

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**PROCESO DE FABRICACION DE CIMBRA CIR-  
CULAR METALICA PARA REVESTIMIENTO DE  
TUNELES DE VERTEDERO DE LA PRESA DE  
CHICOASEN, CHIS.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**P R E S E N T A**

*Elias Mauro Mina Valdés*

**MEXICO, D. F.**

**1 9 8 1**



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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO I COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE LA CIMBRA CIRCULAR	6
CAPITULO II MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR	50
CAPITULO III SELECCION DE LOS METODOS DE FABRICACION	66
CAPITULO IV MONTAJE Y PRUEBAS	74
CAPITULO V COSTO DE FABRICACION Y VENTA	87

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

La Presa de Chicoasén en el Estado de Chiapas, es en su género la obra de mayores dimensiones que se hace en México, debido tanto a la capacidad de generación de energía eléctrica con que contará, así como a su tamaño, lo cual la coloca como la de mayor importancia en Latinoamérica y ocupando el quinto lugar a nivel mundial.

Esta obra se diseñó con capacidad para generar - - - 2'400,000 Kw., para lo cual cuenta con 8 unidades, - cada una de 300,000 Kw.

Se localiza en el cause del Río Grijalva a su paso - por el Cañón del Sumidero, el cual además cuenta con las afluencias de los Ríos La Angostura y Hondo por su lado derecho y de los Ríos Santo Domingo, Suchiapa y Sabinal por el lado izquierdo, dando como resultado una capacidad de la Presa de: Nivel máximo extraordinario:  $1690 \times 10^6 \text{ M}^3$ , un Nivel mínimo de operación de  $1590 \times 10^6 \text{ M}^3$  y un Nivel Mínimo de  $1305 \times 10^6 \text{ M}^3$  de agua.

A causa de los volúmenes de agua que se tendrán que

manejar y por condiciones específicas de diseño la -  
 presa contará con tres túneles vertederos, cuyo diá-  
 metro es de 15 Mts. y cuentan con una longitud apro-  
 ximada de 1 Km, lo cual da una capacidad máxima de -  
 desfogue de  $\pi r^2 \times L = V = (7.5 \text{ M})^2 \times \pi \times 1000 \text{ M} =$  --  
 $136 \times 10^3 \text{ M}^3$  de agua.

Debido a las dimensiones de estos túneles se tuvo la  
 necesidad de idear, para su construcción, una Cimbra  
 con la que se obtuvieran: menores costos de construc-  
 ción, transporte y operación (colocar, quitar y - --  
 transportar), mejor acabado y algo muy importante, -  
 su durabilidad y resistencia, por todo esto se encon-  
 tró que fabricarla de metal sería la mejor solución.

El objetivo que se persigue en esta tesis es, la des-  
 cripción del proceso de fabricación de la cimbra Cír-  
 cular Metálica, usada con el fin anterior, por lo --  
 cual creemos conveniente empezar por dar una defini-  
 ción de cimbra:

"Cimbra, es una estructura temporal, empleada para -  
 soportar durante su erección a una estructura perma-  
 nente, hasta que esta última sea autosoportable".

La Cimbra Circular Metálica, será utilizada para el

revestimiento de los túneles vertederos; con ésta - el revestimiento será más rápido, ya que la cimbra es autotransportable, además que el recubrimiento - será realizado a 180°, sin necesidad de efectuar va- rios colados como se daría el caso si se usara Cim- bra de madera que es la más común y la cual tiene - una vida útil aproximada de diez usos, en tanto la metálica sirve para un número mucho mayor de cola- dos, contando además entre sus muy grandes ventajas el que tiene un mayor valor de recuperación, puesto que toda ó en partes puede servir para otros traba- jos u otras cosas. El acabado que deja la cimbra - metálica es más perfecto y parejo que el que deja - la cimbra de madera, además es más fácil dar a la - estructura metálica la forma circular necesaria pa- ra el colado de los túneles.

El costo para revestimiento de estos túneles con -- cimbra de madera es muy alto, por la cantidad de -- cimbres que se tendrían que utilizar para colar tan -- solo uno de los túneles de vertederos de la presa - que como se dijo mide 1 Km. de largo. Otra ventaja de utilizar la cimbra metálica es que su operación se realiza con sistemas hidráulico y eléctrico a di- ferencia de otro tipo de cimbra que se opera manual

mente y por las dimensiones de la misma ponen en pe  
ligro muchas vidas.

La cimbra tiene una longitud de solo 9 metros de co  
lado en anillos; un anillo consta de 2 panel de cu-  
beta, 2 panel de pared y 1 panel en clave, por lo -  
que se tendrían que fabricar aproximadamente 12 cim  
bras de madera de este tamaño para el colado de un  
solo túnel de vertedero.

La realización de esta gran obra de Ingeniería ten-  
drá grandes problemas, tanto en mano de obra, como  
la difícil ubicación de los túneles de vertederos -  
y, además, otros como el de que en ocasiones hay --  
que considerar reacciones que el material y equipo  
presentan durante la fabricación, las que en teoría  
ó al realizar los planos tienen otra solución, así  
como problemas fuera del taller de fabricación, co-  
mo montaje y pruebas (las cuales serán detallados --  
posteriormente), debido a que es la primer obra de  
estas dimensiones que se fabrica en el mundo.

Anteriormente, ya se habían fabricado cimbras circu-  
lares de metal en el mundo, incluso en México se fa-  
bricó una que fue utilizada para el colado de los -  
túneles del Drenaje Profundo de la Ciudad de México



con 6 Mts. de diámetro, pero ninguna con las dimensiones y peso de ésta, el cual es de 235 toneladas, en conjunto con la transportadora, así como su resistencia ya que soportará presiones de  $1250 \text{ lb/ft}^2$  en los paneles de cubeta,  $1750 \text{ lb/ft}^2$  en cada uno de los paneles de pared y la presión más grande de  $2250 \text{ lb/ft}^2$  en los paneles de clave, con lo cual nos damos idea de la robustez que debe tener la cimbra.

Este tipo de cimbra abren un amplio horizonte al colado de concreto con cimbras metálicas en nuestro país ya que es menos costoso en el caso de construcciones industriales y urbanas de grandes dimensiones.

Además con la cimbra metálica no son necesarias las llamadas obras falsas, en el colado de columnas para mantenerlas compactas y con la presión requerida y como quedó indicado antes, dejan un mejor acabado, no importa el número de colados que se hagan con ellas.

## CAPITULO I

COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE LA CIMBRA -  
CIRCULAR.

El conjunto de cimbra circular consta de varios componentes, los cuales tienen funciones específicas y se enlistan a continuación, presentándose en seguida un dibujo general de la cimbra, Fig. No. 1, para luego describir cada uno.

A. Páneles de Cubeta

B. Páneles de Pared

C. Páneles en Clave

D. Piernas de apoyo de Pánel de cubeta.

D-1 Camisas para piernas de apoyo de pánel de cubeta.

E. Piernas de apoyo de pánel en clave.

E-1 Camisas para piernas de apoyo de páneles en clave.

F. Puertas para Páneles

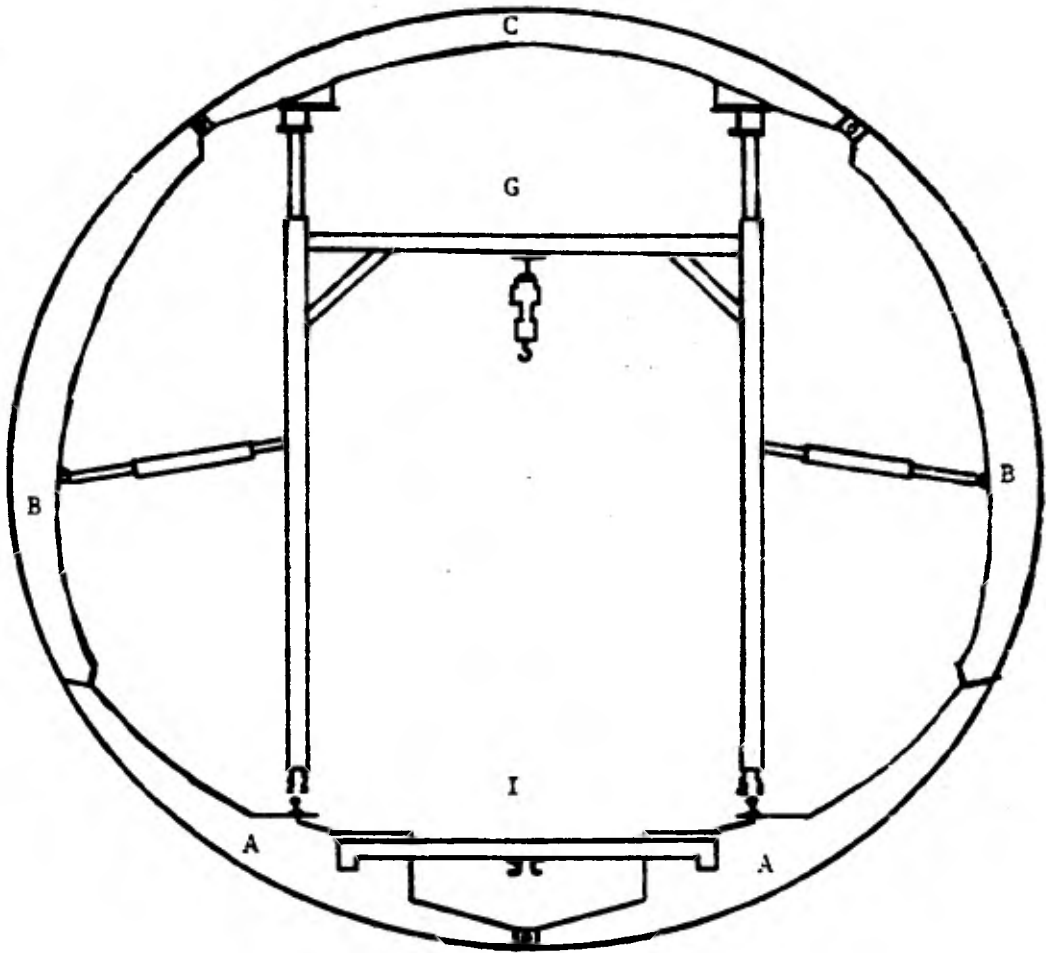
G. Transportadora

G-1 Sus partes

G-2 Sistema Eléctrico de la transportadora.

G-3 Sistema Hidráulico de la transportadora.

H. Través de Icaje



Cimbra Circular Metalica de 15 m. de Ø

FIG. No.1

**I. Puntales abatibles****J. Tapones de cierre**

**A.- PANEL DE CUBETA:** Este componente es la parte inferior de la cimbra como se muestra en el esquema anterior. La cimbra contiene veinticuatro de estos paneles, de los cuales doce se usan en anillos, son seis anillos que llevan dos paneles cada uno para el colado y los otros doce sirven de apoyo cuando se realiza el desplazamiento para continuar el colado.

Las dimensiones de estos paneles tomadas sobre un desarrollo en planta son los siguientes: 8.508 mts., de largo y 1.524 mts., de ancho, esta constituido de los siguientes materiales: placas de 6, 10, 13, 16, 19 y 54 mm. canales de 76, 101 y 152 mm, así como ángulos de 38 mm, Cold Rolled de 62 mm y 10 mm. también se utilizan 4 bisagras por panel para la sujeción en la articulación con el otro panel, empleada al retraerlos para autotransportar la cimbra, los materiales utilizados para su fabricación son de acero con contenido de bajo carbón.

Las piezas que forman los paneles son:

Tres costillas, de placa de 13 mm, soldadas perpendicularmente a canales de 76, 101, 152 mm. y sobre estos va una placa de 1/4" de espesor que es la cara de contacto del panel, la cual estará en contacto con el concreto al hacer el colado. En la cara de contacto del panel se cortan las puertas de Pánel de cubeta -- mismas que nos sirven para la supervisión del colado y para la colocación de vibradores con el fin de eliminar las bolsas de aire que se forman.

En el montaje de la cimbra, para su prueba se detectó un problema, ya que el numero de ventanas diseñadas -- era insuficiente para poder eliminar las bolsas de -- aire que se forman por lo que se tuvo que volver a di señar el panel de cubeta con más ventanas.

Los dos diseños mencionados anteriormente de panel de cubeta se pueden observar en las figuras 2 y 3

**B.- PANEL DE PARED:** Este pánel como su nombre nos lo indica viene a dar forma a las partes laterales de los túneles al colar el concreto. Tiene una forma similar a la de los páneles de cubeta con la variante -- de que estos son un poco más alargados, contienen solo cuatro puertas de supervisión de colado de concreto-

