text{Distancia entre el eje neutro hasta la parte extrema de la sección}} \quad (1)$$

Para una sección

$$\text{rectangular tendremos: } S = \frac{I}{C} = \frac{bh^3}{12} \times \frac{2}{h} = \frac{bh^2}{6}$$

En el caso del forro de la cimbra obtendremos:

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{120 \cdot h^2}{6}$$

$$S = 20 h^2$$

Esfuerzo máximo por flexión = 60 kg/cm²

$$60 \text{ kg/cm}^2 = \frac{142.36 \text{ (kg}\cdot\text{m)}}{S}$$

$$S = \frac{14236.00}{60} = 237.26 \text{ cm}^3$$

Sustituyendo:

$$237.26 = 20 h^2$$

$$h^2 = \frac{237.26}{20} = 11.86 \text{ cm}^2$$

$$h = 3.44 \text{ cm}$$

Espesor propuesto 3.80 cm > 3.44 cm por lo tanto se acepta.

Se acepta espesor de duela de 3.80 cm (medida comercial)

Revisión:

Deformación:

$$I = \frac{b d^3}{12} = \frac{120 (3.80)^3}{12}$$

$$I = 548.72 \text{ cm}^4$$

Deformación máxima:

$$\delta = 0.01304 \frac{W L^3}{Y I}$$

$$\delta = 0.01304 \frac{1627 (70)^3}{(70,000)(548.72)} = 0.189$$

$$\delta_{\max} = 0.189$$

$$\delta_{\text{permisible}} = \frac{L}{360} = \frac{70}{360} = 0.194$$

0.194 > 0.189 por lo tanto se acepta.

Cortante máximo:

$$V_{\max} = \frac{2W}{3}$$

$$V_{\max} = \frac{2}{3} (1627) = 1084.66$$

En una faja de 1.00m:

3.8 cm. espesor propuesto

$$V = \frac{1084.66}{100(3.8)} = 2.85 \text{ kg/cm}^2$$

Cortante permisible 14 kg/cm²

14 kg/cm² > 2.85 kg/cm² por lo tanto se acepta.

Para el caso de los largueros se resuelve utilizar unos tablonces de .038 m X 0.20 m X 2.4 m (1 1/2" X 8" X 8') unidos por medio de tornillos.

Así, uniendo los tablonces se obtendrá un larguero lo suficientemente rígido para soportar las presiones que sobre el molde se ejercen.

CALCULO DEL SISTEMA ACCIONADOR:

Es necesario analizar todas las cargas que actúan sobre el sistema, para poder obtener el número exacto y la capacidad del equipo a utilizar.

Así tendremos:

CARGAS VIVAS:

Peso del acero de refuerzo:	28 kg/m ²
Peso del concreto en movimiento:	60 kg/m ²
Peso del personal y equipo encargado de colocar y vibrar el concreto:	$\frac{120 \text{ kg/m}^2}{208 \text{ kg/m}^2}$

CARGAS MUERTAS:

Peso de la cimbra:	
Perímetro interior de la cimbra de la chimenea 12.20 X 3.14	38.32 m
Perímetro exterior de la cimbra de la chimenea 13.00 X 3.14	$\frac{40.84 \text{ m}}{79.16 \text{ m}}$
Superficie de la cimbra 79.16 X 1.20 =	94.99 m ²
Peso de la madera	70.00 kg/m ²
Peso de clavos y herrajes 3%	$\frac{2.10 \text{ kg/m}^2}{72.10 \text{ kg/m}^2}$
Peso total cimbra de la chimenea 94.99 m ² X 72.10 kg/m ² =	6848.77 kg

PESO DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO:

En este caso con el fin de hacer más económico el sistema se utilizan dos pasillos a cada lado del muro de concreto de la chimenea. Estos pasillos cuentan con una longitud de 1.60 m a partir del centro del muro.

Superficie de los pasillos de trabajo en la chimenea:

$$1.60 \times 12.20 \times 3.14 = 61.32\text{m}^2$$

$$1.60 \times 13.00 \times 3.14 = \frac{65.34\text{m}^2}{126.66\text{m}^2}$$

Peso del tablón y la viga
de madera para formar

el pasillo de trabajo. 60 kg/m^2

Armaduras laterales para
usar como barandal y demás
accesorios

$$\frac{30 \text{ kg/m}^2}{90 \text{ kg/m}^2}$$

Peso Total:

$$126.66 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2 = 11399.40 \text{ kg}$$

PESO DE LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS:

Armadura central para unir
y rigidizar la chimenea $1,660 \text{ kg}$

Galeras para trabajo detallado: 60 kg/m

Peso de la galera para la chimenea:

$$12.20 + 13 (3.14) (60) = 4750.00 \text{ kg}$$

PESO DEL EQUIPO ACCIONADOR:

Peso del gato: 50.0 kg

Conexiones: 5.0 kg

Tubería: 8.0 kg

Peso de yugos: 80.0 kg

Tornillos y placas: $\frac{5.0 \text{ kg}}{148.0 \text{ kg}}$

Se propone una separación de 1.15 m para conocer el número aproximado de equipos a utilizar.

Número de equipos en la chimenea.

