



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Acatlán

UTILIZACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE
EN LA CONSTRUCCION DE GRANDES OBRAS

TESIS

Que para obtener el título de :

INGENIERO CIVIL

Presenta :

ERNESTO FLORES TABOADA

7739830-3

M-0028726

México, D. F.



1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi querido padre
Sr. SIXTO FLORES GARCIA
a quien agradezco el apoyo
y cariño que siempre me ha
brindado.

A mi querida madre
Sra. CELIA TABOADA DE FLORES
a quien le estare' siempre -
agradecido porque con su -
cariño y amor supo hacer de-
mí un hombre de bien.

Con todo cariño a mis hermanos
por el apoyo que siempre me han brindado.

Al Sr. Ing. FERNANDO FAVELA LOZOYA
con toda gratitud y respeto, por la-
inestimable ayuda que me otorgó en -
la realización de este trabajo.

Al Sr. Ing. JORGE URIARTE GARCIA
en agradecimiento a su valiosa ~
colaboración de este trabajo.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/021/1985

SR. ERNESTO FLORES TABOADA
Alumno de la carrera de Ingeniería
Civil.
P r e s e n t e.

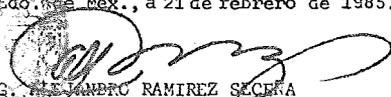
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha, 22 de diciembre de 1983, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Utilización de la Cimbra Deslizante en la Construcción de Grandes Obras", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Antecedentes.
- II.- Elementos que la constituyen y su funcionamiento.
- III.- Concreto que se utiliza en la Cimbra Deslizante.
- IV.- Obras que se construyen con Cimbra Deslizante.
- V.- Otros métodos de cimbrado en grandes obras.
- VI.- Ejemplo de costo directo.
- Conclusiones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Fernando Favela Lozoya, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de Méx., a 21 de febrero de 1985.


ING. ALEJANDRO RAMIREZ SECERA
Coordinador del Programa de
Ingeniería
COORDINACION DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

ARS/rem.

INDICE

	Pags.
LISTA DE FIGURAS	
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.- ANTECEDENTES	2
Descripción del método	5
Principios de constitución y funcionamiento	6
Ventajas y condiciones de aplicación de la cimbra des-... lizante.	7
Condiciones de aplicación	10
 CAPITULO II.- ELEMENTOS QUE LA CONSTITUYEN Y SU FUNCIONA- MIENTO	 12
Paneles de la cimbra deslizante	16
Caballetes y vigas de arrastre de los paneles	23
Instalación de elevación de la cimbra deslizante	30
Bombas de aceite	39
Conductos de conexión entre gatos y bombas de aceite ..	41
Barras de apoyo	42
Vainas para la recuperación de las barras de apoyo	43
Plataformas de trabajo	45

	Pags.
Entramados-soportes de las armaduras e instalaciones ...	51
Instalación de control de la posición de la cimbra deslizando zante	53
Instalaciones diversas	55
Funcionamiento de la cimbra deslizante	56
Inclinación de la cimbra deslizante	59
Clasificación de las cimbras deslizantes	62
CAPITULO III.- CONCRETO QUE SE UTILIZA EN LA CIMBRA DESLIZANTE	65
Utilización racional del concreto	65
Cualidades del concreto en cimbra deslizante	67
Dosificación del concreto	71
Preparación y transporte del concreto	77
Control de calidad del concreto	79
Dosificación y mezclado	83
Concreto recién elaborado	83
Utilización del concreto	84
Concreto endurecido	85
Determinación de la velocidad de deslizamiento	86

CAPITULO IV.- OBRAS QUE SE CONSTRUYEN CON CIMBRA DESLI --	
ZANTE	89
Silos	89
Torres para los elevadores y las maquinas	91
Depositos y cisternas	91
Torres industriales	94
Depositos elevados de agua	94
Chimeneas	97
Obras de edificación	99
Muros de edificios industriales	102
Construcciones ejecutadas parcialmente con cimbra desli - zante	104
Pilas y estribos de puentes	105
Muros de contención	105
Cajones de cimentación	105
Presas	105
Chimeneas de equilibrio	108
Pozos de minas o de acceso	108
Canales o tuneles	108
Torres de televisión	111
Faros	111
Torres panorámicas	111

	Pags.
Obras construidas en México con cimbra deslizante	113
CAPITULO V.- OTROS METODOS DE CIMBRADO EN GRANDES OBRAS .	116
Cimbras autodeslizantes	116
Cimbras trepadoras	120
Cimbras semi-deslizantes	123
Cimbras para presas y grandes masas de concreto	126
Cimbras para puentes	132
Cimbras no telescópicas	136
Cimbras telescópicas	143
CAPITULO VI.- EJEMPLO DE COSTO DIRECTO	147
Descripción de la obra	147
Procedimiento constructivo	148
Cuantificación de materiales	160
Costo directo	173
CONCLUSIONES	174
BIBLIOGRAFIA.	

LISTA DE FIGURAS
(ESQUEMAS, FOTOGRAFÍAS Y PLANOS)

	Pags.
Fig. I.-	Esquema de la cimbra deslizante 15
Fig. II.-	Unión de los elementos del panel 21
Fig. III.-	Panel de la cimbra metálico 21
Fig. VII.-	Caballete de madera 24
Fig. VIII.-	Caballete del tipo Interconsult 26
Fig. IX.-	Caballete del tipo Concretor-prometo 27
Fig. X.-	Vigas de arrastre para los paneles de la cim bra deslizante 29
Fig. XI.-	Gato de rosca de mando manual 33
Fig. XII.-	Sistema de gato de palanca 34
Fig. XIII.-	Sistema de gato neumático 35
Fig. XIV.-	Fases del funcionamiento de los gatos hidra- ulicos de bolas del tipo Interconsult 37
Fig. XV.-	Gato hidraulico del tipo Concretor-prometo . 38
Fig. V.-	Grupo de bombeo 40
Fig. XVI.-	Vaina para la recuperación de las barras de- apoyo y su soporte 44
Fig. XVII.-	Constitución de las plataformas de trabajo - en el sistema anular para la cimbra desliza nte de un silo de varias células 48
Fig. XVIII.-	Constitución de las plataformas de trabajo en un sistema continuo para la cimbra desliza nte en un edificio de viviendas 49
Fig. IV.-	Corte vertical de una cimbra deslizante cu- yas plataformas de trabajo estan sostenidas- por diferentes piezas metálicas 50
Fig. XIX.-	Entramados y barras-soportes de las armadu- ras o instalaciones 52
Fig. XX.-	Sentido de la inclinación de la cimbra desli zante 61
Fig. XXI.-	Obtención de la inclinación de la cimbra .. 61

Fig. XXII.-	Variación de la resistencia durante el primer día de endurecimiento.	69
Fig. XXIII.-	Cuadro de resistencias a las diferentes edades de los concretos citados	73
Fig. XXIV.-	Tabla de revenimientos del concreto	75
Fig. XXV.-	Tabla de disificación del cemento	76
Fig. XXVI.-	Tabla de granulometría del concreto	76
Fig. XXVII.-	Construcción de silo pretensado para el almacenamiento de azúcar	90
Fig. XXVIII.-	Silos de granos de girasol de 7000 ton. de capacidad	92
Fig. XXIX.-	Batería de silos para el almacenamiento de cereales de 36000 ton. de capacidad	93
Fig. XXX.-	Torre de granulación	95
Fig. XXXI.-	Torre de refrigeración	96
Fig. XXXII.-	Chimenea de 220 m. de altura	98
Fig. XXXIII.-	Chimenea de 160 m. de altura	98
Fig. XXXIV.-	Edificio de viviendas construido con cimbra deslizante	100
Fig. XXXV.-	Construcción de viviendas	101
Fig. XXXVI.-	Construcción de una unidad habitacional ..	101
Fig. XXXVII.-	Soportes y muros de contención industriales	102
Fig. XXXVIII.-	Deslizamiento y soportes de muros de un edificio	103
Fig. XXXIX.-	Edificio terminado, deslizamiento del cubo-central	104
Fig. XL.-	Construcción de pilas para puentes	106
Fig. XLI.-	Construcción de una presa	107
Fig. XLII.-	Construcción de canales con cimbra deslizante	109
Fig. XLIII.-	Construcción de un colector con cimbra deslizante	110
Fig. XLIV.-	Construcción de una torre de televisión ..	112

Fig. XLV.-	Secuencia de elevación de un tipo de cimbra. autodeslizante operada eléctricamente	119
Fig. XLVI.-	Procedimiento que sigue el método de la cimbra trepadora articulada	120
Fig. XLVII.-	Pasos de la cimbra trepadora para su funcionamiento	122
Fig. XLVIII.-	Pasos para el funcionamiento de la cimbra -- semi-deslizante	125
Fig. XLIX.-	Pasos de la cimbra semi-deslizante levantada por parametros	131
Fig. L.-	Cimbra para parametros verticales utilizada en la construcción de presas	131
Fig. LI.-	Cimbra para parametros inclinados en la construcción de presas	131
Fig. LII.-	Método de voladizos sucesivos para la construcción de puentes	135
Fig. LIII.-	Cimbra de articulación única	137
Fig. LIV.-	Cimbra de doble articulación	137
Fig. LV.-	Esquematación del transporte mecánico de la cimbra	138
Fig. LVI.-	Cimbra de cierre metálico	139
Fig. LVII.-	Cierre de madera sujeto por perfiles	139
Fig. LVIII.-	Molde de una cimbra no telescópica	142
Fig. LIX.-	Cimbra metálica de repliegue telescópica ..	143
Fig. LX.-	Cimbra metálica telescópica	146
Registro y control de avance del deslizado silos 1-3	....	152
Registro y control de avance del deslizado silos 2-4	....	153
Registro de acero y concreto de los silos 1-3 y 2-4	....	154
Plano 1.- Plantas de geometría		155
Plano 2.- Planta de disposición de cimbra, armaduras y equipo hidráulico y detalles		156
Plano 3.- Armaduras y detalles		157
Plano 4.- Planta de cabezales-yugo, columnas y vanos	....	158
Plano 5.- Detalles de cajones de vanos		159

INTRODUCCION

El rápido ritmo de desarrollo de la Industria y de las Ciudades impone a todos, Constructores, Arquitectos, Ingenieros, Técnicos y Obreros, tareas cada vez mayores que no pueden llevarse a cabo más que adaptando los métodos más modernos que aseguren la continuidad de los trabajos y hagan posible una gran velocidad de ejecución, una productividad elevada y un ahorro de materiales e inversiones.

El método que se aplica en la realización de obras por medio de Cimbra Deslizante permite una rápida ejecución sin la necesidad de andamios auxiliares. Sin embargo, en nuestro medio, es poco conocido y se utiliza casi solamente en estructuras muy sencillas como son silos, pilas, cubos de elevadores, a pesar de que se trata de un sistema versátil y aplicable a muy diversos tipos de estructuras.

En muchos países del mundo, principalmente en Europa y Estados Unidos, tienen una gran aceptación, tanto por parte de los diseñadores, así como de contratistas y de inversionistas que estiman grandemente las ventajas que este sistema ofrece en relación con la economía en sí al ejecutar la obra, como la que se obtiene al mejorar notablemente el desarrollo de la programación general, reduciendo el tiempo total de ejecución de la obra.

ANTECEDENTES

A principios de este siglo, se empezaron a construir en los Estados Unidos estructuras de concreto armado, utilizando cimbra estacionaria. Se observó que este tipo de cimbra tenía muchos inconvenientes para la erección de estructuras de cierta altura, y para tratar de abatir los costos y lograr darle un mayor número de usos a la cimbra, se redujo el tamaño del molde. Con esta reducción se logró abatir el costo del molde, pero se incrementó el costo de la obra falsa y de la obra de mano. Además surgieron problemas tales como juntas frías en la estructura, apariencia y verticalidad, etc.

Alrededor de 1920 a unos constructores alemanes se les ocurrió que para evitar problemas como los antes mencionados, se podría tener un molde con altura mínima suficiente para que el concreto de la parte inferior fraguara en un lapso de tiempo suficiente, cuando se estuviera terminando de llenar el molde, y poder, por medios mecánicos mover el molde hacia arriba para tener un colado continuo.

Se determinó que con un molde de 150m. de altura y con gatos mecánicos de tornillo espaciados en tal forma que fueran capaces de romper la fricción que se origina entre el concreto fresco y el molde, se lograron los resultados deseados.

El diseño de estos gatos, permitió jalar la cimbra hacia arriba utilizando un apoyo ajustable que se logró con una varilla lisa desplantada desde la cimentación hasta la altura final de la estructura, a este sistema se le dió el nombre de Cimbra Deslizante.

La primera aplicación que se le dió a este sistema fué en silos en 1924 en Alemania y en Rusia. Posteriormente en 1931 se aplicó en Alemania para la construcción de una torre de un tanque elevado para almacenamiento de agua. A partir de esta fecha, se sustituyeron los gatos mecánicos por los automáticos esto se hizo debido a los inconvenientes que presentaban los gatos mecánicos, ya que se necesitaba un operador por tres ó cuatro gatos y esto causaba un aumento considerable de carga viva en la cimbra, además que el ascenso de la cimbra no era uniforme.

Con el sistema de gatos automáticos se evitaron estos problemas ya que se necesitaba un solo operador para accionar una bomba que impulsa a los gatos a moverse hacia arriba todos al mismo tiempo teniendo así un ascenso uniforme de la cimbra.

Ya con el sistema de gatos automáticos, en 1932 se construyeron en Alemania chimeneas en forma cilíndrica, en 1933 diques en 1939 se aplicó el sistema para la construcción de torres para faros.

Más o menos a mediados de 1949, se empezó a tomar mayor interés para desarrollar medios más eficientes en el levantamiento de las cimbras deslizantes, tomando como objeto de mecanización completa de ellas y de automatización absoluta de las maniobras necesarias con el fin de lograr un levantamiento uniforme en todos los puntos de la cimbra deslizante, eliminando así el alto costo de la mano de obra que de otra manera se venía requiriendo para elevar la cimbra, cuando se utilizaban gatos mecánicos.

Muy pronto se diseñó un práctico gato escalador, el cuál podía operarse desde un solo punto central, sin importar el número de éstos. El levantamiento se obtuvo por medio de aceite sobre presión, proveniente de una planta de bombeo. Este tipo de gatos está diseñado para ascender por medio de impulsos hidráulicos, ó con ciertos arreglos por medio de neumáticos. Después de que se hubo despertado considerable interés, debido a un gran número de trabajos de cimbras deslizantes, efectuados en Suecia durante los años de 1949 y 1950, pronto se dio a conocer más ampliamente el sistema de cimbra deslizante.

En México, hasta ahora, este sistema se ha usado prácticamente solo en la erección de estructuras muy sencillas como silos y pilas, en algunas ocasiones en torres para tanques elevados, todas estas estructuras siendo de sección transversal constante en toda la altura, sin embargo se han hecho ya aquí algunos

intentos para la erección de otro tipo de estructura pero no han encontrado gran difusión.

DESCRIPCION DEL METODO

El sistema de cimbra deslizante consta fundamentalmente de dos elementos que son: La Cimbra propiamente dicha y el Sistema de Elevación.

La Cimbra está compuesta de dos elementos principales, que son el forro y la cercha. Estos elementos pueden ser de madera, metálicos ó mixtos (sus dimensiones oscilan entre 1m y 1.20m - en casos excepcionales de 2m). El molde o panel consta de un doble cimbrado de pequeña altura con la misma forma de las paredes que se van a hacer, de construcción muy rígida, exacta y no sujeta al terreno.

El Sistema de Elevación está formado principalmente, por un equipo de bombeo que transmite impulsos a presión a través de una red de tubería que conduce aceite a presión a un conjunto de gatos, que mediante un sistema de resortes y muelas acondicionado en su interior, suben por unas barras metálicas (de 25 a 32 mm de diametro), apoyadas en la superficie de desplante de la estructura a erigir, arrastrando en este movimiento a la cimbra.

La unión entre la cimbra y el sistema de elevación se hace por medio de un caballete ligado firmemente a la cimbra, y en el que va fijo el gato. Una vez instalado el equipo se vierte el concreto en la cimbra y a medida que endurece, se levanta pro-

gresivamente la cimbra arrastrada por los dispositivos de elevación de los que está colgada, los cuales suben sobre las barras metálicas por mando manual, neumático, hidráulico ó metálico. Con el empleo de este sistema es posible construir estructuras de concreto sin tener juntas de colado, dejando así una superficie aparente con muy buen acabado.

PRINCIPIOS DE CONSTITUCION Y FUNCIONAMIENTO

Los principios en que se basan las cimbras deslizantes son los siguientes:

I.- la cimbra deslizante es una instalación compleja que tiene que estar provista principalmente del espacio necesario para el vertido del concreto en el doble cimbrado de pequeña altura.

De una plataforma de trabajo superior y una ó dos inferiores, a niveles diferentes para realizar las diversas actividades requeridas, apoyando estas plataformas en la cimbra deslizante.

De una instalación de elevación de la que se cuelga toda la cimbra deslizante.

De una instalación de control de la horizontalidad de la cimbra deslizante, compuesta por un sistema de niveles de agua, y de una instalación de control de la verticalidad, compuesta por plomadas u otros dispositivos.

De una instalación eléctrica de iluminación para el trabajo--
nocturno.

De una instalación de agua para el riego ó curado de las pare--
des.

Esta compleja instalación esta concebida, para poder realizar--
todas las operaciones que componen la cadena tecnológica, sin--
que haya necesidad de cimbras y se desplaza a una velocidad fi
jala de antemano.

II.- Apoyo del peso del conjunto de la instalación por me--
dio de dispositivos de elevación constituyéndolo una serie de--
barras metálicas que descansan directamente en los cimientos ó
en el concreto endurecido.

III.- Utilización de la rigidez de las paredes para impedir
el pandeo de las barras de apoyo y la recuperación de las mis--
mas al terminar el deslizamiento.

IV.- El vertido del concreto se debe de hacer desde poca al--
tura en el cimbrado en capas delgadas de 10 a 20 cm lo que per--
mite su optima compactación y la aplicación de una nueva capa--
antes de que haya fraguado la precedente, de esta forma sea--
cual fuere la altura de la obra, resulta monolítica sin juntas
horizontales.

V.- Mecanización, en la mayor medida posible, de las operaciones de preparación, transporte, elevación y puesta en obra de todos los materiales y productos prefabricados para construir la obra.

VI.- Determinación de todos los medios de ejecución: maquinaria, materiales y equipos de trabajo en función del paso de la cadena tecnológica de manera que no haya extrangulaciones ni sobredimensionamientos.

VII.- Posibilidad de modificar la sección de la construcción a lo largo de la altura, modificando la cimbra deslizante durante la obra y adaptándole una serie de dispositivos especiales.

Estas serían principalmente las características necesarias para una perfecta utilización de la cimbra deslizante.

VENTAJAS Y CONDICIONES DE APLICACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

De entre las ventajas que presenta la cimbra deslizante con respecto a otros sistemas mencionaremos las siguientes que consideramos de mayor importancia:

a.- Se realizan simultáneamente numerosas operaciones que entre otros métodos de construcción se hacen sucesivamente, lo que conduce a una notable reducción del plazo de ejecución.

b.- Se suprimen los tiempos muertos y los estrangulamientos fijando el paso de la cadena tecnológica y dimensionando todos los medios en función de este paso, lo que asegura la continuidad del trabajo.

c.- Se consigue una gran velocidad de ejecución, alcanzando hasta 6.00 m. por día (e incluso más con equipos especiales) - velocidad que no puede alcanzarse por ningún otro método.

d.- Se alcanza una calidad superior de obra, como consecuencia de su monolitismo.

e.- Se obtiene un gran número de reutilizaciones, pueden hacerse con un mismo cimbrado deslizante una ó varias obras idénticas.

f.- Se crea la posibilidad de realizar, como piezas estandarizadas, una gran parte de los elementos de la cimbra deslizante que son independientes de la forma de la construcción; caballetes, etc., de esta manera se equipa a las empresas constructoras y se consiguen notables economías de materiales, tiempo y gastos.

g.- Se hace posible la construcción de obras de gran altura (100 m. e incluso más) sin andamios.

h.- Se obtienen economías sensibles de mano de obra mecanizando la mayor parte de las operaciones.

i.- Se reducen los acabados a una delgada capa de enlucido, gracias a la regularidad de las superficies obtenidas con cimbra deslizante.

CONDICIONES DE APLICACION

En contrapartida con las ventajas mencionadas anteriormente, el método exige una serie de condiciones obligatorias:

1.- El proyecto debe ser hecho por técnicos competentes, que conozcan a fondo el método de la cimbra deslizante y sus posibilidades, así como sus condiciones de aplicación.

2.- La ejecución de la obra debe ser dirigida por Ingenieros que hayan aplicado ya el método y adquirido los conocimientos y experiencias indispensables. También debe disponer la obra de material especial y personal especializado para la elevación del cimbrado.

3.- La obra debe disponer de personal en número suficiente para asegurar la continuidad del trabajo del día y de noche para que no haya interrupciones en el trabajo (aunque es posible la interrupción, pero no recomendable).

4.- Deben de planearse correctamente todas las actividades que componen la cadena tecnológica del método para evitar estrangulaciones de cualquier tipo.

5.- Las cimbras deben ser fabricadas y montadas muy exactamente debido a que las tolerancias son mínimas y un control de calidad muy estricto.

6.- Debe tener un buen sistema de nivelación y una supervisión estricta de ésta para la buena verticalidad de la obra.

7.- Deberá de haber control de calidad especial de los materiales que constituirán la obra, y el revenimiento requerido del concreto principalmente.

ELEMENTOS QUE LA CONSTITUYEN Y SU FUNCIONAMIENTO

La cimbra deslizante es una compleja instalación provista de todo lo necesario para realizar una cadena tecnológica de actividades. Entre los tipos más usuales de cimbras deslizantes se encuentran las compuestas por elementos de madera y de metal que son los que se han utilizado actualmente.

Las cimbras deslizantes se componen de las siguientes partes:

La cimbra propiamente dicha, constituida por paneles, que ensamblados en el lugar en que se va a colocar el concreto, rodean las paredes, de la construcción en toda su sección horizontal.

Los Caballetes, que mantienen los paneles de la cimbra en la posición indicada en el proyecto, contrarrestando su tendencia a separarse bajo el empuje del concreto fresco, además por medio de ellos los paneles se elevan al poner en marcha los dispositivos de elevación.

Dispositivos de Elevación, (gatos) que sujetándose sobre las barras de apoyo, arrastran hacia arriba todo el conjunto de la cimbra deslizante.

Barras de apoyo Metálicas, que reciben (a través de los gatos) todo el peso de la cimbra deslizante y lo transmiten directamente a la cimentación de la obra.

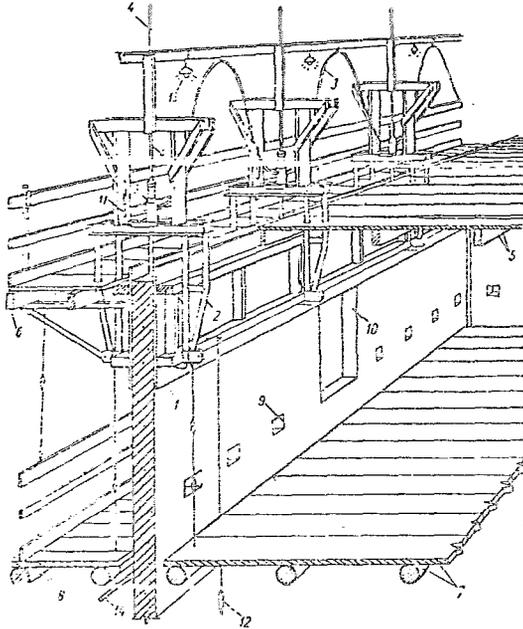
Plataformas de Trabajo, a partir de las cuales se realizan todas las operaciones necesarias para el vertido del concreto que forman las paredes de la construcción; están normalmente escalonadas en dos niveles diferentes, las superiores, conectadas directamente a los paneles de la cimbra, y las inferiores colgadas de aquellas con cadenas o barras de acero; las dos plataformas tienen funciones diferentes, sirviendo las superiores para el acopio de materiales, colocación de armaduras, montaje de marcos y moldes para los huecos y aberturas, y las inferiores para vigilar el concreto que ha salido de la cimbra, para retocarlo si hace falta para acabar las paredes, para desmontar los marcos y moldes de los huecos, etc.

Entramados-Soportes, para las instalaciones y las armaduras que se montan sobre los caballetes y forman con una serie de elementos longitudinales que pasan de un entramado a otro, un sistema especial que sigue el trazado de las paredes y soporta las instalaciones eléctricas, de aceite, y de nivelación, sirve al mismo tiempo para el acopio de armaduras, barras de apoyo y cables de tensado si los hay en la obra.

Redes de las diferentes instalaciones, (de aceite, nivelación, eléctricas de agua, sanitarias, de señalización, telefónica, etc.,) necesarias para el funcionamiento de la cimbra deslizante.

Marcos y Moldes, para realizar huecos y aberturas en las pa redes de la obra; aunque no estén unidos a la cimbra constituyen sin embargo, una parte necesaria para cimbrar las paredes.

Dispositivos Diversos, que completan los ya indicados y con tribuyen al trabajo normal sobre la cimbra deslizante, tales - como los separadores de las armaduras, dispositivos para obtener canales y resaltos especiales, los bloques de concreto, -- etc. (ver Fig. 1).



ESQUEMA DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Fig. 1., 1.- Paneles del encofrado, 2.- Caballete, 3.- Dispositivo de elevación, 4.- Barras metálicas de apoyo, 5.- Plataforma de trabajo superior interior, 6.- Plataforma de trabajo superior exterior, 7.- Plataforma de trabajo inferior interior, 8.- Plataforma de trabajo inferior exterior, 9.- Aberturas de apoyo de los forjados, 10.- Hueco de puerta o ventana, 11.- -- Instalación para el control de la horizontalidad, 12.- Instalación para el control de la verticalidad, 13.- Instalación eléctrica, 14.- Instalación de agua.

PANELES DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Los paneles del cimbrado es la cimbra o molde, que da al concreto la forma y dimensiones previstas en el proyecto y las mantiene hasta que endurece, se enlazan de manera que tomen la forma de las paredes en toda la planta de la construcción, los paneles del cimbrado deben estar formados de manera que satisfagan las siguientes condiciones:

Tener la cara en contacto con el concreto tan lisa como sea posible.

No deformarse, en carga o a causa de la humedad del concreto más allá de los límites admitidos.

Permitir la conservación de la inclinación prescrita.

Los paneles del cimbrado pueden ser de madera, metal, mixtos o de cualquier otro material que pueda soportar las sollicitaciones a las cuales va a estar sometido y que tenga suficiente resistencia al desgaste.

Los paneles de madera de formas corrientes, que son los más usados en la actualidad, se componen de dos partes principales:

- a) La pared del panel (plana o curva)
- b) La estructura del panel

La pared del panel es la parte que entra en contacto con el concreto, recibe su empuje y le da su forma final cuando endurece.

Su altura varía de 1 a 1.4 m., esto se fija en función de la velocidad de deslizamiento y del tipo de caballete empleado.

En las obras industriales y de Edificación normales, la altura de la pared de los paneles es de 1.15-1.20 m., y su longitud depende de la distribución de los paneles en el plano horizontal de la obra. De las dimensiones de los materiales disponibles, así como de las posibilidades de transporte de los paneles de un lugar a otro.

Los paneles pueden ser tablas cepilladas de 8-10 cm., de ancho y de 2.8 cm., de espesor con hembra y macho (Juelas). Conectadas a la estructura resistente con un espaciamiento de 4- a 5 mm., entre ellas, estas tablas entran en contacto directo con el concreto.

Otra forma es de tablas de 3.8 cm., en forma de cuña o de tablas más finas de 2.4-2.8 cm., de espesor, con la cara que va a estar en contacto con el concreto forrada de chapa decapada de 0.4-0.5 mm., de espesor, en este caso las tablas pueden ser más anchas de 12-15 cm., que las que están en contacto directo con el concreto y su espaciamiento puede ser de 1-1.5 cm.

La solución más usual es la de chapado porque con el forro de la chapa se impide el hinchamiento de la madera a causa de la humedad del concreto. Sin embargo, en ambos casos las tablas deben ser de buena calidad (3a. clase para los no chapados ó en forma de duela y de 4a. para los de chapa descapada ó desoxidada), sin fisuras, nudos, ni zonas podridas que podrían disminuir la resistencia de las piezas.

Una vez hechos los moldes es recomendable barnizarlos con alguna resina epoxica para que el concreto tenga un acabado aparente y sea mejor el deslizamiento ademas que adquiere una buena impermeabilización para la humedad del concreto.

La estructura del panel de la cimbra deslizante debe estar rigidizada en todas direcciones y constituir con la pared del panel un elemento capaz de resistir todas las sollicitaciones que aparecen durante el vertido del concreto y el deslizamiento del cimbrado, y esta estructura se forma por cordones, montantes y cartelas, estas estructuras son normalmente de madera o acero.

Los cordones son la parte más importante de la estructura ya que constituyen el elemento resistente básico del panel y determinan la forma de la construcción en su conjunto. Los cordones soportan el empuje del concreto sobre la distancia entre los caballetes, el peso de la plataforma y otras sollicita-

ciones que aparecen durante el deslizamiento. Según la posición que tienen en el cimbrado se les da el nombre de cordones superiores e inferiores.

Debe tenerse muy en cuenta la exactitud de estos cordones - por que de ello depende la exactitud de la forma y dimensiones de los paneles del cimbrado. Pueden estar formados de dos tablones de 4.8 cm., de espesor cada uno, su anchura varía de 15 a 25 cm., según el tipo de cimbra (plano o curvo). En las cimbras curvas los cordones de un mismo panel tienen una anchura variable de 22 cm., la mayoría de las veces debe de confinarse con tablas de 25-30 cm., de anchura. El montaje de los cordones con los paneles se hace clavandolos de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

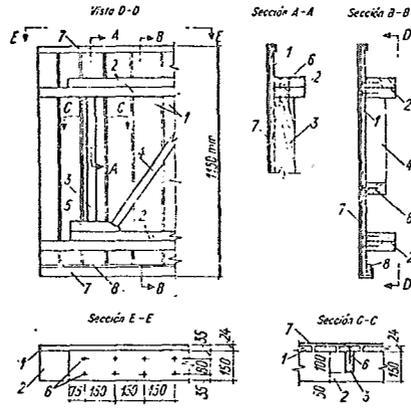
Los montantes diagonales y cartelas forman el resto de la estructura y su misión es fijar los cordones y formar con ellos una viga en celosía, que resista mejor las sollicitaciones a que está sometido el panel durante el deslizamiento.

La viga en celosía que forman la estructura puede considerarse apoyada en los puntos en que el panel está sostenido por los caballetes, y sometido a las cargas debido al peso propio del panel a las vigas de las plataformas de trabajo (superior e inferior) y al empuje del concreto, a las que además se añade la fricción entre el concreto y la cimbra cuando está en desliza-

miento.

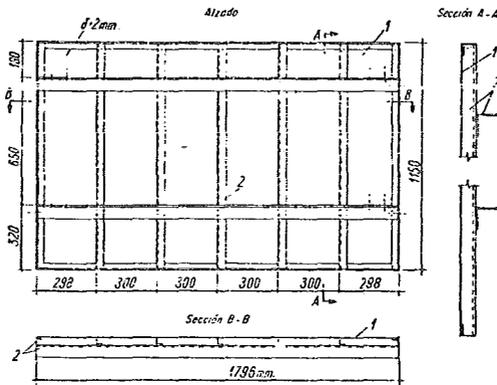
Los montantes se colocan normalmente frente a los caballetes en los extremos de los paneles, al lado de los ángulos -- del cimbrado de una célula y los diagonales. Llegan a las -- cartelas en el resto de la longitud del panel, estas piezas -- se hacen de tablas de madera de 3.8 a 4.8 cm., de espesor. -- Los montantes y las diagonales tienen normalmente una anchura inferior a la de los cordones (10-14 cm.). Las cartelas son -- generalmente hechas del mismo ancho que el montante, los montantes se fijan a los cordones con clavos y también las cartelas, dando el cálculo el número de estos.

Ya confeccionados los montantes, diagonales y cartelas se montan una vez que el entablado se ha fijado a los cordones -- con objeto de asegurar el acomodamiento necesario para transmitir los esfuerzos. Los paneles deben construirse sobre -- plantillas cuya tolerancia será inferior a 1 mm. (ver Fig.- II).



UNION DE LOS ELEMENTOS DEL PANEL

Fig. II, 1.- Pared, 2.- Cordones, 3.- Montantes, 4.- Diagonales
5.- Cartelas, 6.- Clavos, 7.- Forro de chapa, 8.- Refuerzo de la parte inferior de la pared del panel.



PANEL DE LA CIMBRA METALICO

Fig. III, 1.- Pared de chapa de 3 mm. de espesor, 2.- Elementos de estructura del panel.

Paneles Metálicos.- Se puede emplear con éxito una cimbradeslizante de paneles metálicos si se garantiza a los mismos - un número de reutilizaciones equivalente de 1000 a 1500 aproximadamente, lo que corresponde a una altura de deslizamiento de unos 1200 a 1800 metros. La realización de una altura de deslizamiento de este orden represente para las alturas de construcción corrientes (de unos 30 metros) a 40-60 obras ejecutadas ó a utilización del panel de 4 a 5 años. Por esta razón - hay peligro de desgaste, incluso antes de que los gatos que -- exige la confección de la cimbra hayan sido amortizados, por -- eso en estas condiciones las cimbras deslizantes de paneles me--tálicos solo son convenientes si son del tipo universal y so--bre todo como cimbras especiales para obras de gran altura.