DESPUES

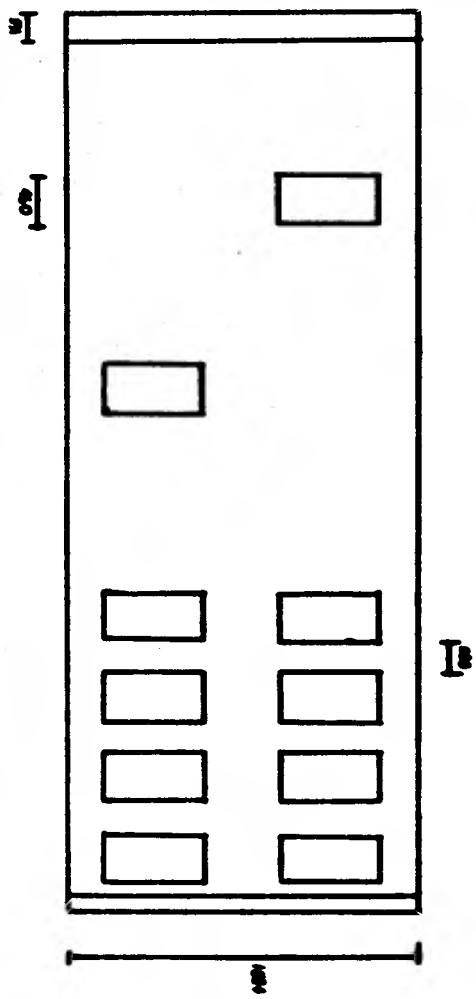


FIG. No. 2

ANTES

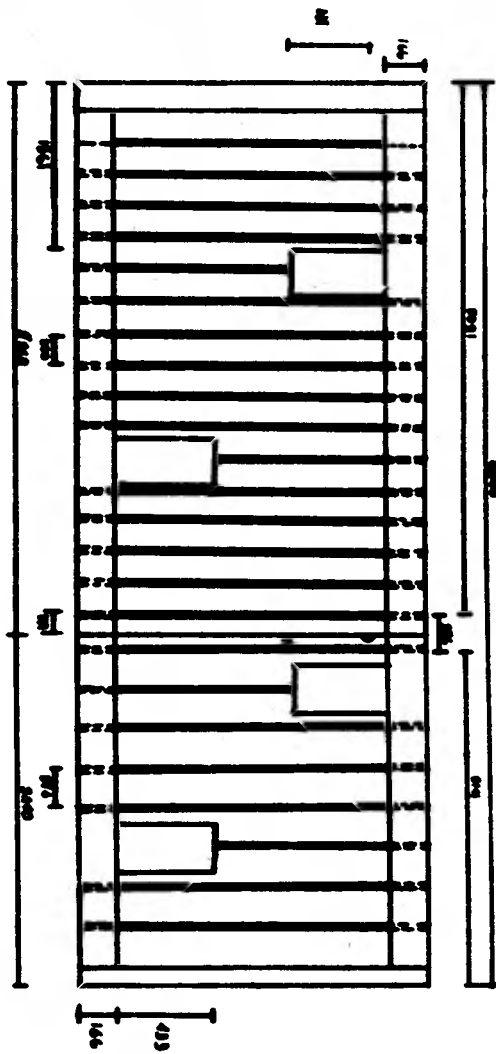


FIG. No. 3

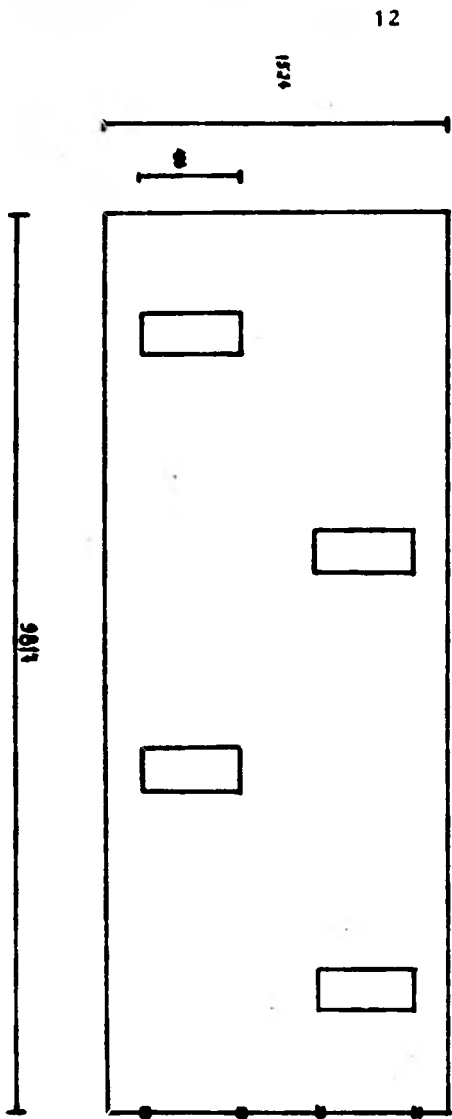
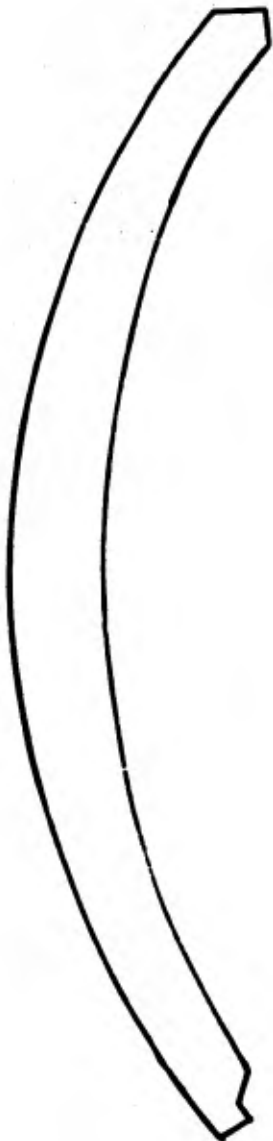
PANEL DE CUBETA

y de alivio de aire y llevan unas "orejas" para la -- articulación de los gatos hidráulicos con los cuales se retráen para la autotransportación.

Otra diferencia entre estos pãneles es que no necesitan piernas de apoyo para fijarse, sino que esto se logra gracias a que en la parte inferior se apoyan sobre el panel de cubeta, y en la parte superior la sotiene el pãnel en clave y además cuenta con la suje--ción de los gatos hidráulicos antes mencionados con -- las que se une a la transportadora.

Cabe hacer mención que la unión de los pãneles de pa--red con los de **cubeta y en clave** es por medio de unas bisagras.

Las dimensiones del panel de pared son 9.817 mts. de largo y 1.524 mts. de ancho. Esta constituido de materiales y partes en igual manera que el pãnel de cubeta, su diseño se muestra a continuación en la Fig. -- No. 4.



PANEL DE PARED

FIG. No. 4



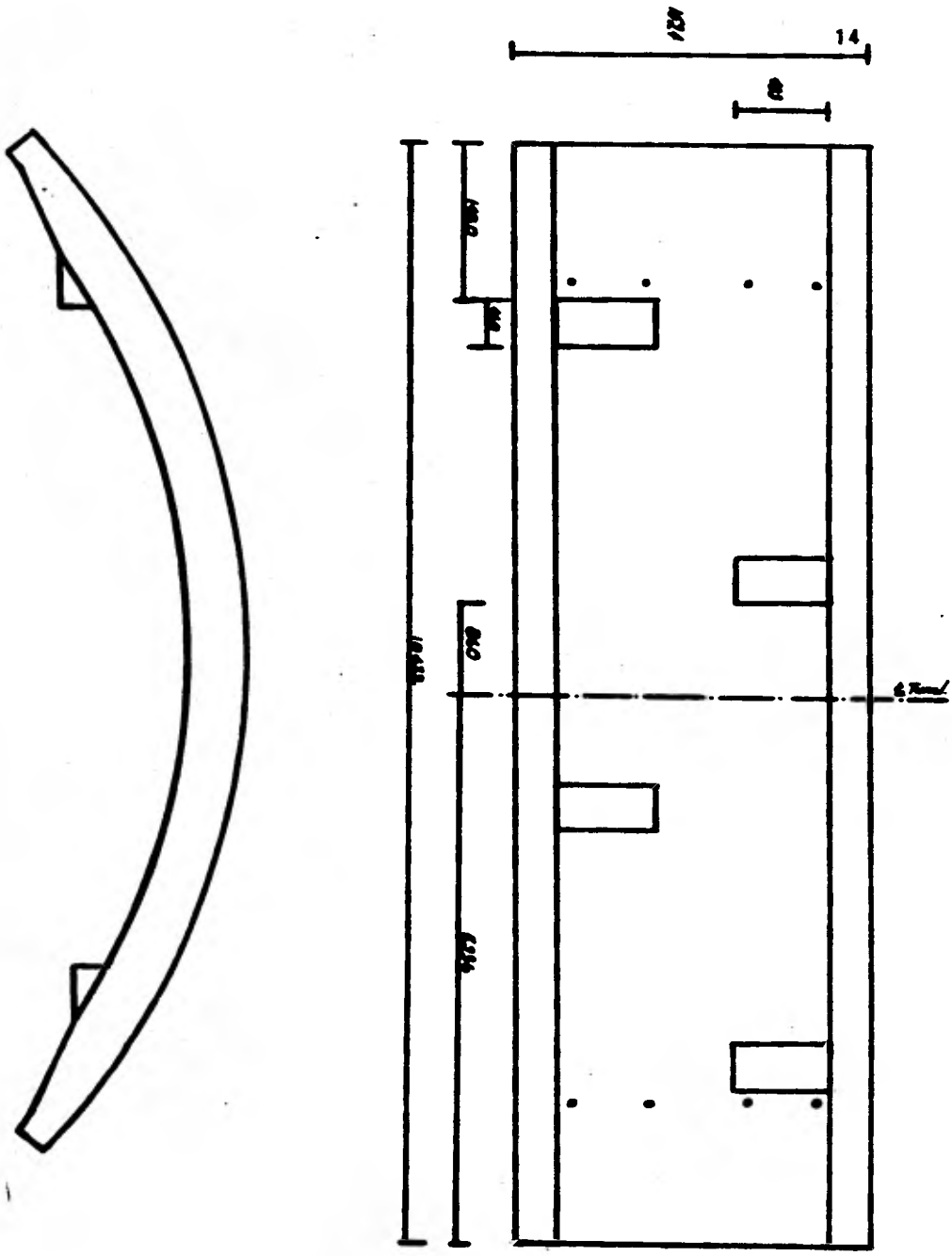
C.- PANEL EN CLAVE: El panel en clave va colocado en la parte superior de la cimbra, siendo la parte - con la cual se da la forma y configuración al colado del techo de los túneles, por lo que como ya se indicó con anterioridad son los que mayor presión o peso deben soportar. Este tipo de pánel cuenta, asimismo con piernas de apoyo para fijar su posición en el túnel, además de sus cuatro compuertas por las cuales se puede bombear el concreto.

Los pánels en clave van también, apoyados en la --- transportadora através de los través de izaje de esta para lo cual los pánels en clave cuentan con bases o areas de apoyo.

Las dimensiones de este panel tomadas en un desarro-- llo en planta son: 10,472 mts. de largo y de ancho -- 1,524 mts. que es el ancho de cada parte de la cimbra

Los materiales necesarios para su fabricación son los mismos que se utilizan para los otros pánels.

Como se puede observar, de sus medidas, en compara--- ción con los otros tipos de pánels, estas son las de mayor longitud, y en cada sección se tiene uno en cla



PANEL EN CLAVE  
 FIG. No. 5

ve por dos de cada uno de los otros p neles. Su diseño se muestra en la figura No. 5

D.- PIERNAS DE APOYO DE PANEL DE CUBETA: Este componente de la cimbra circular es uno de los más sencillos, pero tiene tanta importancia como los mismos p neles, ya que tienen una doble función; por un lado - soportar el peso de la cimbra, sobre todo al momento de la colada, y por otro lado, la de mantener a la -- cimbra a una misma altura a lo largo del túnel para - lograr la uniformidad deseada en el colado de todo el túnel.

Por esto la realización de su diseño, dimensiones y - materiales de que están hechas, fueron elaboradas con mucha precaución y cuidado, haciendo intervenir todas las posibles variantes, ya que si se incurría en al-- g n error, esto sería muy costoso tanto en el aspecto económico como en el humano, puesto que como mantiene fija a la cimbra si alguna parte se suelta puede perder el equilibrio y derramarse.

Las piernas de apoyo están fabricadas de acero "Cold-Rolled" de 95 mm. de  $\phi$  el cual constituye el cuerpo - en su totalidad de las piernas, dándosele una termina

ción cónica para mayor facilidad al sacarlas del concreto al término de los colados. Sus dimensiones están dadas de la siguiente manera:

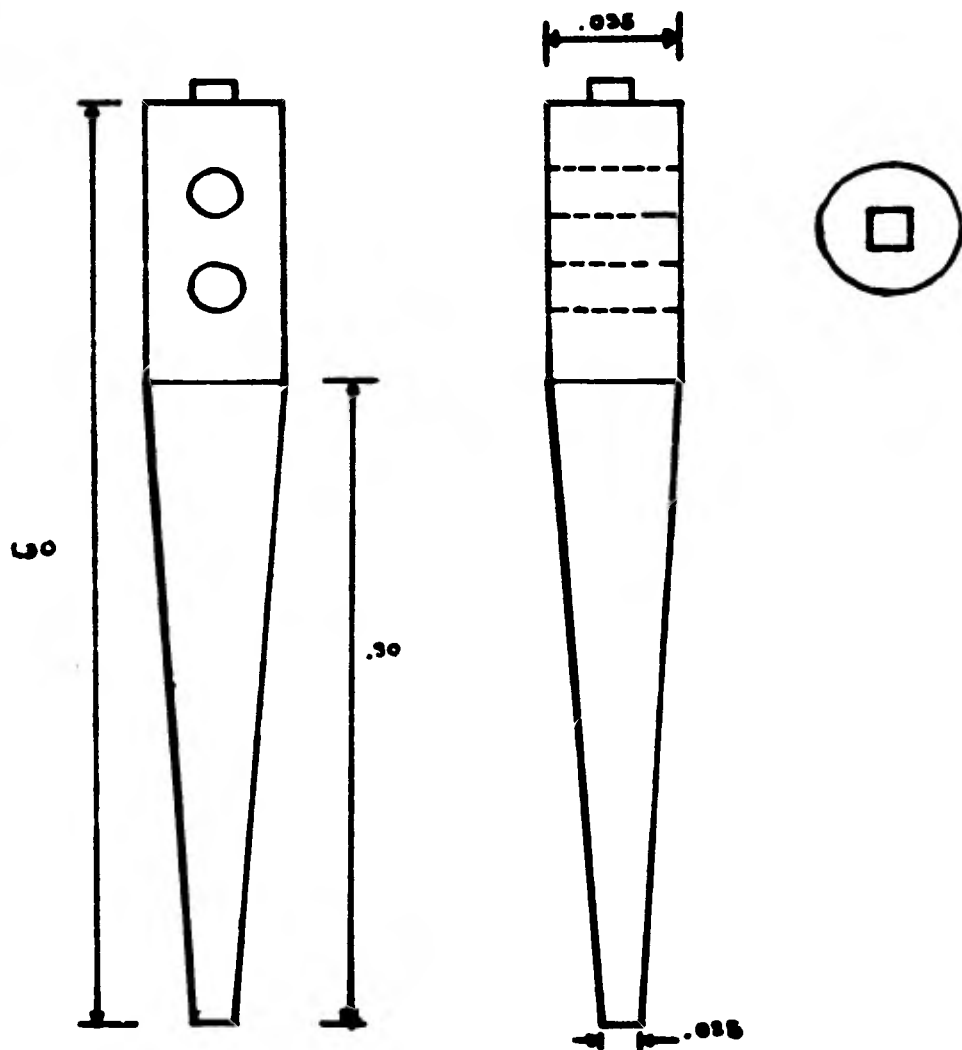
Parte cilíndrica, diámetro 95 mm., altura 40 cm.; parte cónica; diámetro inferior 25 mm. diámetro superior 95 mm., altura 90 cm. altura total 1.30 metros.

Además tiene dos perforaciones que atraviesan de lado a lado la parte cilíndrica, las cuales sirven para la sujeción del cilindro de la camisa para piernas de apoyo por medio de pernos.

Su diseño se muestra en la figura No. 6

- a) Camisas de las piernas de apoyo de los paneles de cubeta.

Este componente por ser parte complementaria a las piernas de apoyo tiene tanta importancia como ellas. Como su nombre lo indica sirven de camisa a la pierna de apoyo, cuenta con un tubo roscado, en la parte exterior, de 101 mm de  $\phi$  el cual va unido directamente con la pierna de apoyo en la parte cilíndrica de esta mediante unos barrenos y unos pernos, este tubo en



PIERNAS DE APOYO PARA PANEL DE CUBETA

FIG. No. 6

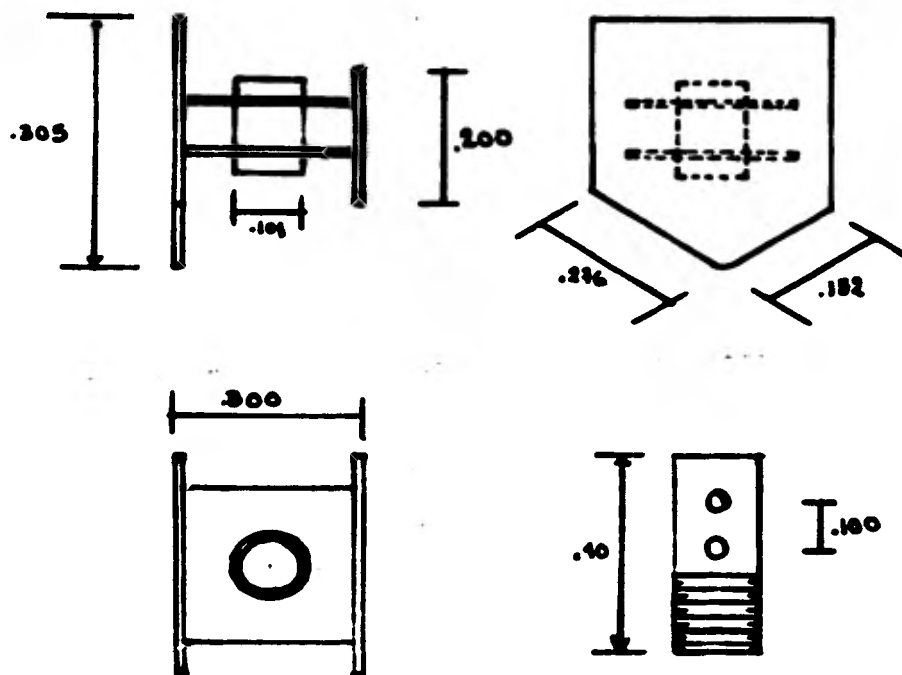
tra girando como un tornillo en la camisa funcionando telescopicamente logrando con esto darle la altura de colado a la cimbra, además cuenta con una placa de 13 mm que es la que forma el cuerpo de la camisa.