Diámetro promedio: 12.60 m

Número de equipos en la chimenea $\frac{12.60 \times 3.14}{1.15} = 34$

Peso del equipo: 34 X 148.0 = 5032.00 kg

RESUMEN CARGAS MUERTAS:

En la chimenea:

Peso de la cimbra: 6848.77 kg

Peso plataforma de trabajo 11399.40 kg

Peso armadura central 1660.00 kg

Peso de la galera: 4750.00 kg

Peso equipo accionador: $\frac{5032.00 \text{ kg}}{29690.17 \text{ kg}}$

RESUMEN CARGAS VIVAS:

En la chimenea:

Superficie de trabajo 126.66 m²

126.66 X 208 = 26345.28 kg

Fuerza de fricción que tendrá que superarse provocada por el roce del concreto y el molde, de la fórmula:

$$Ph_3 = 2 \text{ } \xi \text{ } a^2$$

$$Ph_3 = 2(2.40) (0.50)^2$$

$$Ph = 0.40 \text{ Ton/m}$$

Si consideramos un factor de fricción = 0.50

$$F = 0.50 \times 0.40 = 0.20 \text{ Ton/m} = 200 \text{ kg/m de cimbra}$$

Para el caso de la chimenea tendremos:

Perímetro de la chimenea X Fuerza fricción = fuerza

$$79.16 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m} = 15834.00 \text{ kg}$$

RESUMEN DE CARGAS:

En la chimenea:

Cargas muertas: 29.690.17 kg

Cargas vivas: 26.345.28 kg

Fuerza de fricción: 15.834.00 kg

T o t a l : 71.869.45 kg

La capacidad de los gatos que se utilizarán es de 2.5 toneladas; aunque debido a las condiciones de trabajo, esta se reduce en un 10%.

Así tendremos para la chimenea:

No. de gatos = $\frac{\text{carga y fuerza a vencer}}{\text{capacidad normal del gato}}$

$$\text{No. de gatos} = \frac{71869.45}{2500(0.90)} = 31.9$$

$$\text{No. de gatos} = 32$$

SEPARACION:

$$\text{Perímetro} = 12.60 \times 3.14 = 39.58\text{m}$$

$$\text{Separación promedio} \frac{39.58}{32} = 1.23\text{m}$$

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en los capítulos anteriores, se observa la importancia de utilizar procedimientos constructivos adecuados para realizar la construcción de las diferentes estructuras y obras que el hombre requiere para su desarrollo.

Si el procedimiento constructivo a seguir es el adecuado, se logrará mediante aprovechamiento de los recursos permitiendo una disminución de costo y tiempo en la construcción.

La cimbra deslizando es una opción más para los diferentes procedimientos constructivos y, aunque su principal aplicación está en las estructuras verticales de concreto sin cambios en la altura, también se puede utilizar en la construcción de otras estructuras con la ayuda de dispositivos especiales, logrando mejores resultados que siguiendo un procedimiento convencional.

Se ha observado que el sistema de cimbra deslizando, al igual que todos los equipos utilizados en la construcción, presenta ciertas ventajas y desventajas que hay que considerar para poder evaluar la conveniencia de utilizar dicho equipo.

Sabemos de antemano que la utilización del sistema de cimbra deslizando tiene ventajas específicas para cada obra, sin embargo las más generales son:

- Montaje rápido y un proceso seguro y limpio.

- Ahorro en la mano de obra y en el uso de los moldes.
- Estructuras sin juntas de colado
- Incremento de la eficiencia de la estructura si se aprovechan las ventajas del sistema al diseñar integralmente.
- Continuidad del trabajo.

Entre las desventajas que puede presentar la cimbra deslizante se mencionan las siguientes:

- En México existen pocos especialistas y el mercado es aún limitado.
- Para estructuras con altura menor a 25 m. la utilización del sistema puede ser de un costo mayor al que resultaría si se utiliza otro tipo de cimbra.
- El trabajo debe organizarse para llevar a cabo un colado continuo de 24 horas diarias.

Aplicadas al tipo de estructuras elevadas que tiene la misma planta en toda su altura como:

- Chimeneas
- Silos
- Pilas de puente
- Torres

- Edificios industriales

- etc.

Brindarán los resultados más óptimos y económicos que es uno de los objetivos principales que al realizar un proyecto un ingeniero intenta lograr.

BIBLIOGRAFIA

- OBRAS Y DESLIZADOS, S.A.
DATOS SOBRE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
DE CIMBRA DESLIZANTE.
MEXICO 1989-1993

- TRATADO DE CONSTRUCCION
ING. ANTONIO MIGUEL SAAD
EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.
MEXICO, 1982

- COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
SUAREZ SALAZAR
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, 1983

- CIMBRAS DISEÑO
J. G. RICHARDSON
TOMO I
IMCYC
MEXICO, 1993

- CIMBRAS JUNTAS, ADITAMENTOS, COLADO Y
ACABADOS
J.C. RICHARDSON
TOMO III
IMCYC
MEXICO, 1980

- CIMBRAS Y MOLDES
J.C. RICHARDSON
IMCYC
MEXICO, 1978

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA⁷⁹**

**- CIMBRAS, FALLAS, SEGURIDAD DE LA CIMBRA Y
DESCIMBRADO**

J.C. RICHARDSON

TOMO IV

IMCYC

MEXICO, 1980

**- LAS CIMBRAS DESLIZANTES: UNA OPCION EN LA
CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS ALTAS DE
CONCRETO**

GONZALEZ MERCADO LINO

IMCYC

MEXICO, 1978