Las cimbras metálicas si están bien proyectadas son más resistentes que las de madera al desgaste que produce su montaje y desmontaje. Los paneles metálicos tienen su estructura formada por perfiles en (U.I.L.) y sus paredes son de chapa de 2-4 mm., de espesor, fijada con soldadura o cualquier otro método a la estructura. Los paneles metálicos de la cimbra deslizante proporcionan un débil aislamiento térmico y provoca por ello dificultades en el deslizamiento ya que calientan excesivamente el concreto y aceleran su fraguado en tiempo caluroso o favorecen su congelación en invierno. (ver Fig. III).

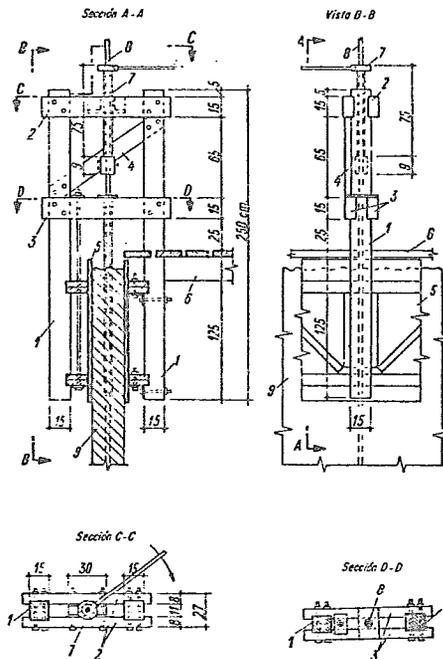
CABALLETES Y VIGAS DE ARRASTRE DE LOS PANELES

Los caballetes tienen por objeto impedir el desplazamiento lateral de los paneles de la cimbra, que podría ser provocado por el empuje del concreto fresco y arrastrar el cimbrado deslizante, elevándolo verticalmente.

Los caballetes deben cumplir las siguientes condiciones:
Ser capaces de resistir los esfuerzos (momentos, esfuerzos axiales, y cortantes) debidos a las cargas máximas de servicio, de manera que no se produzcan deformaciones superiores a las admisibles (flecha inferior a 2 mm.).

Los caballetes se componen, en principio de dos montantes -- verticales o una o dos traviesas horizontales, unidos de manera que formen un marco rígido que fije los paneles de la cimbra y que sobrepasen la plataforma de trabajo superior y sujete a sus dispositivos de elevación, pueden ser de madera o de metal.

Los caballetes de madera se emplean en los casos en que se utilicen gatos manuales, es decir en las obras aisladas de pequeña superficie en planta (pilas de puentes, chimeneas etc.)-- situadas en lugares que no hay suministro de energía eléctrica y no es rentable emplear una instalación mecanizada. Los caballetes de madera tienen el inconveniente de desgastarse rápidamente de manera que después de 3 o 4 utilizaciones ya no pueden asegurar una suficiente precisión de trabajo. (ver Fig. VII).



CABALLETE DE MADERA

Fig. VII, 1.- Montante del caballete, 2.- Traviesa superior, -
 3.- Traviesa inferior, 4.- Diagonal, 5.- Panel de la cimbra, -
 6.- Plataforma de trabajo superior, 7.- Gato de rosca, 8.- Barra de apoyo, 9.- Pared de concreto.

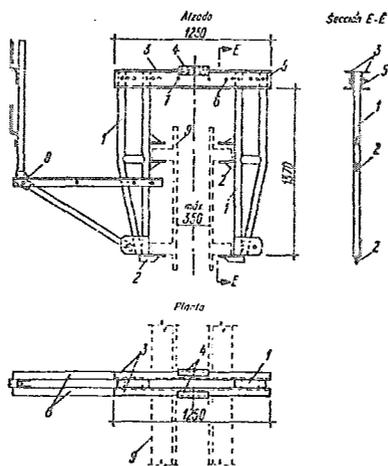
Los caballetes metálicos son actualmente los más extendidos en el caso de que se utilizan los gatos hidráulicos, neumáticos mecánicos y electromecánicos.

Los tipos que se utilizan más frecuentemente son los Interconsult y Concretor-Prometo.

En el tipo Interconsult los montantes son tubos de 50 mm., de diámetro soldados y la traviesa está formada por dos perfiles U 12 los montantes llevan cada uno dos ménsulas para arrastrar los paneles de la cimbra, mientras que la traviesa lleva en su parte superior dos garras, para fijar el apoyo del gato. Cada montante se enlaza a la traviesa con dos tornillos. La distancia entre montantes puede ajustarse de 5 en 5 cms., colocando los tornillos en diferentes agujeros. Lo que da la posibilidad de ejecutar paredes de espesor variable de 10 a 35 cms.

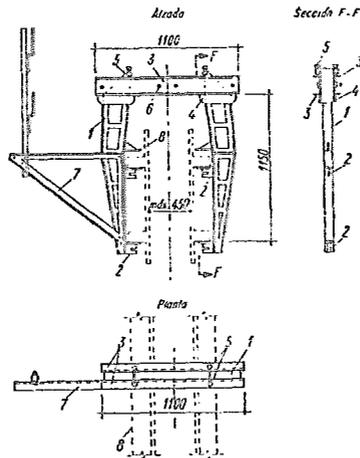
En el caballete tipo Concretor-Prometo, los montantes están formados por perfiles de pequeñas dimensiones, mientras que la traviesa como en el tipo anterior, está formada por dos perfiles U 12. Este modelo de caballetes puede ser empleado por paneles metálicos como de madera.

La unión entre los montantes y la traviesa difiere del tipo anterior, pues permite un ajuste continuo de la distancia entre montantes, al estar fijados estos a la traviesa con tornillos a presión y con dos placas de apoyo horizontales, con este tipo de caballetes se pueden ejecutar paredes de 10 a 45 cms. de espesor. (ver Fig.IX).



CABALETE DEL TIPO INTERCONSULT

Fig. VIII, 1.- Montante del caballete, 2.- Ménsulas de arrastre, 3.- Traviesa, 4.- Garras para fijar el gato al caballete, 5.- Tornillos para fijar la traviesa al montante, 6.- Agujeros para los tornillos, 7.- Tornillos para fijar la traviesa, 8.- Ménsula para soportar la plataforma de trabajo superior, 9.- Paneles de la cimbra.



CABALLETE DEL TIPO CONCRETOR-PROMETO

Fig. IX, 1.- Montantes del caballete, 2.- Ménsula de arrastre, 3.- Traviesa, 4.- Placas para fijar los montantes, 5.- Tornillos a presión para fijar los montantes a la traviesa, 6.- Tornillos para sujetar la traviesa, 7.- Ménsula para soportar las plataformas de trabajo superiores, 8.- Paneles de la cimbra.

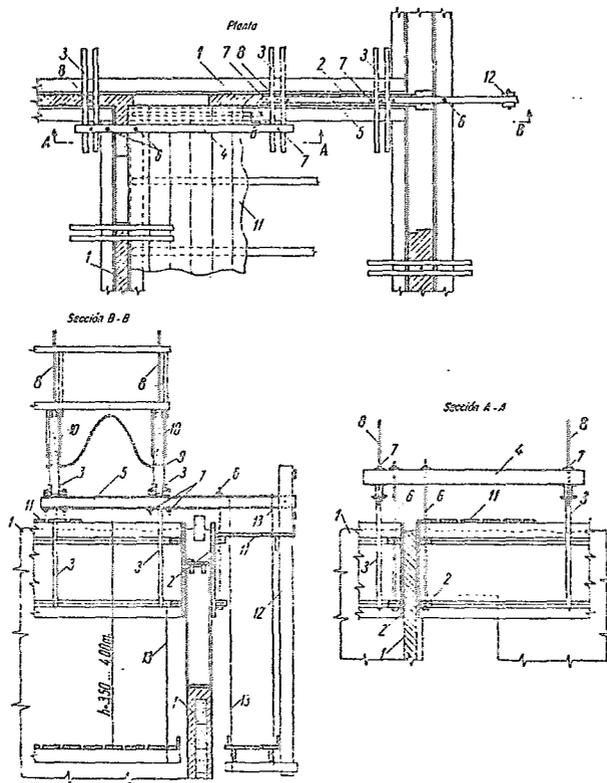
Vigas de arrastre.- Otra solución de colgar los cordones en la porción de panel considerada de vigas metálicas o de madera que se apoyan sobre los caballetes portantes más próximos.

Estas vigas arrastran los paneles en su movimiento vertical por medio de tirantes metálicos de 16 mm., de diámetro. Empleando juiciosamente caballetes previstos de gatos (caballetes - sin gatos no portantes) o vigas de arrastre, que considerados separadamente no cumplen más que una de las dos funciones, se pueden resolver todas las situaciones que se produzcan en la obra.

En los casos más complicados, en donde en una misma zona -- son necesarias dos vigas de arrastre, una para los paneles en la cimbra interior y otra para los paneles y plataformas de -- trabajo exteriores, se recomienda que las dos vigas de trabajo que se utilicen sean metálicas ya que son más rígidas y ocupan menos espacio.

Pero también pueden ser no obstante, de madera, en cuyo caso se montaran dos vigas por encima de los caballetes en lugar de una viga metálica en voladizo.

Las vigas de arrastre son normalmente de 10 x 17 ó 10 x 20 cms., y sus longitudes entre 2 y 3 m., mientras que las vigas metálicas tienen sección rectangular cerrada y soldada para permitir el paso de las barras de apoyo. (ver Fig. 1).



VIGAS DE ARRASTRE PARA LOS PANELES DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Fig. X, 1.- Pared de concreto, 2.- Panel de la cimbra, 3.- Caballete portante, 4.- Viga de arrastre de madera, 5.- Viga de arrastre metálica, 6.- Tornillo tirante para el arrastre de la cimbra, 7.- Tornillo para fijar la viga del caballete, 8.- Barra de apoyo, 9.- Gato, 10.- Entarimado-soporte para las instalaciones, 11.- Entarimado de la plataforma de trabajo, 12.- Tirantes verticales para sostener las plataformas colgadas.

INSTALACION DE ELEVACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Los dispositivos de elevación se les conoce con el nombre de gatos.

Los gatos, sea cual sea su construcción y forma de accionamiento, se montan sobre unos elementos portantes (barras de sección rellena, tubos o vigas) que transmiten las cargas directamente a los cimientos al pie de las paredes ya endurecidas, y que elevan la cimbra deslizante con todas las instalaciones, materiales y personal.

Durante mucho tiempo la energía que ponía en movimiento estos gatos era la proporcionada por los obreros, y que poco a poco ha sido reemplazada por la energía que proporcionan las máquinas llevadas hasta los gatos por transmisiones mecánicas (con árboles y ruedas dentadas), aire comprimido (en los gatos neumáticos) o aceite y presión (en los gatos hidráulicos).

Gatos de rosca de mando manual.- Este tipo de gatos forma parte de la categoría de los primeros dispositivos de elevación utilizados en la técnica de cimbra deslizante. Los hay de diversos tipos en cuanto a constitución, pero todos tienen el mismo principio de funcionamiento.

Un gato de rosca de mando manual, está formado por cuatro partes: tuerca, eje roscado, pieza para impedir el movimiento-

de rotación (pieza de torsión) y manguito de fijación (de bloqueo). (ver Fig. XI).

La tuerca va fijada a la traviesa superior del caballete de madera con dos tornillos y está provista de una rosca interior que se corresponde con la del eje de rotación, cuando gira el eje la rosca de la tuerca desliza sobre la del eje.

El eje roscado es hueco para permitir el paso de la barra de apoyo y esta provisto de una cabeza cuadrada. Se introduce la pieza que sirve para imprimir el movimiento de rotación, -- mientras que la cabeza cilíndrica se apoya sobre el manguito de fijación en un alojamiento que le permite girar durante la rotación del eje.

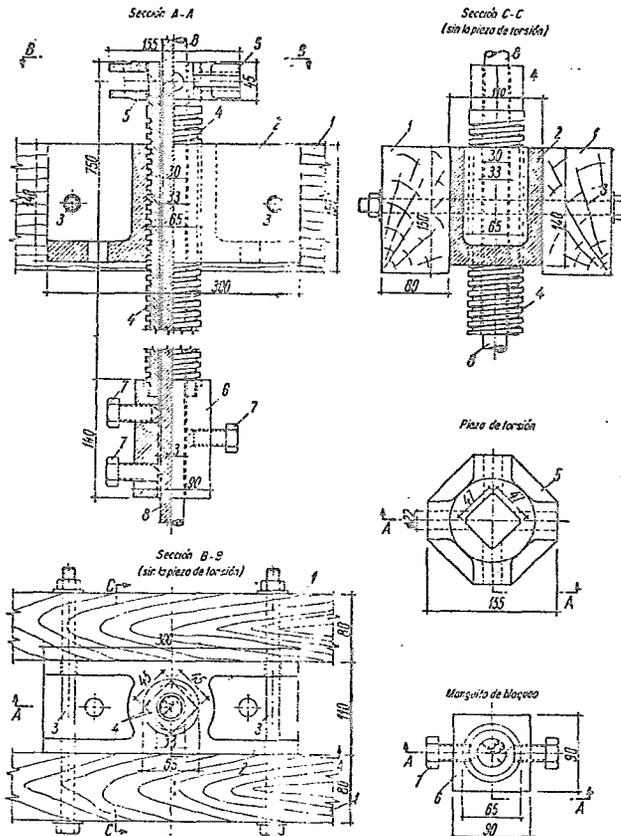
Para poner el gato en funcionamiento, se gira a mano la pieza que sirve para imprimir el movimiento de rotación, por medio de la palanca introducida para ello en uno de los cuatro agujeros dispuestos en cruz. Cuando gira la pieza, el eje roscado gira también y durante este tiempo la tuerca se levanta y arrastra hacia arriba el caballete y la cimbra deslizante. Durante su funcionamiento el gato entero se apoya sobre la barra a través del manguito de fijación.

Cuando la traviesa inferior del caballete llega a la altura del manguito de fijación, se levanta el eje roscado girando en

sentido inverso, mientras la carga debida a la cimbra es sopor-
tada por los gatos vecinos. Se suelta a continuación el man-
guito de fijación, se desplaza hacia arriba hasta que esté en-
contacto con el eje roscado y se fija en su nueva posición, --
después de la cual el gato se encuentra dispuesto para una nue-
va elevación.

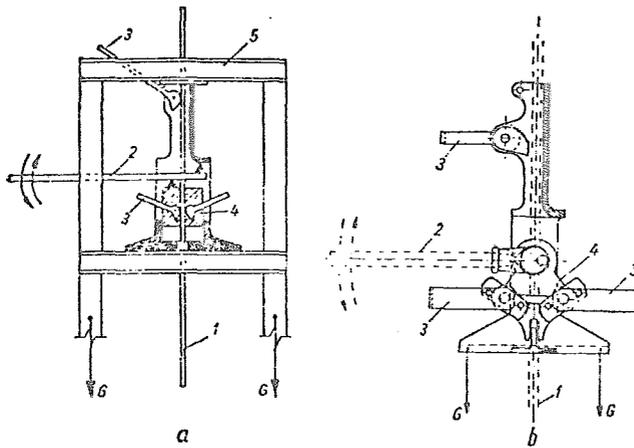
Gatos de palanca.- Estos gatos trabajan en paso de " pere-
grino " sujetándose sobre una barra por movimientos de pequeña
amplitud y repetidos, para elevarse en cada ciclo 5 mm., y ba-
jar después 2 o 3 mm., se afirma que estos movimientos alterna-
tivos producen una compactación del concreto, realizando al --
mismo tiempo el cierre de las eventuales fisuras aparecidas en
él durante la elevación del cimbrado; pero además de los gol-
pes violentos que soporta la cimbra en cada descenso de estos-
3 mm.

Estas bajadas representan un gasto de energía de un 60% a -
diferencia de los gatos de rosca. Estos gatos están provistos
de un disco móvil excéntrico que trabaja como una palanca que-
levanta el gato y otra que frena el descenso del mismo, apoyan-
do una agarradera lentada sobre la barra de apoyo. Además en-
su parte inferior estos gatos tienen otras dos agarraderas, for-
madas cada una de ellas por un excéntrico dentado, que tiene -
también la misión de bloquear el gato sobre la barra. (ver Fig.
XII).



GATO DE ROSCA DE MANDO MANUAL

Fig. XI.- Traviesa superior del caballete, 2.- Tuerca, 3.- Tornillos para fijar la tuerca a la traviesa superior del caballete, 4.- Eje roscado, 5.- Pieza de torsión, 6.- Manguito de bloque, 7.- Tornillo para fijar el manguito a la barra, 8.- Barra de apoyo.



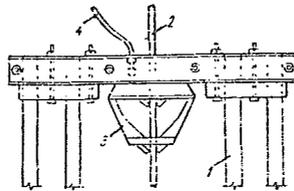
SISTEMA DE GATO DE PALANCA

Fig. XII, a) Esquema funcional, b) Vista lateral, 1.- Barra de apoyo, 2.- Palanca de elevación, 3.- Palanca de frenado, 4.- apoyo deslizante, 5.- Caballete, G.- peso de la cimbra deslizante

Los gatos neumáticos en diferentes países se emplean con éxito, gatos accionados por el aire comprimido suministrado por un motocompresor corriente, a una presión de 5 a 6 atmosferas.

Estos gatos se conectan al generador de aire comprimido con tubos rígidos (metálicos) o flexibles (de caucho), se sujetan a barras de acero de 26 mm., de diámetro. La carrera normal del pistón es de 12.7 mm., (1/2 pul.) pero puede ajustarse a otros valores según las necesidades. (ver Fig. XIII).

Este sistema de gatos ha sido utilizado para ejecutar diferentes construcciones elevadas, mostrando ser bastante simple, rápido y exacto, en relación con los gatos manuales, los neumáticos constituyen una importante mejora cualitativa, ya que utilizan energía suministrada por máquinas, pudiendo además actuar simultáneamente por mando centralizado.

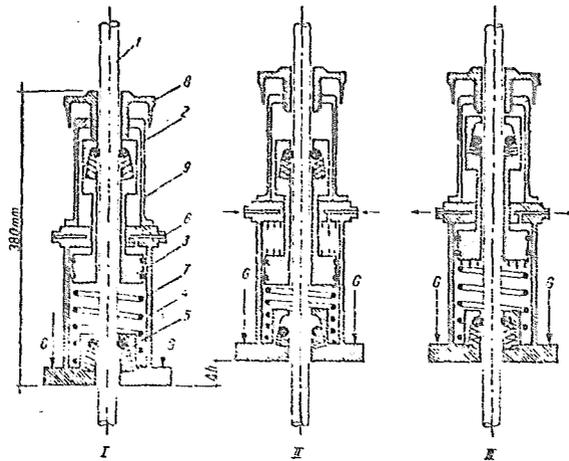


SISTEMA DE GATO NEUMATICO

Fig. XIII, 1.- Caballete, 2.- Barra de apoyo, 3.- Gato neumático, 4.- Conductos de aire.

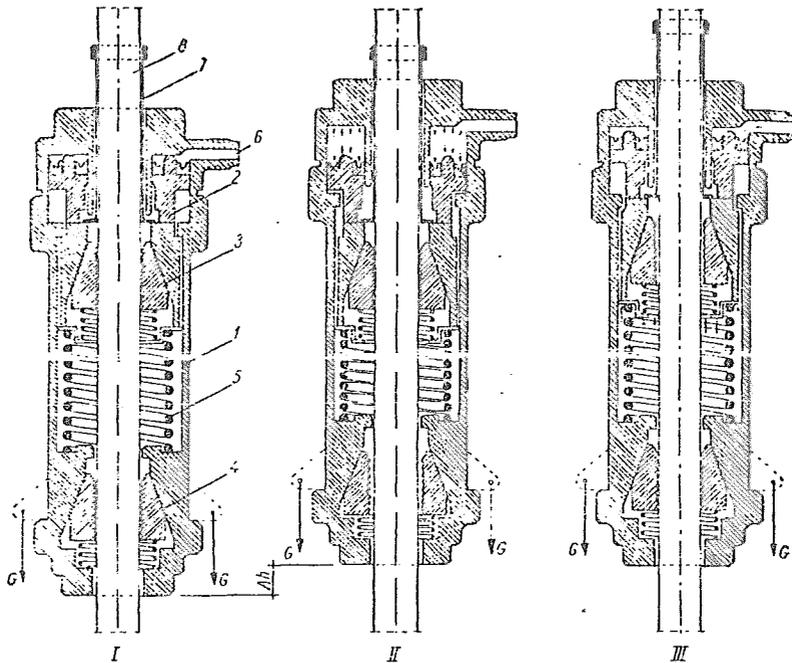
Gatos hidráulicos.- Las instalaciones de elevación más extendidas en las obras son los que utilizan gatos hidráulicos.- Aparte de éstos las instalaciones comprenden los conductos de presión y las bombas de aceite. Las instalaciones hidráulicas de elevación más frecuentemente empleadas son de dos tipos que difieren por su construcción, pero que se basan en el mismo -- principio de funcionamiento, (tipo Interconsult y Concretor-Prometo). (ver figs. XIV y XV).

El mecanismo es el siguiente: La bomba accionada eléctricamente eleva la presión de aceite, transmitiéndose esta presión por los conductos a los gatos, con lo que estos últimos suben por las barras de apoyo y arrastran con ellos a la cimbra les-lizante.



FASES DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS GATOS HIDRAULICOS DE BOLAS DEL TIPO INTERCONSULT

Fig. XIV.- 1.- Barra de apoyo, 2.- Agarradera superior, 3.- pistón, 4.- Cilindro (cuerpo de bomba), 5.- Agarradera inferior, 6.- Conducto para la entrada y salida del aceite, 7.- Resorte para devolver el pistón, 8.- Tapa para el reglaje del gato, 9.- Cierre superior, 10.- 15 mm. paso del gato.



GATOS HIDRAULICOS TIPO CONCRETOR-PROMETO

Fig. XV, a) I,II,III, fases del funcionamiento del gato de mandíbulas de 3 toneladas de capacidad, 1.- Cuerpo de bomba, 2.- Pistón anular, 3.- Agarradera superior, 4.- Agarradera inferior, 5.- Resorte del retorno del pistón a su posición inicial, 6.- conducto para la entrada y salida de aceite, 7.- Tubo limitador de carrera, 8.- Barra de apoyo, G.- Carga debida a la cimbra deslizando, Δh .- Paso del gato.

BOMBAS DE ACEITE

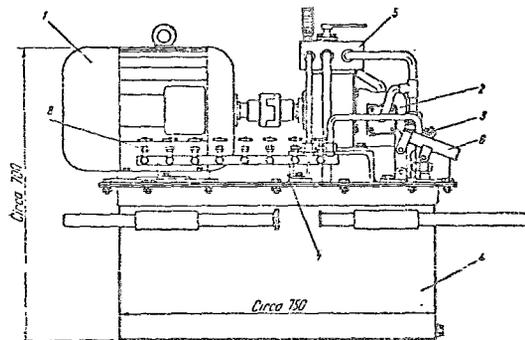
Las bombas empujan el aceite en la instalación de elevación y suben la presión en toda la red hasta el valor necesario para hacer funcionar los gatos, estas bombas se dirigen por mando eléctrico.

Cuando se pone en marcha el motor eléctrico, la bomba aspira el aceite del depósito, y lo hace pasar a través del filtro, - enviándolo al bloque de mando y de éste al distribuidor, desde donde por medio de los grifos de distribución se envía a los - circuitos de la instalación de elevación.

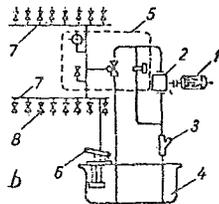
Al seguir funcionando el motor, la presión del aceite sube progresivamente. Cuando alcanza unas 20 atmósferas, lo que corresponde a una fuerza de elevación por gato de 1 000 Kg., los gatos menos cargados y los más próximos a la bomba comienzan a elevarse, y son progresivamente seguidos por los restantes gatos, a medida que aumenta la presión de la red. Una vez que -- todos los gatos se han elevado el motor continúa funcionando y la presión sigue subiendo hasta unas 60 atmósferas, momento en que se abre la válvula superior. En ese momento se hace volver el aceite de la red al depósito de la bomba, empujado por los pistones de los gatos accionados por los resortes situados debajo de ellos, que estaban comprimidos durante la elevación.

Para proteger las bombas contra la intemperie, se alojan en

una cabina cubierta, construida de forma que permita al mecánico manejarlas sin dificultad. (ver Fig. V).



a



GRUPO DE BOMBEO

Fig. No.V, a).- Vista lateral de la bomba electrohidráulica,--
 b).- Esquema de funcionamiento, 1.- Motor, 2.- Bomba, 3.- Filtro. 4.- Depósito, 5.- Bloque de mando, 6.- Bomba manual, 7.- Distribuidor, 8.- Grifo.

CONDUCTOS DE CONEXION ENTRE LOS GATOS Y LAS BOMBAS DE ACEITE

Los conductos de conexión entre los gatos y las bombas pueden ser flexibles (tubos de caucho de 10 mm. de diámetro, interior, armados con una malla de acero), formados por trozos de 3.5 m. de longitud y provistos de empalmes de tuerca en sus extremos, o bien metálicos, de acero o cobre, formados también por trozos y provistos de piezas de empalme adecuadas (juntas y codos).

Los tubos flexibles y los conductos deben montarse con cuidado para que no haya pérdidas de aceite en las juntas y empalmes. Los tubos flexibles se colgarán de las barras soportes -- por encima de los caballetes y se protegerán en los puntos de suspensión y en las zonas de paso cerca de las armaduras, para evitar su deterioro y rotura.

BARRAS DE APOYO

Las barras de apoyo son elementos que soportan todo el peso de la cimbra deslizante, a través de los gatos que se sujetan a ellas y lo transmiten directamente a la cimentación de la obra, sin cargar el concreto de las paredes que sin embargo les impide el pandeo.

El diámetro de las barras y calidad del acero de que están hechas depende del tipo de gato utilizado; su diámetro varía de 25 a 32 mm., y el acero empleado suele ser de calidad superior.

En la actualidad se emplean barras de acero semiduro de una resistencia y tracción de al menos $4,400 \text{ kg/cm}^2$, estirados en frío. Las barras pueden tener las longitudes comprendidas entre 1.50 y 4.00 m., y su unión se hace por soldadura si va a quedar en el concreto, en cuyo caso se emplean como armaduras de la estructura de la obra. Si se quieren recuperar al terminar el deslizamiento, se tendrán medidas especiales para que no se peguen al concreto de las paredes, y se juntan atornillándolas hasta el fondo de los agujeros roscados que se taladrarán en sus extremos. Se vigilará desde el comienzo del deslizamiento que las juntas de todas las barras de apoyo de la obra, no estén en el mismo plano horizontal.

Se separarán en vertical, de forma que en cada plano horizontal-haya el mínimo posible de ellas. Para ello es recomendable -- que las primeras barras que se metan en los gatos tengan longi- tudes tan diferentes como sea posible.

VAINAS PARA LA RECUPERACION DE LAS BARRAS DE APOYO

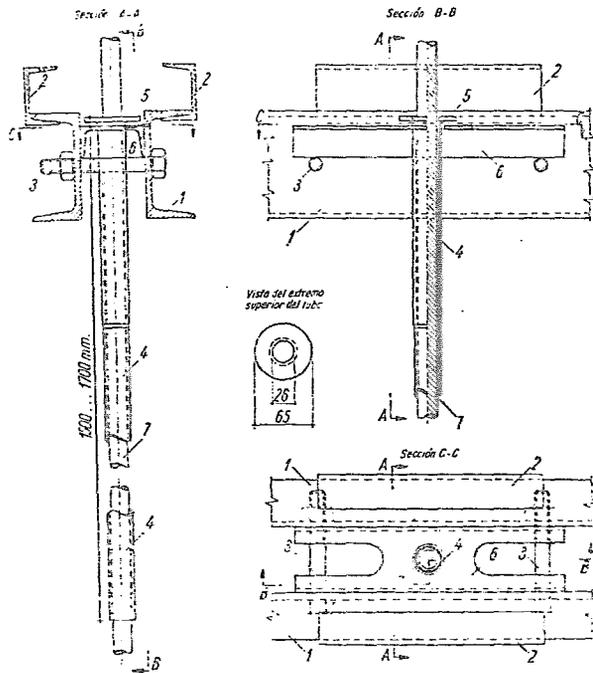
Para recuperar las barras de apoyo se toman medidas, para e- vitar que el concreto se pegue a ellas, haciendo agujeros en - el concreto de diámetro superior en 3 o 4 mm., al de aquéllas.

Las barras permanecen en el interior de estos canales verti- cales hasta que acaba el deslizamiento, extrayéndolas después.

Estos canales pueden hacerse de tubos (llamados vainas) fija- dos a los caballetes que envuelven las barras de apoyo en cier- ta altura, y que en su movimiento ascendente con la cimbra, de- jan tras ellos agujeros cilíndricos.

Pueden ser tubos de acero de 26 a 27 mm., de diámetro inte- rior y de 30 a 35 mm., de diámetro exterior, la extremidad in- ferior de las vainas debe estar al mismo nivel que la arista - inferior de los paneles de la cimbra, en el caso de caballetes y cimbras normales, la longitud de las vainas es de 1.50-1.70m.

(ver Fig. XVI).



VAINA PARA LA RECUPERACION DE LAS BARRAS DE APOYO Y SU SOPORTE

Fig. XVI, 1.- Perfiles U12 que forman la traviesa del caballete, 2.- Perfiles U6,5 que forman las agarraderas del caballete, 3.- Tornillos para apretar la traviesa sobre los montantes del caballete, 4.- Vaina, 5.- Collar de la vaina, 6.- Soporte de la vaina, 7.- Barra de apoyo.

PLATAFORMAS DE TRABAJO

Papel funcional y condiciones generales de las plataformas:

Desde el punto de vista funcional y de posición en el espacio, las plataformas de trabajo se clasifican en plataformas superiores e inferiores.

1.- Las plataformas superiores sirven para la circulación del personal, para soportar las herramientas, maquinaria, dispositivos e instalaciones precisas para el funcionamiento de la cimbra deslizante y para efectuar todas las operaciones necesarias para el concreto de las paredes, como son el transporte y acopio de los materiales, el montaje de las armaduras en las paredes, la colocación de marcos y moldes en los huecos, el vertido y compactación del concreto, la maniobra de control de la instalación de elevación y otras instalaciones y control del deslizamiento etc.

2.- Las plataformas inferiores (colgadas) sirven para la circulación del personal, para el control del concreto que sale del cimbrado, para el transporte de los materiales necesarios, y para la ejecución de eventuales retoques y del acabado de las paredes, para el desmontaje de los marcos y moldes de los huecos, etc., están colgadas a 3.5-4.0m., bajo las plataformas de trabajo superiores.

Cuando las operaciones a efectuar sobre la plataforma inferior exige mucho tiempo, se monta una segunda plataforma inferior, bajo la primera. Estas plataformas se colocan tanto en el interior como en el exterior del panel de la cimbra deslizante.

Los elementos que constituyen las plataformas son los siguientes:

Los entarimados que normalmente son de madera. El de las plataformas superiores se forman por tablas de 4.8 cm., de espesor, mientras que el de las inferiores lo está por tablas de 3.8 cm., debiendo tener estos elementos al menos 18 cm., de ancho para resistir los efectos de las cargas concentradas.

El entarimado superior debe estar provisto de una trampilla de unos 70x80 cm., en cada célula (de metal o madera) que permitan el descenso a las plataformas inferiores.

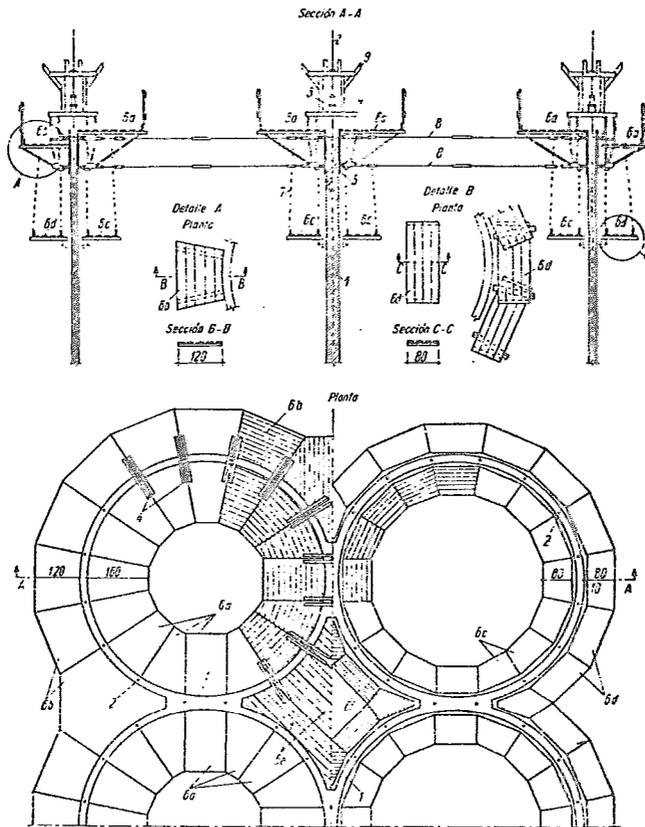
Los elementos que soportan a los entarimados que pueden ser sustentadas de distintas maneras; según las luces a cubrir, los materiales que se empleen y las exigencias especiales que haya que satisfacer en cada caso.