Su proceso de fabricación se hizo con mucho cuidado y aún más al armarlas, se observó que al aplicar la soldadura necesaria en sus uniones, fuera lo más perfecta posible, debido a que se tenía el riesgo de que se deformara la rosca ó en alguna parte se despegara. Su diseño se muestra en la figura No. 7.

#### E.- PIERNAS DE APOYO DE PANEL EN CLAVE.

Al igual que las anteriores, también tienen gran importancia, ya que le ayuda a la transportadora a soportar el peso de los paneles en clave y el del concreto que se va colando en la parte superior del tunnel, además ayudan a mantener en posición y al mismo nivel la parte superior de la cimbra circular.

Por lo anterior al igual que para las piernas de apoyo del panel de cubeta, el diseño y la elección del material para su fabricación se hicieron con el mismo cuidado tratando de omitir cualquier error.



CAMISAS DE LAS PIERNAS DE APOYO DE LOS PANELES DE CUBETA.

FIG. No. 7

Estas piernas por su posición, se sujetan al túnel -- con la ayuda de taquetes de madera, hechos a propósito y que van colocados en la parte superior del túnel.

La forma y composición de estas piernas de apoyo, es similar a las indicadas para las piernas de apoyo de los paneles de cubeta, variando únicamente en diámetro y largo, siendo estas 73 mm y 1.20 mts. respectivamente.

Su diseño se muestra en la Figura No. 8.

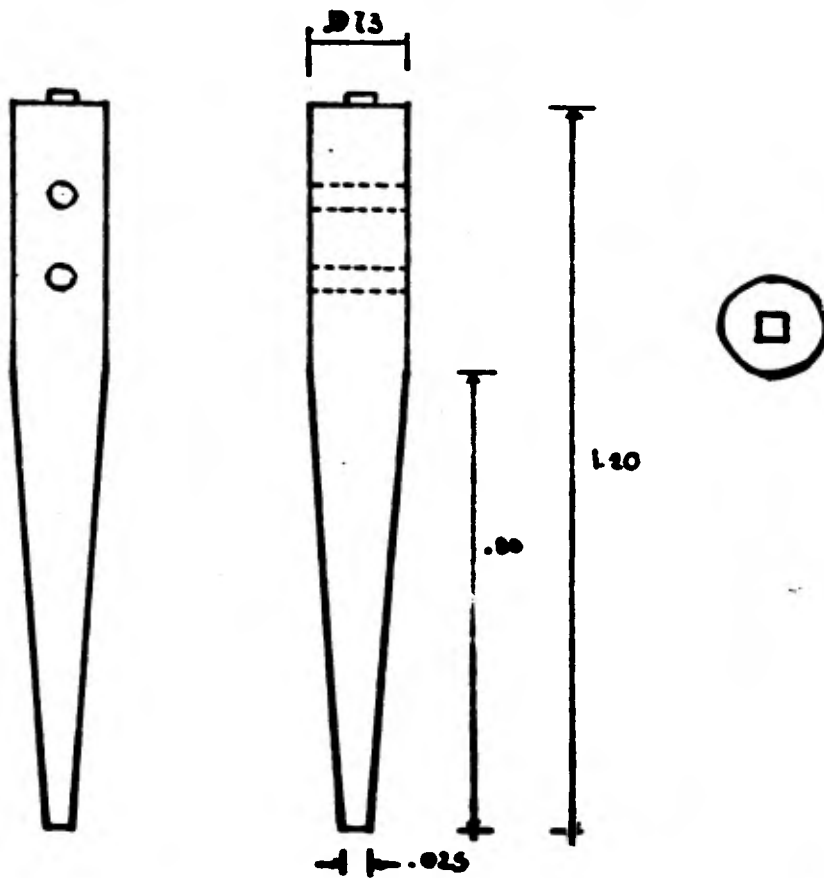
a) Camisas de las piernas de apoyo de panel en clave.

Son también, de diseño muy similar al de los paneles de cubeta, siendo un poco más pequeñas, realizan la misma función y para su fabricación se tienen los mismos cuidados y observaciones ya descritas. Su diseño se muestra en la Figura No. 9.

#### F.- PUERTAS PARA PANELES

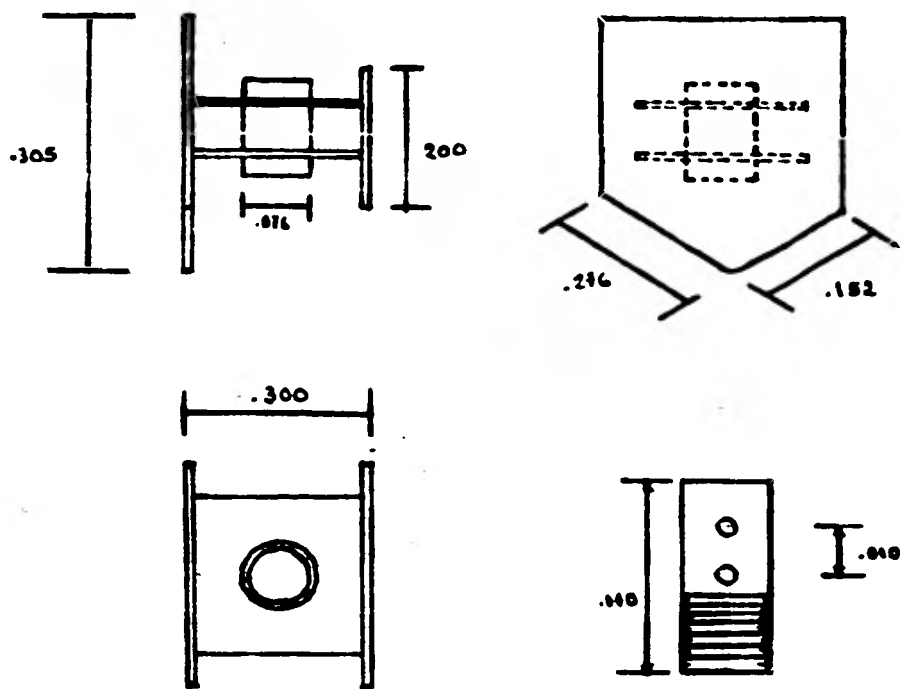
Este componente de la cimbra circular tiene dos finalidades importantísimas, la primera es a través de ellas se va bombeando el concreto para el colado del túnel, la otra es de que ayudan a evitar la formación





PIERNAS DE APOYO DE PANEL EN CLAVE

FIG. No. 8



CAMISAS DE LAS PIERNAS DE APOYO DE LOS PANELES  
EN CLAVE.

FIG. No. 9

de burbujas de aire entre el concreto, introduciendo a través de ellas vibradores de concreto que ayudan a la perfecta compactación del concreto.

Al fabricar las primeras puertas, era necesario rolar la placa de contacto de la puerta, para que diera el arco necesario para la curvatura de la cimbra circular, llevándose con eso más tiempo por lo que se tenían más horas hombre en la fabricación.

Para poder ahorrarse horas hombre, las puertas restantes se armaron, con todos sus componentes, dentro de los paneles para a continuación cortar con soplete la placa teniéndose con eso el arco ya formado -- sin necesidad de rolar la placa.

Los componentes de las puertas son: Cold Rolled de 64 mm y de 13 mm, placa de 6mm, de 16 mm y de 13mm, ángulo de 38mm y tubo de 13mm, las dimensiones de la puerta son 460mm de largo por 433mm de ancho. Su diseño se muestra en la Figura No. 10.

G.- TRANSPORTADORA: Este componente de la cimbra circular es de vital importancia para la misma ya que nos da el movimiento para ir calando el concreto atr  
vés de todo el túnel.

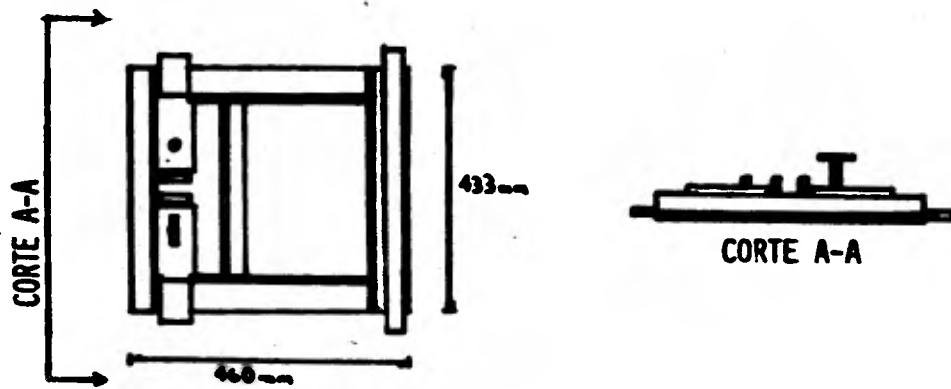


FIG. No.10 PUERTA PARA PANEL

G-1 Las partes que integran la transportadora son:

1. 4 Carros soporte
2. 4 Columnas
3. 2 Vigas de izaje
4. 2 Polipastas de 15 tons.
5. 8 Gatos hidráulicos
6. 8 Ruedas de doble ceja acero SAE-1035
7. 8 Travesaños
8. 4 Armaduras laterales
9. 2 Armaduras centrales, Gufa para polipastos.

Los Materiales con los que está armada la transportadora son:

Vigas de IPR= 457 x 222 mm. (104)  
254 x 146 mm. (37.3)  
304 x 203 mm. (59)  
355 x 203 mm. (64)  
457 x 222 mm. (160)

Canales de: 304 mm. (44.6)  
254 mm. (22.7)  
254 mm. (44.6)

Angulos de: 101 x 101 x 8 mm.  
76 x 76 x 6 mm.

152 x 101 x 16 mm.  
Riel de: 27 Kgs. (60 Lbs)  
Tubo de: 203 mm.  $\phi$  (8")

La transportadora tiene integrado a su estructura un sistema hidráulico y un sistema eléctrico.

**G-3 El sistema Hidráulico consta de:**

1 Bomba Hidráulica  
1 Tanque de almacenamiento del aceite hidráulico.  
8 Válvulas hidráulicas  
8 Gatos hidráulicos  
Tubería metálica  
Mangueras flexibles  
Manometro

Su principal función es la de colocar y quitar de la posición de colado los paneles en clave y los paneles de pared.

**G-2 El sistema Eléctrico consta de:**

4 Motores eléctricos

Engranés

Reductores de velocidad

Cadena de Transmisión

Contacto

Cable

Su principal función consiste en poner en movimiento la transportadora y trasladarla hacia delante y atrás

El diseño de la transportadora se muestra en la figura No. 11

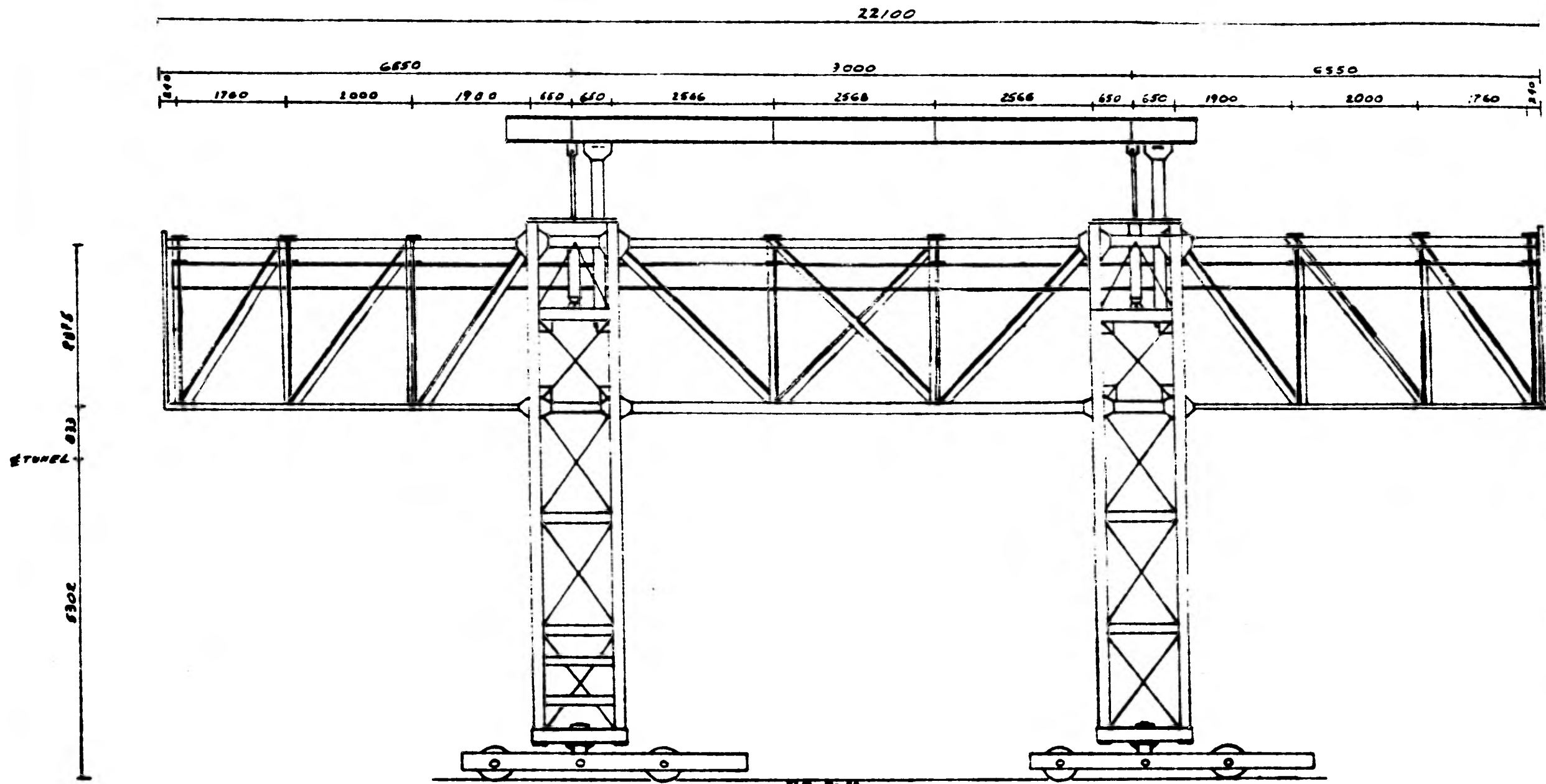


FIG. No. 11  
 TRANSPORTADORA





Foto No. 1      Colocación de gatos hidráulicos para -  
Terminar la instalación del Sistema --  
hidráulico de la transportadora.



**Foto No. 2** Conexiones del sistema hidráulico entre tubería flexible y tubería de acero.



Foto No. 3 Columna donde va colocado el tablero de control del sistema hidráulico, para montar y desmontar los paneles, y el sistema eléctrico, para dar marcha adelante y --- atrás a la transportadora.

H.- Través de izaje de pán­eles de cubeta la cimbra cuenta con un total de 4 tr­aves de izaje de p­an­eles de cubeta, uniendo cada uno de ellos a seis p­an­eles de cubeta a trav­és de los puntales abatibles y su fun­ci­on es la de izar los seis p­an­eles de cubeta al rea­lizarse la transportaci­on de la cimbra, los p­an­eles de cubeta se elevan porque la trave de izaje es engan­chada a los polipastos.

Los materiales que componen los traves de izaje son:

Canal de 254 (27.6)

Placa de 13 mm.

Cold Rolled de 38 mm.

Su dise­no se muestra en la fig. No. 12

I.- Puntales Abatibles en panel de cubeta.

Los paneles abatibles interconectan a los p­an­eles de cubeta por parejas y ayudan en el momento de la trans­portaci­on haciendo que los dos p­an­eles de cubeta se - cierren para poder permitir que pasen a trav­és de la transportadora sin ning­un peligro.

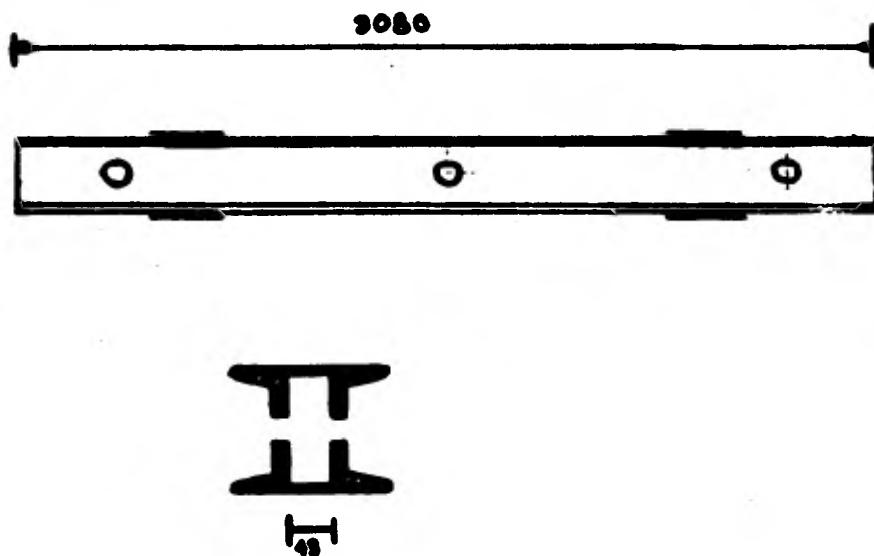


FIG. No. 12

TRAVES DE IZAJE

El material con el que están armados los puntales --  
abatibles són:

Canal de 203 (20.46)

Placa de 13 mm.

Cold Roled de 57 mm  $\phi$

Cold Roled de 38 mm  $\phi$

Su diseño se muestra en la figura No. 13

J.- Tapones de cierre:

Los tapones de cierre tienen como función principal -  
las de servir como tapones en el extremo delantero de  
la cimbra circular para evitar que el concreto se ---  
vierta por ahí.

Los materiales con los que esta armado el tapón de --  
cierre són:

Placa de 1/4"

Placa de 1/2"

Angulo 1 1/2" x 3/16"

Su diseño se muestra en la fig. No. 14



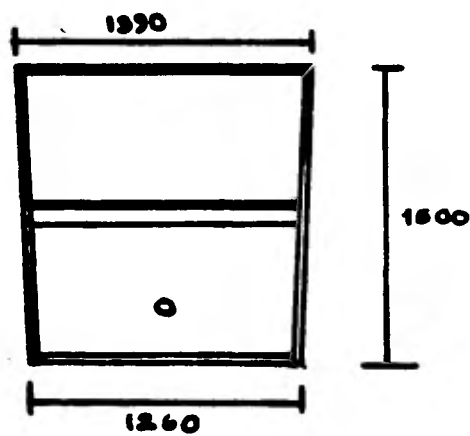


FIG. No. 14

TAPONES DE CIERRE



Funcionamiento de la cimbra circular.

El funcionamiento de la cimbra circular y transportadora en un ciclo de colado consta de doce pasos, los que a continuación describimos, para la descripción de los pasos nos ayudaremos con un diagrama de bloques para facilitar el entendimiento de los mismos.

PASO No. I.- Cuando se a terminado el colado de la entrada del túnel se tiene en su posición, la transportadora, la cimbra circular con claves, muros y arco inferior, como se muestra en la figura.

En éste paso se levanta (4) y se traslada delante de (3) Ver Diagrama No. 1

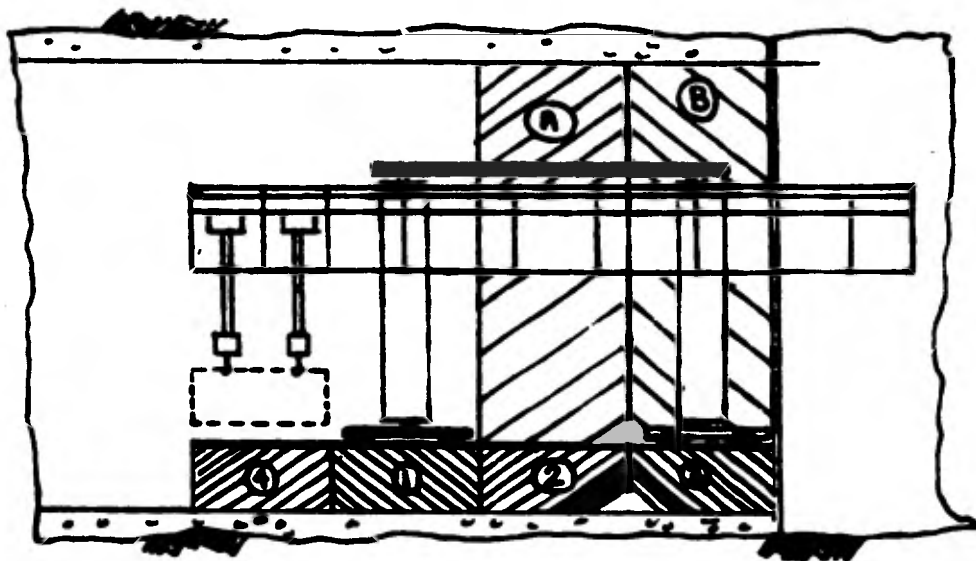


Diagrama No. 1

PASO No. II.- Se quita (A) de su posición y se carga Ver Diagrama No. 2

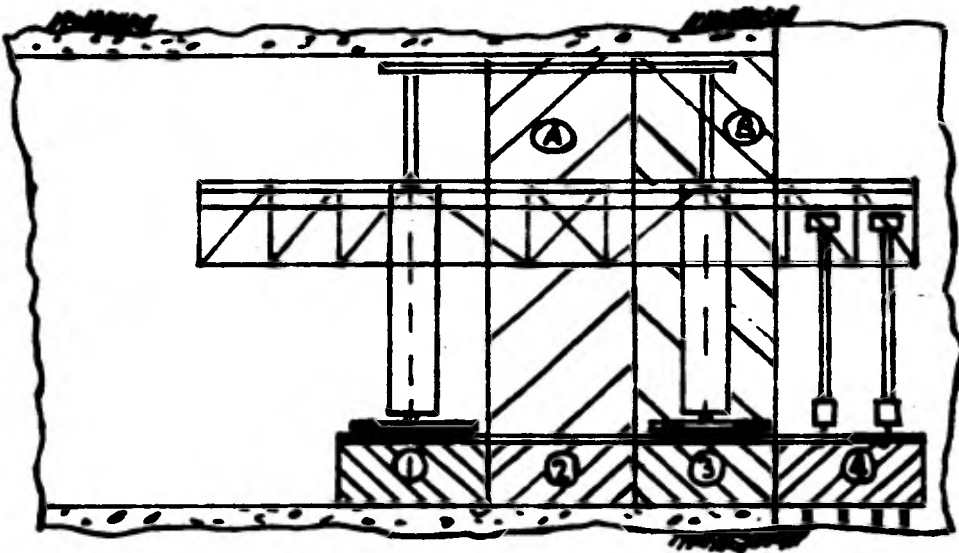


Diagrama No. 2

PASO No. III.- Se mueve transportadora de (1) - - (3) a (2) - (4) cargando (A) para que éste quede bajo (B) Ver Diagrama No. 3

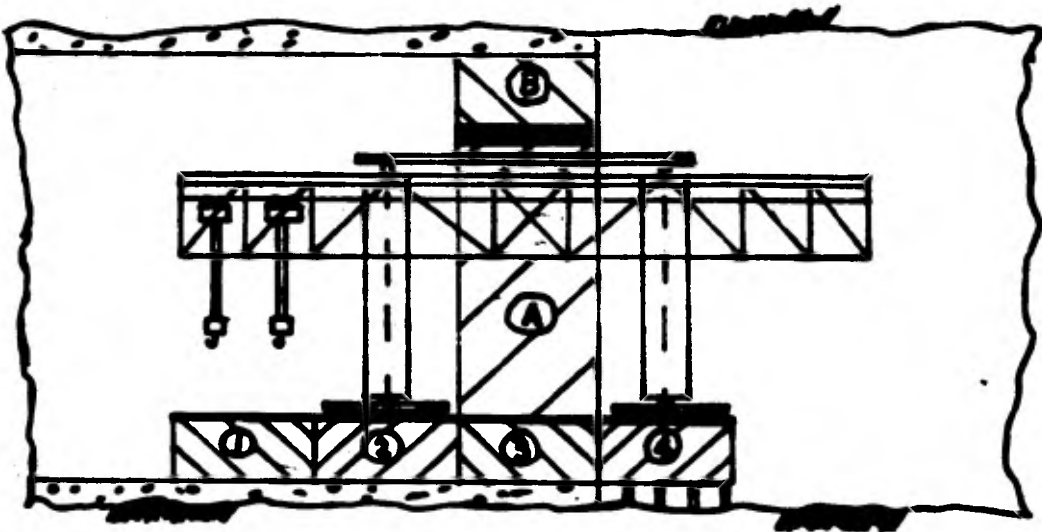


Diagrama No. 3

PASO No. IV.- Levantar (1) y trasladarla delante -  
de (4) Ver Diagrama No. 4

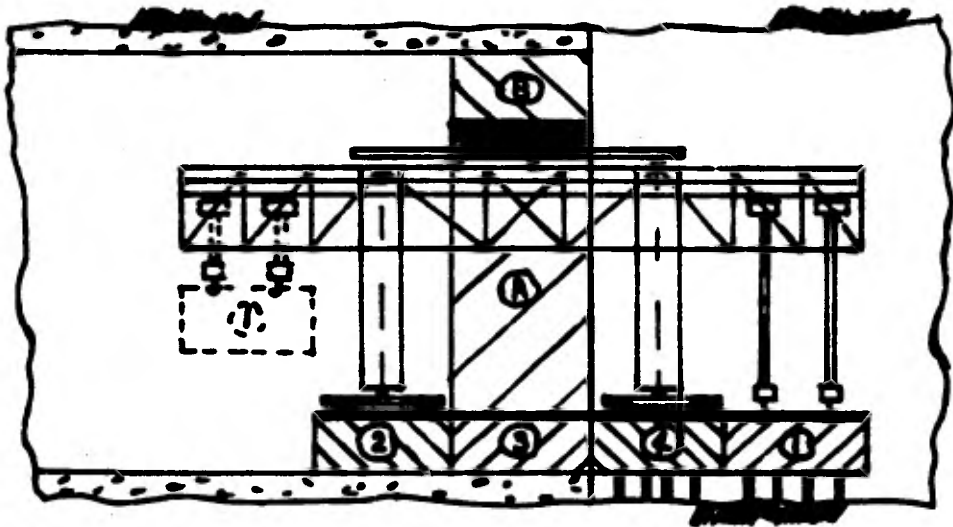


Diagrama No. 4

PASO No. V.- Mover transportadora de (2) - (4) a (3) - (1) cargando (A) y depositar (A) en su posición de colado Ver Diagrama No. 5

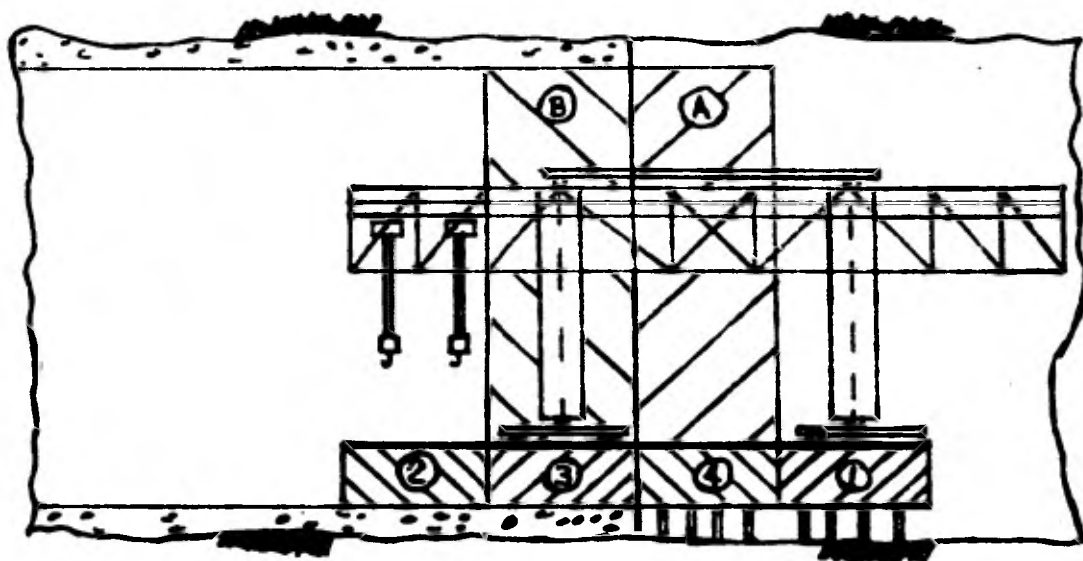


Diagrama No. 5

PASO No. VI.- Mover transportadora de (3) - (1) -  
a (2) - (4) y cargar (B) Ver Diagrama No. 6

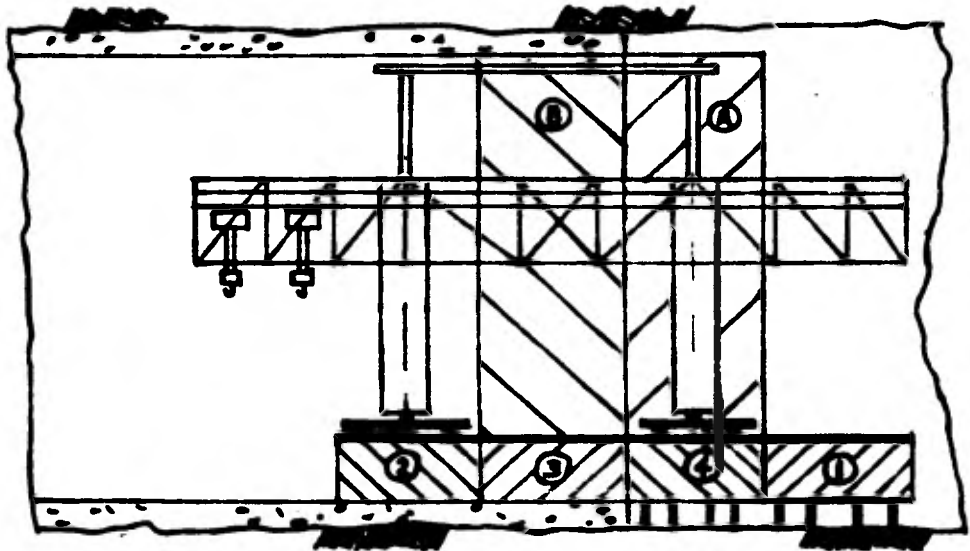


Diagrama No. 6

PASO No. VII.- Mover transportadora de (2) - (4)  
a (5) - (1) cargando (B) Ver Diagrama No. 7