En el caso de plataformas anulares, empleadas normalmente para silos de diámetro medio (6-12 m.) o grandes de (12 en adelante) la estructura resistente, en las plataformas superiores,

esta formada por las ménsulas de los caballetes; en las plataformas inferiores se forma una serie de vigas cortas, de (10 x 15) ó rotillos de (10-14 cm.) de diámetro colgados en las ménsulas de los caballetes con cadenas o tirantes de acero de -- 10 mm. ,de diámetro. (ver Fig. XVII).

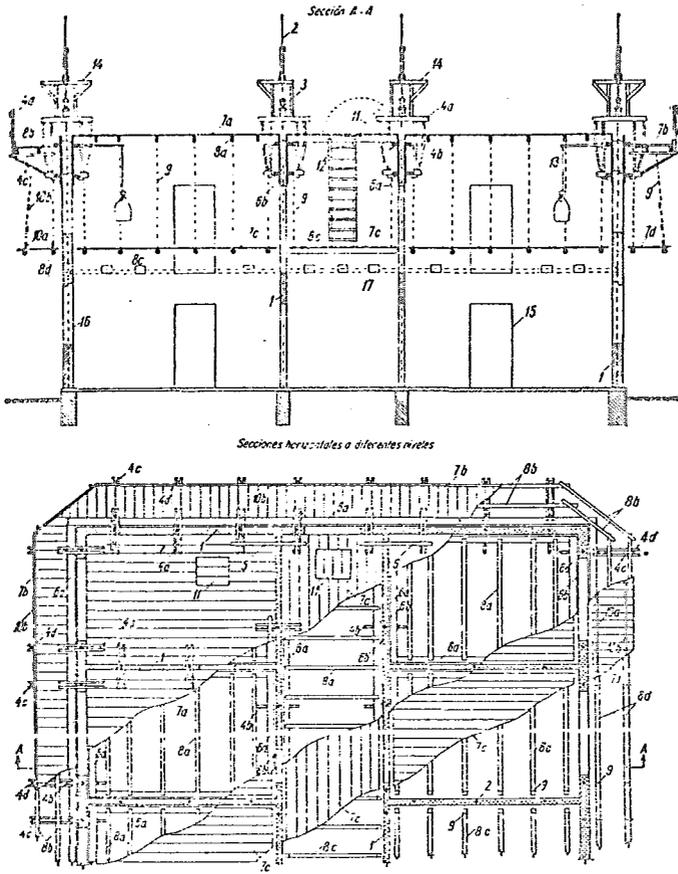
En los casos de plataformas continuas, la estructura resistente puede estar formada por elementos de madera de pequeñas-dimensiones (10x15 o 4.8x17 cm.) puesto de canto, estos elementos se colocarán a las distancias y en las direcciones previstas en el proyecto de la cimbra deslizante, obtenidas a partir de los cálculos estáticos. (ver Fig. XVIII).

Las barandillas son para evitar todo riesgo de accidente por caída al vacío, todas las plataformas que limiten huecos de más de 15 cm. , de anchura se proveerán de barandillas, las barandillas deben construirse tan correctamente como sea posible y es necesario revisarlas a fondo antes de comenzar el deslizamiento, y tendrán una altura de 1-1.20 m. y estarán provistas de un pasamanos (normalmente de madera de 4.8x12 cm. ó de tubo utilizando con frecuencia en las cimbras estandarizadas) de barra de relleno horizontal ó de madera de 10 mm. de diámetro - espaciadas 30cm. y de un plinto en su parte inferior formado por una tabla de por lo menos 2.4x10 cms. , estas tablas deberán sobrepasar la cota del entarimado al menos en 10 cms.



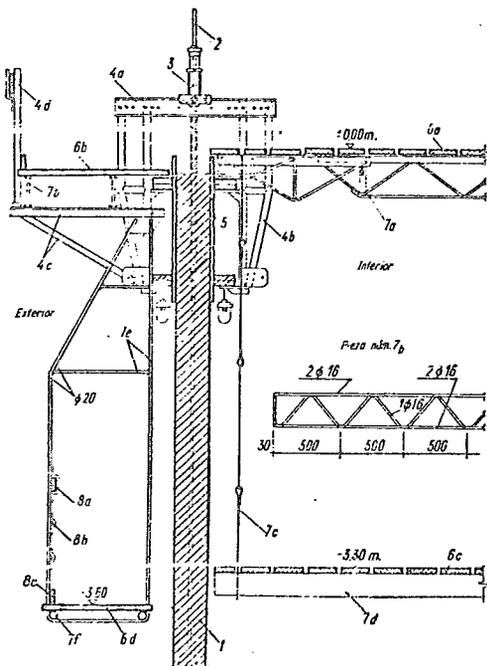
CONSTITUCION DE LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO EN EL SISTEMA ANULAR
PARA LA CIMBRA DESLIZANTE DE UN SILO DE VARIAS CELULAS

Fig. XVII, 1.- Paredes del silo, 2.- Barras de apoyo, 3.- Gatos
4.- Caballetes, 5.- Paneles de la cimbra, 6.- Paneles de entarima-
do (6a superiores interiores, 6B superiores exteriores, 6c -
inferiores interiores, 6d inferiores exteriores), 7.- Tirantes
verticales para colgar las plataformas interiores, 8.- Tirantes
horizontales, 9.- Entramados soportes de las instalaciones y ar-
maduras.



CONSTITUCION DE LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO EN UN SISTEMA CONTINUO PARA LA CIMBRA DESLIZANTE EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS.

Fig. No. XVIII, 1.- Paredes del edificio, 2.- Barras de apoyo. 3.- Gatos, 4.- Caballetes (4a traviesa, 4b montantes, 4c ménsulas, 4d montantes de las barandillas), 5.- Vigas suplementarias para el arrastre de la cimbra, 6.- Paneles de la cimbra (6a cordones 6b entablado), 7.- Entarimado de las plataformas (7a superiores interiores, 7b superiores exteriores, 7c inferiores interiores 7d inferiores exteriores), 8.- Vigas para soportar los entarimados, 9.- Tirantes verticales para colgar las plataformas inferiores.



CORTE VERTICAL DE UNA CIMBRA DESLIZANTE CUYAS PLATAFORMAS DE TRABAJO ESTAN SOSTENIDAS POR DIFERENTES PIEZAS METALICAS.

Fig. IV, 1.- Pared de la construccion, 2.- Barra de apoyo, 3.- Gato, 4.- Caballete, 5.- Paneles de la cimbra, 6.- Entarimados de las plataformas, 7.- Piezas metalicas para sostener los entarimados (7a viga metalica extensible, 7b cercha metalica de redondo de armar, 7c tirante vertical articulado de redondo de armar, 7d viga de madera escuadrada o rollizo, 7e barras de acero de armar, 7f tubos de andamio), 8.- Barandilla (8a pasamanos, 8b relleno, 8c plinto).

ENTRAMADOS-SOPORTES DE LAS ARMADURAS E INSTALACIONES

Por encima de los caballetes, siguiendo el trazado de las paredes de la construcción, se montan sobre la cimbra deslizante - un sistema de piezas unidas en el espacio, que realizan las siguientes funciones:

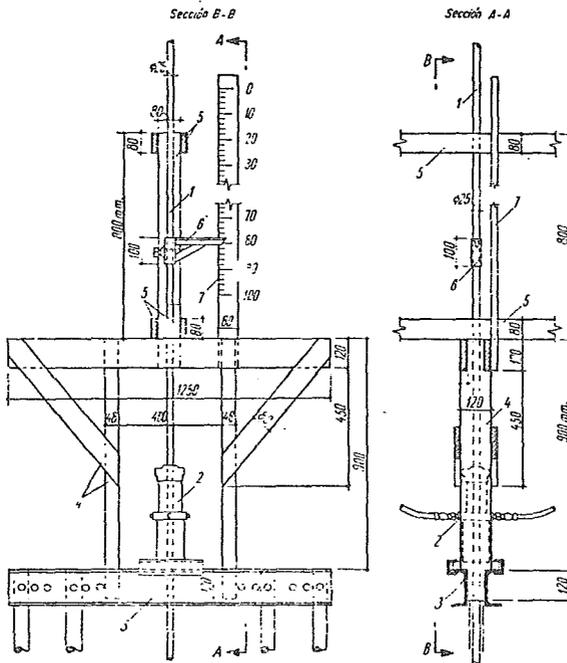
- Guiar las armaduras verticales en las paredes.
- Sostener diferentes instalaciones (eléctricas, de agua de aceite etc.)
- Permitir acopio de armaduras, cables de pretensado y barras de apoyo.

Aunque estas piezas constituyen un todo, pueden dividirse en dos grupos: Entramados soportes, montados sobre los caballetes y situados en su plano, y barras soportes de las instalaciones y guías de las armaduras, formadas por barras horizontales, que se apoyan sobre los entramados anteriores y se orientan perpendicularmente a ellos a lo largo de las paredes.

Los entramados soportan el peso de las armaduras, de los cables y las barras acopiadas, así como el peso de las instalaciones y de sus barras-soporte y los transmiten a los caballetes.

Los entramados y las barras soporte pueden ser de madera o metal, en la actualidad se construyen normalmente de madera --

las barras soportes de las instalaciones se hacen con listones ó tablas y se montan a diferentes alturas (hasta un máximo de 2 metros.). (ver Fig. XIX).



ENTRAMADOS Y BARRAS-SOPORTE PARA LAS ARMADURAS O INSTALACIONES

Fig.- XIX. 1.- Barra de apoyo. 2.- Gato. 3.- Caballete. 4.- En-
tramaio-soporte. 5.- Barra-soporte. 6.- Indicador de nivel. 7.-
Regla graduada para observar el nivel.

INSTALACION DE CONTROL DE LA POSICION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Durante el deslizamiento es preciso conocer, en todo momento-- y con tanta precisión como sea posible, la posición que ocupa la cimbra deslizante en el espacio.

De la posición correcta de la cimbra durante toda la duración-- del deslizamiento depende la buena ejecución, sin desviaciones respecto a la vertical, de la construcción, así como el desa-- rrollo normal del deslizamiento sin dificultades, sin accien - tes, incluso sin interrupciones.

Este control se hace por medio de tres sistemas combinados:

Instalacion de nivel.

Mira graduada.

Ploamadas.

Instalación de nivel.- Controla constantemente la horizontali- dad de la cimbra deslizante lo que es una condición esencial para la buena marcha del deslizamiento y de la obra en general esta instalación se compone de una red de tubos flexibles de - caucho ó material plástico, conectados entre ellos y en comu - nicación cada uno de ellos con un tubo de vidrio situado enfren- te de cada gato, montado sobre uno de los pies de los entrama - dos-soportes situado sobre los caballetes. En eta red se intro - duce agua, que para hacerla más visible se coloca con una sus-

tancia que no se adhiere a las paredes de los tubos, se introduce el agua a la red hasta que alcance el nivel de las señas hechas previamente en los pies de los entramados de madera que deben de encontrarse en el mismo plano horizontal.

Miras graduadas.- Está formada por una serie de tablas cepilladas o de barras metálicas, colocadas en prolongación verticalmente graduadas en metros y centímetros, fijada sobre la torre de acceso que se encuentra generalmente al lado de la cimbra deslizante o en una de las paredes de la obra, en cuyo caso se van montando los nuevos trazos a medida que sube el cimbrado. Subiendo la mira en forma que su cota cero corresponda con la del proyecto, se obtendrá automáticamente el nivel a que se encuentra la cimbra en cada momento, en relación con el proyecto.

Plomadas.- Si se colocan juiciosamente y en número suficiente indican en todo momento si el cimbrado deslizante se ha desplazado respecto al eje de la construcción, o bien si ha girado (como sucede en el caso de las construcciones monocelulares circulares) y sobre todo dan el valor de los desplazamientos.

Se fijan las plomadas a la cimbra deslizante en algunos puntos característicos, preferentemente interiores, para estar menos afectados por las corrientes de aire y si esto no es posible se puede sumergir el peso de la plomada en agua para amortiguar el balanceo.

INSTALACIONES DIVERSAS

Todas las instalaciones de la cimbra deslizante que deben conectarse a una red de alimentación fuera del mismo deben ser objeto de un proyecto especial e ir provistas de conexiones flexibles. Estas conexiones flexibles deberán disponer desde el principio de una reserva de longitud suficiente para poder alimentar sin ninguna interrupción hasta que llegue a la cota final de la obra.

Normalmente esto se realiza colocando en la base de la construcción, en lugar abrigado, los cables para las instalaciones: eléctrica y telefónica, los tubos flexibles para la instalación de agua o sanitaria, enrollados en forma de bobina, que se van desenrollando a medida que la cimbra deslizante sube.

FUNCIONAMIENTO DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Se le llama posición de arranque de la cimbra, cuando el sistema deslizante se encuentra en un punto de comienzo, es decir que la cimbra ya puede ser levantada, sin ningún riesgo que -- pueda sufrir la estructura, ya que el concreto ha llegado al -- punto de fraguado y puede soportar su propio peso, así como la fricción existente entre la cimbra y el concreto al ser deslizada.

En esta posición del sistema, la pérdida de agua excedente entre el concreto y el panel de la cimbra ayuda al proceso de fraguado inicial y además lubrica la superficie del concreto -- que va quedar expuesta después del paso de la cimbra.

Este tiempo varía si se emplean concretos comunes, una vez transcurrido el tiempo necesario para el fraguado inicial, se inicia el movimiento de ascenso de la cimbra deslizante mediante el sistema de elevación.

El sistema accionador obliga al conjunto a un movimiento -- ascendente, ya que hace que los gatos reciban impulsos de presión de la bomba que es accionada a intervalos fijos y mediante los cuales dichos gatos desarrollan su carrera o desplazamiento vertical sobre la barra de apoyo; la carrera o despla--

zamiento vertical de los gatos es de 2.5 cm. normalmente para cada impulso que reciben del centro de presión.

Estos impulsos se les dan a los gatos en intervalos uniformes de tiempo, la frecuencia de estos varía de acuerdo con la velocidad de ascenso que se determina por las características del concreto que se esté empleando.

Después del arranque cuando la cimbra opera ya normalmente, los impulsos del centro de presión a los gatos es por ejemplo de 5 minutos, se tiene una velocidad de ascenso de la cimbra de 30 cm. por hora. Si se tiene una cimbra de 1.50 m. de altura el concreto que se vacía en la parte superior, estando llena la cimbra, tarda 5 horas en quedar expuesto a la intemperie después del paso de la cimbra.

A esta edad el concreto ya es capaz de soportar su propio peso y el de todo el sistema deslizante incluyendo cargas vivas. Después de iniciado el ascenso de la cimbra, se debe establecer y mantener uniforme la velocidad proyectada. El concreto se debe colocar en capas sucesivas de espesor no mayor de 20 cm. y en todo el perímetro de la cimbra, tratando que esto se mantenga siempre prácticamente lleno y al mismo nivel en todo su perímetro.

Para la perfecta colocación del concreto, es importante el vibrado de éste dentro de la cimbra, además contribuye para dar un buen acabado a los muros. Se debe tratar que el vibrado se de únicamente en la capa que se va colocando, ya que el revibrado de la capa anteriormente colocada puede causar una mala apariencia en los muros.

Durante todo el deslizamiento es muy importante mantener una uniformidad en la calidad y condiciones de la mezcla, o sea su trabajabilidad, tiempo de fraguado, calidad, tamaño del agregado, proporcionamiento etc.

Para esto se necesita una buena organización del personal y equipo que intervienen en la producción, transporte, elevación y colocación del concreto en la cimbra.

INCLINACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Para que el deslizamiento de la cimbra hacia arriba se realice normalmente, es necesario reducir la adherencia entre él y el concreto, lo que se consigue primeramente por elevación repetida de la cimbra a una cierta velocidad media de deslizamiento calculada previamente, y después por la inclinación de las paredes de la cimbra.

El movimiento de la cimbra durante el vertido del concreto es necesario, pero, en general, no es suficiente para un despegue cómodo del mismo, sobre todo de la zona de concreto endurecido de la parte inferior de los paneles. A causa del endurecimiento del concreto en la zona inferior de la cimbra los rozamientos entre éste y aquél aumentan fuertemente y, para reducir este efecto, los dos paneles situados uno frente al otro deben estar ligeramente inclinados respecto a la vertical, con objeto de que la cimbrā sea más abierta abajo que arriba.

La inclinación se da con el sentido del deslizamiento; la inversión de este sentido o la suspensión de la inclinación podría provocar el arrastre del concreto y la destrucción de la pared.

La inclinación tiene por valor $i = \frac{A}{h}$; es la tangente trigo-

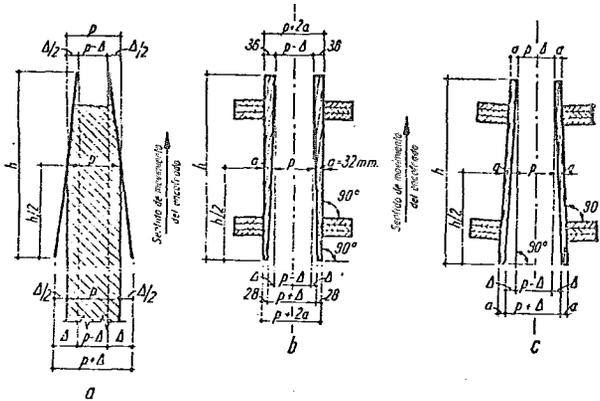
nométrica del ángulo que forma la pared de la cimbra con la vertical, y se expresa por la relación citada (en mm./m. o %); está comprendida entre 3 y 10 mm./m.

Se puede conseguir de dos maneras:

- Dando a las tablas que forman la cimbra la forma de un cono, sistema que se utiliza normalmente en cimbras curvas para silos, depósitos elevados, torres de refrigeración etc.

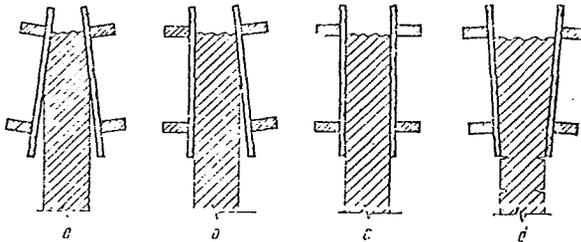
- Inclinando los paneles respecto a la vertical al montar los sobre la cimentación de la obra, sistema que se emplea corrientemente en las cimbras de obras industriales y de edificación de paredes planas, o bien fijando las tablas sobre los cordones en posición inclinada, en las cimbras curvas, que en este caso tienen radios variables.

El valor de la inclinación de la cimbra puede reducirse a medida que el personal adquiere experiencia y cuando la instalación garantiza una elevación uniforme, el límite inferior está dado por la condición de que, durante la elevación, bajo el efecto del empuje del concreto y de las desnivelaciones, la cimbra no se incline en sentido contrario, lo que provocaría el arrastre del concreto y la ruptura de las paredes.



OBTENCION DE LA INCLINACION DE LA CIMBRA

Fig. XXI, a).- Esquema de la inclinación de los paneles, b).- realización de la inclinación dando a las paredes forma de cuña, - c).- Obtención de la inclinación por propia inclinación de los paneles respecto a la vertical.



SENTIDO DE LA INCLINACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE

Fig. XXI, a).- Inclinación en el sentido del deslizamiento (bien) b).- Inclinación nula de una de las paredes del panel, c).- Inclinación nula de las paredes del panel (mal) d).- Inclinación en sentido contrario al deslizamiento (mal).

CLASIFICACION DE LAS CIMBRAS DESLIZANTES

Las cimbras deslizantes se pueden clasificar como sigue:

a).- Desde el punto de vista de su forma;

- Cimbras planas.- Cuando los paneles tienen en su mismo plano las caras que van a estar en contacto con el concreto.

- Cimbras curvas.- Cuando esas caras son curvas.

- Cimbras mixtas.- Cuando por razones arquitectónicas o constructivas se combinan en una misma obra las dos formas citadas anteriormente.

b).- Desde el punto de vista de los materiales empleados;

- Cimbra de madera.- Cuando el conjunto de la cimbra desliza-- comprendidos los paneles, están hechos de madera o derivados de ella, pueden estar recubiertos o no de chapa.

- Cimbras mixtas.- Cuando algunas partes son de madera (paneles y plataformas de trabajo) y otras metálicas (como los caballetes, los elementos de suspensión de las plataformas etc.).

- Cimbras metálicas.- Cuando todo el conjunto de la cimbra deslizante son metálicas.

c).- Desde el punto de vista de la composición de las plataformas de trabajo superiores;

- Cimbras rígidas.- Cuando las plataformas de trabajo superiores se extienden sobre toda la superficie de una célula o habitación, lo que da al conjunto de la cimbra de esas partes rigidez en el plano horizontal, este sistema se emplea en las células de silos de pequeñas dimensiones y en general en las o--

bras de edificación.

- Cimbras elásticas.- Cuando las plataformas de trabajo superiores no ocupan toda la superficie de una célula, sino que tienen una disposición anular en voladizo sobre el contorno de las paredes, se emplean en general en células de gran diámetro.

d).- Desde el punto de vista de la forma de elevación;

--Cimbras con dispositivos de elevación de accionamiento manual, estos dispositivos están hoy casi totalmente sustituidos por dispositivos mecánicos, pero sin embargo se emplean en obras de poca importancia y aisladas, donde no hay suministro de energía eléctrica o el empleo de una instalación mecánica no es rentable hoy en día.

- Cimbras cuyos dispositivos de elevación son de mando hidráulico, neumático, mecánico, electromecánico etc. siendo los más extendidos los de mando hidráulico, éste sistema está centralizado, dirigiéndose varios dispositivos desde un pupitre.

e).- Desde el punto de vista de la posición relativa de los paneles entre sí durante el deslizamiento;

- Cimbra de sección constante.- Cuando los paneles de la cimbra conservan la misma posición en el plano horizontal durante toda la duración del colado de las paredes, éstas son las cimbras más extendidas, empleadas en las construcciones de planta constante en toda su altura (silos, edificios, dispositivos elevados etc.)

- Cimbras de sección variable.- (pudiendo ser de variación con

tinua o discontinua) son empleadas en las obras cuya seccion va
ría bruscamente en vertical, en ciertos niveles. O de forma con
tinua desde la base hasta la coronación como chimeneas, torres
etcetera..

CAPITULO III

CONCRETO QUE SE UTILIZA EN LA CIMBRA DESLIZANTE

UTILIZACION RACIONAL DEL CONCRETO

Se sabe que el concreto es un material compuesto cuyas propiedades no son necesariamente inmanentes, sino que resultan -- predecibles y regulables mediante la acertada selección y combinación de sus componentes. Esta circunstancia es la que permite especificar, diseñar y elaborar el concreto adecuado a los requerimientos de cada aplicación en particular.

De tal modo, la justa concordancia, entre la calidad del concreto que una obra requiere y la del concreto que se emplea al constituirlo, define la utilización racional de este material. Una calidad deficiente en el concreto que se utiliza, representa un riesgo que con frecuencia absorbe el propietario de la obra. Por lo tanto una calidad en exceso constituye un desperdicio que no beneficia a nadie y que también suele ser por cuenta del propietario.

En un proceso organizado, tendiente a utilizar racionalmente el concreto en una obra, debe desarrollarse con las siguientes actividades en orden sucesivo:

- Elaboración del proyecto y definición de la categoría corres

pondiente al concreto.

- Redacción de las especificaciones de calidad para el concreto.
- Selección y habilitación de los componentes del concreto con la calidad especificada.
- Diseño de la mezcla del concreto requerida, con los materiales seleccionados y dispuestos.
- Producción de la mezcla de concreto a escala de la obra.
- Comprobación de las características previstas en el concreto recién elaborado.
- Verificación de las propiedades específicas en el concreto en estado endurecido.
- Ajuste de la mezcla de concreto, en caso necesario, para buscar concordancia con los requisitos especificados.

Para la ejecución de cada una de estas actividades, existen procedimientos establecidos con requerimientos específicos que deben satisfacerse. El seguimiento durante la aplicación de estos procedimientos, y la comprobación de que se cumplan sucesivamente los requisitos inherentes, corresponde a lo que en forma global puede designarse como un sistema integral para la definición, control y verificación del concreto, cuyo objetivo -- consiste en asegurar el cumplimiento de la calidad especificada para el material. De esta manera, la implantación de programas de seguimiento de esta naturaleza en las obras, puede ser un medio efectivo para promover la concordancia entre el concreto --

que cada estructura requiere y el que se le suministra. Esto se hace con el objeto de darle uso racional al concreto con sus beneficios técnicos y económicos.

CUALIDADES DEL CONCRETO EN CIMBRAS DESLIZANTES

El método de las cimbras deslizantes se caracteriza por el -descimbrado rápido del concreto, que se separa de las paredes-- en un lapso de 4 a 8 horas después de su colocación.

En el interior de la cimbra deslizante el concreto se encuentra en diferentes grados de endurecimiento, que van desde el --concreto fresco a un concreto cada vez más duro, a medida que -se aleja de la cara superior de la cimbra deslizante, de manera que al principio del tercio inferior de la cimbra se separa de- éste, conserva su forma y rigidez las barras de apoyo para evitar que se pandeen.

Dentro de las cualidades mas importantes que debe de tener el concreto y los factores que influyen para su velocidad de deslizamiento son las siguientes:

- Endurecimiento inicial.
- Resistencia.
- Docilidad.
- Calidad constante.
- La puesta en obra para asegurar el monolitismo de las constru

cciones.

- Retracciones débiles.
- Consecución de la adherencia y la protección de la armadura.

Endurecimiento inicial.- Para que el concreto se separe de la cimbra, mantenga su forma y rigidez de las barras de apoyo, es preciso que el fraguado comience de una y media a dos horas y termine de 4 a 6 horas después de la preparación (*) y que la resistencia aumente rápidamente en las primeras horas del endurecimiento para alcanzar de 1.5 a 2 kgs./cm²., 4 a 6 horas después de su colocación.

(*) El comienzo del fraguado del concreto se reconoce porque pierde su aspecto de pasta y aparecen fisuras al removerlo. Se considera que al fin del fraguado del concreto tiene lugar cuando ya no puede ser vuelto a mezclar, porque al removerlo se desagrega en trozos que ya no se adhieren entre ellos.

Estas condiciones están influidas por la calidad del concreto por la naturaleza y forma de los agregados petreos, por la composición granulométrica de la mezcla, y por la resistencia final del concreto por la relación agua/cemento, por la compactación y la temperatura durante la puesta en obra y el endurecimiento del concreto.

Resistencia.- Después de que el concreto se ha separado de la -
 cimbra deslizante, su resistencia debe crecer más rápido que la
 carga, esto solo se consigue en las condiciones de temperatura-
 normales. El aumento de la resistencia del concreto esta influi-
 do por los mismos factores que su fraguado y además en la forma
 que se trata posteriormente y su temperatura. (ver Fig. XXII).

Temperatura de conserva- ción. °C	Resistencia en kg/cm ² hr. después de preparado							
	4h		6h		8h		10h	
	PZ400	HRI	PZ400	HRI	PZ400	HRI	PZ400	HRI
+5	0,2	0,4	0,4	0,9	0,6	1,5	1,0	2,2
+10	0,6	0,7	0,8	1,3	1,2	1,9	1,7	2,7
+15	0,8	1,0	1,2	1,8	2,4	2,4	2,7	4,2
+20	1,0	1,2	1,6	2,4	2,4	4,4	3,5	7,3
	12h		16h		20h		24h	
+5	1,5	3,0	2,5	6,0	4,0	10,0	7,0	16,5
+10	2,3	4,2	3,7	8,0	6,5	13,5	10,0	22,0
+15	3,3	6,5	6,5	12,0	9,0	20,0	16,5	33,0
+20	5,0	11,5	10,0	22,0	16,5	33,0	24,0	45,0

Fig. No. XXII Variación de la resistencia durante el primer día de endurecimiento.

Docilidad.- El concreto debe ser muy dócil, esto quiere decir - que pueda ser fácilmente compactado a mano o mecánicamente, envolver y proteger perfectamente la armadura y dar lugar a rozamientos pequeños sobre la cimbra para obtener, por compactación una película de mortero que le asegure una superficie lisa y que los agregados petreos no se deterioren y no se peguen a la cimbra.

Calidad constante.- El concreto debe ser de calidad constante en el momento de su puesta en obra, entendiéndose por ello que la dosificación, la relación agua/cemento, permanezca invariable en toda la duración de la obra.

Puesta en obra para asegurar el monolitismo de la construcción.- Para conseguir el monolitismo de la construcción, que constituye una de las principales ventajas del método de cimbra deslizante, la puesta en obra debe ser diferente de cuando se utilizan cimbras estacionarias. Se vertirá el concreto en pocas capas en la cimbra para poder compactarlo y asegurar su unión con la capa precedente, en perfectas condiciones, suprimiendo totalmente las juntas del concreto. La obtención del monolitismo está influida por la calidad del concreto, por el espesor de las capas, por el método de compactación y el grado de endurecimiento de la capa precedente.

Retracciones débiles.- Dado el monolitismo de las obras construidas con cimbras deslizantes, las tensiones debidas a la

retracción del concreto, pueden alcanzar valores muy importantes cuando las dimensiones de la obra son relativamente grandes. Para evitar la fisuración de las paredes por retracción se trata de reducirla al mínimo posible, teniendo en cuenta que la retracción crece con la dosificación del cemento y la finura del mortido, con la cantidad de agua y con la temperatura durante el endurecimiento.

Consecución de la adherencia y de la protección de la armadura.- La consecuencia de la adherencia entre el concreto y la armadura es una condición esencial en las obras de concreto armado, y su garantía en caso de utilizar cimbras deslizantes, que por su elevación continua tienen tendencia a arrastrar el concreto de sus proximidades y a separarlo de la armadura, esto presenta una importancia primordial.

La adherencia está influida por la calidad del acero de armar (corrugado o liso) por el espesor de la capa de concreto, por su forma de compactación, por la manera de guiar y mantener en su posición la armadura durante el colado del concreto.

DOSIFICACION Y PUESTA EN OBRA DEL CONCRETO

Para que el concreto tenga las cualidades indicadas, hay que tener en cuenta, la elección de los materiales, la dosificación y la puesta en obra, para esto se siguen una serie de reglas y-

principios que se exponen a continuación:

a) Cemento.- Para concretos corrientes y en condiciones normales de temperatura se utilizan cementos portland del tipo 400 (P400 o PZ400) y en los concretos del tipo B300 o superiores se utilizan cementos portland del tipo 500 (P500 o PZ500) en tiempo frío es aconsejable utilizar cementos de alta resistencia. - Todos los cementos utilizados deben iniciar su fraguado de una hora y media a dos horas y terminarlo de 4 a 6 horas, después del amasado, y tener una gran resistencia inicial y una débil retracción. (ver Fig. XXIII).

Toda la cantidad de cemento a emplear en la obra se controlará previamente desde el punto de vista del comienzo y fin del fraguado, de la estabilidad de volumen y del tipo, y se almacenará por partidas de las mismas características.

b) Agregados.- Se escoge la dimensión máxima de los agregados entre $1/5$ y $1/7$ del espesor de la pared cuando se cimbra por los dos lados, sin que sobrepase 30 mm.

Para obtener una mezcla de composición granulométrica constante deben utilizarse tres tamaños: $0/3$, $3/7$, $7/30$ o $7/15$ mm. en función del tamaño máximo escogido. Si los agregados tienen una granulometría constante pueden utilizarse solamente dos tamaños $0/7$ y más de 7 mm. y no emplear solo eventualmente el tercer ta

maño 3/7 mm., que en realidad es escaso, para corregir la dosificación.

Cemento	Edad								Coeficiente de equivalencia en mortero plastico.
	1 día		3 días		7 días		28 días		
	σ_c	σ_t	σ_c	σ_t	σ_c	σ_t	σ_c	σ_t	
P400, PZ400			200	20	280	25	300	28	0,9 σ_c 28
P500			260	25	380	30	500	34	
HRI 200	200	20	300	26	400	32	450	32	1,0 σ_c 28
HRI 250	250	22	340	28	400	32	450	32	

En donde σ_c , resistencia a compresión en kg/cm² a ... días
 En donde σ_t , resistencia a tracción en Kg/cm² a días

Fig. No. XXIII Cuadro de resistencias a las diferentes edades de los concretos citados.

c) Agua.- Para preparar el concreto debe emplearse un agua que satisfaga las condiciones requeridas para concretos normales.

Si se utiliza agua potable no es necesaria ninguna comprobación; sin esto hay que determinar el PH y la agresividad respecto al concreto y no emplear más que un tipo de agua apropiado.

d) Aditivos.- Para preparar el concreto en las condiciones de -

ción de las obras se prestará una atención particular a la obtención de la dosificación establecida en los estudios previos.

Agua de amasado.- Debe escogerse la cantidad de agua de amasado de manera que se obtenga una buena docilidad del concreto en las condiciones de temperatura y forma de compactación previstas.

(ver Fig. XXIV).

Esta cantidad varía entre 190 y 200 litros/m³. y se fijará de manera que la consistencia del concreto se sitúe en los límites previstos. Estas consistencias deben comprobarse en el momento de la puesta en obra del concreto en la cimbra deslizante, de manera que al prepararlo el cono y la dispersión deben ser mayores; se determinará la cantidad de agua en la revolvedora para compensar las pérdidas debidas al transporte y manejo.

Temperatura t °C	Concreto picado		Concreto vibrado	
	Asiento de cono cm.	Dispersión cm.	Asiento de cono cm.	Dispersión cm.
t. $\geq 15^{\circ}\text{C}$	5-7	46-48	2-4	42-45
t. $\geq 15^{\circ}\text{C}$	2-4	42-45	1-2	40-42

Fig. No. XXIV Tabla de revenimientos del concreto.

Tipo de concreto	Dosificación de cemento kg/m ³	σ_c 28	σ_t 28
B150	260-280	150	13
B200	280-330	200	16
B250	300-350	250	18
B300	350-400	300	21

Fig. No. XXV Tabla de dosificación del cemento la cual varía en función de la relación agua/cemento y de la temperatura.