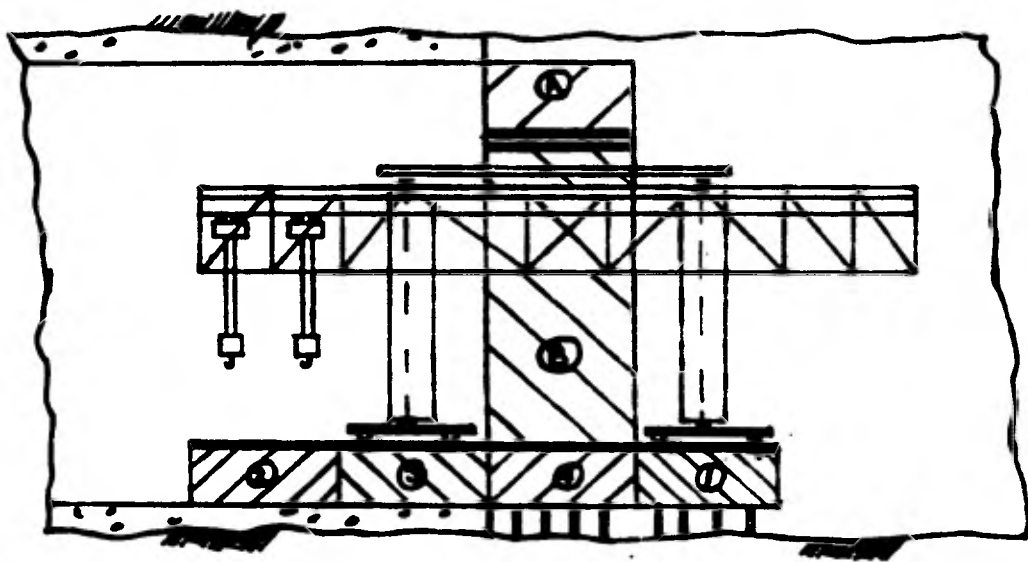


Diagrama No. 7





PASO No. IX.- Mover transportadora de (3) - (1) a (4) - (2) cargando (B) para depositarla en posición de colado Ver Diagrama No. 9

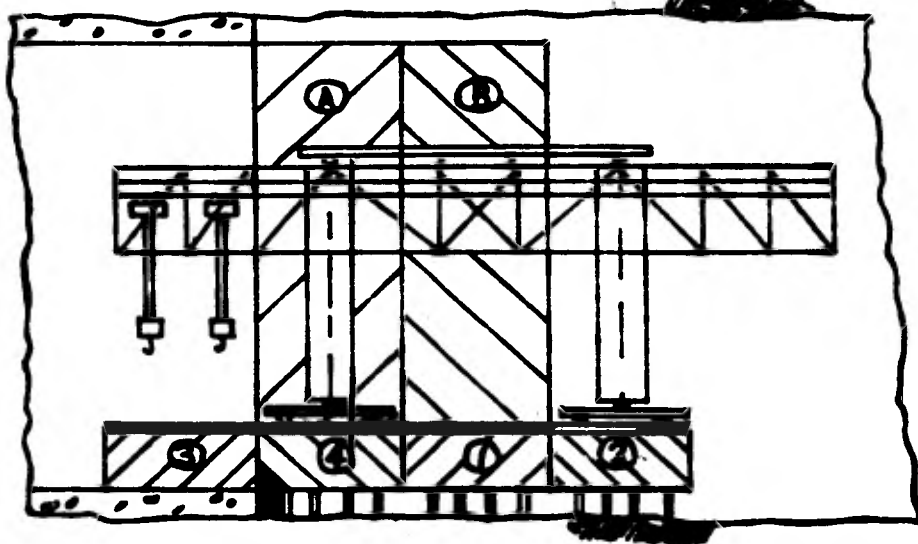


Diagrama No. 9

PASO No. X.- Mover transportadora de (4) - (2) a  
(3) - (1) y colocar puntales Ver Diagrama No. 10

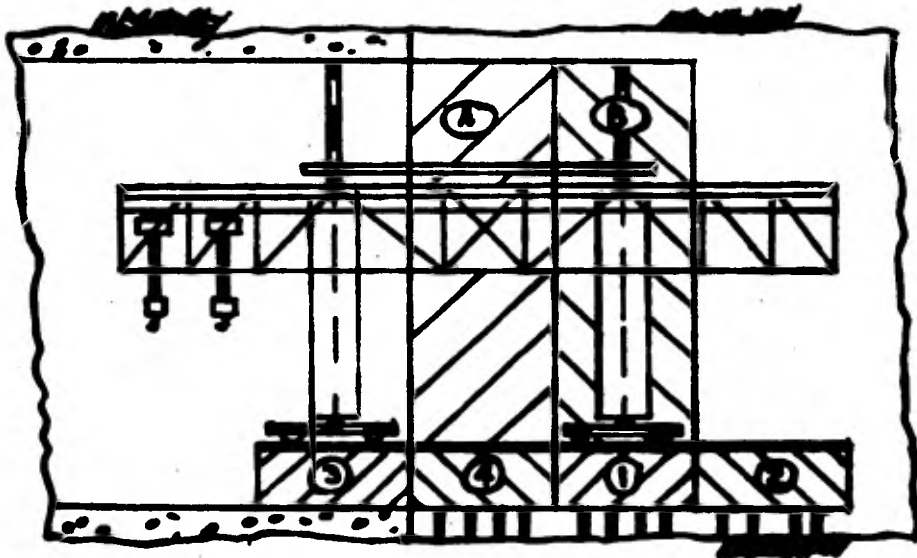


Diagrama No. 10

PASO No. XI.- Levantar (2) y colocarlo detrás de  
(3) Ver Diagrama No. 11

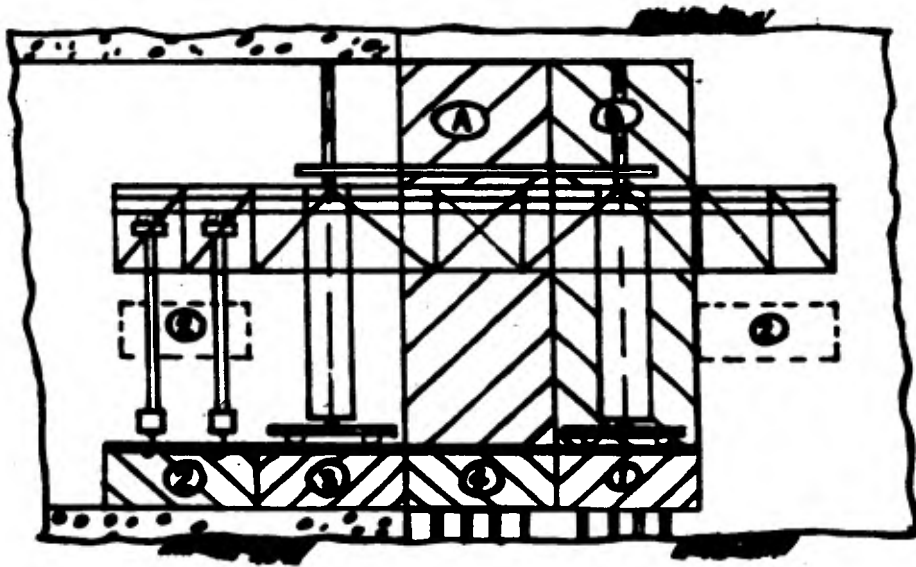


Diagrama No. 11

PASO No. XII.- Colocar tapones de cierre para empear a colar Ver Diagrama No. 12

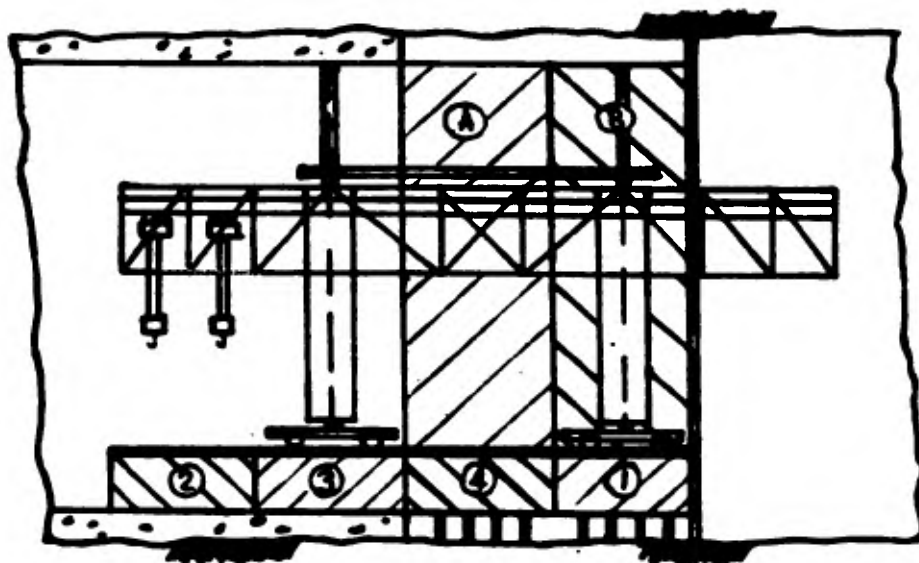
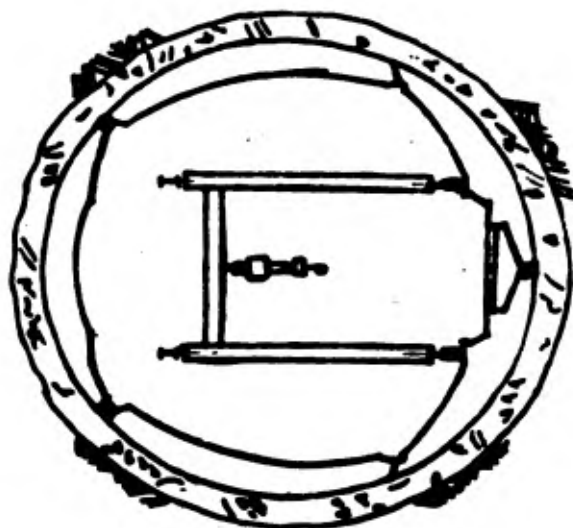
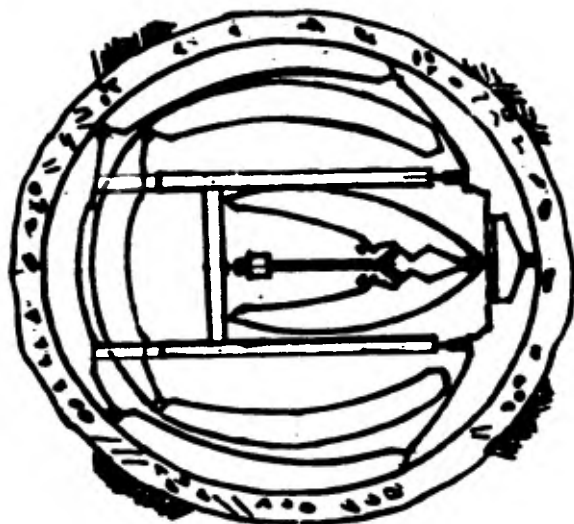
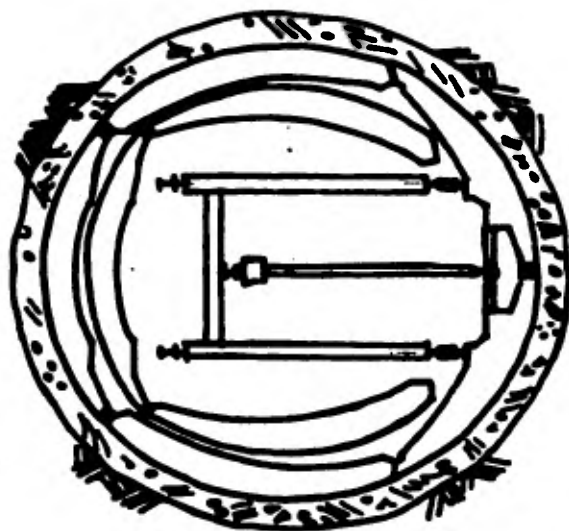


Diagrama No. 12

Si se observa de frente la cimbra circular durante el ciclo de colado se pueden apreciar cuatro vistas diferentes las cuales se ilustran a continuación.





4



3

## CAPITULO II

### MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

El equipo utilizado para la fabricación de la cimbra circular es el que normalmente se tiene en un taller de procesos de manufactura, siendo seleccionado después de ser enviados los planos de la cimbra circular al taller.

Se observó en los planos que era necesario contar -- con equipo de una gran precisión debido a que el proceso de fabricación de algunas partes de la cimbra circular requieren mucho cuidado y exactitud para -- que al ser integrados a la cimbra circular su función se cumpla satisfactoriamente.

El equipo utilizado se divide en dos; equipo para el proceso de fabricación y equipo para protección del personal.

El equipo para el proceso de fabricación es el siguiente:

#### 1. Planta de Soldar

- a) Tipo Rectificadora
- b) Con Motor Diesel
- 2. Equipo de Corte Oxígeno-Acetileno Normal
- 3. Equipo de Corte Oxígeno-Acetileno Quicky
- 4. Equipo de Calentamiento Oxígeno-Acetileno
- 5. Prensa Hidráulica para Rolado y Enderezado de material.
- 6. Tarraja Eléctrica
- 7. Taladro Magnético
- 8. Esmerilador de Banco
- 9. Esmeriladora Eléctrica Manual
- 10. Rectificadora Eléctrica
- 11. Equipo para Pintura
- 12. Torno

1. Planta de Soldar.- Utilizada para el armado de la cimbra se emplean dos tipos de soldadoras ya que en muchas ocasiones es necesario armar componentes de la cimbra circular que están muy apartados de una toma de corriente eléctrica.

a) Planta de Soldar Tipo Rectificadora.

Modelo	BMS-3-300
Corriente	Directa
Amperes Nominales	300



Rango de amperaje	50-450
Ciclo de trabajo	60%
Fases	3
Volts Línea	220-440
Dimensiones cm.	81x62x113
Peso Kg.	250

**b) Soldadora con Motor Diesel.**

**Modelo:** SAE-300-220

**Generador:**

Amperaje Nominal	300
Factor de Utilización	60%
Límite de Amperaje Nominal	60-450

**Motor:**

Marca	Bed Ford Motors Ltd
Modelo	220
Tiempos	4
Cilindros	4
Cilindrada	3.605 lts.
Diámetro y Carrera	10.3x10.8 cm
H.P. y R.P.M.	48 a 1675

**Ritmo de Trabajo**

Con carga plena	1675 R.P.M.
Alta sin carga	1750 R.P.M.

Baja sin carga	1100 R.P.M.
Aceite en el Carter	6.25 lts.
Capacidad del depósito	85.2 lts.
Capacidad del sistema de enfriamiento	12.3 lts.
Peso Neto	921 Kg.