Concreto de petreos hasta.	Porcentaje que pasa en un tamiz de						
	0,2 mm	1mm	3mm	7mm	15mm	20mm	30mm
30 mm	5-10	15-25	30-40	50-60	70-80		100
20 mm	5-10	15-25	30-45	50-65		100	
15 mm	5-10	15-25	30-45	55-65	100		

Fig. No. XXVI Tabla de granulometría del concreto.

PREPARACION Y TRANSPORTE DEL CONCRETO

Preparación del concreto, deben tomarse todas las medidas -- para la mecanización de la preparación del concreto en estaciones de concreto centrales, o cerca de la obra, equipados perfectamente con mezcladoras, bajo la vigilancia de un ayudante de laboratorio de servicio que se encargará de hacer los ensayos correspondientes. La determinación de la dosificación en la revolvedora se hará a partir de los estudios previos de laboratorio.

Transporte del concreto.- Desde la estación hasta la obra, el concreto puede ser llevado por cualquier medio de transporte -- (carretilla, camion, tolva, etc.) Se aconseja preparar el concreto a una distancia cerca de la obra. Para poner el concreto en obra se hace por medio de grúas, que por medio de cubos metálicos de una capacidad de 0.4 a 0.8 m³, que se descargan sobre las plataformas superiores de la cimbra deslizante, se descarga en varios puntos para hacer más fácil el colocado en capas dentro de la cimbra.

Puesta en obra del concreto, una vez que el concreto ha sido transportado y descargado sobre la plataforma superior, se introduce en la cimbra, con pala en una capa uniforme de aproximadamente 10-20 cm. debiendo dejarse un vacío en la cimbra en la parte superior de 5 cms. , para evitar la rotura de los bordes---

durante su elevación, antes de verterlo debe comprobarse la correcta colocación de las armaduras a las que debe asegurarse la posición prevista en el proyecto.

La introducción del concreto en el cimbrado debe hacerse como máximo en una hora y media después del amasado, y en cualquier caso antes del comienzo del fraguado, cada capa de concreto que se vierta y compacte debe estar programada para que se haya terminado de colocar antes de que comience el fraguado de la capa que le precede, o bien cuando esté empezando a fraguar (1 a 2 horas del vertido).

Compactación del concreto.- Después de introducir el concreto a la cimbra viene el proceso de compactación ya sea a mano o mecánicamente, cuando el concreto este fresco. Para conseguir una buena adherencia de la capa que precede se pica en su base superior la capa anterior para que se adhieran bien las dos capas.

Durante la compactación, hay que cuidar que no se altere la posición de las armaduras ya que su movimiento dentro del concreto que está endurecido o endureciendo puede provocar una reducción de la adherencia e incluso la anulación.

Tratamiento ulterior del concreto.- La forma de tratar el concreto después del vertido es de gran importancia para su

endurecimiento y para asegurar el monolitismo de la obra.

Proteger el concreto a la salida de la cimbra deslizante, -- contra el calor y el viento en tiempo cálido, y contra el viento y bajas temperaturas en tiempo frío, empleando una protección de hojas de polietileno, o regar el concreto comenzando bajo la plataforma inferior para asegurar el endurecimiento y reducir la retracción.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

En términos generales, puede admitirse que existen dos medios fundamentales para ejercer el control del concreto, cuyos objetivos se complementan:

- El control interno o autocontrol, que forma parte de la organización responsable de producir el concreto.
- La supervisión externa que, aunque puede seguir diferentes modalidades, normalmente constituye una fiscalización que procede directamente del propietario de la obra.

El control de calidad de los productos manufacturados normalmente se apoya en tres actividades principales:

- Control de calidad de los materiales ó materias primas.
- Supervisión del proceso completo de fabricación.
- Verificación total del producto terminado.

Aunque en el caso del control del concreto subsisten estas actividades fundamentales, existe sin embargo un aspecto propio que lo distingue del control de las manufacturas comunes, el cual se refiere al tiempo que necesita transcurrir, después de concluir el proceso de fabricación, para que el producto pueda considerarse verdaderamente terminado. Es obvio que esta característica del concreto constituye un inconveniente para el control porque en ese lapso de espera, que corresponde al periodo de endurecimiento y adquisición de propiedades, la construcción de la obra continúa y los datos que se obtienen de la verificación final del concreto, pueden ser totalmente extemporaneos para su oportuna aplicación en la misma, con el objeto de prevenir posibles fallas.

Con el propósito de atenuar esta desventaja, se ha desarrollado en pruebas rápidas para analizar la composición del concreto conforme sale de la mezcladora. Con ellas se pretende mejorar la uniformidad del concreto en su elaboración, verificando y ajustando las proporciones de sus componentes, y anticipar las propiedades del concreto endurecido aplicando el razonamiento de que el uso de materias primas de buena calidad, mezclada correctamente y en proporciones justas debe conducir a un producto que finalmente alcance sus cualidades potenciales.

Para complementar los resultados de las pruebas rápidas en que se analiza la composición del concreto elaborado, también

se preparan especímenes en los que se determinan la resistencia del concreto endurecido a diversas edades.

Aunque el ensayo de especímenes representativos del concreto recién elaborado que es generalmente el procedimiento admitido para verificar su resistencia como producto terminado, - debe recordarse que la resistencia potencial del concreto como sale de la mezcladora no necesariamente coincide con la del mismo concreto ya colocado en la estructura, debido a las desiguales condiciones en que se maneja, compacta, protege y cura en este punto conviene acotar los límites recomendables para el control de calidad, a fin de evitar que esta discrepancia por la calidad definitiva del concreto.

Si todas estas actividades se realizan satisfactoriamente y si el ensayo de los especímenes a la edad prevista confirma la obtención de la resistencia requerida, no hay motivo para poner en duda la calidad final del concreto puesto en la estructura.

Por otra parte, si existe evidencia de incumplimiento en alguna de las condiciones anteriores, puede ser necesario verificar el estado real del concreto colocado, mediante alguno de los procedimientos como son: La auscultación con ondas ultrasónicas y la extracción y ensayo de corazones.

El control del concreto en obra se ejerce normalmente haciendo uso de todas aquellas pruebas e inspecciones que pueden aportar datos y resultados útiles para juzgar y corregir lo siguiente:

- Calidad de los componentes.
- El procedimiento de dosificación y mezclado.
- Las características del concreto recién elaborado.
- Los medios y procedimientos con que se transporta, coloca, compacta, protege, y cura.
- La resistencia del concreto en estado endurecido.

Considerando que los materiales que se reciben ya elaborados (cemento, aditivos) deben cumplir su propio proceso de control y verificación de calidad, entonces las pruebas y otras actividades pueden realizarse, como a continuación se describe.

Agregados.- Control de limpieza (limo, arcilla, materia orgánica) y composición granulométrica.

- a).- Durante la etapa de explotación de bancos.
- b).- Durante el proceso de clasificación y lavado.

Control de propiedades que sean decisivas para la calidad de los agregados, de acuerdo con la naturaleza de las rocas constitutivas; sanidad, peso específico, forma de partículas (en caso de trituración)

Control de segregación y posible contaminación de los agregados ya clasificados, en el curso de las operaciones de descarga, transporte y almacenamiento en patios. Precauciones para un buen drenaje del agua de lavado o de lluvia en los patios de almacenamiento, principalmente para la arena.

DOSIFICACION Y MEZCLADO

Corrección del procedimiento teórico, de acuerdo con los cambios de humedad y granulometría en los agregados.

Verificación del funcionamiento y precisión del equipo en que se dosifican los componentes del concreto, mediante revisiones y calibraciones rutinarias.

Certificación previa de las cantidades de materiales que deben componer cada revoltura de concreto y vigilancia permanente en su aplicación.

Determinación del tipo óptimo de mezclado, mediante pruebas de eficiencia a la revolvedora.

CONCRETO RECIEN ELABORADO

Control de fluidez en las mezclas al salir de la revolvedora mediante la conocida prueba del revenimiento.

Determinación del peso volumétrico, el contenido de aire y la temperatura del concreto recién mezclado.

Análisis de muestras de concreto tomadas a la descarga de la revolvedora para verificar su composición.

Elaboración de especímenes adecuados para determinar la resistencia a la compresión del concreto endurecido, tanto en curado acelerado como en curado normal, a diversas edades.

UTILIZACION DEL CONCRETO

Prevención de la segregación del concreto en el curso de su transporte al sitio de colado y durante su colocación.

Verificación del revenimiento, la temperatura y el contenido de aire del concreto al llegar al sitio de colado.

Vigilancia de la compactación que exprimenta el concreto en su posición definitiva dentro de la estructura.

Atención a las posibles manifestaciones de asentamiento y sangrado en el concreto recién colocado y protección contra la pérdida de humedad a través de las superficies expuestas del mismo.

Elaboración de especímenes adecuados en el sitio de colado para verificar la resistencia del concreto en las condiciones inmediatas anteriores en su colocación en la estructura.

CONCRETO ENJURECIDO

Obtención de la resistencia a la compresión en los especímenes de concreto sometidos a curado acelerado. Aplicación de estos resultados para predecir y juzgar el nivel de la resistencia potencial del concreto como se entrega al salir de la mezcladora.

Obtención de la resistencia a la compresión en especímenes de concreto sometidos a las mismas condiciones de curado que la estructura. Utilización de estos resultados para definir la edad en que puede autorizarse el retiro de la cimbra soportante.

Obtención de la resistencia a compresión, a edades tempranas en especímenes de concreto sometidos a curado normal de laboratorio. Extrapolación de los resultados para estimar el nivel probable de la resistencia del concreto a una edad posterior, en esas condiciones de curado.

Obtención de la resistencia a la compresión del concreto, a la edad especificada en el proyecto para alcanzar su resistencia, en especímenes sometidos a curado normal de laboratorio.

Análisis estadístico de los resultados para verificar las especificaciones de concreto en obra.

DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO

La determinación de la velocidad de deslizamiento es uno de los puntos esenciales, tanto para la eficiencia del sistema como para la organización de la obra. que se escoge en función de esta velocidad.

Los factores que determinan la velocidad de deslizamiento son:

El tipo de organización de la obra, por el tiempo del endurecimiento del concreto, y por la capacidad portante de las barras de apoyo. Pero el factor más importante en la determinación de la velocidad de deslizamiento es el endurecimiento del concreto, que está influido directamente por la curva granulométrica de los agregados, por la calidad del cemento y su dosificación, por la consistencia del concreto (relación agua/cemento), por el método y calidad de compactación, por la temperatura del concreto al ponerlo en obra y durante el endurecimiento y por la forma de tratarlo posteriormente.

El factor determinante de la velocidad de deslizamiento es la temperatura, razón por la cual debe ser observada de cerca-

durante toda la duración de aquél, al introducirlo en el cimbrado, la temperatura del concreto debe ser aproximadamente de 15°C.

La velocidad mínima de deslizamiento se determina con la condición de que el concreto no se adhiera en la cimbra deslizante, condición que está garantizada si se efectúan dos elevaciones por hora cuando la temperatura es inferior a 15°C., y tres cuando es superior; se obtiene así una velocidad mínima de unos 5 cm/hr.

La velocidad máxima de deslizamiento se determina con la condición de que el concreto se separe del cimbrado al menos 10 cm de su borde inferior; designado por:

- T-horas, tiempo necesario después de la puesta en obra para que el concreto llegue a una resistencia de 1.5 a 2 Kg/cm²., a la cual se separa de la cimbra deslizante.

- h, cm. altura de la cimbra deslizante.

- a, cm., La profundidad a la cual se vierte el concreto en la cimbra, se puede expresar la velocidad máxima de deslizamiento por la fórmula:

$$V \text{ máx.} = \frac{h-a-10}{T} \text{ cms./hr.}$$

De esta fórmula resulta que para aumentar la velocidad de deslizamiento se puede, o bien reducir T, utilizando un cemento de fraguado rápido o bien aumentar la altura de la cimbra deslizante, se puede actuar también sobre ambas variables, lo-

que permite alcanzar velocidades muy grandes, del orden de 60-70 cm/hr.

En el caso normal de una cimbra deslizante de 1.20 m., de altura en el que se vierte concreto de 15 a 20 cm., de profundidad, la velocidad máxima está dada por la expresión:

$$V \text{ máx.} = \frac{95 \text{ a } 85}{T} \text{ cms/hr.}$$

Se aconseja que, para cada obra y dentro de los estudios -- previstos, se determine el tiempo T para diferentes temperaturas, en el caso del concreto que vaya a utilizarse, para la velocidad máxima de deslizamiento en función de la temperatura.

Entre los dos límites (velocidad máxima y mínima) la velo--cidad efectiva se fijará cada 2-3 horas por el director del deslizamiento, teniendo en cuenta la organización de todas las actividades.

CAPITULO IV

OBRAS QUE SE CONSTRUYEN CON CIMBRA DESLIZANTE

El método de la cimbra deslizante, por las amplias posibilidades de adaptación y las ventajas que ofrece, tiene un vasto campo de aplicación, que comprende todos los tipos de construcción elevadas; es tanto más ventajoso cuanto más alta es la obra y cuanto mayor número de utilizaciones se da a una misma cimbra haciendo obras iguales.

SILOS

Los silos se caracterizan por la gran altura de sus células en relación con sus dimensiones en planta, y por el hecho de que sus paredes deben resistir el empuje de los materiales que almacenan, de manera que, en general, las paredes son de concreto fuertemente armado e incluso pretensado.

Los materiales que se almacenan en el silo se introducen por la parte superior de las células y se extraen por la inferior, - para lo cual los fondos de las paredes se inclinan y forman una tolva, o bien disponen de instalaciones especiales.

Segun el número de células, los silos pueden clasificarse como a continuación se menciona:

Silos Unicelulares.- Compuestos por una sola célula en donde por lo general el diámetro de la célula es grande y la pared es pretensada, se puede mencionar como ejemplo de este tipo de silos a los que se ocupará para el almacenamiento de azúcar que por lo regular son de una capacidad aproximada de 20 000 Ton. cada uno.

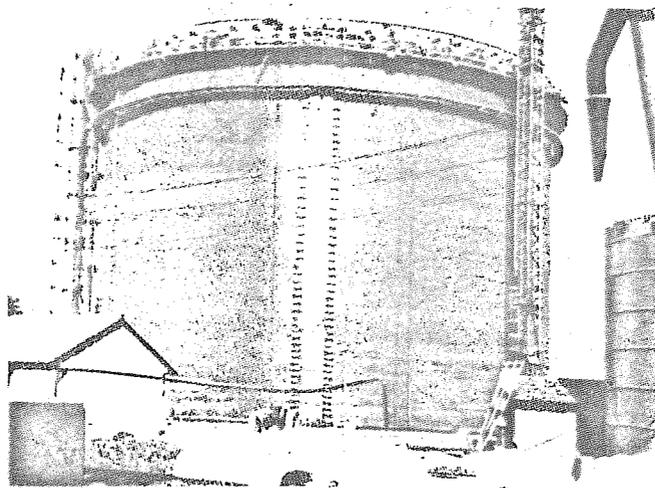


Fig. No. XXVII Construcción de silo pretensado para el almacenamiento de azúcar.

Silos multicelulares.- Compuestos por varias células circulares, cuadradas o rectangulares; son los silos normalmente utilizados para almacenar materiales pulverulentos o granulares; la capacidad de cada célula varía de 100 a 200 Ton. y la capacidad puede alcanzar hasta 20 000-40 000 ton. en total e incluso más.

Estos silos se utilizan por lo general para:

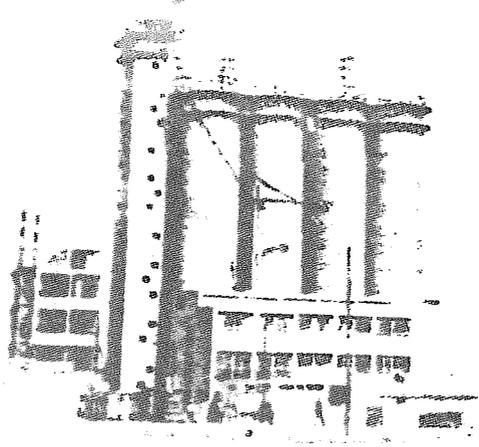
- El almacenamiento de cemento.
- El almacenamiento de Granos para las fábricas de aceite.
- El almacenamiento de cereales (trigo).
- El almacenamiento de malta.
- El almacenamiento de harina etc.

TORRES PARA LOS ELEVADORES Y LAS MAQUINAS

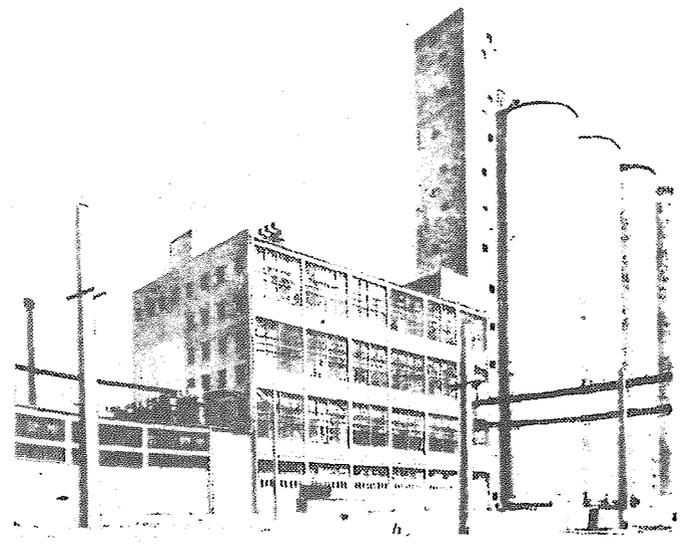
Estas torres son necesarias para la alimentación de los silos u otras instalaciones y albergan, en general, los elevadores y - las instalaciones de clasificación y acondicionamiento de los materiales a ensilar o tratar. La experiencia adquirida en los silos construidos hasta ahora demuestra que es preferible el deslizamiento de las torres independientemente de la cimbra de las células, porque la unión de ambas cimbras puede provocar la deformación de las células.

DEPOSITOS Y CISTERNAS

En general estas construcciones son de forma circular, y a di



a



b

Fig. No. XXVIII Silos de granos de girasol de 7000 Ton. de capacidad. a).- Durante su construcción. b).- Después de su construcción.

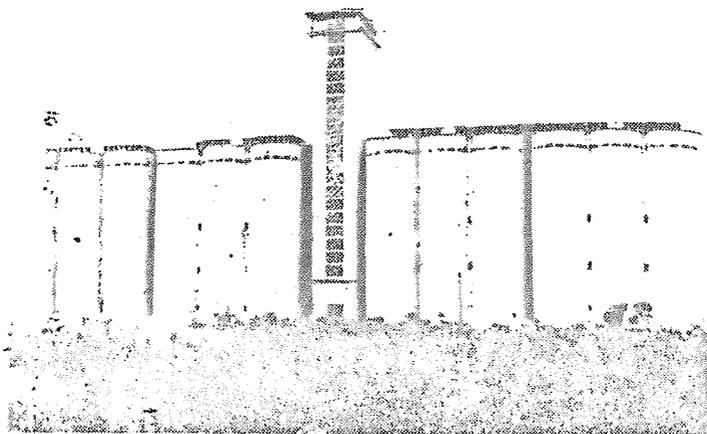


Fig. No. XXIX

Batería de silos para el almacenamiento
de cereales de 36000 Ton de capacidad.

ferencia de los silos, sus alturas son débiles en relación con sus diámetros y sus paredes pueden ser de concreto armado o pretensado. El empleo de la cimbra deslizante es económico para un gran número de elementos iguales por ejemplo:

- Depósitos de agua y otros líquidos.
- Decantadores de aguas industriales y mezcladores.

TORRES INDUSTRIALES

En numerosas instalaciones industriales son necesarias torres de diferentes formas y alturas, por lo cual el sistema de cimbra deslizante es recomendable para la construcción de:

- Torres de granulación.
- Torres de refrigeración de tipo natural.
- Torres de refrigeración de tiro forzado.
- Torres de refrigeración hiperbolicas, y otros tipos de torres industriales.

DEPOSITOS ELEVADOS DE AGUA

Estas construcciones se caracterizan por una estructura de 15-50 m. de altura, de concreto armado, que soporta en su parte superior un depósito de forma cilíndrica, troncocónica o de otro tipo, y por lo tanto es muy ventajoso el uso de la cimbra deslizante para la construcción de la estructura de concreto reforzado. En el caso de que el depósito tenga la misma dimensión que la to-

re soporte, sus paredes pueden hacerse también con cimbra deslizante, construyendole más tarde el fondo.

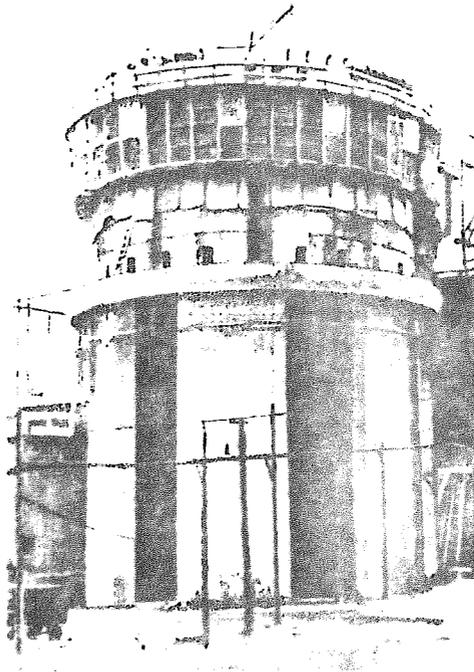
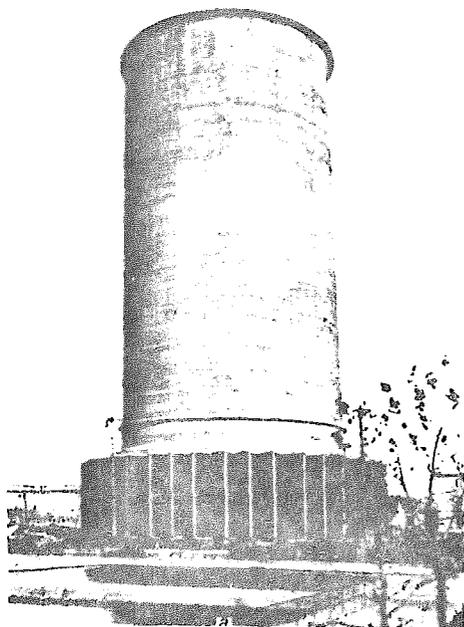


Fig. No. XXX

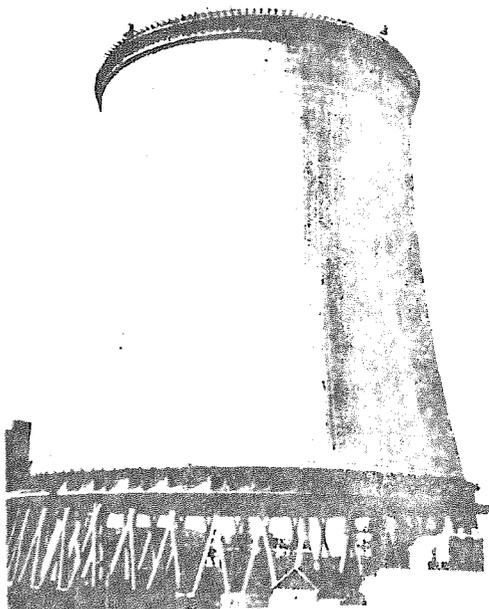
Torre de granulación: deslizamiento de la parte superior.



a

b

Fig. No. XXXI Torres
de refrigeración, constru-
idas con cimbra deslizante
a).- Torre troncónica.
b).- Torre Hiperbólica.



CHIMENEAS

Por su gran altura y pequeñas dimensiones en planta, la aplicación del método de cimbra deslizante es muy ventajoso, pues -- permite obtener notables economías de andamios y cimbras, una ca lidad excepcional por el monolitismo de la pared etc.

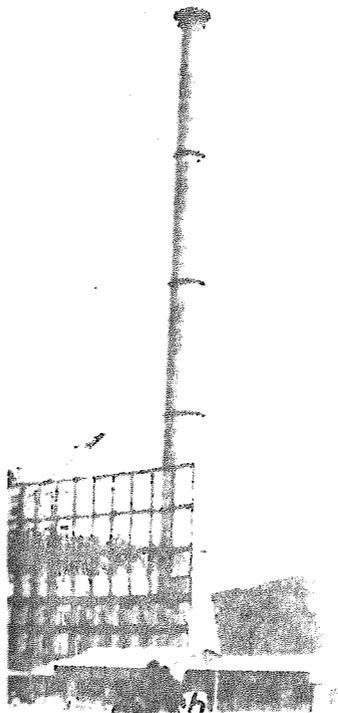
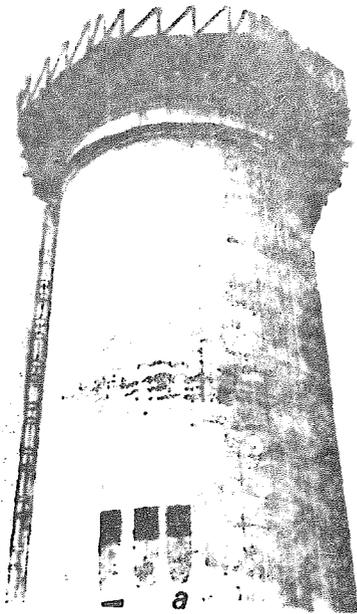


Fig. No. XXXII Chimenea de 220 m. de altura construida con cimbra deslizante.



a



b

Fig. No. XXXIII Construcción de una chimenea de 160 m. de altura. a).- Chimenea de 160 m. durante su construcción. b).- Protección durante la construcción del concreto contra el clima frío.

OBRAS DE EDIFICACION

Para asegurar una reutilización suficiente de la cimbra deslizable; según la experiencia adquirida hasta ahora, son necesarias 7-8 obras idénticas de 7-8 plantas, así se alcanza una altura de deslizamiento de unos 200 m. En estas condiciones de aplicación, en las obras de edificación, y sobre todo en las de viviendas.-- que cumplen en general la necesidad de repetición, el método de la cimbra deslizable se ha impuesto como una de las soluciones más adecuadas para la construcción de edificios de más de 7 plantas; para las construcciones que tienen menos, deberá examinarse, en comparación con otras soluciones (métodos clásicos, estructura celular con cimbras fijas, paneles prefabricados, etc.), a fin de poder adoptar el método más ventajoso desde el punto de vista técnico-económico.

La reducción de plazo de ejecución tiene una gran importancia, ya que un edificio de viviendas de 10 plantas, puede ponerse en servicio de 4-6 meses, lo que representa una reducción de 40-50 % de la duración normal, a lo que corresponde una disminución de 2 a 5 % de los gastos generales de obra y para el conjunto de la economía nacional.

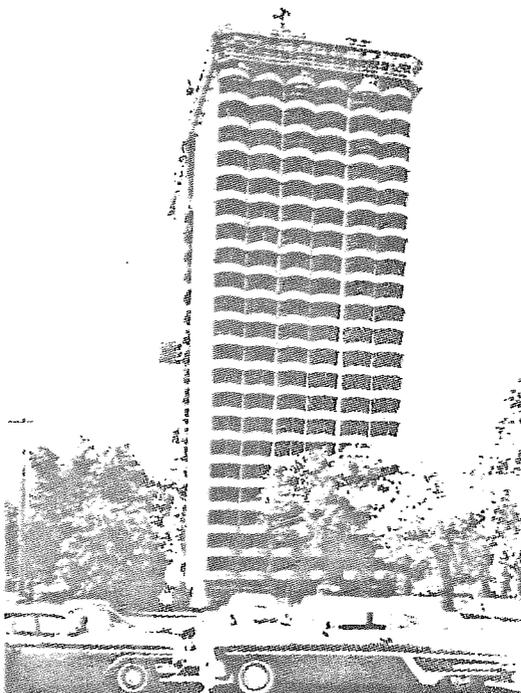


Fig. No. XXXIV

Edificio de viviendas construido con cimbra deslizable.



Fig. No. XXXV Construcción de viviendas construidas con cimbra deslizante.



Fig. No. XXXVI Construcción de una unidad habitacional con cimbra deslizante.

MUROS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES

Los muros laterales o frontales de los edificios industriales de gran altura pueden ser realizados con cimbra deslizante con tal de que tengan contrafuertes lo bastante sólidos para asegurar la rigidez de la cimbra deslizante y su guía; en general tales contrafuertes de 1.20 a 1.50 de canto, son necesarios a causa del viento y de los esfuerzos horizontales debidos a los puentes guía.

Con cimbra deslizante se pueden hacer también pilares, altos - cuyas dimensiones son por lo menos de 1.30X0.50 m.

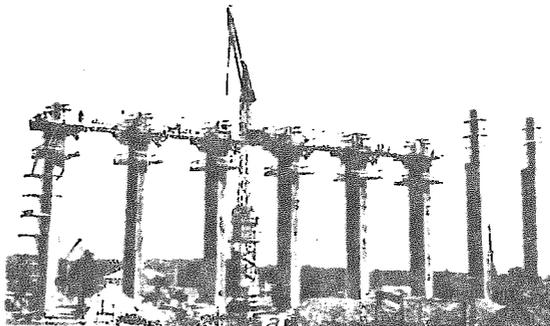


Fig. No. XXAVII Soportes y muros de construcciones industriales hechos con cimbra deslizante.

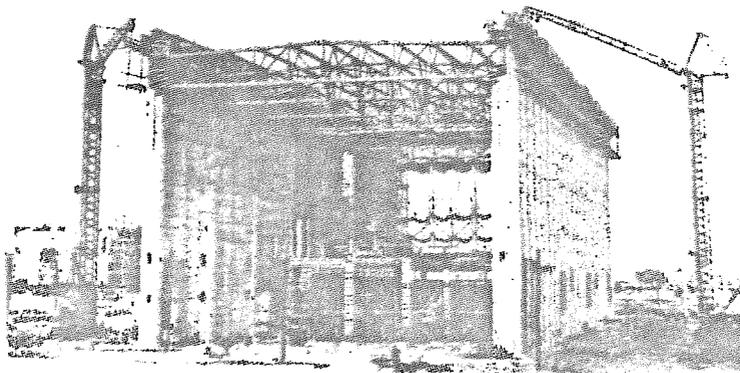


Fig. No. XXXVIII Deslizamiento de soportes y muros de un -
edificio, al mismo tiempo que se eleva la-
cubierta, montada en el suelo.

CONSTRUCCIONES EJECUTADAS PARCIALMENTE CON CIMBRA DESLIZANTE

El método de la cimbra deslizante puede también aplicarse a una parte aislada de la obra, y ejecutar el resto por otros métodos. Para la ejecución de cajas de ascensores y escaleras, se ha empleado frecuentemente una cimbra deslizante que arrastra en su ascensión una grúa cuya pluma cubre toda la superficie de la obra; llegada a la cota final, la grúa se fija a los muros de concreto armado y sirve para montar el resto de la construcción.

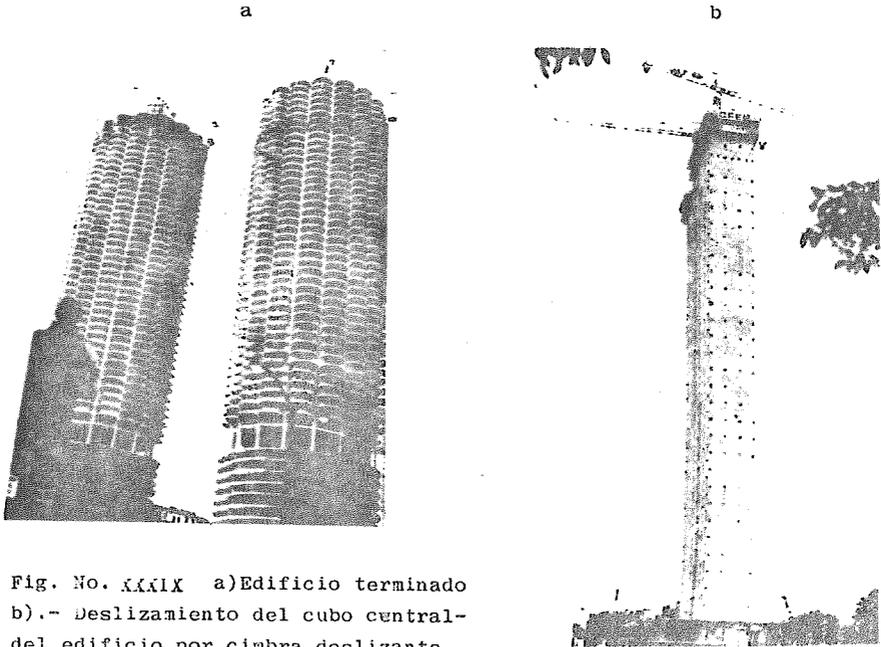


Fig. No. XXXIX a) Edificio terminado
b).- Deslizamiento del cubo central-
del edificio por cimbra deslizante.

PILAS Y ESTRIBOS DE PUENTES

Su altura frecuentemente importante, ha hecho que la utilización de la cimbra deslizante se adopte como solución óptima para formas diferentes; circulares, rectangulares, de sección llena, hueca o en forma celular, etc.

MUROS DE CONTENCIÓN

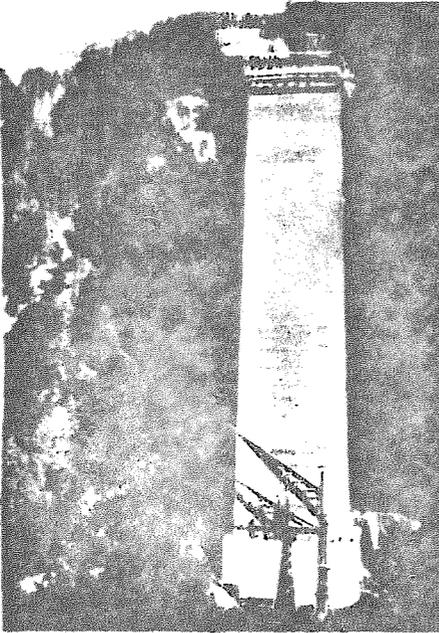
El empleo de la cimbra deslizante es indicado cuando los muros son de gran altura y está asegurada la reutilización; en general plantean problemas especiales de ejecución, por variar su espesor con la altura.

CAJONES DE CIMENTACION

Para cimentaciones muy profundas o bajo el agua, la ejecución de cajones con cimbra deslizante, ya sea in situ cuando es accesible, o sobre otro terreno para llevarlos por flotación a su emplazamiento definitivo y sumergirlos después, es una solución aplicada con frecuencia para las cimentaciones de puentes, muelles, faros, plataformas para la explotación de petróleo etc.

PRESAS

La gran altura de las presas, sobre todo las de arco y el gran



a

Fig. No. XL Construcción
de pilas para puentes.

a).- Pila individual de apoyo
de puente.

b).- Pilas gemelas para el --
apoyo de un puente.

b

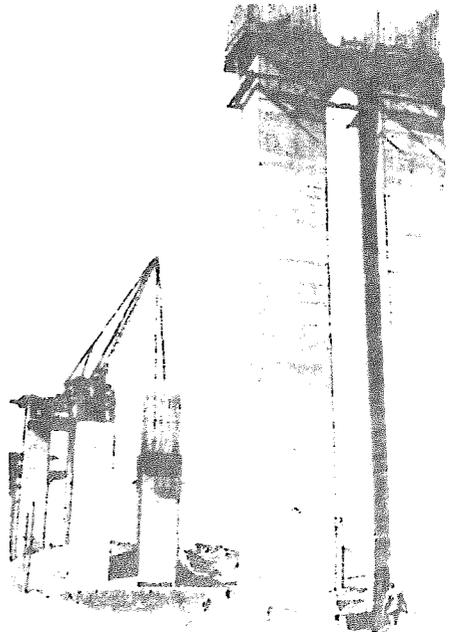




Fig. No. XLI

Construcción de una presa por el sistema de cimbra deslizante.

número de elementos hacen que el método de cimbra deslizante sea uno de los más satisfactorios.

CHIMENEAS DE EQUILIBRIO

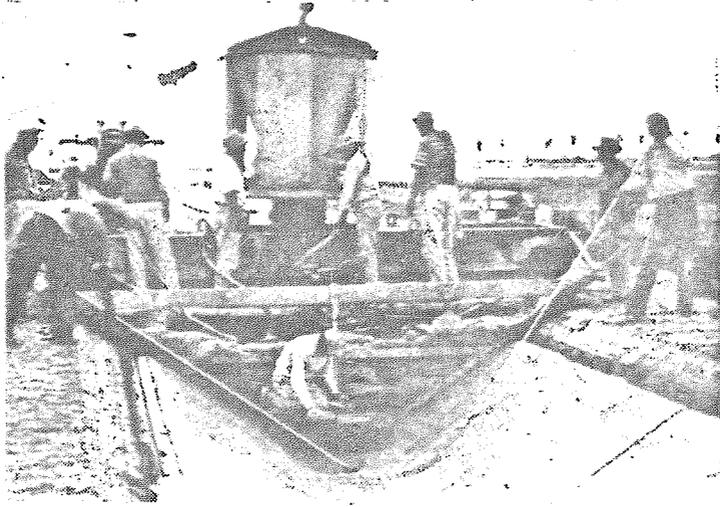
Ya sean subterráneas o elevadas, su construcción con cimbra - deslizante es muy indicada, ya que evitan los andamios, aumenta la velocidad de ejecución, y adquiere un monolitismo la estructura por no haber juntas de construcción.

POSOS DE MINAS O DE ACCESO

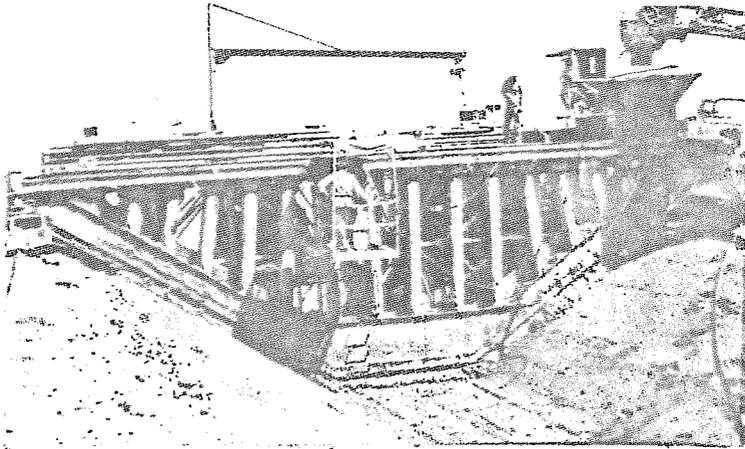
Son análogos a las chimeneas de equilibrio, aunque de inferior diámetro, por lo que el empleo de la cimbra deslizante presenta las mismas ventajas.

CANALES O TUNELES

La aplicación de la cimbra deslizante en ciertas partes de estas obras presentan ventajas con relación a su ejecución con cimbras ordinarias.



a



b

Fig. No. XLII

Construcción de canales por el método de cimbra deslizante. a).- Sistema de bacha para el suministro del concreto. b).- Sistema de tolva corrediza para el proporcionamiento del concreto a la obra.



Fig. No. XLIII

Molde de la cimbra deslizable para la construcción de un colector.

TORRES DE TELEVISION

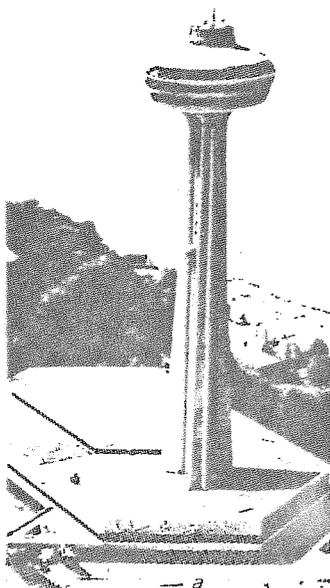
Se caracterizan por su gran altura, que puede alcanzar 200 a 300 m.; son generalmente cilíndricas por el interior, que comprende los ascensores y escaleras de acceso, y troncocónicas por el exterior, con un espesor variable de paredes.

FAROS

Los faros son en general de una altura más pequeña, y no tienen más sala amplia que la de coronación, que alberga la maquinaria, mientras que en la torre se encuentran la escalera de acceso y el ascensor.

TORRES PANORAMICAS

Tienen por objeto ofrecer una vista de conjunto sobre un paisaje interesante, o a veces también otros fines (torres o repetidores de televisión etc.) la torre propiamente dicha se construye con cimbra deslizante.



a

b

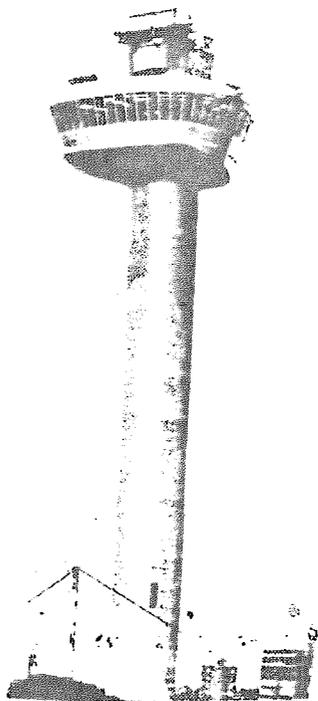


Fig. No. XLIV Construcción de torres de televisión por el sistema de cimbra deslizante. a y b diferentes tipos de arquitectura.

OBRAS CONSTRUIDAS EN MEXICO CON CIMBRA DESLIZANTE

En México el sistema de cimbra deslizante ha sido bastante -- aceptado para la construcción de grandes obras de las cuales mencionaremos algunas:

- Proyecto hidroelectrico Chicoasen, desfogues margen derecha -- del rio Grijalva. Superficie 10,000 m².

- Obelisco (40) metros, en Plaza General Lazaro Cardenas en la -- ciudad de Morelia Mich. Superficie 1,800 m².

Pilas para el puente Infiernillo Fc. Corondiro las truchas Mich. superficie 7,500 m².

- Parámetros verticales en la casa de maquinas presa hidroelectri -- ca Chicoasen. Superficie 12,000 m².

- Pilas del puente de operación de las compuertas del vertedor, en la presa Comedero. Superficie. 4,000 m².

- Presa Hidroelectrica Chicoasen, camara de oscilación. Superfi -- cie 20,000 m².

- Lumbreras de acceso a la línea tres sur del metro en México D.F. Superficie 5,000 m².

- Obra de toma, primera etapa, Planta Hidroelectrica Chicoasen.
Superficie. 6,000 m².

- Obra de toma, segunda etapa, Planta Hidroelectrica Chicoasen.
Superficie. 10,000 m².

- Cementos Portland Nacional, en Hermosillo Sonora.
Silos de arcilla. Superficie. 4,000 m².
Silos de homogenización. Superficie. 12,000 m².
Silos de cemento. Superficie. 16,000 m².
Torre precalentador. Superficie. 7,500 m².

- Torre de control, aeropuerto de los Mochis Sinaloa. Superficie.
2,500 m².

- Cubo de servicios y circulación vertical, hospital de Pemex en
sur Picacho, Mexico, D.F. Superficie. 4,600 m².

- Lumbreras en el sistema de Drenaje Profundo. México, D.F. Superficie. 10,000 m².

- Cementos Portland Nacional, Tanque de almacenamiento y torre de
almacenamiento de puzolanas. Superficie. 3,700 m².

- Tanque elevado para infonavit en Culhuacan e Iztapalapa. Superficie. 5,000 m².

- Pilas para el puente Coatzacoalco II No. 2,3,4,5,6,7. Superficie. 7,800 m².

- Pilas del puente Tampico. Superficie. 8,000 m².

- Silos para cenizas volantes, en rio escondido. Superficie. 16,000 m².

- Silos de cemento, Jiutepec Morelos, Superficie. 6,300 m².

CAPITULO V

OTROS METODOS DE CIMBRADO EN GRANDES OBRAS

CIMBRAS AUTOESLIZANTES

En la construcción de estructuras elevadas de concreto , de forma constante, las cimbras que se elevan por si mismas conforme se realizá la operación de colado reducen los costos de grúa y tiempo de construcción. Contrariamente a la cimbra deslizante que forma las estructuras de un proceso continuo por extrucción en el moldeado, las cimbras autodeslizantes se emplean en etapas de piso por piso, debido a la manera que suben los muros, también llamadas cimbras de salto.

Se utilizan diversos sistemas de cimbras autodeslizantes que se encuentran en el mercado, sobre todo existe la diferencia en el anclaje pero se encuentran similitudes básicas en todos los sistemas.

Para subir la cimbra de un piso a otro, se emplean dos auto elevadores o torres de elevación, después de colocar una sección de muro ya colados debajo de las cimbras y utilizando dos gatos de separación en cada elevador, se retiran del muro y se suben mediante gatos hidráulicos, neumáticos, o eléctricos, hasta su nueva posición inmediatamente debajo de las cimbras.

Los autoelevadores se vuelven a apoyar entonces contra el muro mediante los gatos separadores y se vuelven a anclar.

A continuación las cimbras son similarmente desconectadas y retiradas mediante los gatos separadores. Al igual que un gato amortiguador, el movimiento o acción de los gatos elevadores se invierte, las cimbras se elevan a la siguiente posición de colado y después se colocan en línea mediante los gatos separadores.

Se instalan varillas de amarre y pernos de anclaje y se cuela el concreto; en cada nuevo piso se vuelve a repetir el ciclo así pues se requieren dos pasos básicos para cimbrar cada piso primero se emplean las cimbras ancladas para subir las torres de elevación, después que estas son ancladas se emplean para elevar las cimbras, "mano sobre mano" igual que al ascender una escalera de cuerdas, las cimbras y las torres de elevación se van elevando una a otra por el muro. (ver Fig. XLV).

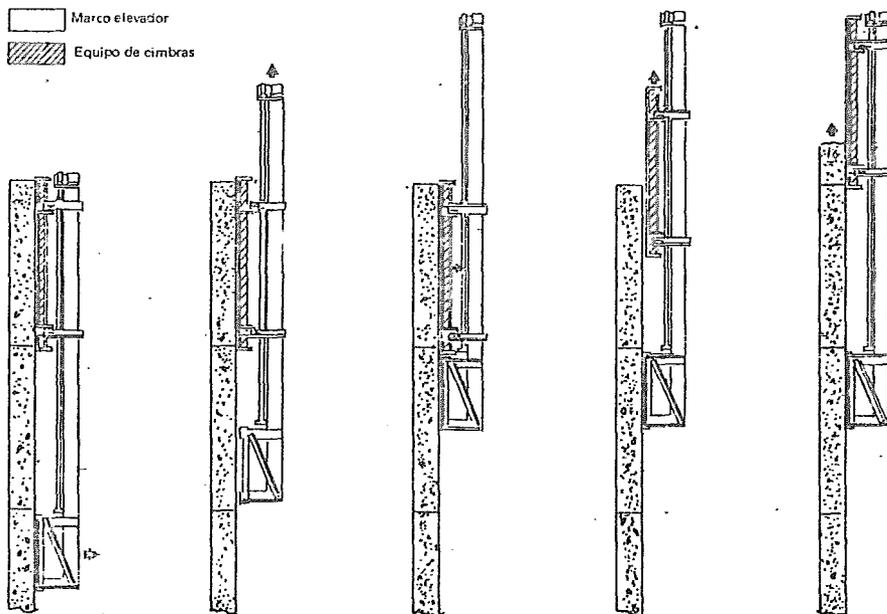
Los sistemas de cimbras autodeslizantes se han utilizado para construir cortinas de presas, contenedores de reactores nucleares, torres de enfriamiento, estribos de puentes, cubos de elevadores y escaleras, así como muros exteriores y columnas de edificios elevados.

Usadas principalmente en cimbrados verticales repetitivos,-

las cimbras autodeslizantes pueden reducir tiempos y costos de construcción mejorando al mismo tiempo la productividad. El costo del empleo de grúas se reduce radicalmente. La grúa o torre puede usarse para elevar solamente varillas y concreto, no cimbras pesadas.

Los costos de edificios elevados muestran que las cimbras cuestan tan sólo la mitad de los cimbrados convencionales. Y a pesar del elevado costo del equipo se dice que el sistema de cimbra autodeslizante se paga por si mismo en una sola obra, cuando se emplea en edificios de al menos 15 pisos.

Las cimbras duran más y la seguridad de los trabajadores mejora con el sistema autodeslizante porque las cimbras están totalmente controladas por personas situadas junto a las cimbras. En lugar de estarlo por un operador de grúa a muchos metros de distancia. Aunque no tan rápidamente como las cimbras deslizantes, las cimbras autodeslizantes pueden detenerse cuando sea necesario sin originar problemas como los que resultan al detener cimbras deslizantes y mediante este método es más fácil dejar un buen espacio para las penetraciones.



SECUENCIA DE ELEVACION DE UN TIPO DE CIMBRA AUTODESLIZANTE OPERADA ELECTRICAMENTE

Fig. No. XLV En la primer figura, tanto la cimbra como el marco de elevación estan contra el muro, y el concreto esta colado un poco abajo de la parte superior de la cimbra. En la segunda figura, se muestra el marco separado del muro parcialmente levantado. En la tercer figura, el marco ha sido fijado de nuevo al muro, justamente debajo de la cimbra. En la cuarta figura la cimbra esta retirada del muro parcialmente retirada y levantada. En la figura cinco, se ve la cimbra nuevamente en posición de operación y el colado ó colocado del concreto se ha vuelto a iniciar.

CIMBRA TREPADORA

Este tipo de cimbra se utiliza para paredes delgadas principalmente, el principio es simple, debiéndose disponer de dos cimbras superponibles alternativamente.

En primer lugar, se cuelan los dos cimbrados superpuestos - teniendo presente que el que está sobre la solera debe tener - unos elementos para decimbrarlo. Cuando el conjunto está colado y fraguado se quita la cimbra inferior y se lleva a la cabeza, colando después la parte superior y se continúa progresando como lo indica la siguiente figura.

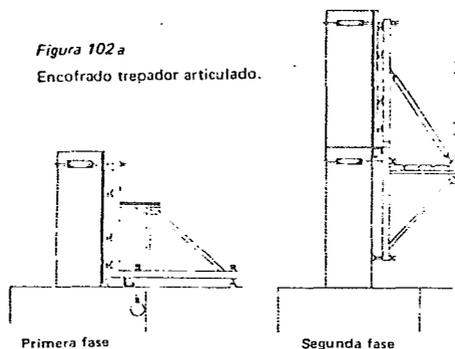


Fig. No. XLVI Procedimiento que sigue el método de la cimbra-trepadora articulada.

Este método es aplicable para cualquier altura de colado -- prácticamente entre 1.50 y 3.00 m. Así en cimbras de 2.50 m. -

de altura de colado, el primer vertido es de 5.00 m. y los siguientes a 2.50 m. Se pueden ejecutar muros verticales o inclinados con espesor variable de un grueso de 0.10 a 2.50 m. aproximadamente.

Su ventaja principal consiste en ser articulado, por lo cual no hay necesidad de desarmarlo después de la primera puesta. - Pueden con ventaja emplearse en obras que carecen de medios de elevación, ya que todos los movimientos pueden ser manuales.

Sirve tanto para cimbrar una cara o dos, admite el montaje de pasarelas de servicio, la superficie de contacto puede ser de diferentes materiales tales como: Metálicos, de tablero con trachapeado en forma de duelas o mixto. Normalmente la cimbrase utiliza para alturas de vertido hasta 1.50 m. en caso de espesores variables y caras diferentes, se debe de vigilar que las cimbras y la posición de los pernos estén al mismo nivel. - Precisamente la dificultad del empleo de este método estriba en la regularización de la verticalidad. La solución consiste en equipar en la cabeza de cada cimbra con una ménsula con barandilla como se pudo observar en la figura anterior en la segunda fase. Otra ventaja del método es el empleo de cualquier cimbra normalizada la cual se puede volver a utilizar más tarde en otras obras.

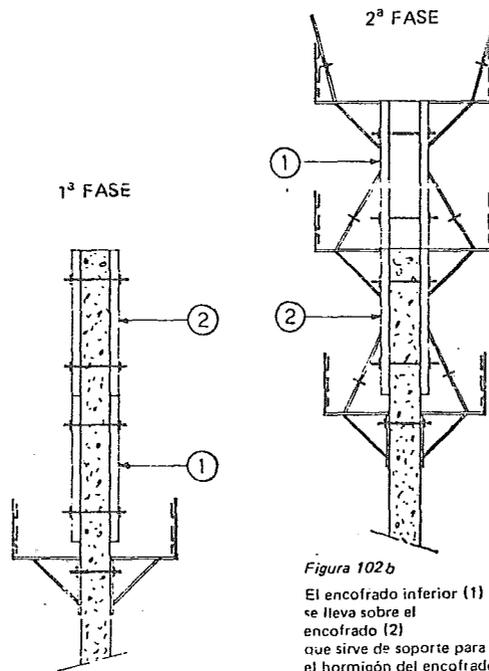


Fig. No. XLVII En esta figura se pueden observar los pasos que sigue la cimbra trepadora para su funcionamiento.

CIMBRA SEMI-DESLIZANTE

La cimbra se desliza verticalmente sobre el concreto fraguado, calificándose con la designación semi-deslizante para no confundirla con el verdadero deslizante.

Este tipo de cimbra se compone de un cimbrado de altura igual a la del colado (en la práctica de 1.50 m. a 3.00 m.), más 0.05 a 0.10 m. aproximadamente de recubrimiento.

Está equipada de una viga vertical cuya longitud es superior al doble de la altura del colado.

Verticalmente, posee tres anclajes. Uno de espera, a una distancia de la parte superior de 0.15 a 0.30 m. de diámetro superior en 2 mm. a los pernos medio e inferior.

El perno está colocado bajo la cimbra, sosteniendo su peso y recibiendo la presión del concreto, con un momento flector ligero y tracción elevada.

Para levantar la cimbra se quitan el perno de espera y el inferior. Luego se afloja el medio, se levanta la cimbra, deslizando el medio en el montante vertical y guiando la cimbra.

Cuando la cimbra está en la posición superior, el bulón me-

dio se convierte en bulón inferior. En la parte inferior de la viga hay un gato, con la ayuda del cual, así como del perno inferior, se puede regular la dirección de la cimbra.

La originalidad de este sistema estriba en el hecho de que las cimbras situadas una frente a la otra y son independientes pues los pernos se fijan en un anclaje ciego dentro del concreto. (ver Fig. XLVIII).

Se recomienda el uso de este sistema principalmente para muros delgados de gran altura, como por ejemplo: silos, depósitos etc. Su ventaja principal consiste en la utilización de vigas verticales que permiten pasar de una posición a otra, sin ningún desmontaje, sólo con la ayuda de un pescante de elevación manual, montado sobre uno u otro de los paramentos. Sin embargo los levantamientos igualmente pueden ser efectuados por grúas torre.

Admite el montaje de pasarelas de servicio. Este sistema de cimbrado normalmente se usa para alturas de vertido de 1-2 m.

Los anclajes son de tipo roscado, bien con tuercas en los extremos, o bien con muelles. Ambos de estos elementos quedan perdidos en el concreto.

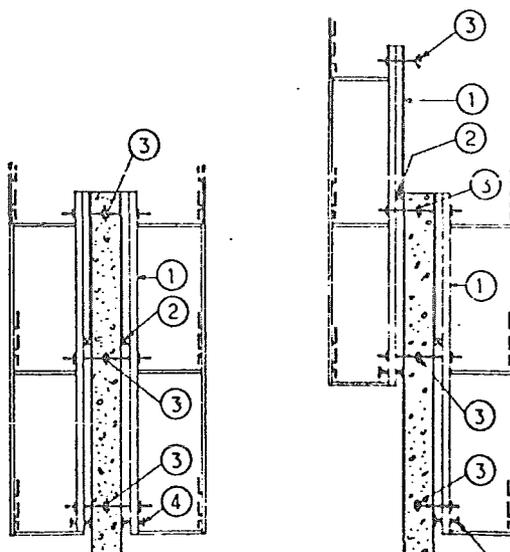
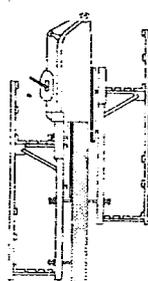
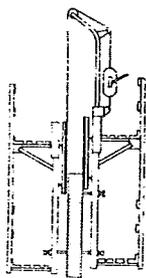


Fig. No. XLVIII En la siguiente figura se observa los pasos que sigue el método de cimbra semi-deslizante. 1.- Cimbra, 2.- Cimbrado de fraguado de 5 a 10 cm. sobre el concreto anterior, 3.- Anclaje ciego, 4.- Gato.



Levantamiento primer paramento



Levantamiento segundo paramento
A continuación se puede hormigonar

Fig. No. XLIX En este esquema estan los pasos que sigue la cimbra semi-deslizante levantada por paramentos.

CIMBRAS PARA PRESAS Y GRANDES MASAS DE CONCRETO

Las dimensiones y sobre todo la altura, imponen una cimbra-metálica, debido a la cantidad de puestas de cimbra en una sola obra. No obstante esto no implica la generalización del empleo de las cimbras metálicas para la construcción de presas.

La necesidad de no poner andamios ha obligado a los constructores a estudiar una cimbra anclada sobre el concreto ya fraguado anteriormente con una serie de equipamientos que permiten establecer pasarelas de servicio.

El alto rendimiento de las instalaciones de colado de las obras hidráulicas ha llevado a buscar cimbras de mano de obra muy simple y sobre todo rápida, de manera que se disponga del sitio necesario para las producciones de colado diario sean elevadas.

La característica esencial de una presa, en lo que se refiere al estudio de una cimbra radica en que el concreto se presenta en grandes cantidades y grandes espesores. Por eso las cimbras de las presas están constituidas de dos elementos distintos:

- El elemento cimbra.
- El elemento portante.

El elemento de cimbrado; suele ser de dos tipos fundamentales:

- a).- Paneles de madera o tableros de 3.00 m. de longitud aproximadamente, sostenido por dos elementos portantes.
- b).- Paneles con armazón metálico cuyos rigidizadores son horizontales.

La altura de la cimbra es igual a la altura de colado, siguiendo la pendiente, más 5 o 10 cms. de recubrimiento sobre el concreto de la capa superior.

El elemento portante se compone de las siguientes partes:

- El montante que recibe el tablero y que tiene detrás un gato que regula la dirección de la cimbra.
- La ménsula.
- El perno en el concreto (de recuperación o de agarre).
- El perno en espera del colado.

A veces la ménsula y el montante se unen, por el lado del paramento, con un soporte del conjunto sostenido por un tirante el perno de espera debe tener siempre un diámetro superior de 2 mm. al del perno de agarre, para permitir el paso de este último por el agujero dispuesto por el de espera.

El montante puede tener un sistema de ajuste en la parte de unión del panel sobre el concreto anterior.

Parametros inclinados.- Si tenemos una altura de la capa colada vertical de 1.50 m. bastaría prever una altura de cimbrado siguiendo la pendiente que corresponda a una altura vertical - útil de 1.50 metros.

En las vigas, el intervalo vertical entre los pernos debe siempre corresponder a la altura de alzado siguiendo la pendiente. Para una capa de concreto de 1.50 m. sobre un parametro vertical, este intervalo es de 1.50 m. cuando el parametro está inclinado, el intervalo es igual a la altura útil de cimbrado. Para un mismo espesor de tongada, el precio de un cimbrado crece junto con el angulo que forma el parametro con la vertical. En este caso un ángulo de 45° la diferencia de precio con una cimbra de parametro vertical puede llegar a ser muy importante, con aumento del 20 o 30 %. Para los ángulos importantes convendría reducir el espesor de la tongada. Además debemos tener en cuenta que las ménsulas de las pasarelas deben estar colocadas horizontalmente.

La operación de este tipo de sistema que es de los más actualizados, en el que los tableros no son desmontados ni separados de las vigas, levantándose conjuntamente cimbras y vigas.

La longitud mínima a levantar es la de un elemento de cimbra de 3 a 4 m. de longitud equipado con dos vigas.

Cuando el cimbrado está listo para ser retirado se quitan - los pernos de las vigas, separándolos del concreto, aunque permanece en la viga. Cuando se presenta el cimbrado al nivel de la siguiente tongada, los pernos inferiores se ajustan de nuevo al concreto, el perno superior se pone en posición de espera para el siguiente colado de concreto.

Parte de los trabajos se realizan desde las pasarelas de servicio. Como podemos apreciar, las operaciones citadas no presentan dificultades particulares y no se necesita aparentemente una gran especialización.

Cuando se termina de estudiar la unidad de ejecución de la presa, elemento vertical o mensula, queda por analizar la cantidad de cimbra que se necesita. Las condiciones de ejecución imponen siempre una diferencia de nivel entre dos ménsulas contiguas. Esta diferencia es por lo menos del orden de una puesta de cimbra.

Los tiempos de fraguado antes del decimbrado son generalmente del orden de 48 hrs. Bajo el punto de vista de la determinación de la cantidad de cimbrado. El caso más simple es el de una ménsula con una sección horizontal prácticamente constante desde la base hasta su coronación. Es el caso de presas con paramentos verticales, así como el de las presas con bóveda simple de pequeña altura.

Supongamos que se trata de una presa de 30 m. de altura, 5 metros de espesor y 100 m. de longitud de forma cilíndrica. -- El volumen total de concreto a colocar es de 10 000 m³ aproximadamente si se prevén instalaciones que permitan un promedio de puesta en obra de 150 a 200 m³ de concreto por día. Necesitaremos una cantidad de cimbra que nos permita colocar esos -- 200 m³ de concreto diarios. Si las ménsulas tienen 10 m. de -- longitud, su superficie será de 50 m² pudiendo considerar alturas de colado de 1.00 m. que corresponderían a los 50 m³ de colado en cada ménsula.

En estas condiciones tendremos que prever cimbras para trabajar en 9 ménsulas: 3 de colado, 3 en cimbrado, 3 en decimbrado.

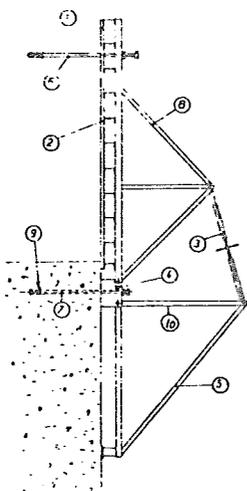
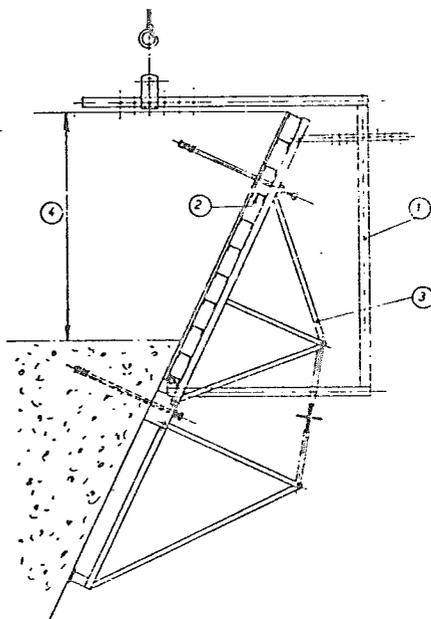


Fig. No. L Cimbra para parameros verticales utilizadas en la construcción de presas. 1.- Superficie cimbrante, 2.- Estructura cimbrante con rigidizadores horizontales, 3.- Tirantes con gato 4.- Soporte del conjunto, 5.- Tornapuntas, 6.- Perno de espera, 7.- Perno de agarre o unión, 8.- Montante, 9.- Rosca de anclaje ciego, 10.- Ménsula.

Fig. No. LI Cimbra para parameros inclinados en la construcción de presas.--
 1.- Balancín equilibrado.
 2.- Cimbra.
 3.- Montante-Consola.
 4.- Altura vertical de colada.



CIMBRAS PARA PUENTES

En los puentes podemos mencionar como partes principales para el cimbrado las siguientes:

El tablero

Los soportes o apoyos.

La cimentación.

El tablero es el elemento directamente portante de las cargas debidas al uso, permitiendo segun su tipo, establecer una clasificación de los puentes: de vigas, de losa, de viga en cajón etc.

Los soportes son los elementos que transmiten las acciones del elemento portante de las cargas a la cimentación.

La cimentación es la estructura que se encarga de repartir sobre el terreno la carga transmitida por los apoyos pudiendo ser una cimbra superficial o profunda.

Cimbras para el tablero.- Los sistemas empleados en la actualidad se pueden encuadrar en tres grandes grupos:

- Procedimientos tradicionales de montaje de una cimbra en parte o todo el tablero para su colado posterior.
- La prefabricación de sus elementos.
- La construcción por voladizos sucesivos.

Los procedimientos tradicionales exigen la construcción previa de una cimbra de madera o metálica para todo el tablero o una parte de él. En muchos casos es la solución técnica y económica más conveniente, pero sin embargo presenta la desventaja de la fuerte inversión de la obra muerta, también un gasto fuerte de la mano de obra en su preparación, colocación y posterior retirada.

La prefabricación suprime en gran parte los problemas anteriores que se citaron y las ventajas propias del sistema son:

- La no utilización de andamiajes.
- La utilización integral de la cimbra.
- Posibilidad de hacer el trabajo sin tener que seguir una secuencia determinada.
- Mayor rapidez de ejecución de la obra.
- Ejecución de la mayor parte de la obra con mano de obra especializada, mejores moldes, control más eficaz y en mejores condiciones de seguridad.
- Regularidad de construcción y producción, lo que permite una mejor planificación de la obra, independientemente de las condiciones meteorológicas.

La construcción por avance en voladizos sucesivos cumple de modo perfecto las condiciones inpuestas a todo el sistema constructivo para puentes; independencia con respecto al río o circulación inferior y reducción al mínimo de la obra muerta.

El sistema de voladizos sucesivos consiste en esencia, en un carretón que avanza apoyándose en la parte construida. Se fija a ella y queda en voladizo para realizar una sola sección, cuya longitud oscila de 3.5 a 6.0 m. Las operaciones de colocación y decimbrado son sencillas, pues se llevan los elementos en el carro, con lo cual los movimientos a mano son mínimos.

Las operaciones a realizar son las siguientes:

- Cimbrado.
- Colado.
- Pretensado.
- Decimbrar y correr el carro, repitiendo la secuencia.

También este sistema de voladizos sucesivos es utilizado con dovelas in situ. Coladas con el auxilio de un carretón para sostenimiento de la cimbra. O para la ejecución de avance por voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas.