## 2. Equipo de Corte Oxígeno-Acetileno Normal.- -

Se utiliza en el taller para el corte de: piezas --  
circulares, perfiles (canal, ángulo, vigueta, cold-  
Rolled) y piezas que no tienen tramos rectos muy --  
largos, consta de:

Regulador para oxígeno  
Regulador para acetileno  
Soplete cortador  
Boquillas de corte  
Carga de oxígeno  
Carga de acetileno  
Manguera para oxígeno  
Manguera para acetileno  
Chispero de piedra

## 3. Equipo de corte Oxígeno-Acetileno Quicky.- -

Este equipo se utiliza para el corte de piezas cu--  
yos tramos rectos son mucho muy largos de 3 a 6 me-

de longitud, ya que por contar con un riel el corte recto es mucho más uniforme y exacto.

El equipo consta de:

Regulador de Oxígeno

Regulador de Acetileno

Máquina portátil Quicky

Carga de Oxígeno

Carga de Acetileno

Manguera para Oxígeno

Manguera para Acetileno

La máquina portátil Quicky, tiene las siguientes partes:

1. Soporte para el soplete
2. Escala para cortes biselados
3. Escudo de protección antitérmica
4. Carril de Guía
5. Desplazamiento lateral de soplete
6. Desplazamiento (de precisión) vertical del soplete.
7. Tuberías flexibles para gas combustible y oxígeno
8. Válvula para la regulación del gas combustible.
9. Válvula para la regulación del oxígeno de caldeo.

10. Bloque de válvulas
11. Racores para conexión de las tomas de gas y de oxígeno.
12. Palanca de muletilla para el oxígeno de corte.
13. Pomo giratorio para regular la velocidad de corte.
14. Palanca del acoplamiento (de rueda libre)
15. Toma de corriente de la red.
16. Rueda de cola para cortes curvados.
17. Rodillo guía para cortes rectos.
18. Desplazamiento (basto) vertical del soplete
19. Soplete de corte.
20. Chispero de Piedra

Datos Técnicos:

Capacidad de corte	3 a 100 (300) MM de espesor
Accionamiento	Motor Eléctrico (C.A.)
Tensión de Alimentación	220 V.
Potencia absorbida	Aprox. 50 W

4. Equipo de Calentamiento Oxígeno-Acetileno.- Es utilizado para calentar las piezas y poder así ende rezarlas con mayor facilidad, consta de:

Regulador para Oxígeno  
Regulador para Acetileno  
Maneral  
Boquillas para calentar  
Carga de Oxígeno  
Carga de Acetileno  
Manguera para Oxígeno  
Manguera para Acetileno

5. Prensa Hidráulica para Rolado y Enderezado de Material.- Es utilizada para dar la curvatura necesaria a las piezas de la cimbra que así lo requie-  
ran, también para enderezar piezas que por alguna ra  
zón se hayan doblado, esta prensa hidráulica fue fa-  
bricada en el taller con materiales de desperdicio -  
y con un gato hidráulico de 500 kg de capacidad.

6. Tarraja Eléctrica.- Utilizada para hacer el  
roscado de la tubería del sistema hidráulico de la -  
transportadora. Las partes de que consta la tarraja  
eléctrica son:

Tablero de Control (Arranque, Paro y Reversa)  
Transmisor de Velocidad  
Cortador de Tubos  
Escariador

Porta Dados

Maneral para Colocación de roscado

Datos Técnicos:

Modelo	44-A
Capacidad	De 1/2" a 4"
Aceite de Enfriamiento	
Velocidad de Corte (Transmisión de 4 Velocidades)	
Dado para tubo de 1/8" a 1"	82 R.P.M.
Dado para tubo de 1 1/4" a 2"	40 R.P.M.
Dado para tubo de 2 1/2" a 3"	32 R.P.M.
Dado para tubo de 3 1/2" a 4"	16 R.P.M.
Capacidad del tanque del Aceite	5 Galones
Dimensiones:	
Largo	53"
Ancho	30"
Alto	44 1/2"

7. Taladro Magnético.- Ya que la mayoría de las piezas que necesitaban de taladrado eran las de mayor dimensión y más pesadas es necesario hacer el barreno sobre la pieza y como se necesita mantener fijo el taladro o la pieza para que el barreno quede en su posición correcta, logramos lo anterior -- con la ayuda de la base magnética que tiene el taladro:

Datos Técnicos:

Capacidad	31.8 mm
Taladrando (en acero)	31.8 mm
Machuelando (en acero)	25.4 mm
Escariando (en acero)	
Ligero	25.4 mm
Pesado	19 mm
Velocidad R.P.M.	250 - 500
Amps. a 115 Volts	12
Carrera	38.1 cms.
Altura Total	78.7 cms.
Fuerza mínima en la broca	907 Kgs.
Atracción Magnética	1360 Kgs.
Base Magnética	
Largo	47.9 cms
Ancho	122 cms.

Peso Total 44.905 Kgs.

8. Esmeril de Banco.- Utilizado para el afilado de las herramientas de corte del taladro magnético. (brocas) y del torno (buriles) y para la fabricación de marcadores.

Datos Técnicos:

R.P.M.	3000/3600
Potencia	1/3
Largo	30.5 cms.
Peso	11.340 Kgs.

9. Esmeriladora Eléctrica Manual.- Utilizado para limpiar el óxido de las piezas para después -- aplicar la pintura o la grasa.

Datos Técnicos:

Capacidad para Accesorios de:	178 y 229 mm
R.P.M.	4,250
Consumo de Corriente	13 Amps. a 115 Volts
Eje	15.9 mm
Largo	461.7 mm
Peso	6.35 Kgs.



10. Rectificadora Eléctrica.- Se utiliza para rectificado de cordones de soldadura. En las placas laterales de los paneles es necesario aplicar - varios cordones de soldadura para que ésta esté - - muy bien reforzada.

Datos Técnicos:

Diámetro máximo de la piedra	50.8 mm
R.P.M.	19,000
Consumo de corriente:	3 Amps a 115 Volts
Largo	45 cms.
Peso	3.17 Kg

11. Equipo para Pintura.- Este equipo es utilizado para pintar los paneles puertas, y transportado ra, el equipo consta de:

Compresor de 6.7 pies<sup>3</sup>/min.

Manguera

Vaso de un litro tipo abrazadera

Pistola Mod. 69

Características del Compresor;

Potencia:

1 H.P.

Desplazamiento del pistón

6.7 pies<sup>3</sup>/  
min.

Aire Libre salida	3.1 pies <sup>3</sup> / min.
R.P.M.	730
Tanque	120 lts.
Dimensiones	125x83x100
Peso	185 Kg.

12. Torno Paralelo.- Esta máquina-herramienta fue utilizada para la fabricación de las piernas de apoyo de los paneles de cubeta y los paneles en clave, se empleo un torno para trabajo pesado cuya velocidad del husillo varia con una transmisión de engranés; las diferentes velocidades se obtienen moviendo las palancas correspondientes en el cabezal fijo, es accionado por un motor de velocidad constante.

**Partes del Torno:**

**Cabezal fijo**

**Palancas de cambio rápido**

**Controles**

**Corte en reversa**

**Palancas de cambio cilindrado-roscado**

**Cambio transversal rápido**

**Soporte de la herramienta**

**Soporte compuesto**

**Control del husillo**

Deíantal

Depósito para rebabas

Contra punto

Sinfin

Barra alimentadora del corte

Barra para movimiento transversal

Equipo para protección del personal.- El equipo para la protección del personal es muy importante en los talleres de procesos de fabricación ya que con ese equipo es posible evitar los accidentes graves.

También para evitar los accidentes es necesario vigilar que el personal cumpla con las disposiciones encomendadas para su mayor seguridad, estas disposiciones se les indicaban por medio de carteles ilustrativos.

#### Equipo de Protección:

Guante de carnaza

Guante soldador de carnaza

Equipo de Agua (permatron, chamarra y pantalón)

Casco de fibra de vidrio alto impacto

Mascarilla "Super Batam" contra polvos y neblinas

Manogogle Flexible, ventil general

Careta de fibra de vidrio para soldar

Mandil de carnaza

Manga de carnaza

Polaina de carnaza

Gafas con lentes oscuros

Protector facial

Los materiales a utilizarse son seleccionados por los diseñadores de la cimbra circular, basandose para su selección en los esfuerzos que la cimbra circular -- tiene que soportar.

La lista de materiales a usarse fue tomada en su totalidad del Manual Aceros Monterrey, sus propiedades y características se enlistan a continuación:

Materiales (Acero de bajo Carbón)	Peso en:
Placa de 6 mm (1/4")	49.76 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 10 mm (3/8")	74.69 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 13 mm (1/2")	99.59 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 16 mm (5/8")	124.49 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 19 mm (3/4")	149.38 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 32 mm (1 1/4")	248.96 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 38 mm (1 1/2")	298.75 Kg/m <sup>2</sup>
Placa de 54 mm (2 1/8")	423.23 Kg/m <sup>2</sup>

Angulo de 38x38x6mm (1 1/2"x1 1/2"x1/4")	3.48 Kg/m
Angulo de 51x51x6mm (2"x2"x1/4")	4.12 Kg/m
Angulo de 76x76x6mm (3"x3"x1/4")	7.29 Kg/m
Angulo de 101x101x8mm (4"x4"x5/16")	12.20 Kg/m
Angulo de 152x101x16mm (6"x4"x5/8")	29.76 Kg/m
Canal de 76 mm (3")	6.10 Kg/m
Canal de 101 mm (4")	8.04 Kg/m
Canal de 152 mm (6")	22.7 Kg/m
Canal de 152 mm (6")	44.6 Kg/m
Canal de 203 mm (8")	20.46 Kg/m
Canal de 254 mm (10")	52.09 Kg/m
Canal de 304 mm (12")	44.6 Kg/m
Canal de 304 mm (12")	59.53 Kg/m
Viga IPR de 254x146 mm (10"x5 3/4")	37.3 Kg/m
Viga IPR de 304x203 mm (12"x8")	59 Kg/m
Viga IPR de 355x203 mm (12"x8")	64 Kg/m
Viga IPR de 457x222 mm (18x 8 3/4")	104 Kg/m
Viga IPR de 457x222 mm (18x8 3/4")	160 Kg/m
Cold Rolled de 10 mm (5/8")	0.539 Kg/m
Cold Rolled de 13 mm (1/2")	0.993 Kg/m
Cold Rolled de 19 mm (3/4")	2.235 Kg/m
Cold Rolled de 32 mm (1 1/4")	6.209 Kg/m
Cold Rolled de 38 mm (1 1/2")	8.941 Kg/m
Cold Rolled de 51 mm (2")	15.896 Kg/m
Cold Rolled de 57 mm (2 1/4")	20.119 Kg/m

Cold Rolled de 62 mm (2 3/8")	22.416 Kg/m
Cold Rolled de 64 mm (2 1/2")	24.838 Kg/m
Cold Rolled de 73 mm (2 7/8")	32.847 Kg/m
Cold Rolled de 95 mm (3 3/4")	55.883 Kg/m
Tubo de 13 mm (1/2")	1.265 Kg/m
Tubo de 76 mm (3")	11.282 Kg/m
Tubo de 101 mm (4")	16.057 Kg/m
Tubo de 203 mm (8")	32.11 Kg/m

### CAPITULO III

#### SELECCION DE LOS METODOS DE FABRICACION

La fabricación de un producto requiere herramientas, máquinas y procesos que puedan producir económicamente y con precisión. Lo económico depende en gran parte de la correcta selección de la máquina o del proceso que proporcione un producto terminado satisfactorio.

La selección queda influenciada por el volumen de producción.

Para la selección de los procesos de fabricación, adecuados para la cimbra circular, se tomó en cuenta lo anterior y además fueron seleccionados una vez estudiados los planos de fabricación, los procesos de fabricación conocidos son:

- A. Procesos usados para cambiar la forma del material.
- B. Procesos usados para labrar partes a dimensiones fijas.
  - 1. Arranque mecánico de viruta.
  - 2. Labrado electrónico o químico.

- C. Proceso para obtener acabado en las superficies
  - 1. Arranque de Metal
  - 2. Pulimento
  - 3. Recubrimiento
- D. Procesos usados para unir partes o materiales.
- E. Procesos usados para cambiar las propiedades físicas.

De los cinco procesos anteriores los procesos seleccionados para la fabricación de la cimbra circular fueron los siguientes:

- A. Procesos empleados para cambiar la forma del material.
- B. Procesos empleados para labrar partes a dimensiones fijas.
  - 1. Arranque mecánico de viruta
- C. Procesos empleados para unir partes o materiales.

Los procesos empleados para cambiar de forma el material son:

- 1. Vaciado
- 2. Forjado
- 3. Extrucción



4. Laminado
5. Estirado
6. Prensado
7. Triturado
8. Perforado
9. Recalado
10. Doblado
11. Corte
12. Rechazado
13. Laminado en Perfil
14. Corte por Llama
15. Formado por explosión
16. Formado Electrohidráulico
17. Formado Magnético
18. Electroformado
19. Formado de Metal Pulverizado

Se observa que en este grupo de procesos el material cambia su forma inicial para convertirse en una parte específica, de los procesos anteriores el seleccionado fue el de corte por llama, porque la mayoría -- del trabajo sería en placas y perfiles ferrosos, y -- además es más económico el corte de metales con oxígeno-acetileno que por medio de seguetas por que es más barato comprar cilindros, mangueras, boquillas y equipo de protección que comprar la máquina y las se

guetas necesarias para el corte.

Otra causa muy importante es que con el equipo de corte Oxígeno-Acetileno el material se corta en el lugar que se encuentre y no hay que llevarlo hasta donde se encuentra la máquina porque las placas y/o perfiles a cortar son de dimensiones grandes y muy pesadas y el moverlas requiere de horas-hombre y horas-máquina.

Los procesos empleados para labrar partes a dimensiones fijas con arranque mecánico de viruta son:

1. Torneado
2. Cepillado
3. Formado
4. Perforado
5. Taladrado
6. Rimado
7. Corte
8. Escariado
9. Fresado
10. Esmerilado
11. Roscado
12. Perfilado

Estas operaciones son secundarias y son obligatorias para diferentes productos que requieren gran precisión en sus dimensiones.

Como ya se observó las partes de la cimbra que requieren de arranque de viruta por medios mecánicos con las piernas de apoyo de los paneles de cubeta y de los paneles en clave.

El proceso seleccionado para la fabricación de estos productos fue el torneado, para este proceso se rentó un torno para trabajos pesados, ya que comprar un torno no era conveniente porque el costo del mismo no sería recuperado al terminar la cimbra circular.

El torneado fue seleccionado porque como es sabido el torno es una máquina que quita material, girando la pieza contra un cortador, las partes por maquinarse sujetan entre centros en un plato liso, en un plato de mordaza o fijarse en un maneral con mordazas internas o boquilla, el trabajo sujeto en esta forma puede igualmente centrarse, taladrarse, rectificarse o rimarse. Además el torno puede usarse para el corte de roscas y hechura de conos.

malmente corriente continua.

Este proceso se seleccionó porque tiene la ventaja de que es posible ir a realizar la soldadura al lugar -- donde sea necesario aplicarla.