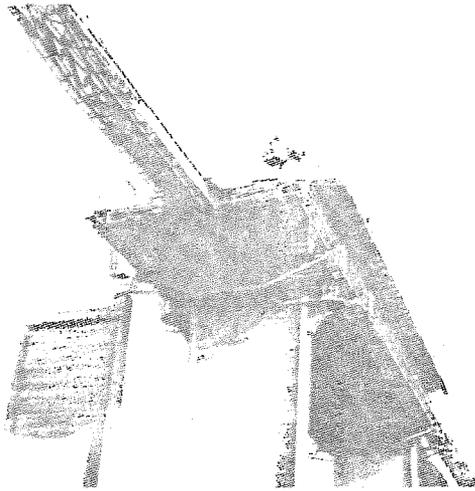
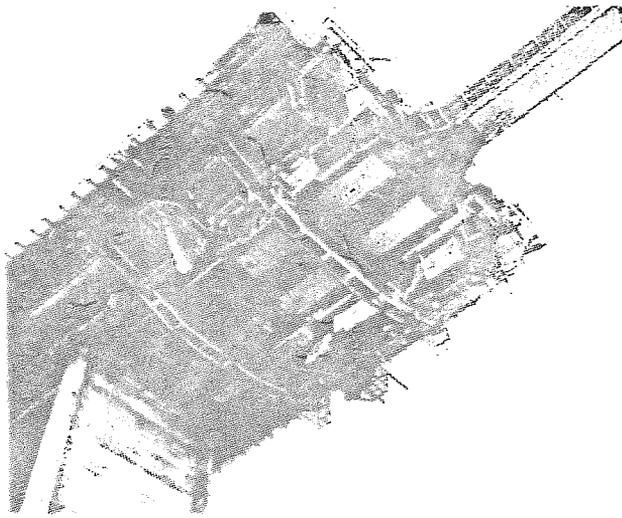


Fig. No.LII En la siguiente figura se puede observar el método de voladizos sucesivos, el cual consiste en el colado del concreto por medio de un carretón metálico que esta fijo a la parte ya fraguada, una vez terminado este se recorre el carro y se tensan los cables y se decimbra corriendo el carro y asi se repite la secuencia sucesivamente.

CIMBRAS METALICAS PARA GALERIAS Y TUNELES

Cimbra metálica no telescópica con transporte mecánico.-
El cimbrado no telescópico se utiliza poco en galerías de sección normal. Su principal defecto radica en la necesidad de esperar a que el último anillo de concreto tenga la suficiente resistencia para decimbrarlo.

Al resultar muy cara la irregularidad del trabajo en las obras se prefiere utilizar cimbras telescópicas, puesto que el precio no es mas alto que el de la cimbra no telescópica. Por eso es que se adopta casi siempre la cimbra no telescópica en las secciones muy grandes (de más de 100 m^2) o en las que tienen la bóveda muy rebajada. La dimensión de la bóveda impone un largo periodo de secado, del orden de una semana. Si se quisiera colar diariamente anillos de 5 m. , la longitud, por ejemplo se tendrían que prever aparatos para el colado de gran rendimiento y sobre todo una gran longitud de cimbras telescópicas. Si no se tienen que ejecutar grandes longitudes de túnel (varios Km) este material no seria amortizable en relación con la cimbra no telescópica. Tambien para el colado de un revestimiento de una sola vez, la cimbra telescópica es francamente más practica que la no telescópica.

La cimbra no telescópica se presenta bajo el aspecto de un elemento de gran dimensión, sostenido por cerchas metálicas.--

Las cerchas se fabrican en perfiles, chapa, parillas, etc.- Están separadas cada metro, 1.25, 1.50, o cada 2.00 metros, estando apoyadas y fijadas sobre ellas los tableros de cimbra en forma de parametro. Estos tableros, en lámina de 3,4 ó 5 mm. de grueso, segun la sección, se refuerzan con perfiles los cuales estan apoyados a su vez sobre los camones.

La forma interviene para condicionar el número de articulaciones. Si la sección es en forma de ovoide de pequeño tamaño sólo será aceptable la articulación unica, y si es mucho más - ancha que alta, así como si es relativamente pequeña (2.50 m. de ancho por 1.80 m. de alto por ejemplo) será necesario prever dos articulaciones.

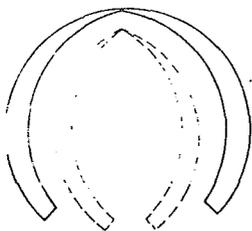


Fig. No. LIII
CIMBRA DE ARTICULACION UNICA

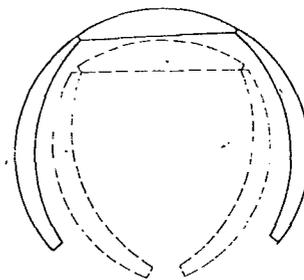
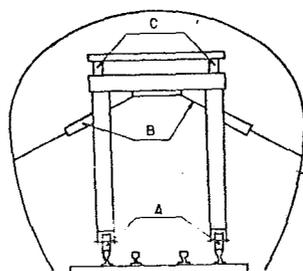


Fig. No. LIV
CIMBRA DE DOBLE ARTICULACION

Transporte mecánico de la cimbra.- Para transportar, colocar y retirar el elemento de cimbra, se utiliza un armazón metálico "transportador" constituido por los siguientes elementos:

- El armazón.
- Los gatos.
- Los tensores.
- Los rodamientos de rodillos.

El armazón puede ser un simple carretón de cuatro ruedas con uno o dos montantes sobre los que se fija el cuadro de maniobras.



ESQUEMATIZACION DEL TRANSPORTE MECANICO DE LA CIMBRA

Fig. No. LV Transportador con mástiles laterales. A.- Rodillos. B.- Tensores. C.- Gatos.

Los tensores son los organos de maniobra de los pie-derecho y sirven para retirarlos y reponerlos en su sitio.

Los gatos sirven para bajar la cimbra en el momento del decimbrado y colocarlo de nuevo en el lugar correcto para el vertido del concreto. Los gatos no se aplican directamente a la cimbra, sino a una plataforma metálica que reparte el esfuerzo

en boveda sobre toda la cimbra, y que disminuye las diferencias existentes en caso de que los gatos no esten debidamente sincronizados.

La cimbra de cierre o testero.- Cuando se vierte el concreto se debe tapar la extremidad libre de la cimbra. Este cimbrado puede realizarse de dos maneras: (ver Figs. LVI y LVII).

- Por una cimbra de 20 cm. de ancho si el revestimiento tiene 30 cm. de grueso teorico. La zona comprendida entre este cierre y la roca se cubre con madera.

- Por perfiles cuya posicion esta regulada en la cimbra. Cada perfil puede asi apoyarse por una parte en la cimbra y por la otra en el terreno, se colocan tablonces detras de los perfiles para cerrar la cimbra.

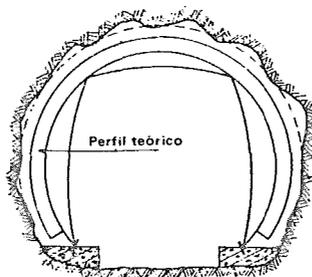


Fig. No. LVI
CIMBRA DE CIERRE
METALICO

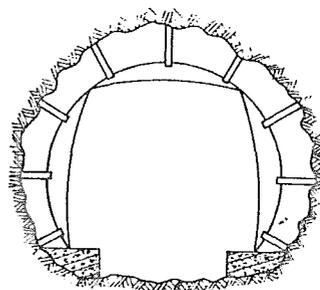


Fig. No. LVII
CIERRE DE MADERA
SUJETO POR PERFILES

La longitud más frecuente adoptada por la cimbra es la de - 10 cms. en anillos de un metro, 1.25, 1.50 m. Para trasladar - un elemento de cimbra no telescópica basta replegarlo algunos centímetros para separarlo del anillo colado. En la practica - se baja de 7 a 8 cm., para galerias de sección mediana, y de - 10 a 15 cms. , en galerias de sección grande.

Las sucesivas operaciones que constituyen el ciclo de traslado de un elemento de cimbra metálica son las siguientes:

- Colocación de la cimbra en boca.
- Colocación, en su lugar, del transportador.
- Colocación de los tensores.
- Elevación de la plataforma del transportador hasta su contacto con la bóveda de la cimbra.
- Apuntalamiento de la cimbra.
- Repliegue de los pie-derechos por medio de tensores.
- Desplazamiento del conjunto transportador-cimbra
- Después se levanta la cimbra.
- Se regula la cimbra antes de apuntalarla.
- Por último se apuntalan y se fijan los pie-derechos.

Después de haber apuntalado la cimbra, se cierra la extre-- midad libre y entonces la cimbra estará lista para recibir el concreto..

La colocación del concreto no puede hacerse en forma manual

por lo tanto se tiene que utilizar algun procedimiento mecánico ya sea de bomba o con sistema neumático. Algunas veces se vibra el concreto por las ventanas de vigilancia pero es necesario prever vibradores fijos en la cimbra para obtener un correcto colado y una superficie lisa.

La principal ventaja de la cimbra no telescópica es la rapidez y facilidad de maniobra, sin embargo presenta el grave defecto, en las secciones medianas, de crear un ritmo de trabajo irregular a consecuencia de la necesidad de esperar el fraguado del concreto antes de desconectar y poder colar el elemento siguiente.

El cimbrado no telescópico se usa por lo regular en galerías y túneles de poca longitud, colando al mismo tiempo que la perforación: el ritmo de la perforación es casi siempre de algunos metros por día con lo que bastan uno o dos elementos de cimbra que se cuelan cada dos o tres días. El colado viene restringido por la perforación lo cual no justifica a la cimbra telescópica.

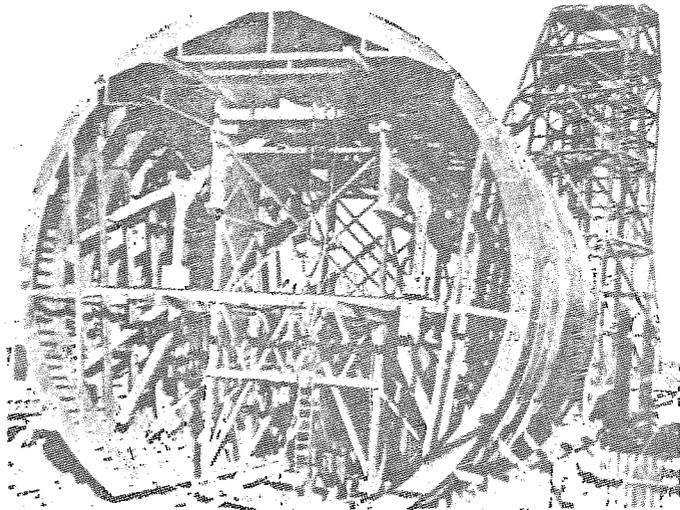


Fig. No. LVIII En esta fotografía se observa un molde de una cimbra no-telescópica que se utiliza principalmente para la construcción de túneles para la conducción de agua.

CIMBRAS TELESCÓPICAS PARA GALERIAS Y TUNELES

El cimbrado telescópico es idéntico al citado anteriormente la única diferencia estriba en que se repliegan de tal forma - que se pueden pasar entre la cimbra ya situada en obra. Esta - única propiedad confiere a la cimbra ventajas considerables y - modifica completamente la organización de las obras. La cimbra telescópica permite suprimir el cimbrado de la boca, disminu-- yendo así el número de puestas. Una cimbra telescópica es idéntica a la no telescópica, su diferencia estriba en el transportador, que debe poseer tensores y gatos que aseguren el repliegue de la cimbra de manera que pase dentro de la cimbra ya situada en la obra, debiendo ser el juego entre la cimbra colocada y la cimbra plegada de 8 a 10 cms. aproximadamente.

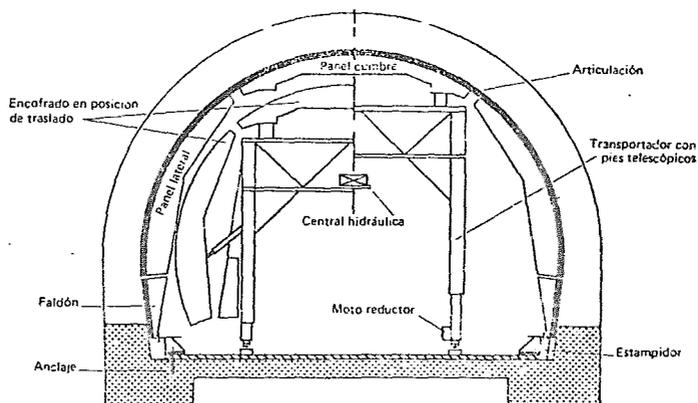


Fig. No. LIX CIMBRA METALICA DE REPLIEGUE TELESCOPICA

Por lo regular no hay elementos de cimbras mayores de 10.50 metros. El empleo propiamente dicho de la cimbra es exactamente el mismo que en el caso de la cimbra no telescópica, pero la organización general de la obra es diferente. El acoplamiento de los elementos unos dentro de otros permite establecer un ritmo de trabajo y de colado más intenso.

Dentro de los límites de las dimensiones de las cimbras, se debe considerar este tipo de cimbras desde el momento en que - la galería alcanza una longitud de varios metros hasta varioscientos de metros de 500 a 600 m., más o menos, para secciones normales de 2 a 4 m., de diámetro.

Exceptuando el caso en que el colado debe avanzar rápidamente para recuperar un retraso o por otras razones, la razón esencial para adoptar una cimbra telescópica es la posibilidad de obtener rendimientos regularmente elevados. El rendimiento óptimo no se alcanza hasta después de 10 ó 20 ciclos de empleo tras haber ejecutado 100 ó 200 m. de galería. Cuando la galería alcanza los 5 ó 6 m. de diámetro se puede fácilmente colar y perforar al mismo tiempo, pues la amplitud de la galería permite la instalación de dos vías de servicio, una para la obra de perforación y otra para la de colado, debiéndose limitar el avance del colado a la de la perforación.

Es importante mencionar la organización que se tiene para--

el colado del concreto porque existen dos formas de hacerlo:

- Colado discontinuo,
- Colado continuo.

El colado discontinuo consiste en colar uno o dos elementos terminados por una cimbra de cierre. Cuando el colado está acabado se incorporan otros elementos que se preparan para la siguiente fase de colado. En galerías de sección mediana (3 ó 4-metros de diámetro) se utilizan generalmente tres elementos de cimbra, casi siempre de 10 m., de longitud aproximadamente y un transportador.

El colado continuo consiste en dejar adoptar al concreto su talud natural en la cimbra. En lugar de construir un cierre se coloca un elemento de cimbra. A este modo de empleo de las cimbras se le llama continuo porque en origen, fue adoptado para colar las galerías sin interrupción continua.

En este caso sin embargo, vemos que la fase de decimbrado--cimbrado dispone de más tiempo que el necesario para ejecutar el trabajo. Por lo tanto se puede efectuar el colado de dos o tres fases sin interrupciones. También se reduce el número de interrupciones del concreto, causadas por paradas procedentes de averías de la maquina y con ocasión de los días festivos.

En el caso de un colado continuo, con unos equipos bien en-

trenados para una sección de 2.7 m., de diámetro, el ciclo completo de un elemento de 6.5 m. de longitud podría ser cómodamente realizado en una hora 30 minutos con cuatro hombres, siendo la cimbra desplazada por un pequeño tractor de aire comprimido el tiempo de mano de obra de la cimbra por metro cuadrado/hombre, con todas las maniobras, limpieza y regulación incluidos, puede descender a menos de 15 m. en una galería de sección mediana.

Para el caso del colado discontinuo, en sección mediana de 3.00 m. de diámetro el tiempo por metro cuadrado/hombre es de 20 a 30 m. más elevado que para el colado continuo, a consecuencia de la existencia del cimbrado de cierre y de la necesidad de efectuar las operaciones de decimbrado y cimbrado durante una fase de trabajo.

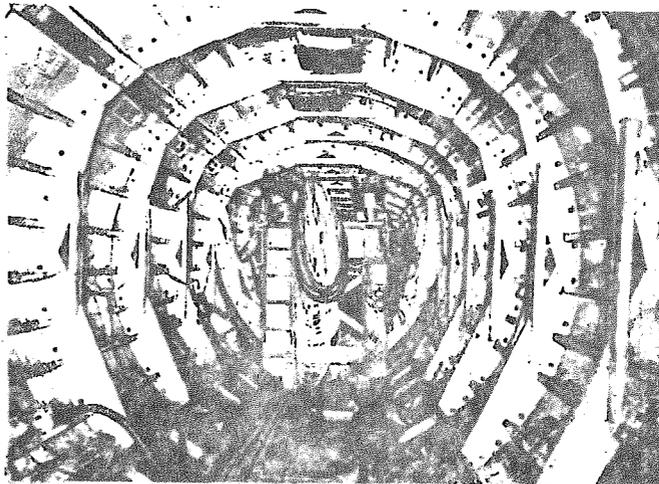


Fig. No. LX

En esta fotografía se muestra una cimbra metálica telescópica totalmente equipada y accionada eléctricamente para su mejor y más fácil funcionamiento y una mejor precisión.

CAPITULO VI

EJEMPLO DE COSTO DIRECTO

DESCRIPCION DE LA OBRA

Construcción de silos de concreto armado para el almacenamiento de 11,000 toneladas de cemento para la fábrica de "CEMENTOS PORTLAND MOCTEZUMA S.A." en Jiutepec, Mor., mediante el procedimiento de cimbra deslizante.

DATOS DE LA OBRA

Número de silos	4.00 Pzas.
Diámetro interior	10.00 mts.
Diámetro exterior	10.60 mts.
Espesor de los muros	0.30 mts.
Nivel de desplante de la cimentación	6.05
Nivel de desplante de los muros	7.10
Nivel del brocal	49.30
Altura de los silos	42.20 mts.
Nivel de la losa de piso	10.00
Nivel de la losa de operación	15.00
Nivel de la losa de fondo	19.20
Nivel de la losa de techo	48.20
Número de columnas adosadas/silo	8.00

Número de columnas centrales/silo	4.00
Concreto F'c 300 Kg/cm ² .	2000 m ³ .
Acero de refuerzo 4200 Kg/cm ² .	286 Ton.
Madera	50000 P.T.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Primeramente se procedio a efectuar el montaje del molde, el equipo hidráulico, y las estructura de rigidez de la cimbra.

Una vez terminados estos trabajos y después de la supervisión se ejecutó la construcción de las plataformas principales o primarias, interiores y exteriores, las cuáles sirven primordialmente para efectuar los trabajos del vertido del concreto al molde, el armado del acero de refuerzo transversal, la operación del equipo necesario para el vibrado del concreto y de la cimbra deslizante, y el tránsito de la gente.

Después se construyeron las plataformas secundarias arriba de las principales, que sirven para ayudar a la colocación del armado del acero de refuerzo longitudinal, y la colocación de los vanos para los huecos.

En el centro de cada silo se instaló una tolva para la reparación del concreto, por medio de un canalón que giraba alrededor de todo el silo.

Una vez que el deslizado se encontraba a una altura aproximada de 2.50 m. por debajo del molde deslizante, se procedió a colocar los andamios colgantes para que los albañiles fueran re tocando el concreto fresco que salía del molde. También se colo caron las instalaciones de control de la cimbra deslizante que consistía en la colocación de plomos y niveles de agua, por el sistema de vasos comunicantes, para la verticalidad y la hori zontalidad respectivamente.

El suministro de materiales fue hecho por dos torres grúa, - las cuales estaban colocadas lateralmente a cada par de silos.

La construcción de la obra se dividió en dos partes: Una la constituían los silos 1-3 y la otra los silos 2-4 entre los cuales había una diferencia de altura en el deslizado de -- aproximadamente 2.00 m. para dar tiempo a las maniobras en los detalles (estructurales, de colocación de vanos para huecos y de tapones para la cimbra) de la obra a cierto nivel.

Por la razón anteriormente citada se instalaron dos circuitos hidráulicos independientes uno de otro, los cuales eran activados por diferentes bombas. Se utilizaron 130 gatos de 3 ton. de capacidad cada uno, 130 yugos metálicos, 120 m. de tubería para la red de presión, 1500 barras de apoyo y 130 válvulas de paso, más aparte todos los accesorios para la conexión de la red en - los cuatro silos.

La instalación del equipo se realizó en tres semanas, el deslizado en dos semanas aproximadamente y el desmontaje del equipo se efectuó en tres semanas. Durante el deslizamiento los silos 1-3 trabajaron 22 turnos de 12 horas cada uno. En los silos 2-4 se trabajaron 26 turnos, en el deslizado se trabajó sin interrupción durante el día y la noche hasta su terminación. Se llegaron a obtener velocidades promedio de hasta 17.0 cm/hr.

La construcción de la obra comenzó con el vertido de concreto al molde hasta quedar totalmente lleno, fue entonces cuando empezó el deslizado de la cimbra, porque el concreto que se había colocado en la parte inferior del molde ya había fraguado. Se procedió a levantar de 20 a 30 cm. el molde para dar espacio a la colocación de la siguiente capa de concreto, mientras los fierros tenían el espacio entre la parte superior del molde y la traviesa del yugo para la colocación del acero de refuerzo transversal e ir colocando desde la plataforma secundaria el acero de refuerzo longitudinal.

En algunos casos hubo la necesidad de disminuir la velocidad de deslizado debido a los detalles ya mencionados anteriormente pero una vez pasando éstos, la velocidad fue constante hasta su terminación, en la cual las estructuras y plataformas serían recibidas por unos puntales metálicos soldados al muro del silo y las armaduras principales para colar la losa de techo y poder desmontar el equipo de la cimbra deslizante.

REGISTRO Y CONTROL DE AVANCE DEL DESLIZADO

SILOS 1-3

Silos de almacenamiento de Cemento

Cementos Portland Moctezuma S.A.

Ubicada en Jiutepec Morelos

Cliente: COCONAL S.A.

TURNO	FECHA	HORARIO	HORAS ACUMULADAS	(m) NIVEL INICIAL	(m) NIVEL FINAL	(m) AVANCE	(m) AVANCE ACUMULADO	cm/hr. VELOCIDAD P/TURNO	cm/hr. VELOCIDAD PROMEDIO
1	24/VIII/84	9-19 hs.	10	+ 7.00	+ 7.61	0.61	0.61	6.10	6.10
2	24-25/VIII/84	19-7 hs.	22	+ 7.61	+10.11	2.50	3.11	20.83	14.13
3	25/VIII/84	7-19 hs.	34	+10.11	+12.80	2.69	5.80	22.42	17.06
4	25-26/VIII/84	19-7 hs.	46	+12.80	+13.82	1.02	6.82	8.50	14.83
5	26/VIII/84	7-19 hs.	58	+13.82	+15.34	1.52	8.34	12.66	14.38
6	26-27/VIII/84	19-7 hs.	70	+15.34	+15.34	0.00	8.34	0.00	11.91
7	27/VIII/84	7-19 hs.	82	+15.34	+16.46	1.12	9.46	9.33	11.54
8	27-28/VIII/84	19-7 hs.	94	+16.46	+17.88	1.42	10.88	11.83	11.53
9	28/VIII/84	7-19 hs.	106	+17.88	+18.48	0.60	11.48	5.00	10.79
10	28-29/VIII/84	19-7 hs.	118	+18.48	+19.60	1.12	12.60	9.33	10.64
11	29/VIII/84	7-19 hs.	130	+19.60	+22.48	2.88	15.48	24.00	11.88
12	29-30/VIII/84	19-7 hs.	142	+22.48	+25.50	3.02	18.50	25.16	13.00
13	30/VIII/84	7-19 hs.	154	+25.50	+28.60	3.10	21.60	25.83	14.00
14	30-31/VIII/84	19-7 hs.	166	+28.60	+30.55	1.95	23.55	16.25	14.16
15	31/VIII/84	7-19 hs.	178	+30.55	+32.45	1.90	25.45	15.83	14.27
16	31-1 / IX /84	19-7 hs.	190	+32.45	+34.45	2.00	27.45	16.66	14.42
17	1 / IX /84	7-19 hs.	202	+34.45	+37.15	2.70	30.15	22.50	14.90
18	1-2 / IX /84	19-7 hs.	214	+37.15	+39.15	2.00	32.15	16.66	15.00
19	2 / IX /84	7-19 hs.	226	+39.15	+41.63	2.48	34.63	20.66	15.30
20	2-3 / IX /84	19-7 hs.	238	+41.63	+43.46	1.83	36.46	15.25	15.30
21	3 / IX /84	7-19 hs.	250	+43.46	+45.20	1.74	38.20	14.50	15.28
22	3-4 / IX /84	19-7 hs.	262	+45.20	+46.70	1.50	39.70	12.50	15.15

REGISTRO Y CONTROL DE AVANCE DEL DESLIZADO

SILOS 2-4

Silos de almacenamiento de cemento
Cementos Portland Moctezuma S.A.
Ubicada en Jiutepec Morelos
Cliente: COCONAL S.A.

TURNO	FECHA	HORARIO	HORAS ACUMULADAS	(m) NIVEL INICIAL	(m) NIVEL FINAL	(m) AVANCE	(m) AVANCE ACUMULADO	cm/hr. VELOCIDAD P/TURNO	cm/hr. VELOCIDAD PROMEDIO
1	24/VIII/84	11-19 hs.	8	+ 7.05	+ 7.40	0.35	0.35	4.37	4.37
2	24-25/VIII/84	19-7 hs.	20	+ 7.40	+ 7.40	0.00	0.35	0.00	1.75
3	25/VIII/84	7-19 hs.	32	+ 7.40	+ 8.35	0.95	1.30	7.91	4.06
4	25-26/VIII/84	19-7 hs.	44	+ 8.35	+ 9.97	1.62	2.92	13.50	6.63
5	26/VIII/84	7-19 hs.	56	+ 9.97	+11.15	1.18	4.10	9.83	7.32
6	26-27/VIII/84	19-7 hs.	68	+11.15	+11.48	0.33	4.43	2.75	6.51
7	27/VIII/84	7-19 hs.	80	+11.48	+12.52	1.04	5.47	8.66	6.83
8	27-28/VIII/84	19-7 hs.	92	+12.52	+14.04	1.52	6.99	12.66	7.59
9	28/VIII/84	7-19 hs.	104	+14.04	+15.10	1.06	8.05	8.83	7.74
10	28-29/VIII/84	19-7 hs.	116	+14.04	+15.10	0.00	8.05	0.00	6.93
11	29/VIII/84	7-19 hs.	128	+14.04	+15.10	0.00	8.05	0.00	6.28
12	29-30/VIII/84	19-7 hs.	140	+14.04	+15.10	0.00	8.05	0.00	5.75
13	30/VIII/84	7-19 hs.	152	+14.04	+15.10	0.00	8.05	0.00	5.29
14	30-31/VIII/84	19-7 hs.	164	+15.10	+15.63	0.53	8.58	4.41	5.23
15	31/VIII/84	7-19 hs.	176	+15.63	+17.45	1.82	10.40	15.16	5.90
16	31-1 / IX /84	19-7 hs.	188	+17.45	+19.65	2.20	12.60	18.33	6.70
17	1 / IX /84	7-19 hs.	200	+19.65	+22.30	2.65	15.25	22.08	7.62
18	1-2 / IX /84	19-7 hs.	212	+22.30	+24.33	2.03	17.28	16.91	8.15
19	2 / IX /84	7-19 hs.	224	+24.33	+26.73	2.40	19.68	20.00	8.78
20	2-3 / IX /84	19-7 hs.	236	+26.73	+29.63	2.90	22.58	24.16	9.56
21	3 / IX /84	7-19 hs.	248	+29.63	+32.03	2.40	24.98	20.00	10.07
22	3-4 / IX /84	19-7 hs.	260	+32.03	+35.33	3.30	28.28	27.50	10.87
23	4 / IX /84	7-19 hs.	272	+35.33	+38.28	2.35	31.23	24.58	11.48
24	4-5 / IX /84	19-7 hs.	284	+38.28	+40.98	2.70	33.93	22.50	11.94
25	5 / IX /84	7-19 hs.	296	+40.98	+43.94	2.96	36.89	24.66	22.46
26	5-6 / IX /84	19-7 hs.	310	+43.94	+46.70	2.81	39.70	23.41	12.80

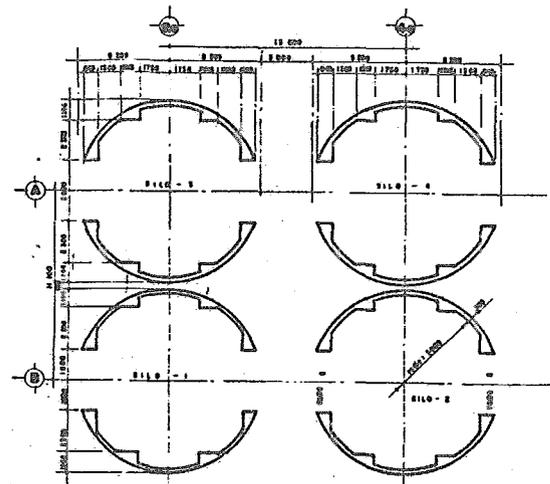
Silos de almacenamiento de cemento
 Cementos Portland Moctezuma S.A.
 Ubicada en Jiutepec Morelos
 Cliente: COCONAL S.A.