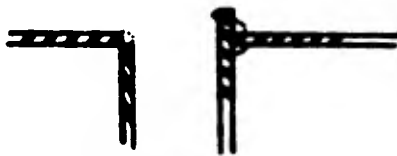
Los tipos principales de uniones que se usan en la ma yor parte de los procesos de soldadura son: a tope, de traslape, de orilla, de esquina, de tapón y de -- T, los tipos de unión utilizada en la fabricación de la cimbra fue a tope, y de esquina, los cuales se -- ilustran en las figuras 15; 16; 17;



SOLDADURA A TOPE NORMAL  
Figura No. 15

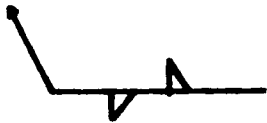


SOLDADURA A TOPE EN V SIMPLE  
Figura No. 16

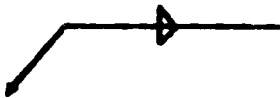


SOLDADURA DE ESQUINA  
Figura No. 17

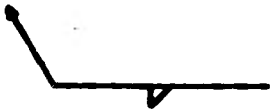
El tipo de soldadura que se aplicó en la cimbra circular fue la siguiente:



SOLDADURA AMBOS LADOS EN CHAFLAN ALTERNADA



SOLDADURA AMBOS LADOS EN CHAFLAN CONTINUA



SOLDADURA LADO MAS CERCANO CHAFLAN

SOLDADURA LADO MAS LEJANO DE CHAFLAN RANURA  
EN VISEL

SOLDADURA LADO MAS CERCANO EN VISEL

## CAPITULO IV

## MONTAJE Y PRUEBAS

El Montaje y las Pruebas que se le hicieron a la cimbra circular se realizaron en el taller de fabricación, para lo cual fué necesario hacer una plataforma de concreto sobre la cual se montó la cimbra, también se vió la necesidad de rentar dos grúas hidráulicas una de 22 tons. y la otra de 72.5 tons., de capacidad y un teodolito para la alineación de la cimbra.

El primer paso fué la colocación de los páneles de cubeta, en la base de concreto con las piernas de apoyo respectivas.

Al realizar ésto se presentó el siguiente problema:

Que las orejas de los páneles, que hacen la función de bizagras, no embonaban bien, por lo tanto se tuvieron que quitar y poner después de que los páneles de cubeta estuvierón en su posición.

Durante el montaje también se fueron colocando en su

posición las cajas de las piernas de apoyo de los paneles de cubeta, ya que se aprovechaba la colocación de la pierna y la camisa de la pierna.

En seguida se colocaron los puntales abatibles en los paneles de cubeta, a los cuales también se les tuvieron que hacer modificaciones para que quedaran en su posición correcta y evitar al momento de la transportación algún accidente, después se montó el trabe de izaje, interconectado con las puntales abatibles.

El paso siguiente es la colocación del riel de 100 -- lbs. en los paneles de cubeta, para que la transportadora sobre los rieles de 100 lbs, fué el siguiente paso, ésta fué montada con su sistema hidráulico y eléctrico ya instalado.

Como la transportadora fue montada parte por parte es decir que prácticamente fué armada en el momento del montaje, se tuvo la necesidad de emplear obra falsa para sostenerla mientras se terminaba de armar.

En este paso del montaje se tuvieron que probar los sistemas hidráulicos y eléctricos.

Probándose los cilindros hidráulicos de los través de izaje de los pánel en clave, los cilindros hidráulicos de los panel de pared, los motores eléctricos y la transmisión.

Para el montaje de la transportadora hubo necesidad de contar con una grúa hidráulica de 72.5 tons. y otra de 20.5 tons. de capacidad las características de las grúas se describen al final de este capítulo.

La colocación de los polipastos fué el siguiente paso lo complicado fué la colocación de las vigas que sirven como vía para los polipastos, porque van colocados en la mitad de los travezafios superiores de la transportadora era necesario extenderla al máximo la pluma de la grúa.

En seguida fué colocado un pánel en clave y dos pánels de pared, en este paso las orejas de unión de pánel en clave con los pánels de pared fuerón soldadas en su posición al quedar colocados los pánels en su lugar, con este paso se completó el primer anillo de la cimbra circular.

Se completó un anillo para poder probar los través de izaje de panel en clave y los cilindros hidráulicos de panel de pared con carga y, además para poder ----



ubicar en posición correcta los panel en clave para - que al momento de ser izados no se fueran a ladear y - hubiera el peligro de caérse.

Una vez ubicado este anillo los restantes nada más se alinearon con respecto a él, siendo la maniobra mucho más fácil y rápida.

Terminando el montaje de la cimbra circular se procedió a las pruebas de la misma realizándose de la siguiente manera.

La primera prueba que se le hizo a la cimbra fué la - de las piernas de apoyo de los paneles de cubeta, se probarón al dar la altura de colocado a los mismos, y podríamos decir que se estuvieron probando durante to do el montaje debido a que conforme se montaban más - partes de la cimbra el peso iba aumentando comprobándose así la resistencia de las piernas de apoyo.

Después de montada la transportadora se hizo la prueba de la misma, probando sus sistemas hidráulico y -- eléctrico, observando en el sistema hidráulico que en las conecciones, mangueras, tuberías, válvulas y g-- tos hidráulicos no hubieran fugas del aceite hidrául

ca, notándose solamente fallas en un gato hidráulico- para los pánéles de pared, la falla que tenia es la siguiente que después de extenderse ya no se contrafa para solucionarla se tuvo que desmontar el gato hidráulico y limpiar los conductos por donde circulaba el aceite hidráulico ya que se encontraba obstruido uno de ellos.

En el sistema eléctrico se observó que la corriente no fuera interrumpida en ninguna de sus conexiones y que los motores en la transmisión funcionaran adecuadamente y, transmitieran el movimiento a las ruedas con la velocidad requerida y adecuada, se observó que en los rieles no hubieran bordes que pudieran en un momento dado provocar el descarrilamiento de la transportadora. En seguida se probaron los polipastos, viendo que soportarán adecuadamente el paso de los pánéles de cubeta, que corrieran libremente por el carril y observándose también que las cargas y fuerzas estuvieran bien distribuidas en el momento de transportar los pánéles de cubeta.

Una vez que se acabo de colocar los anillos para completar el conjunto cimbra circular se hizo la prueba final que consistía en mover la cimbra como si estuviera ya colocada dentro de los túneles de vertedero. El primer paso consistió en cargar los pánéles de cu-

beta, con los polipastos para trasladarlos a la parte delantera, al efectuarse este movimiento, la cimbra estuvo a punto de venirse abajo provocando, si esto hubiera pasado, la muerte de unas 25 personas, la pérdida de tiempo al volver a escombrar y prepararla para otra prueba, así como bastantes miles de pesos.

Se evita lo anterior gracias a que se dieron cuenta a tiempo de que la cimbra empezaba a inclinarse así al lugar donde estaba cargando los páneces de cubeta y pararon la maniobra al instante para corregir la falla.

En seguida después de las correcciones de fallas, se probó la cimbra completando un ciclo de funcionamiento de la cimbra, en esta prueba ya no hubo fallas.

Durante el montaje de la cimbra circular, solamente tuvimos un accidente de consecuencias graves, ocurrido cuando se estaba corrigiendo una falla en la unión de páneces de pared y páneces de clave al resvalar uno de los soldadores por el pánel de pared, al caer se enterró una parte de fierro en la pierna pero, gracias a Dios nadamás fué accidente temporal sin pérdida de la vida.

**Características de las Grúas Hidráulicas.**

**Grúa Hidráulica con pluma trapezoidal de 72.5 Tons. -  
Métricas.**

**Partes:**

**Pluma**

**Cabeza de pluma**

**Elevación de pluma**

**Sistema anti-sobre cargas y final carrera gancho**

**Cabina**

**Giro**

**Control de los estabilizadores**

**Contrapeso**

**La pluma tiene una extensión de 36.6 metros**

**Sistema Hidráulico**

**Grúa Hidráulica con pluma trapezoidal de 20 Tons. mé-  
tricas.**

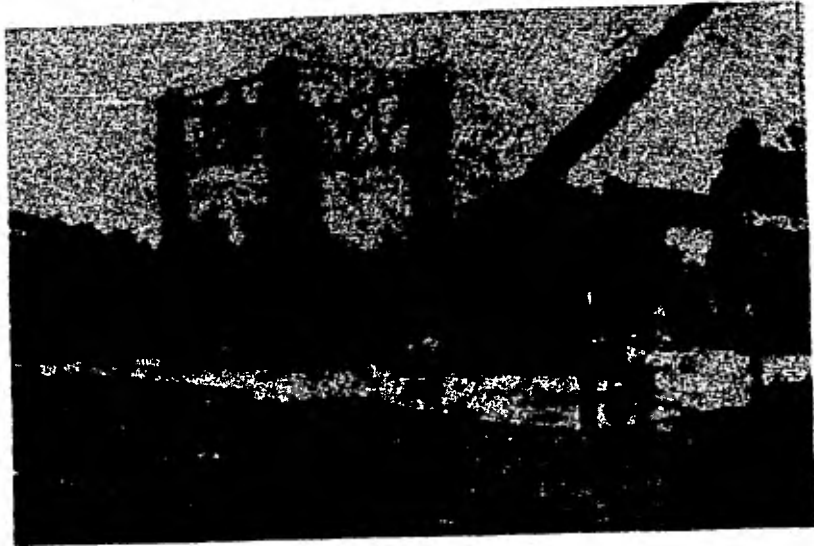
**Sus partes son las mismas de la grúa de 72.5 Tons. mé-  
tricas.**

**La pluma tiene una extensión de 23.1 metros.**

**Las dos grúas son Grúas Marca Grove y los modelos son:**

**La de 72.5 Tons. Met. Modelo TM875**

**La de 22 Tons. Met. Modelo RT522**



**FOTO No. 4.- Montaje de la transportadora sobre los -  
paneles de cubeta. Los paneles de cubeta  
ya tienen colocadas sus piernas de apoyo  
y las camisas de piernas de apoyo y las  
cuales se montaron al nivelar la altura-  
de los paneles. Se aprovechó también pa-  
ra engrasar la cara de contacto de los -  
paneles. De la transportadora está mon-  
tadas las cuatro columnas, las dos arna-  
duras centrales y una trave transversal.**



**FOTO No. 5.- Montaje de transportadora.-**

**Están montadas; las cuatro columnas, las 2 armaduras centrales, 6 través transver sales, y los 2 través de izaje de los pa neles en clave.**



FOTO N° 6.- Montaje de Transportadora.-

En esta fotografía se puede observar que ya están montadas las 4 columnas, los 2-través de izaje, 7 través transversales, 2 Armaduras centrales y 2 Armaduras Laterales. La grúa hidráulica está sosteniendo un trave transversal mientras es sujeto a las 2 Armaduras laterales.



Foto No. 7 Montaje de primer anillo de la cimbra -  
metálica.

Ya están montados en su posición los paneles de pared y el panel en clave, en la plataforma de concreto a un lado de la cimbra circular están otros 2 paneles de pared y un panel en clave colocados en posición de montaje para colocarles las orejas de unión entre sí. Las 2 grúas hidráulicas están trabajando al mismo tiempo para poder realizar este paso del montaje.



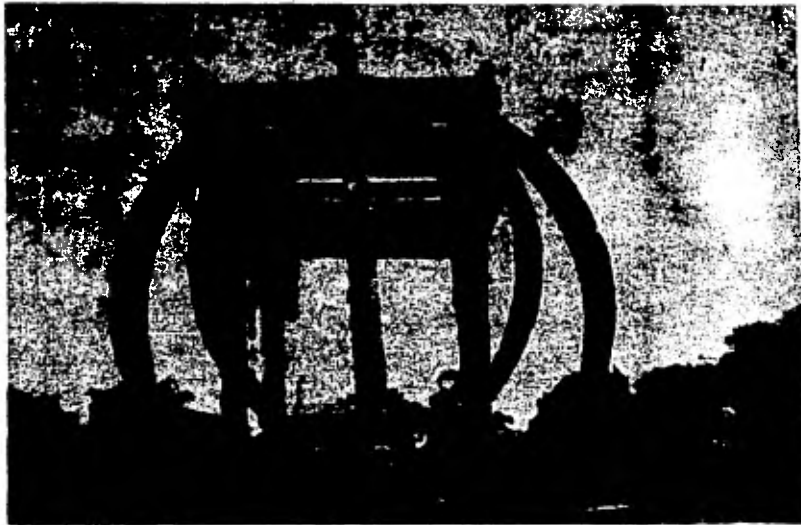


Foto No. 8 Montaje de paneles de pared paneles en clave para completar los anillos de cimbra circular.

Se puede apreciar que la transportadora ya esta completamente armada y montada con todas sus partes que la componen y con sus sistema hidráulico y eléctrico ya instalados, también se ve la altura a la que los obreros tenían que estar trabajando para llevar a cabo el montaje de la cimbra circular.

Aquí ya están montados dos anillos completos de la cimbra circular.



FOTO N° 9.- Montaje de paneles de cubeta y paneles en clave para completar los anillos de la cimbra circular metálica.

Se está terminando de montar un panel de pared para completar el tercer anillo de la cimbra con una de las grúas hidráulicas, mientras que la otra grúa se prepara para levantar uno de los polipastos para montarlo en su posición de trabajo.

## CAPITULO V

### COSTO DE FABRICACION Y VENTA

En el cálculo del costo de fabricación y venta de la cimbra circular, o de cualquier producto en general, se consideran para el precio unitario de fabricación los costos de: la adquisición del material, transportes al lugar donde se utiliza el producto, el equipo su operación, la mano de obra, las herramientas y materiales de consumo necesarios para la correcta ejecución en la fabricación del producto de acuerdo con el proyecto, las especificaciones, y/o las instrucciones del propietario.

#### CALCULO DE SALARIOS REALES

El tabulador de salarios cuenta con varias columnas antes de llegar a la de Gasto Total, que es el precio que el fabricante cobra de mano de obra al comprador, las cuales se explican a continuación:

**SALARIO BASE:** Que es el salario que la empresa le paga a sus obreros autorizado y vigilado por el Sindicato de Trabajadores para la Construcción.

**FACTOR BASE:** Es un factor que se aplica al salario base y que cubre el séptimo día, el cual no es trabajado, pero si es pagado.

**IMPUESTOS:** Son los impuestos que se pagan y son: El Seguro y el Impuesto del producto del trabajo.

**EQUIPO AUXILIAR Y DE PROTECCION:** Esta columna contiene el valor de lo que le cuesta a la Empresa el Equipo Auxiliar y de Protección que utiliza cada uno de los trabajadores para su seguridad y para la mejor ejecución de su trabajo durante el proceso de fabricación de un producto o la ejecución de una obra.

Lo anterior se puede observar en el tabulador de salarios.

**LISTA DE PRECIOS DE LOS MATERIALES  
POR UTILIZAR.**

<u>MATERIAL</u>	<u>PRECIO POR KILOGRAMO</u>
Placa de 6 mm	\$ 40.00
Placa de 10 mm	43.50
Placa de 13 mm	50.00
Placa de 16 mm	65.00
Placa de 19 mm	68.00
Placa de 32 mm	76.50
Placa de 38 mm	84.60
Placa de 54 mm	110.00
Angulo de 38 x 38 x 6 mm	15.00
Angulo de 51 x 51 x 6 mm	23.00

TABULADOR DE SALARIOS

89

Categoría	Salario B a s e	Factor Base	Parcial	I.M.S.S. 3x.206875	Erogación Empresa	Equipo Auxiliar Protección	Gasto Total	Precio Unitario 1.28 x 7
Sobestante	460.00	1.289	492.94	101.97	593.91	7.02	600.93	769.19
Cabo Pailero	302.40	1.289	389.79	80.63	470.42	7.02	497.44	611.12
Pailero Espec.	257.60	1.289	332.04	68.69	400.73	37.19	437.92	560.53
Soldador Calif.	288.00	1.289	371.23	79.99	451.22	12.14	462.36	593.10
Soldador Ia.	280.00	1.289	360.92	74.56	435.48	10.51	445.99	570.86
Ayudante de Soldador	179.00	1.289	230.73	47.73	278.46	10.51	288.97	369.88
Operador de Maq. Mayor	302.00	1.289	389.28	80.53	469.81	6.19	476.00	609.28
Ayudante de Operador	160.00	1.289	206.24	42.66	248.90	9.66	258.56	330.95
Maniobrista	191.00	1.289	246.20	50.93	297.13	11.02	308.15	394.43
Montador Especializado	350.00	1.289	451.15	93.33	544.48	12.14	556.62	712.47
Ayudante General	151.20	1.289	194.89	40.31	235.20	6.19	241.39	308.97
Cabo Electricista	305.00	1.289	322.61	66.78	389.59	7.02	396.61	507.66
Electricista Montador	260.00	1.289	335.14	69.33	404.47	37.19	441.66	565.32
Tubero Especializado	280.00	1.289	360.92	61.13	422.05	9.34	431.39	552.17
Chofer de Camioneta	208.00	1.289	368.11	55.46	323.57	6.19	329.76	422.09
Operador de Maq. Herramien ta.	200.00	1.289	257.80	53.33	311.13	15.00	326.13	-17.45

Angulo de 76 x 76 x 6 mm	\$ 32.00
Angulo de 101 x 101 x 8 mm	39.00
Angulo de 152 x 101 x 16 mm	47.00
Canal de 76 mm	9.20
Canal de 101 mm	10.40
Canal de 152 mm	11.60
Canal de 152 mm	12.00
Canal de 203 mm	13.00
Canal de 254 mm	14.00
Canal de 304 mm	15.20
Canal de 304 mm	16.00
Viga IPR de 254 x 146 mm	66.00
Viga IPR de 304 x 203 mm	78.60
Viga IPR de 355 x 203 mm	83.20
Viga IPR de 457 x 222 mm	115.65
Ciga IPR de 457 x 222 mm	255.00
Cold Rolled de 10 mm	13.00
Cold Rolled de 13 mm	18.00
Cold Rolled de 19 mm	22.00
Cold Rolled de 32 mm	37.00
Cold Rolled de 38 mm	41.00
Cold Rolled de 51 mm	48.00
Cold Rolled de 57 mm	53.00
Cold Rolled de 62 mm	64.00
Cold Rolled de 64 mm	72.00
Cold Rolled de 76 mm	85.00

Cold Rolled de 95 mm	93.00
	PRECIO POR METRO
Tubo de 13 mm	44.00
Tubo de 76 mm	75.00
Tubo de 101 mm	89.00
Tubo de 203 mm	190.00

A continuación se presenta un análisis de costo horario representativo.

#### COSTO HORARIO DE MAQUINARIA

Análisis No. 1

Máquina: Planta de Soldar Portátil

Modelo: SAE-300-220

Marca: Lincoln

Motor Marca: Bed Ford Motors Ltd.

Capacidad: 300 Amperes

Combustible: Diesel

Potencia: 48 H.P.

Vida Económica: 15,000 Hrs. (VE)

Horas por Años: 2,000 Hrs. (HA)

Costo de Adquisición: \$ 955,000.00

Valor de Rescate: 20% x Valor de Adquisición. (VR)

Tasa de Interés: 10 % (I)

Prima Seguros: 2 % (S)

Almacenaje: 0.2 % (K)

Mantenimiento: 65 % (Q)

CARGOS FIJOS

## Depreciación:

$$D = \frac{VA-VR}{VE} = \frac{955,000-191,000}{15,000} = \$ 50.93$$

## Inversión:

$$I = \frac{VA+VR}{2HA} \times I = \frac{955,000+191,000}{2(2,000)} \times 0.10 = 28.65$$

## Seguros:

$$S = \frac{VA+VR}{2HA} \times S = \frac{955,000+191,000}{2(2,000)} \times 0.02 = 5.73$$

## Almacenaje:

$$A = KD = 50.93 \times 0.002 = 0.10$$

## Mantenimiento:

$$T = QD = 50.93 \times 0.65 = \underline{33.10}$$

SUMA CARGOS FIJOS      \$ 118.51

CONSUMOS

## Diesel:

$$48 \text{ H.P. OP.} \times .157 \text{ Lt.} \times 0.65 = 4.90$$

## Lubricantes:

## Motor:

$$\left( \frac{12.3 \text{ Lt.}}{100 \text{ Hrs}} + (0.002 \times 48 \text{ H.P. OP.}) \right) \times 70.00/\text{Lt.} = 14.70$$



Filtros:

$$\frac{250.00/Pza}{100 Hrs}$$
=  $\frac{2.50}{}$ 

SUMA CONSUMOS

22.10

OPERACION

Operador:

1 x \$ 463.36 = \$ 463.36

Ayudante:

1 x 288.97 = 288.97SUMA OPERACION 752.33 / 8 Hrs. Efect. = 94.04

COSTO HORARIO

234.65/Hr

Con un procedimiento análogo al anterior se llegaron a los siguientes costos horarios:

## LISTA DE COSTO HORARIO DEL EQUIPO

<u>EQUIPO</u>	<u>PRECIO POR HR.</u>
Planta de Soldar tipo rectificador, de 300 Amperes	\$ 175.00
Planta de Soldar con motor de Diesel de 300 Amperes	234.65
Equipo de corte oxígeno-acetileno Normal	46.00
Equipo de corte oxígeno-acetileno Quicky	52.00
Prensa Hidráulica para Rolado y enderezado de material	37.00

Tarraja Eléctrica	35.00
Taladro Magnético	38.00
Esmerilador de banco	29.00
Esmeriladora Eléctrica Manual	36.00
Rectificadora Eléctrica	34.00
Equipo para Pintura	26.00
Torno	395.00

En el cálculo del costo de fabricación y venta de la cimbra circular es necesario realizar un análisis de precio unitario para cada uno de los componentes de la cimbra circular:

Un análisis de precios unitarios se divide en dos partes, en la primera parte se explica en una forma breve el alcance de actividades que abarcan el precio unitario y en la segunda parte se desglosan las actividades desarrolladas con el tiempo que se lleva cada una y el costo de la actividad.

A continuación se presenta un análisis representativo de precios unitarios:

#### 1. PRECIO UNITARIO PARA LOS PANELES DE CUBETA

Alcance: El precio unitario incluye el costo de: la adquisición del material necesario para su fabrica--

ción, transportes al lugar de la fabricación, el equipo, su operación, la mano de obra, desperdicios, herramientas y materiales de consumo necesarios para su correcta fabricación de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del residente; así como los in directos y la utilidad de la empresa.

### DESGLOSE DE PRECIO UNITARIO

#### A. HABILITADO DE MATERIALES

##### A.1 TRAZO DE LAS PIEZAS

Cuadrilla:	Costo:	
Sobrestante	600.93	
Pailero Esp.	437.92	
Ayudante en Gral.	<u>241.39</u>	
	1,280.24	
Rendimiento:	0.33 Pzas/Jornada	
Costo por pieza:	$\frac{1,280.24}{0.33} =$	<u>3,879.52</u>

##### A.2 CORTE Y LIMPIEZA

Cuadrilla:	Costo:	
Pailero Esp.	437.92	
Soldador de 1a.	445.99	
Ayde. de Soldador	<u>288.97</u>	
	1,172.88	
Rendimiento:	0.25	
Costo pieza:	$\frac{1,172.88}{0.25} =$	<u>4,691.52</u>

## A.3 EQUIPO

	Costo	
Equipo de Corte (Normal)	46.00/Hr	
Equipo de Corte (Quiky)	<u>52.00/Hr</u>	
	98.00/Hr	
Rendimiento:	24 Hrs.	
Costo Pieza:	\$ 98.00/Hr x 24 Hrs. =	<u>2,352.00</u>

## A.4 MATERIAL DE CONSUMO

	Rendimiento	Costo	Pieza
Oxígeno	5 cargas	128.00/Cga	640.00
Acetileno	2 cargas	<u>414.00/Cga</u>	<u>828.00</u> <u>1,468.00</u>

B. ARMADO Y SOLDADO DE LA ESTRUCTURA

## B.1 ALINEACION, NIVELACION, PUNTEO

	Costo	
Cuadrilla	600.93	
Sobrestante	437.92	
Pailero Esp.	445.99	
Soldador de 1a.	<u>288.97</u>	
Ayde. de Soldador	1,773.81	
Rendimiento:	0.33	
Costo pieza:	$\frac{1,773.81}{0.33} =$	<u>5,375.18</u>

**B.2 SOLDADURA DEL COMPONENTE**

Cuadrilla:	Costo:	
Pailero Esp.	437.92	
Soldador Calif.	463.36	
Aydte. de Soldador	<u>288.97</u>	
	1,190.25	
Rendimiento:	0.25	
Costo Pieza:	<u>1,190.25</u>	=
	0.25	<u>4,761.00</u>

**B.3 MATERIAL DE CONSUMO****Rendimiento Costo Pieza**

<b>Soldadura</b>			
6010 de 1/8"	170 Kg.	28.60K	4,862.00
<b>Soldadura</b>			
6013 de 5/32"	100 Kg.	23.92K	2,392.00
<b>Soldadura</b>			
7018 de 5/32"	80 Kg.	27.50K	<u>2,200.00</u> <u>9,454.00</u>

**B.4 EQUIPO**

Planta de Soldar tipo rectificador	175.00/Hr.	
Planta de Soldar tipo Diesel	<u>234.65/Hr.</u>	
	409.65	
Rendimiento:	12 Hrs.	
Costo Pieza:	409.65/Hr x 12 Hrs.	= <u>4,915.80</u>

**C. PERFORACIONES**

## C.1 TRAZO Y LOCALIZACION

Cuadrilla:	Costo:		
Sobrestante	600.93		
Cabo Pailero	477.44		
Ayde. Gral.	<u>241.39</u>		
	1,319.76		
Rendimiento:	0.5		
Costo Pieza:	$\frac{1,319.76}{0.5}$	=	<u>2,639.52</u>

## C.2 TALADRADO

Cuadrilla:	Costo:		
Sobrestante	600.93		
Op. Maq. Herr.	326.13		
Ayde. Gral.	<u>241.39</u>		
	1,168.45		
Rendimiento:	0.5		
Costo Pieza:	$\frac{1,168.45}{0.5}$	=	<u>2,336.90</u>

## C.3 EQUIPO

Taladro Magnético	38.00/Hr.		
Rendimiento:	16		
Costo Pieza:	38.00 x 16	=	<u>608.00</u>

## C.4 MATERIAL DE CONSUMO

	Rendimiento	Costo	Pieza	
Broca de 1 1/2" Ø	0.35	1,200.00	420.00	
Broca de 7/8" Ø	0.40	455.00	<u>182.00</u>	<u>602.00</u>

## D. MATERIALES

D.1 SUMINISTRO DE MATERIALES PARA  
SU FABRICACION

Material:	Rendimiento:	Costo:	Pieza:	
Placa de 6 mm	2,125 Kg.	40.00	85,000.00	
Placa de 10 mm	340 Kg.	43.50	14,790.00	
Placa de 13 mm	425 Kg.	50.00	21,250.00	
Placa de 16 mm	680 Kg.	65.00	44,200.00	
Placa de 19 mm	2,975 Kg.	68.00	202,300.00	
Placa de 54 mm	255 Kg.	110.00	28,050.00	
Canal de 76 mm	1,443 Kg.	9.20	13,275.60	
Canal de 101 mm	42 Kg.	10.40	436.80	
Canal de 152 mm	45 Kg.	12.00	540.00	
Angulo de 38 mm	68 Kg.	15.00	1,020.00	
Cold Rolled de 62 mm Ø	60 Kg.	64.00	3,840.00	
Cold Rolled de 10 mm Ø	42 Kg.	13.00	<u>546.00</u>	<u>415,248.40</u>
Costo Directo				458,331.84
Indirecto + Utilidad 26.6%				121,916.26
Precio Unitario				\$ 580,248.10

Siguiendo un procedimiento análogo al anterior se --  
llegó a los siguientes precios unitarios para cada --  
componente:

1.- Panel de Cubeta	\$ 580,248.00
2.- Panel de pared	495,640.00
3.- Panel en Clave	525,560.00
4.- Puertas para panel	4,465.00
5.- Piernas de Panel de Cubeta	5,670.00
6.- Piernas de Panel de Clave	3,000.00
7.- Camisas de Piernas de Panel en Cubeta	2,400.00
8.- Camisas de Piernas de Panel en Clave	1,300.00
9.- Transportadora	695,365.00
10.- Través de izaje	8,670.00
11.- Puntales abatibles	6,320.00
12.- Tapón de Cierre	1,620.00

El precio total de venta de la cimbra circular se --  
saca tomando en cuenta los totales de cada componen-  
te de la cimbra circular metálica, obteniéndose lo --  
siguiente:

Componente	Precio Unitario	Cantidad	Importe Total
Panel de Cubeta	580,074.00	24	13'925,952.00
Panel de Pared	495,640.00	12	5'947,680.00
Panel en Clave	525,560.00	6	3'153,360.00



	Precio Unitario	Cantidad	Importe Total
Puertas para Panel	4,465.00	312	1'393,080.00
Piernas de Panel de Cubeta	5,670.00	96	544,320.00
Piernas de Panel de Clave	3,000.00	24	72,000.00
Camisas de Piernas de Panel de Cubeta	2,400.00	96	230,400.00
Camisas de Piernas de Panel de Clave	1,300.00	24	31,200.00
Transportadora	695,365.00	1	695,365.00
Traves de Izaje	8,670.00	4	34,680.00
Puntales abatibles	6,320.00	12	75,840.00
Tapones de Cierre	1,620.00	36	<u>58,320.00</u>
	Precio de Venta		26'162,197.00

El peso total de la cimbra metálica es de 235 toneladas, por lo que el precio unitario promedio por Kg. es:

$$\frac{26'162,197.00}{235,000 \text{ Kgs}} = \$ 111.32 \text{ Kg.}$$

-----

## CONCLUSIONES

1. La utilización de la cimbra circular metálica en la construcción de presas reporta menor costo de construcción, transporte y operación, así como mayor eficiencia por su durabilidad y resistencia.
2. Antes de la presa Chicoasen, una obra como la cimbra circular metálica fué utilizada para el colado de los tuneles del drenaje profundo de la Ciudad de México, aún cuando en dimensiones muy inferiores.
3. El bajo costo de esta cimbra abre un amplio campo para su utilización en las construcciones urbanas e industriales de grandes dimensiones.
4. La construcción de una obra de las dimensiones de la cimbra circular metálica tuvo como consecuencia serias dificultades en el habilitado de los materiales, los cuales se resolvieron en el taller de fabricación.
5. El funcionamiento de la cimbra circular metálica, comparada con una de madera, es mucho más rápida de transportar y más facilidad de manejo, ya que su transportadora cuenta con un sistema eléctrico e hidráulico que ayudan a su desplazamiento.

6. Superadas las dificultades que se presentan, fundamentalmente en el montaje para las pruebas, estas ya no se presentan en el armado de la misma.

7. En la selección de los procesos de fabricación se escogieron los que son más económicos, seguros y rápidos, para que el producto fuera más eficiente al momento de su utilización.

8. Como se puede observar, el costo de fabricación y precio de venta es muy económico y además se tiene la ventaja de un valor de recuperación más elevado - que el que se podría tener con una cimbra de madera.

10. Catálogo Herramientas Eléctricas  
Black and Decker
  
11. Catálogo Messer Griesheim  
Messer Griesheim
  
12. Catálogo de Grúas Hidráulicas  
Grove Manufacturing Company
  
13. Catálogo Fairbanks - Morse  
Manufacturera Fairbanks Morse, S. A.