SILOS 1-3

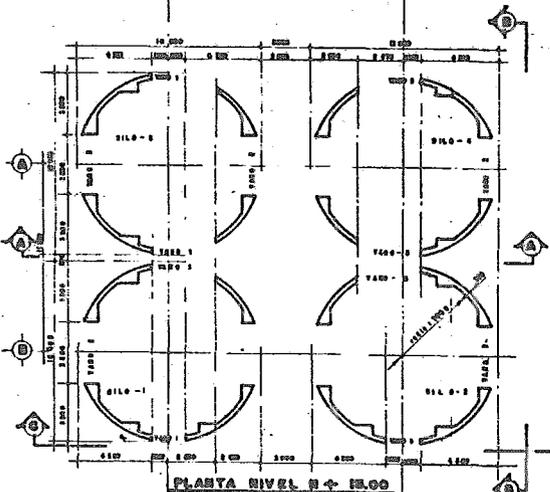
SILOS 2-4

Ton. ACERO P/TURNO	Ton. ACERO ACUMULADO	m ³ . CONCRETO P/TURNO	m ³ . CONCRETO ACUMULADO	Ton. ACERO P/TURNO	Ton. ACERO ACUMULADO	m ³ . CONCRETO P/TURNO	m ³ . CONCRETO ACUMULADO
2.80	2.80	12.20	12.20	1.60	1.60	7.00	7.00
11.48	14.28	50.00	62.20	0.00	1.60	0.00	7.00
12.36	26.64	53.80	116.00	4.36	5.97	26.00	33.00
4.68	31.32	20.40	136.40	7.44	13.41	32.40	65.40
6.98	38.30	30.40	166.80	5.42	18.83	23.60	89.00
0.00	38.30	0.00	166.80	1.51	20.34	6.60	95.60
5.14	43.44	22.40	189.20	4.77	25.11	20.80	116.40
6.52	49.96	28.40	217.60	6.98	32.09	30.40	146.80
2.75	52.71	12.00	229.60	4.87	36.96	21.20	168.00
5.14	57.85	22.40	189.20	0.00	36.96	0.00	168.00
13.23	71.08	54.72	306.72	0.00	36.96	0.00	168.00
13.87	84.95	57.38	364.10	0.00	36.96	0.00	168.00
14.24	99.19	58.90	423.00	0.00	36.96	0.00	168.00
8.96	108.15	37.05	460.05	2.43	39.39	10.60	178.60
8.73	116.88	36.10	496.15	8.36	47.75	36.40	215.00
9.19	147.66	38.00	623.45	10.10	57.86	44.00	259.00
11.39	159.05	47.12	670.57	12.17	70.03	50.35	309.35
8.40	167.45	34.77	705.34	9.32	79.35	38.57	347.92
7.99	175.44	33.06	738.40	11.02	90.37	45.60	393.52
6.89	182.33	28.50	766.90	13.32	103.69	55.10	448.62
				11.02	114.71	45.60	494.22
				15.16	129.87	62.70	556.92
				13.55	143.42	56.05	612.97
				12.40	155.82	51.30	664.27
				13.60	169.42	56.24	720.51
				12.91	182.33	53.39	773.90

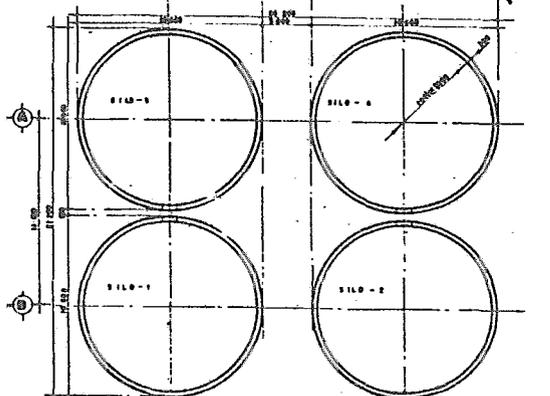
NOTA: Acero por dos silos= 4.595 Tgn/ml.
 Concreto por dos silos= 20 m³/ml. 1-12
 19 m³/ml.12-42



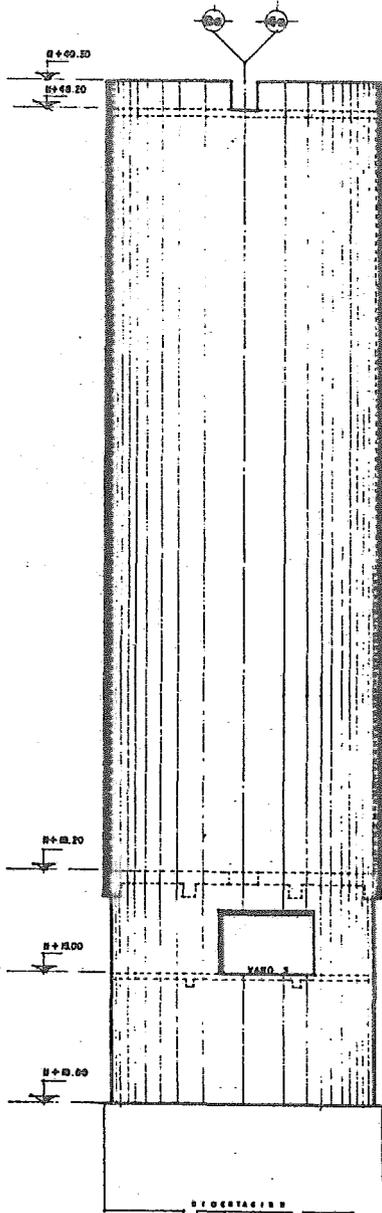
PLANTA NIVEL N + 18.00



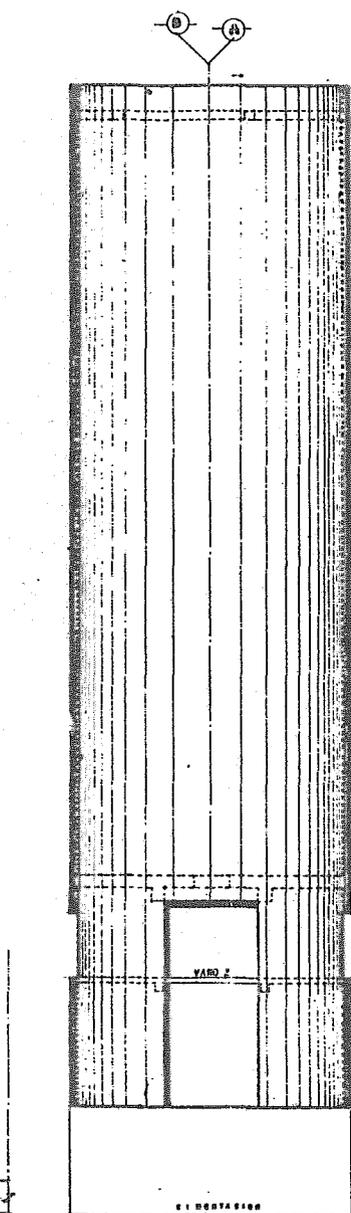
PLANTA NIVEL N + 18.00



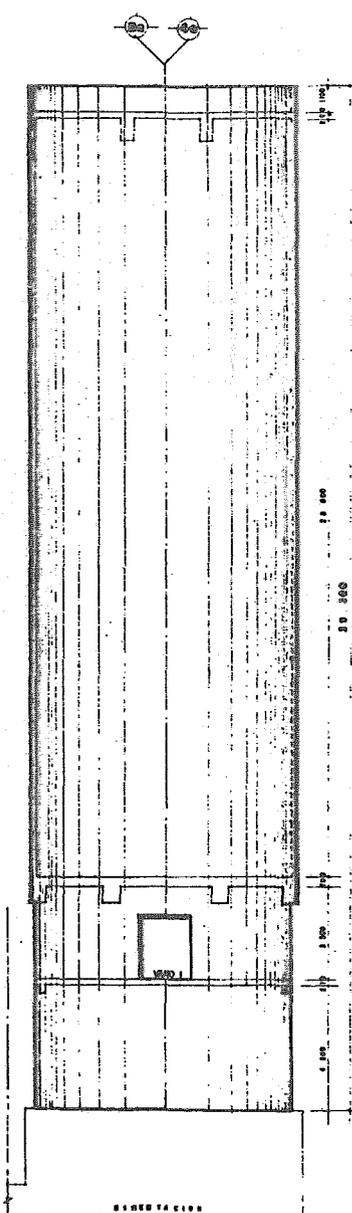
PLANTA NIVEL N + 18.00 y 0.00



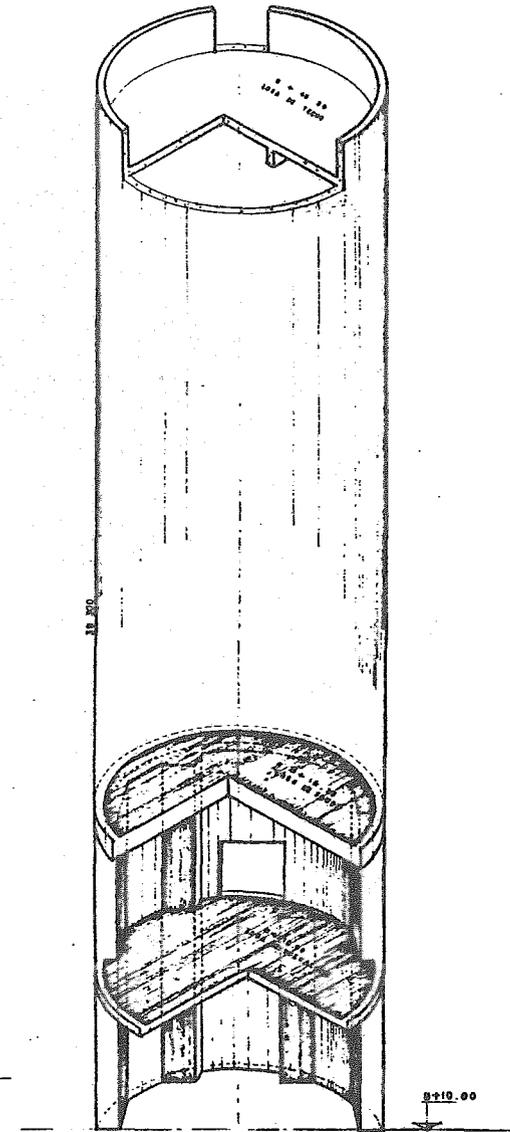
VISTA A-A



VISTA B-B



VISTA C-C



DETALLE EN HOMOTRICO DE BUCOS Y COLUMNAS DEL SILO A DESLIZAR

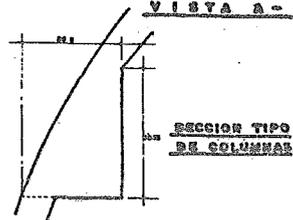
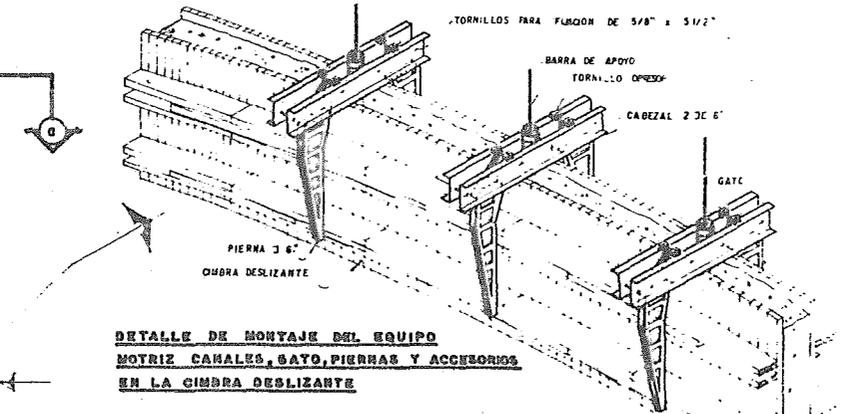
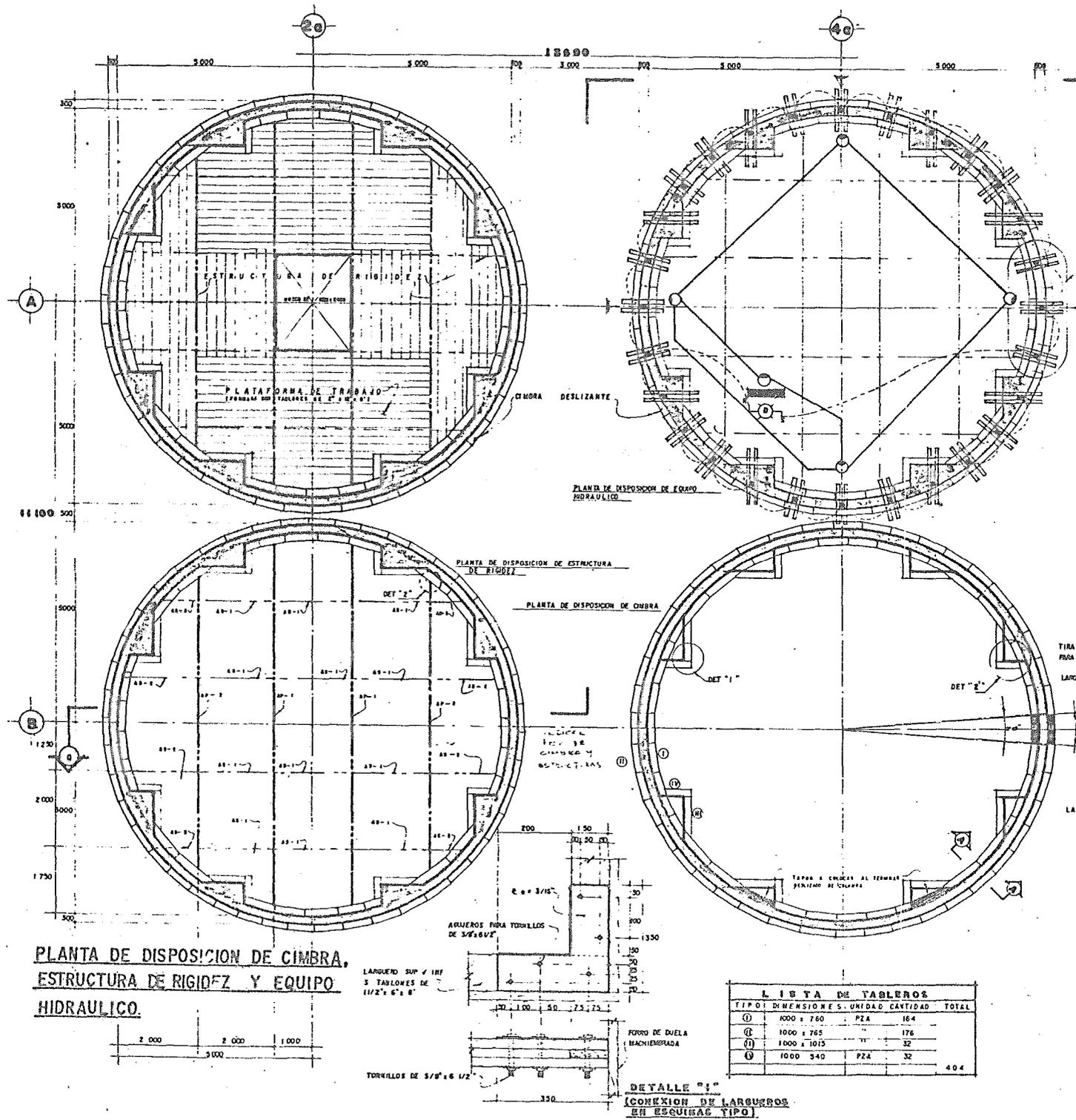


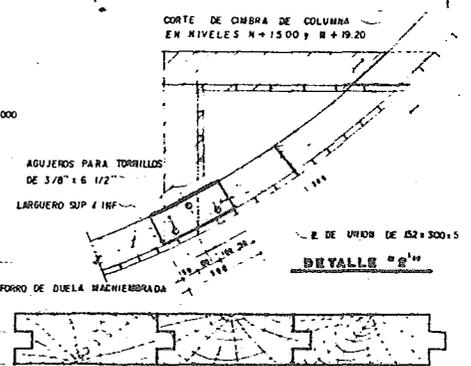
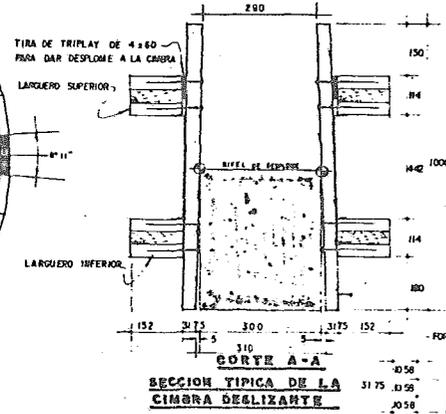
TABLA DE VANOS				
NIVEL	TIPO	DIRECCIONES	CANTIDAD	TOTAL
DEL 0+0.00 AL 0+18.00	2	2000 x 2000	2	
DEL 0+18.00 AL 0+19.00	2	2000 x 2000	2	
AL 0+19.00	1	2000 x 2000	1	5



DETALLE DE MONTAJE DEL EQUIPO MOTRIZ CANALES, BAYO, PIERRAS Y ACCESORIOS EN LA CIMBRA DESLIZANTE

SIMBOLOSLA	
	EXEMPLE A UN YUGO - GATO CAPACIDAD 3 TORELADAS ACCIONADO EN CIRCUITO CERRADO, POR UN CENTRO GENERADOR DE FLUIDO A PRESION
	PILOHADAS SUJETAS A CIMBRA DESLIZANTE A PARTIR DEL DESPLANTE DEL MURO
	REDES DE INTERCOMUNICACION CON MANGUERAS DE 9 6 mm
	NIVELES POR VASOS COMUNICANTES REFERENCIADOS SOBRE POSTE FIJO
	PUNTO CENTRAL PARA CONTROL DE NIVELES DE LA RED.
	BOMBA CON MOTOR ELECTRICO MODELO H.T.P. 5
	TABLERO ELECTRICO 220 VOLTS
	CIRCUITO DE ACEITE A PRESION

EQUIPO EMPLEADO		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
GATOS HIDRAULICOS MODELO 504	PZA	13C
YUGOS METALICOS	"	12C
BOMBA ELECTRICA H.T.P. 5	"	4
RED DE PRESION (TUBERIA)	ML	12C
ESTRIBOS	PZA	12C
CONEXIONES "T"	"	13C
" " "RECTAS"	"	2C
" " "CODO"	"	2C
TUERCAS DE UNION	PZA	
BARRA DE APOYO (3.20 m)	"	150C
BIRLO	"	150C
VALVULAS DE PASO	"	130
PILOHADAS	PZA	12



LISTA DE TABLEROS			
TIPO	DIMENSIONES	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL
①	1000 x 760	PZA	164
②	1000 x 765	"	176
③	1000 x 1015	"	32
④	1000 x 340	PZA	32
			404

TESIS PROFESIONAL

SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO

Planta de disposicion de cimbra y armaduras, equipo hidraulico, det.

2

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	
① VARILLA DE REFUERZO VERTICAL	⑤ CIMBRA DESLIZANTE
② BARRIDAL	⑥ ANCHAMIE COLGANTE PARA SUPERVISION Y ACABADO FINAL DEL MURO
③ PLATAFORMA SECUNDARIA DE TRABAJO	⑦ MURO DESLIZADO
④ ESTRUCTURA DE MADERA PARA SOPORTE Y GUIA DE VARILLA DE REFUERZO VERTICAL Y 2ª PLATAFORMA DE TRABAJO	⑧ PLATAFORMA PRINCIPAL DE TRABAJO
⑤ BARRA DE APOYO DEL GATO	⑨ ESTRUCTURA DE RIGIDEZ Y SOPORTE DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO
⑥ GATO MODELO 50H	
⑦ CAJAZAL - TUBO 2 JC 6"	
⑧ PIERNA C 6"	
⑨ ANDADOR	

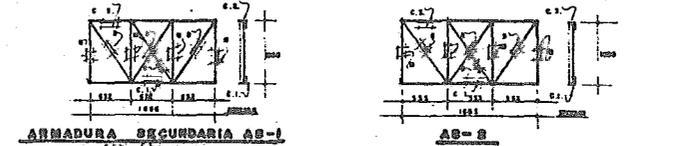
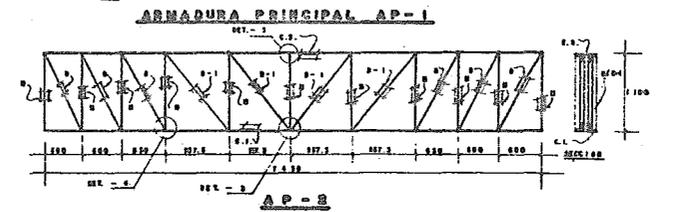
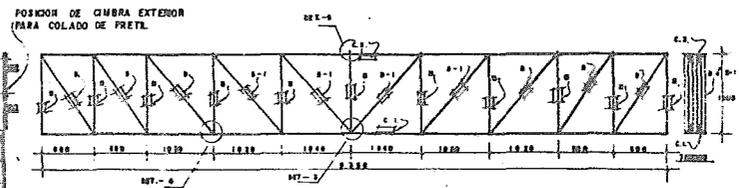
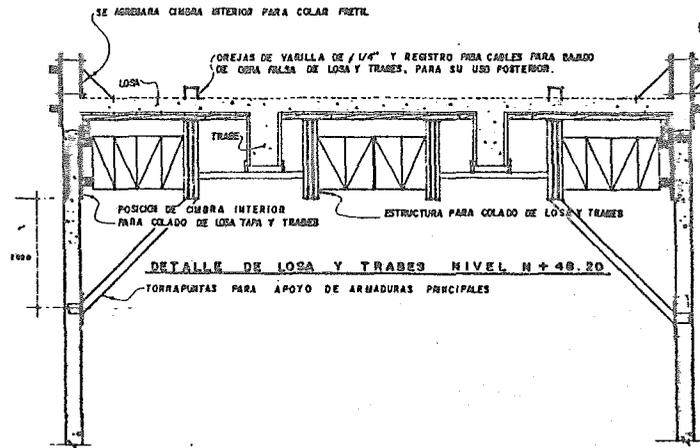
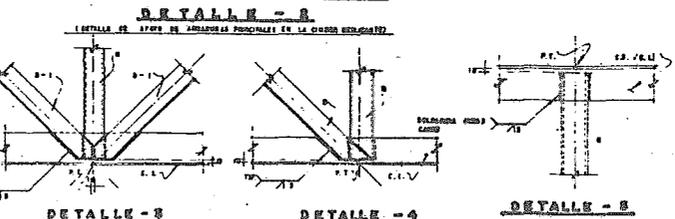
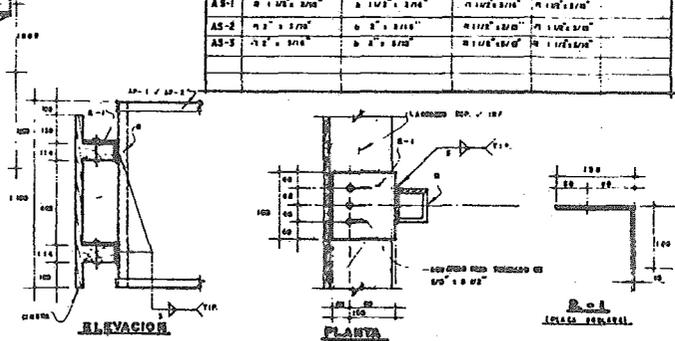
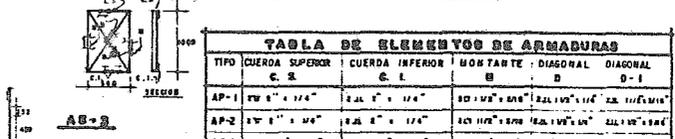
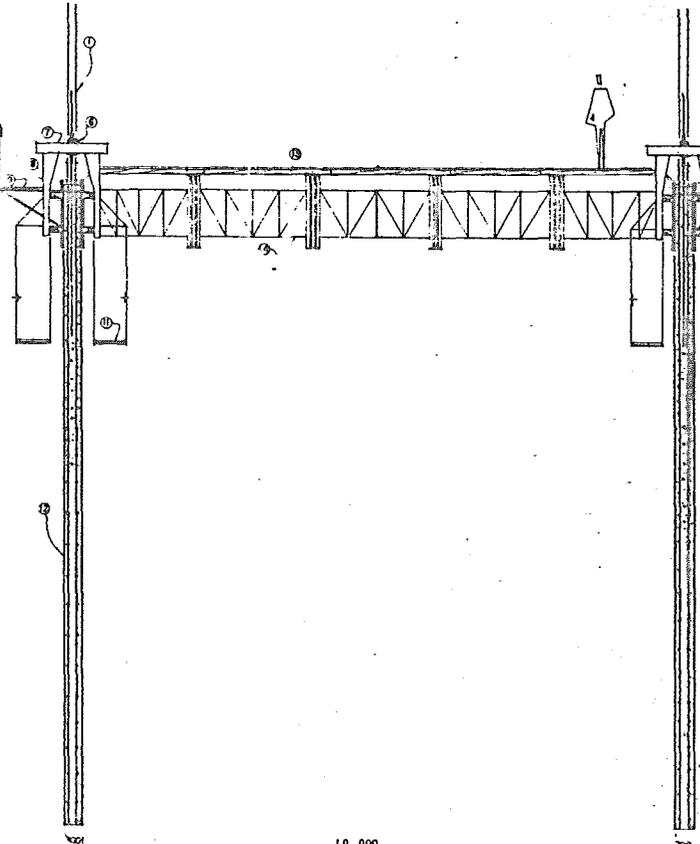
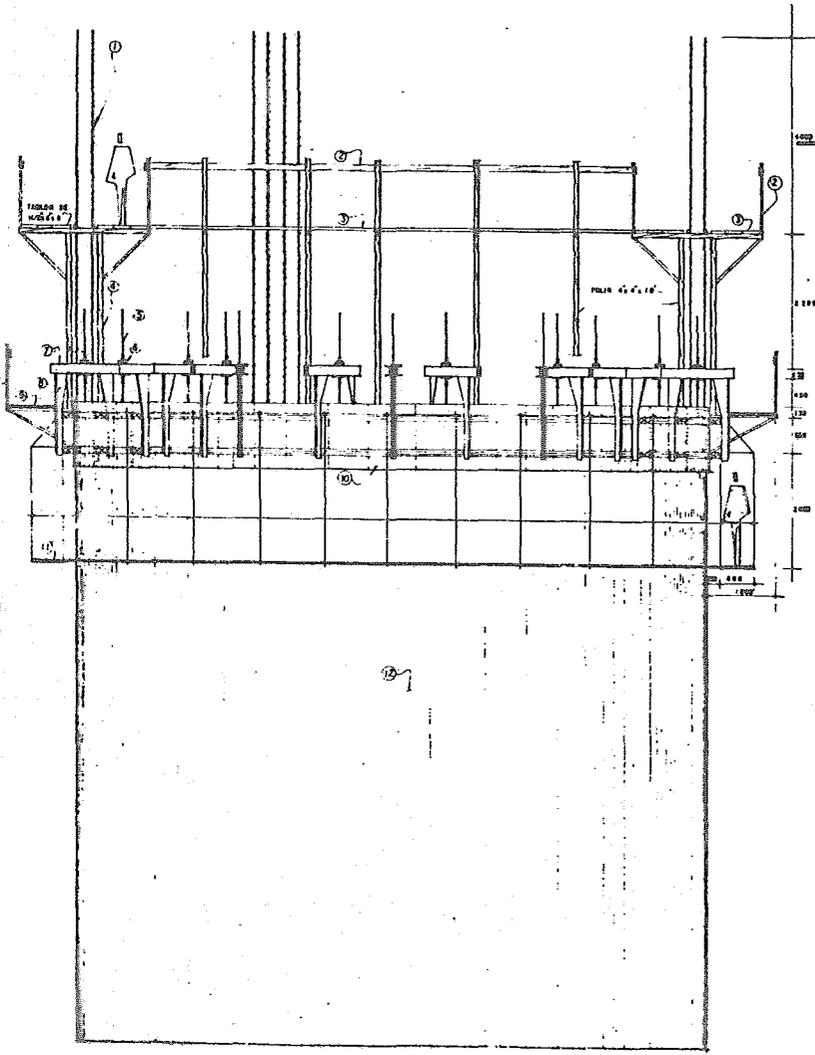


TABLA DE ELEMENTOS DE ARMADURAS					
TIPO	CUERDA SUPERIOR C-S	CUERDA INFERIOR C-I	MONTANTE B	DIAGONAL D	DIAGONAL D-1
AP-1	2Φ 1 1/2" x 124"	2Φ 1 1/2" x 124"	8Φ 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 116"	2Φ 1 1/2" x 200"
AP-2	2Φ 1 1/2" x 124"	2Φ 1 1/2" x 124"	8Φ 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 116"	2Φ 1 1/2" x 200"
AS-1	2Φ 1 1/2" x 200"	2Φ 1 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 116"	2Φ 1 1/2" x 200"
AS-2	2Φ 1 1/2" x 200"	2Φ 1 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 116"	2Φ 1 1/2" x 200"
AS-3	2Φ 1 1/2" x 200"	2Φ 1 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 200"	8Φ 1/2" x 116"	2Φ 1 1/2" x 200"

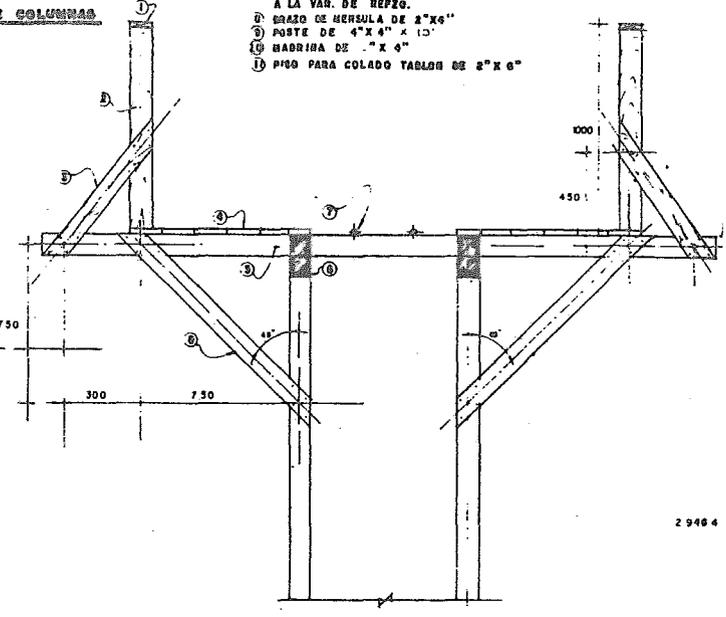
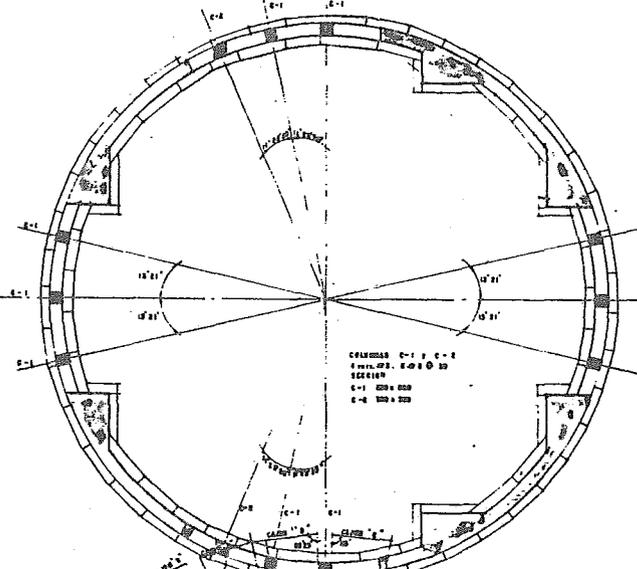
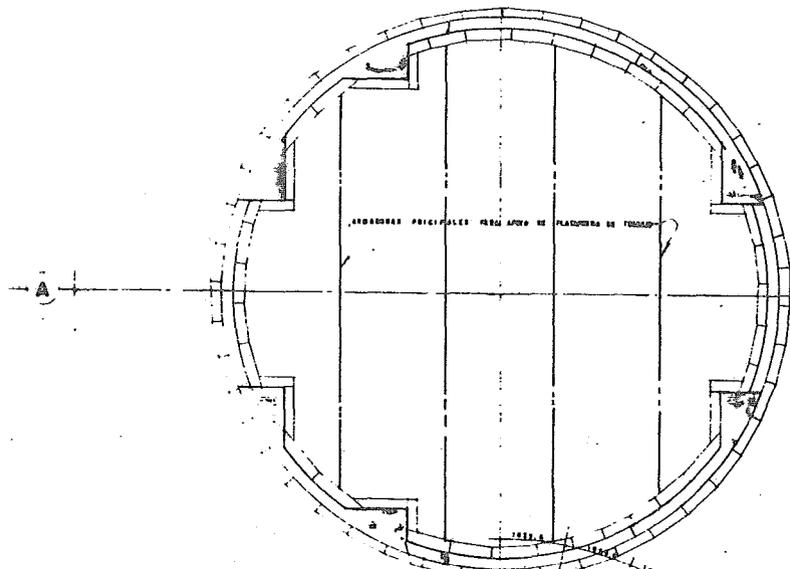


DETALLE a - a

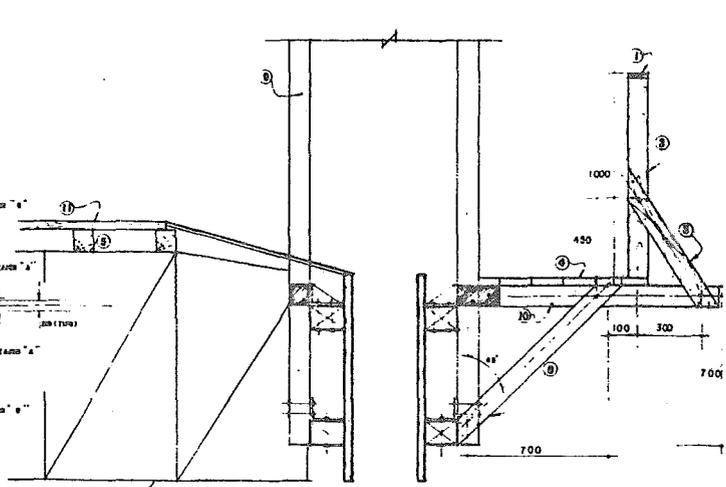
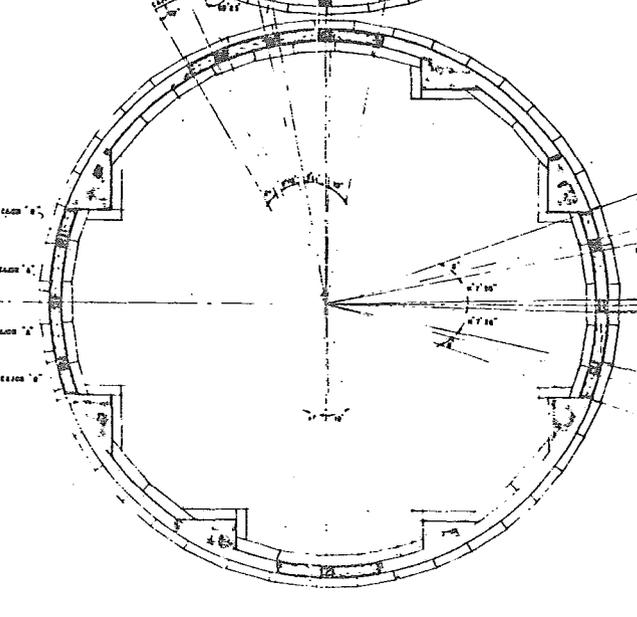
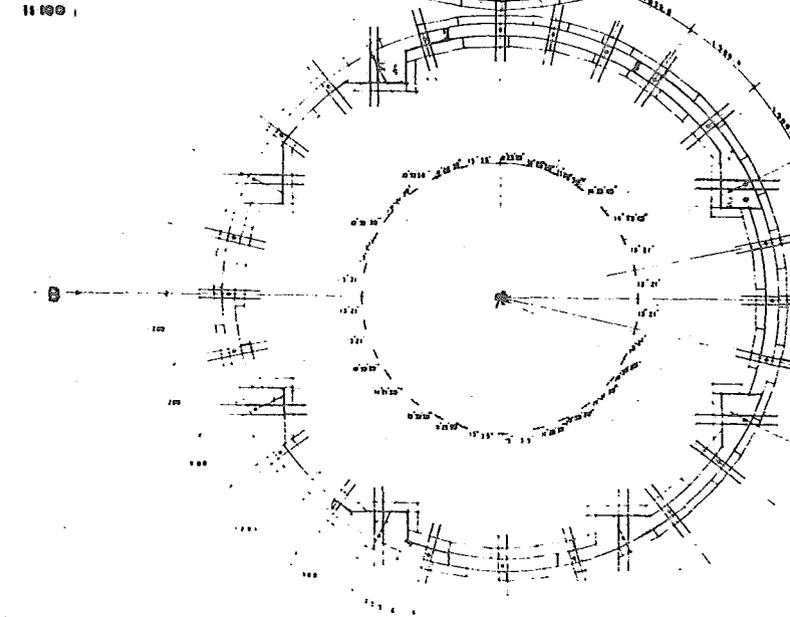
20 13 000 40

- ① TABLON DE 1" X 4"
- ② BARRETE DE 1 1/2" X 4"
- ③ DIAGONAL DE TABLON DE 1" X 4"
- ④ PISO TABLON DE 1 1/2" X 6"
- ⑤ BARRERA DE 4" X 4"
- ⑥ CASCAYOTE DE 1" X 4"
- ⑦ VAR. 1 1/2" PARA DÓN GUA Y SOPORTE LATERAL A LA VAR. DE REPO.
- ⑧ BRAZO DE MENSULA DE 4" X 6"
- ⑨ POSTE DE 4" X 4" X 10"
- ⑩ BARRERA DE 4" X 4"
- ⑪ PISO PARA COLADO TABLON DE 2" X 6"

PLANTA TIPO DE DISPOSICION DE COLUMNAS



2 940 4

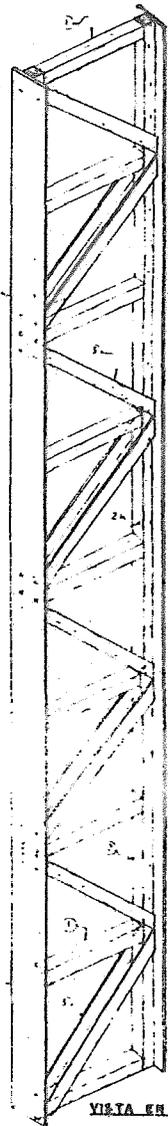


DETALLE DE PLATAFORMAS DE TRABAJO (POSTES 1500)

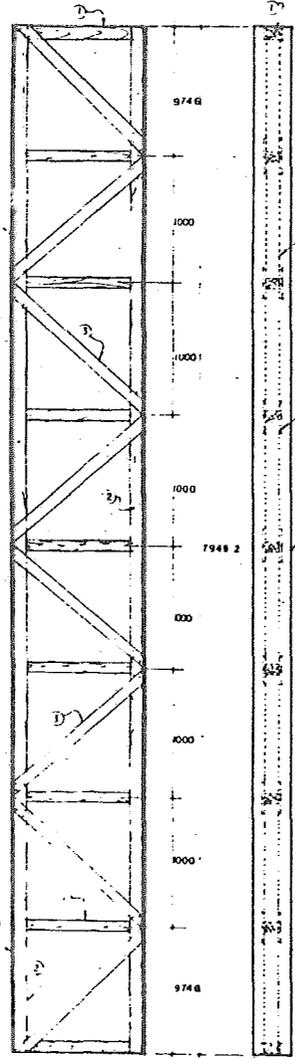
PLANTA TIPO DE DISPOSICION DE CABEZALES-YUGO

PLANTA TIPO DE CAJONES

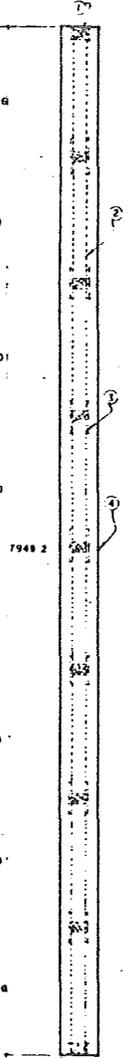
TESIS PROFESIONAL	
SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO	
Planta de cabezales-yugo, columnas y cajones para vanos	4



VISTA EN ISOMETRICO



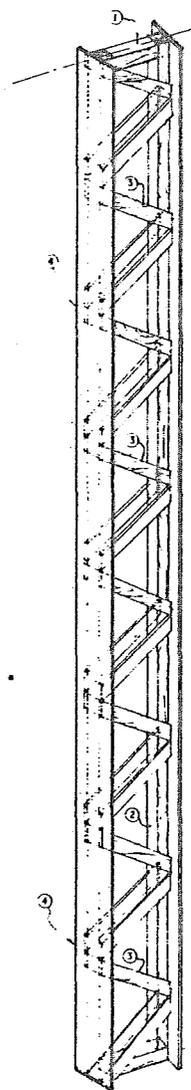
VISTA FRONTAL



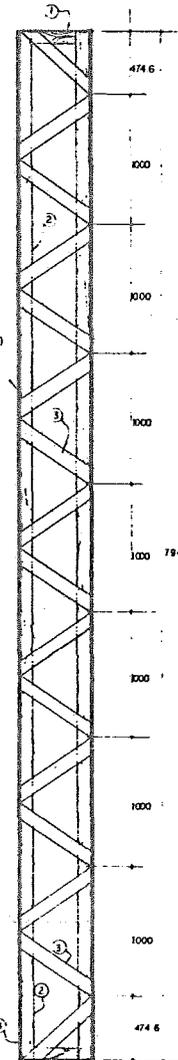
VISTA LATERAL

CAJON TIPO "A"
(16 PZAS.)

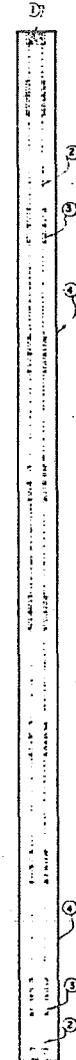
ESCALA
1/4



VISTA EN ISOMETRICO



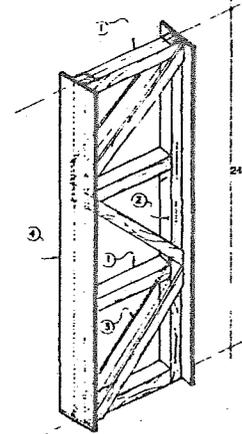
VISTA FRONTAL



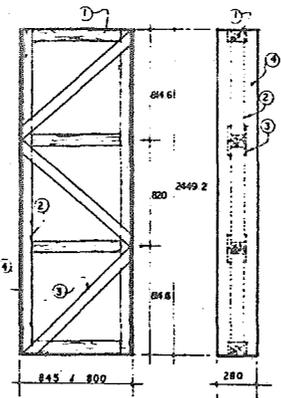
VISTA LATERAL

CAJON TIPO "B"
(22 PZAS.)

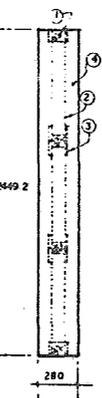
ESCALA
1/4



VISTA EN ISOMETRICO



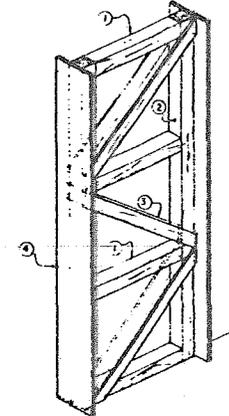
VISTA FRONTAL



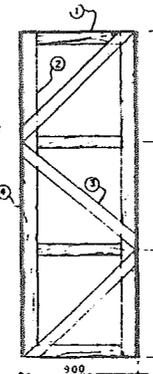
VISTA LATERAL

CAJON TIPO "D"
(12 PZAS.)

ESCALA
1/4



VISTA EN ISOMETRICO



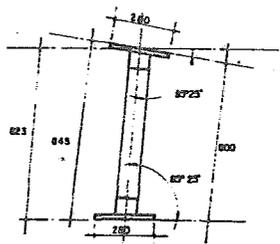
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

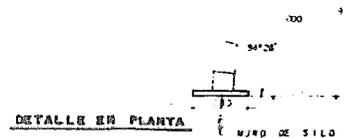
- ① TRAVESAÑO 2" X 4"
- ② POSTE 4" X 4"
- ③ DIAGONALES 1" X 4"
- ④ DUELA EN CONTACTO 1" X 2"

DETALLE EN PLANTA



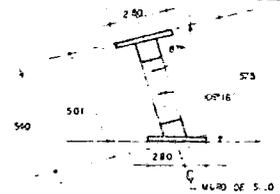
MURO DE SILO

DETALLE EN PLANTA



DETALLE EN PLANTA

MURO DE SILO



DETALLE EN PLANTA

MURO DE S.O.

TESIS PROFESIONAL	
SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO	
Detalles de cajones de vanos	5

CUANTIFICACION DE MATERIALES

Molde de la cimbra deslizante. $h = 1.00$ m.

Material por silo:

Cimbra interior. perímetros.

Diámetro interior 10.00 m. 31.42 m.

Diámetro exterior 10.60 m. 33.31 m.

De un tablón de $10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8"$ salen 9 duelas de 0.06 m. de ancho por 1.00 de alto.

$\frac{31.42}{0.06} = 524$ duelas, por lo tanto $\frac{524}{9} = 58$ tablonos.

58 tablonos

+ $\frac{12(20\%)}{70}$ desperdicio. 70 tablonos $10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8"$

Cargadores.-

De un tablón de $10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8"$ salen dos tablonos de 15 cm de ancho por 1.20 m. de largo.

$\frac{31.42}{3.00} = 10.47 \times 6$ cargadores = 63 cargadores.

62 cargadores.

+ $\frac{12(20\%)}{75}$ desperdicio. 75 tablonos $10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8"$

Número de tablonos de la cimbra interior.

$70 + 75 = 145$ se utiliza el 10% para los tapones de las columnas. por lo tanto $145 + 15 = 160$ tablonos por silo.

Como son 4 silos; $160 \times 4 = 640$ tablonos de $10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8"$.

Cimbra exterior.

$$\frac{33.31}{0.06} = 555 \text{ duelas, por lo tanto } \frac{555}{9} = 62 \text{ tablonos.}$$

62 tablonos

+

$$\frac{12(20\%)\text{desperdicio.}}{74}$$

74 tablonos 10' x 1 $\frac{1}{4}$ " x 8"

Cargadores.-

$$\frac{33.31}{3.00} = 11.10 \times 6 \text{ cargadores} = 67 \text{ tablonos}$$

67 tablonos

+

$$\frac{13(20\%)\text{desperdicio.}}{80}$$

80 tablonos 10' x 1 $\frac{1}{4}$ " x 8"

Número de tablonos de la cimbra exterior.

$$74 + 80 = 154 \text{ tablonos por silo.}$$

Como son 4 silos; $154 \times 4 = 616$ tablonos de 10' x 1 $\frac{1}{4}$ " x 8".

Resumen:

640 tablonos de la cimbra interior.

+

$$\frac{616 \text{ tablonos de la cimbra exterior.}}{1256}$$

Se utiliza el 5% para la estructura de rigidez de la cimbra deslizable, por lo tanto:

$$1256 \times .05 = 63 \text{ tablonos.}$$

$$1256 + 63 = 1319 \text{ tablonos de } 10' \times 1\frac{1}{4}" \times 8".$$

Triplay de pino de 1/8" de espesor (1.20x2.40).

Una hoja de triplay rinde para cubrir el desplome de un molde--
ya sea interior o exterior. por lo tanto:

8 moldes x 1 hoja de triplay = 8 hojas de triplay de 1/8".

Clavo rolado.- Que se utiliza para unir las duelas con los car-
gadores, se utilizan dos clavos por duela uno en la parte supe-
rior y otro en el cargador inferior.

Rendimiento: 90 pzas. / kg.

31.42 + 33.31 = 64.73 m.

$\frac{64.73}{0.06} = 1079$ duelas. como son dos clavos por duela; $1079 \times 2 = 2158$

pzas. por lo tanto $\frac{2158}{90} = 24$ kgs. por silo.

24 kgs. + 10% desperdicio. $24 \times 3 = 27$ kgs.

Como son 4 silos $27 \times 4 = 108$ kgs. de clavo rolado.

Clavo de 5" para unir las cerchas de los cargadores.

Para sacar el No. de cargadores se divide el perímetro entre la
longitud del cargador. $\frac{64.73}{1.20} = 54$ por dos cargadores = 108

Se utilizan 5 clavos por cada cargador por lo tanto:

$108 \times 5 = 540$ pzas. por silo.

Rendimiento: 40. pzas./ kg.

540×4 silos = 2160 + 10% desperdicio. = 2160 + 216 = 2376 pzas.

$\frac{2376}{40} = 60$ kgs. de clavos de 5".

Clavo de $2\frac{1}{2}$ " que se utiliza para clavar la estructura rigidizante del molde. Aproximadamente se utilizan 5 kgs. por silo, por lo tanto como son 4 silos; $5 \times 4 = 20$ kgs. de clavo de $2\frac{1}{2}$ ".

Tornillos Utilizados para la unión de los moldes.

Se utilizan 4 tornillos para la unión de dos cargadores de 1.20 metros cada uno de longitud. Tornillo de $5\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " con todo y -- tuerca.

Perímetro de la cimbra interior = 31.42 m.

Perímetro de la cimbra exterior = 33.31 m.

No. de tornillos para la cimbra interior:

$$\frac{31.42}{1.20} = 26.18 \text{ cargadores. } \times 2 \text{ cargadores. } = 54 \text{ cargadores.}$$

54 cargadores x 4 tornillos por cargador = 216 pzas.

No. de tornillos para la cimbra exterior:

$$\frac{33.31}{1.20} = 27.75 \text{ cargadores. } \times 2 \text{ cargadores. } = 56 \text{ cargadores.}$$

56 cargadores x 4 tornillos por cargador = 224 pzas.

$216 + 224 + 5\% \text{ desperdicio. } = 216 + 224 + 22 = 462 \text{ pzas/silo.}$

Como son 4 silos: $462 \times 4 = 1848 \text{ pzas. de } 5\frac{1}{2}" \times \frac{1}{2}"$.

Pintura.- utilizada para proteger el molde.

Rendimiento; pintura vinílica en madera, 45 m^2 por galón, 1 cubeta tiene 5 galones.

Area del molde por pintar, con dos manos = 518 m^2 .

$$\frac{518}{45} = 11 \text{ galones de pintura por mano. } 11 \times 2 \text{ manos } = 22 \text{ galones.}$$

$$\frac{22}{5} \text{ galones } = 4.4 + 30\% \text{ desperdicio } = 4.4 + 1.32 = 5.72 \text{ aprox. } 6 \text{ cub.}$$

Se utilizarán 6 cubetas de pintura para los 4 silos.

6 cubetas de pintura roja.

6 cubetas de pintura blanca.

6 cubetas de barníz.

6 cubetas de thinner.

Angulo para la estructura metálica.

Las armaduras principales estaban doblemente armadas, en cada silo había 12 armaduras sencillas como la del esquema anterior:

Cuerda superior	10.00 m.l.
	+
Cuerda inferior	<u>10.00</u> m.l.
	20.00 m.l.
	+
	<u>3.00</u> m.l. de desperdicio.
	23.00 m.l.

23.00 m. l. de angulo de $2\frac{1}{2}$ " x $3/16$ "

Montantes	13.00 m.l.
	+
Diagonales	<u>16.00</u> m.l.
	29.00 m.l.
	+
	<u>4.00</u> m.l. de desperdicio.
	33.00 m.l.

33.00 m.l. de angulo de 2" x $3/16$ ". Estas cantidades son por armadura. Como son 12 armaduras por silo y como son 4 silos :

48 x 23 = 1104 m.l. de angulo de $2\frac{1}{2}$ " x $3/16$ " , peso = 4.61 kg/m.l.

48 x 33 = 1584 m.l. de angulo de 2" x $3/16$ " , peso = 3.63 kg/m.l.

1104 x 4.61 = 5089.44 aprox. 5090 kgs. de angulo de $2\frac{1}{2}$ " x $3/16$ ".

1584 x 3.63 = 5749.92 aprox. 5750 kgs. de angulo de 2" x $3/16$ ".

Angulo de 4" x $\frac{1}{4}$ ". usado para la union de la estructura y el molde. Se utilizan tramos de 15 cm. (4) por armadura.

Como son 48 armaduras por los 4 silos. Nos da $0.15 \times 48 = 7.2$ m.l.
 como son 4 por armadura: $7.2 \times 4 = 28.8$ m.l. + 1.2 desp. = 30
 metros-lineales por los cuatro silos. Peso del angulo $4" \times \frac{1}{4}"$.
 es de 5 kgs/m.l.
 30.0 m.l. \times 5 kg/m.l. = 150 kgs. de angulo de $4" \times \frac{1}{4}"$.

Placa de $3' \times 10'$ de $3/16$.- usada para formar los refuerzos de
 las armaduras llamados cartabones.

El rendimiento de la placa es de aprox. $\frac{1}{4}$ de placa por silo.
 por lo tanto se utilizará 1 placa de $3' \times 10'$ de $3/16"$ para los
 cuatro silos. Su peso es de 2.6 kg/m². por lo tanto:
 270 m² \div $2.6 = 104$ kgs. + 5 kgs. de desp. = 109 kgs.

Soldadura.- Usada para la unión de los elementos metálicos de la
 armadura.

rendimiento: 1 m.l. de armadura requiere de 0.33 kgs. de solda-
 dura. $70/18$ de $1/8"$.

Son 480 m.l. de armadura \times 0.33 kgs. = 158.40 kgs. de soldadura.
 $158.40 + 10\%$ desperdicio. = $158 + 16 = 174$ kgs. de soldadura pa
 ra los cuatro silos del tipo $70/18$ de $1/8"$.

Oxígeno.- rendimiento: 1 carga de un tanque rinde para la fabri
 cacion de tres armaduras del tipo anteriormente mencionado.

Como son 48 armaduras en los 4 silos se necesitan $\frac{48}{3} = 16$ cargas.
 de oxígeno.

Acetileno. rendimiento: una carga de acetileno rinde para dos -- cargas de oxígeno, por lo tanto se necesitarán 8 cargas de los tanques de acetileno.

Piedras de esmeril.- El rendimiento de la piedra de esmeril es - de 0.005 de pieza por ml. por lo tanto:

480 ml. de armadura x 0.005 ml./pieza = 2.4 se usarán 3 piezas - para los cuatro silos.

COSTO DEL EQUIPO PARA LA CONSTRUCCION DE 1.00 M² DE CIMBRA H=1.0m.

Equipo	Cantidad	Unidad	P. U.	Importe
Machimbradora	0.750	hr.	1,030.75	773.06
Sierra de banco	0.620	hr.	153.20	94.84
Canteadora	0.333	hr.	839.22	279.46

COSTO DEL EQUIPO PARA LA CONSTRUCCION DE LA ARMADURA DE RIGIDIZACION PARA LA CIMBRA DESLIZANTE DE H=0.80 m. de peralte y construída con ángulos de 2½" x 3/16" y 2" x 3/16" . por metro lineal.

Equipo	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
Equipo de corte	0.250	hr.	14.85	3.71
Planta de soldar	0.583	hr.	95.45	55.65
Esmeriladora	0.333	hr.	9.33	3.11

COSTO DIRECTO DEL MOLDE DE LA CIMBRA DESLIZANTE

H= 1.00 m.

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	IMPORTE
Machimbradora	194.19	hr.	1,030.75	200,161.34
Sierra de banco	160.53	hr.	153.20	24,593.19
Canteadora	86.22	hr.	839.22	72,357.85
MATERIAL				
Tablón de 10' x 1½" x 8"	1319.00	Pza.	399.00	526,281.00
Triplay 1/8"	8.00	Pza.	1,800.00	14,400.00
Clavo rolado	108.00	kg.	200.00	21,600.00
Clavo de 5"	60.00	kg.	150.00	9,000.00
Clavo de 2½"	20.00	kg.	150.00	3,000.00
Tornillo de 5½" x ½"	1848.00	Pza.	100.00	18,480.00
Pintura roja	6.00	Cub.	6,780.00	40,680.00
Pintura blanca	6.00	Cub.	6,780.00	40,680.00
Barníz	6.00	Cub.	10,028.00	60,168.00
Thiner	6.00	Cub.	1,700.00	10,200.00
MANO DE OBRA				
Cabo carpintero	25.00	Jor.	1,283.00	32,075.00
2 oficiales carp.	25.00	Jor.	1,028.00	51,400.00
4 ayudantes	25.00	Jor.	905.00	90,500.00
Herramienta	0.05	%	M.O.	8,698.00

 \$ 1'224,275.10

COSTO DIRECTO DE LA ESTRUCTURA RIGIDIZANTE

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	IMPORTE
Equipo de corte	64.73	hr.	14.75	961.24
Planta de soldar	150.95	hr.	95.45	14,408.17
Esmeriladora	86.22	hr.	9.33	804.43
MATERIAL				
Angulo de 2½" x 3/16"	5090.00	kg.	69.00	351,210.00
Angulo de 2" x 3/16"	5750.00	kg.	69.00	396,750.00
Angulo de 4" x ¼"	150.00	kg.	69.00	10,350.00
Placa de 3' x 10' de 3/16	109.00	kg.	99.00	10,791.00
Soldadura de 1/8" 70/18	174.00	kg.	295.00	51,330.00
Oxígeno	16.00	Cgas.	1,500.00	24,000.00
Acetileno	8.00	Cgas.	5,085.00	40,680.00
Piedra de esmeríl	3.00	Pza.	2,538.00	7,614.00
MANO DE OBRA				
Cabo soldador	25.00	Jor.	1,342.00	33,550.00
2 of. soldadores	25.00	Jor.	1,170.00	58,500.00
4 ayudantes	25.00	Jor.	905.00	90,500.00
Herramienta	0.05	%	M.O.	9,127.50
				<u>\$ 1'100,576.30</u>

RENTA DEL EQUIPO DESLIZANTE

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	RENTA SEMANAL	IMPORTE
Gato de 3 Ton.	130.00	Pza.	2,035.72	264,643.60
Bomba H.T,P.15	2.00	Pza.	18,201.77	36,403.54
Barra de apoyo	1500.00	Pza.	76.40	114,600.00
Lote:				
Yugos, Mangueras y	140.00	Lote.	221.53	31,014.20
Accesorios.				
				<u>446,080.00</u>

Tiempo de renta:

3 semanas de montaje.

2 semanas de deslizado.

3 semanas de desmontaje.

8 X 446,661.34 = \$ 3'573,290.70

MONTAJE DE LA CIMBRA DESLIZANTE

INCLUYE:

Colocación del equipo hidráulico, las bombas de tracción y el -
aceite para la operación del equipo hidráulico.

	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	IMPORTE
EQUIPO				
Planta de soldar	65.76	hr.	95.45	6,276.79
MATERIAL				
Soldadura de 1/8" 70/18	50.00	kg.	295.00	14,750.00
Aceite hidráulico	200.00	lt.	180.00	36,000.00
MANO DE OBRA				
Sobrestante	21.00	Jor.	1,342.00	28,182.00
2 of. soldadores	21.00	Jor.	1,170.00	49,140.00
4 Ayudantes gles.	21.00	Jor.	905.00	76,020.00
Herramienta	0.05	%	M.O.	7,667.10
				<hr/>
				\$ 218,035.89

DESLIZADO

El deslizado se efectuó en dos semanas, durante todo el día, en dos turnos, de 12 horas cada uno.

CUADRILLA POR TURNO

Un Sobrestante

2 Oficiales

4 Ayudantes

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	IMPORTE
2 Sobrestantes	21.00	Jor.	1,342.00	56,364.00
4 Oficiales	21.00	Jor.	1,170.00	98,280.00
8 Ayudantes	21.00	Jor.	905.00	152,040.00
Herramienta	0.05	%	M.O.	15,334.00
				<hr/>
				\$ 322,018.20

DESMONTAJE

Solamente se desmontó el equipo deslizando, ya que el molde y las estructuras rigidizantes, servirían como cimbras estacionarias para el colado de la losa de techo. El desmontaje se realizó en un tiempo de tres semanas, trabajando jornadas de 8 horas.

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	IMPORTE
Grua-Torre	10.00	hr.	2,500.00	25,000.00
MANO DE OBRA				
Sobrestante	21.00	Jor.	1,342.00	28,182.00
2 Oficiales	21.00	Jor.	1,170.00	49,140.00
4 Ayudantes	21.00	Jor.	905.00	76,020.00
Herramienta	0.05	%	M.O.	7,667.10
				<u>\$ 186,009.10</u>

TOTAL DEL COSTO DIRECTO

Molde de la cimbra deslizando	\$ 1'224,275.10
Estructura rigidizante	\$ 1'100,576.30
Renta del equipo deslizando	\$ 3'573,290.70
Montaje de la cimbra deslizando	\$ 218,035.89
Deslizado	\$ 322,018.20
Desmontaje	\$ 186,009.10
Total =	<u>\$ 6'624,205.30</u>

CONCLUSIONES

Con el paso del tiempo, se fue generalizando el uso del cemento y del concreto en nuestro país, 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 las hojas de triplay de nominado "para cimbra", cuyas medidas normalmente son de: 1.22 x 2.44 metros y en espesores de 5/8" (15.9 mm.).

El uso de las tablas y tablonés de varias medidas, así como duela, es común en la construcción de nuestro país, apoyando la cimbra sobre polines de sección cuadrada de 4" x 4" de varias longitudes.

En cualquier tipo de obra, ya sea de construcción urbana, edificación, construcción pesada o industrial, el uso de la cimbra de madera y polines o puntales, es más generalizado dado que tanto la forma de adquisición de la materia prima (madera) como la mano de obra para fabricarlas y montarlas, eran sumamente económicas, además de la gran capacidad artesanal de los obreros en nuestro país.

Sin embargo en la actualidad, las cosas han cambiado radicalmente de como eran en el pasado. Los altos costos de adquisición de la madera, el encarecimiento de la mano de obra, la dificultad de encontrarla, la necesidad de aumentar la productividad, de tener que recurrir a sistemas más modernos y mucho más veloces para construir en un medio económico tan cambiante y altamente inflacionario.

Independientemente del enorme desperdicio de madera, un recurso natural que ya no abunda en nuestro país, han determinado el desarrollo de nuevas técnicas en lo que a cimbras y andamios se refiere. La necesidad de modificar el sistema tradicional ha sido preponderante y ha forzado a los ingenieros a desarrollar tecnología con el uso de nuevos materiales y de nuevos conceptos en donde la optimización del número de usos, la velocidad de cimbrado y decimbrado, el evitar desperdicios y facilitar las maniobras, son parámetros obligatorios, que irremediablemente han de conducir a la reducción sustancial en los costos de construcción.

Es por eso que para la elección de una cimbra hay que tomar en cuenta ciertos parámetros para poder elegir la mas adecuada:

- 1.- Que se disponga de los materiales existentes en la zona.
- 2.- Saber que capacidad de producción de concreto con que se cuenta.
- 3.- Equipo para la colocación del concreto.

- 4.- La capacitación del personal adecuado para su manejo.
- 5.- El número de usos que tenga la cimbra.
- 6.- El equipo con que se cuente para decimbrar.
- 7.- Los costos de construcción de la obra.
- 8.- El programa que se tenga de la obra.

Tomando en cuenta los parámetros anteriores, el sistema de la cimbra deslizante es uno de los más aceptados para la construcción de grandes obras (verticales principalmente), debido a que ningún otro método de los anteriormente descritos, puede dar la rapidez de construcción y el monolitismo que adquiere la estructura al evitar juntas frías.

En comparación con otros métodos usados actualmente en la construcción de una estructura de concreto armado, el sistema de cimbra deslizante presenta grandes ventajas, las cuales reducen el costo considerablemente.

En el siguiente esquema, se hace la comparación de la construcción de una estructura de concreto armado, usando el sistema convencional y el sistema de cimbra deslizante.

En el cual podemos observar la gran diferencia que existe en el tiempo que tarda un sistema y otro en la erección de la estructura, el cual es un factor muy importante en la actualidad, para la industria de la construcción, debido a que se reduce nota --

blemente el costo de la mano de obra y la renta del equipo que se usa para el suministro de materiales a la obra.

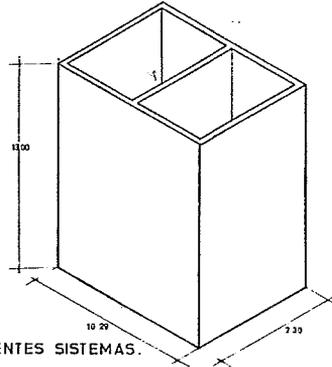
Otro factor importante que se observa, es el número de usos que se le puede dar a la cimbra, el cual difiere bastante entre un sistema y otro, por lo tanto proporciona también un ahorro económico bastante considerable.

Por estos factores y otras ventajas que proporciona el método hacen que la cimbra deslizante sea uno de los sistemas más convenientes para la construcción de estructuras verticales, ya que ahorra tiempo y dinero con respecto al uso de otros métodos.

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DEL CONCEPTO --- CIMBRA EN LA ERECCION DE UNA ESTRUCTURA VER- TICAL DE CONCRETO REFORZADO SEGUN EL USO DE UN SISTEMA DE CIMBRA DESLIZANTE O DE UN --- SISTEMA CONVENCIONAL.

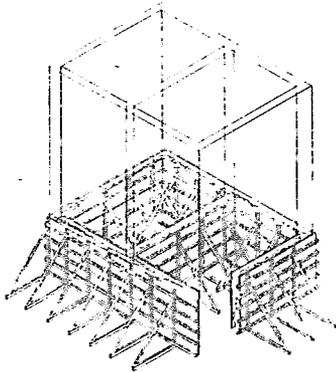
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA QUE SE CONSIDERA EN LA COMPARACION.

ALTURA.	13.00 Mts.
PLANTA RECTANGULAR.	
LADO MAYOR.	10.29 Mts.
LADO MENOR.	7.30 Mts.
ESPESOR DE MUROS.	0.40 Mts.



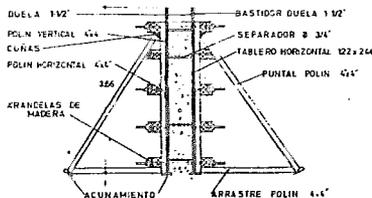
ILUSTRACION DE LOS DOS DIFERENTES SISTEMAS.

CROQUIS SISTEMA CIMBRA CONVENCIONAL

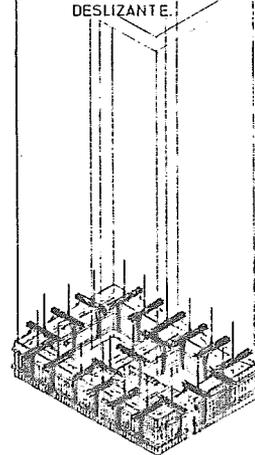


CORTE Y CONJUNTO.

Nº DE USOS DE LA CIMBRA 5 VECES
TIEMPO DE ERECCION DE LA ESTRUCTURA 38 DIAS

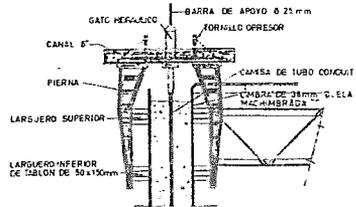


CROQUIS SISTEMA CIMBRA DESLIZANTE.



CORTE Y CONJUNTO.

Nº DE USOS DE LA CIMBRA 11 VECES
TIEMPO DE ERECCION DE LA ESTRUCTURA 14 DIAS



REFERENCIAS

Los encofrados deslizantes.

Tudor Dinescu - Andrei Sandru - Constantin Radulescu.

Espasa calpe S.A. 1971.

Fig. I.-	Pag. 14
Fig. II.- ...	Pag. 97
Fig. III.- ..	Pag. 106
Fig. VII.- ..	Pag. 120
Fig. VIII.- .	Pag. 122
Fig. IX.- ...	Pag. 122
Fig. X.-	Pag. 127
Fig. XI.- ...	Pag. 140
Fig. XII.- ..	Pag. 141
Fig. XIII.- .	Pag. 141
Fig. XIV.- ..	Pag. 147
Fig. XV.- ...	Pag. 150
Fig. XVI.- ..	Pag. 158
Fig. V.-	Pag. 154
Fig. XVII.- .	Pag. 130
Fig. XVIII.-.	Pag. 133
Fig. XIX.- ..	Pag. 136
Fig. IV.- ...	Pag. 134
Fig. XX.- ...	Pag. 94
Fig. XXI.- ..	Pag. 94
Fig. XXII.- .	Pag. 184
Fig. XXIII.-.	Pag. 476
Fig. XXIV.- .	Pag. 191
Fig. XXV.- ..	Pag. 191
Fig. XXVI.- .	Pag. 191
Fig. XXVII.-.	Pag. 39
Fig. XXVIII.-	Pag. 40
Fig. XXIX.- .	Pag. 42

Fig.	XXX.-	.....	Pag.	45
Fig.	XXXI.-	....	Pag.	47
Fig.	XXXII.-	...	Pag.	54
Fig.	XXXIII.-	..	Pag.	428
Fig.	XXXIV.-	...	Pag.	71
Fig.	XXXV.-	....	Pag.	73
Fig.	XXXVI.-	...	Pag.	73
Fig.	XXXVII.-	..	Pag.	52
Fig.	XXXVIII.-	.	Pag.	53
Fig.	XXXIX.-	...	Pag.	53
Fig.	XL.-	.....	Pag.	366
Fig.	XLI.-	.....	Pag.	79
Fig.	XLIV.-	....	Pag.	83

Formwork for concrete.

M.K. Hurd.

ACI Tercera edición.

Fig.	XLII.-	...	Pag.	291
Fig.	LVIII.-	..	Pag.	272
Fig.	LX.-	.....	Pag.	273

Revista INCYC No. 140

Diciembre 31 de 1982.

Volumen 20.

Fig.	XLV.-	Pag.	19
------	-------	------	------	----

Encofrados.

M.L.J. Recourd.

Editores técnicos asociados S.A.

Barcelona España 1972.

Fig.	XLIII.-	..	Pag.	170
Fig.	XLVI.-	...	Pag.	153

Fig.	XLVII.-	Pag.	163
Fig.	XLVIII.-	Pag.	182
Fig.	XLIX.-	Pag.	184
Fig.	L.-	Pag.	191
Fig.	LI.-	Pag.	192
Fig.	LII.-	Pag.	106
Fig.	LIII.-	Pag.	143
Fig.	LIV.-	Pag.	143
Fig.	LV.--.	Pag.	149
Fig.	LVI.-	Pag.	152
Fig.	LVII.-	Pag.	152
Fig.	LIX.-	Pag.	155

BIBLIOGRAFIA

M.L.J. Recaurd.

Encofrados.

Editores Técnicos asociados S.A.

Barcelona españa 1972.

Tudor Dinescu - Andrei Sandru - Constantin Radulescu.

Los encofrados deslizantes.

Espasa calpe S.A. 1971.

M.K. Hurd.

Formwork for concrete.

ACI tercera edición.

Revista IMCYC No. 134.

Junio 30 de 1982.

Volumen 20.

Revista IMCYC No. 140.

Diciembre 31 de 1982.

Volumen 20.

Realston Drossel m.

Matched Slipforms speed construction of twin towers.

En construction methods and equipment. 1970.

Información obtenida de la compañía:

SLIP FORM DE MEXICO S.A.

Obra; Silos de almacenamiento de cemento

Cementos Moctezuma en Jiutepec Mor.

Cliente: COCONAL S.A.

Información obtenida de un curso en el IMCYC.

Curso Básico de Cimbras Deslizantes.

18-19 de julio de 1983.