

Nº 115
REJ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PREFABRICADOS EN LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

MARCO ANTONIO SOTO SALCEDO

DIRECTOR DE TESIS: ING. RAFAEL ABURTO VALDES



MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

C A P I T U L O I

INTRODUCCION	6
--------------------	---

C A P I T U L O I I

ANTECEDENTES HISTORICOS	8
-------------------------------	---

C A P I T U L O I I I

PRINCIPIOS DE LA PREFABRICACION	14
---------------------------------------	----

C A P I T U L O I V

MATERIALES	35
------------------	----

CEMENTO	35
---------------	----

AGUA	36
------------	----

AGREGADOS	36
-----------------	----

ACERO	36
-------------	----

C A P I T U L O V

SISTEMAS DE PRODUCCION	40
------------------------------	----

PLANTAS DE PREFABRICACION	40
---------------------------------	----

ASPECTOS QUE DEBE REUNIR UNA PLANTA PREFABRICADORA	40
--	----

CLASIFICACION DE LAS PLANTAS PREFABRICADORAS ..	42
---	----

CAPACIDAD DE LAS PLANTAS	43
--------------------------------	----

SISTEMAS DE PREFABRICACION Y PRINCIPALES ELEMENTOS QUE LA CONFORMAN	44
---	----

PRODUCCION EN SERIE Y TIPIFICACION	47
--	----

MOLDES	54
--------------	----

CARACTERISTICAS DE LOS MOLDES EN GENERAL	54
PROCESO DE VACIADO Y COMPACTACION DEL --	
CONCRETO	58
VIBRADOS	59
TIEMPO DE VIBRADO.....	62
CURADO	62
DESMOLDE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS	66
 C A P I T U L O V I	
TRANSPORTE, MONTAJE Y CONEXIONES	72
TRANSPORTACION DE PRODUCTOS DE ELEMENTOS DE	
CONCRETO	74
MEDIOS DE TRANSPORTE	77
TRANSPORTE POR CARRETERA	79
TRANSPORTE POR FERROCARRIL	81
CARGA Y DESCARGA DE LAS PIEZAS	83
CONSIDERACIONES ECONOMICAS	84
MAQUINARIA DE ELEVACION	85
TIPOS DE MAQUINARIA	88
GRUAS	89
GRUAS GIRATORIAS DE TORRE	91
AUTOGRUAS	93
GRUAS PORTICO DE CABALETE	97
GRUA MASTIL	99
MASTILES GEMELOS	99
MASTILES SIMPLES	99
DERRICKS	101

OTROS MEDIOS DE ELEVACION	102
ANDAMIOS	103
MONTAJE DE VIGA	103
MONTAJE DE PANELES DE PARED	104
MONTAJE DE PANELES DE FORJADO Y PIEZAS DE CUBIERTA	105
TOLERANCIA EN EL MONTAJE	105
ORGANIZACION EN EL MONTAJE	106
CONEXIONES	106
IMPORTANCIA DE LAS CONEXIONES	109
PROPIEDADES DE LAS CONEXIONES	110
REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LAS CONEXIONES	111
CLASIFICACION DE LAS CONEXIONES	114
APLICACIONES	136
LOSA SPANCRETE	139
TRABES TTV	139
TRABES AASTHO	140
VIGA TT	141
DUCTOS DE CONCRETO EXTRUIDO	145
BARDAS PREFABRICADAS	146
 C A P I T U L O V I I	
CONCLUSIONES	151
B I B L I O G R A F I A	154

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

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

El propósito fundamental de esta tesis es realizar una investigación de los diferentes elementos prefabricados que existen en el mercado de la Industria de la Construcción, analizar además, sus alcances, métodos, tipos de materiales y -- tipos de moldes empleados: su uso; diferentes tipos de plantas; sistemas de prefabricación, transporte, montaje, almacenamiento y sus aplicaciones.

Considero que los prefabricados representan gran futuro en la Industria de la Construcción en México, pues brinda mejores perspectivas de desarrollo en la construcción de obras, representando un ahorro en tiempo y costo.

Se ha observado, hoy en día que cada vez un número mayor de compañías dedicadas a la construcción, utilizan elementos prefabricados.

Las compañías prefabricadoras ofrecen una gran gama de elementos estructurales de diferentes características cuyas - dimensiones van desde vigueta y bovedilla para construir, por ejemplo la techumbre de una casa habitación, hasta elementos de grandes dimensiones, donde podemos mencionar algunos puentes o edificios.

C A P I T U L O I I

ANTECEDENTES HISTORICOS

ANTECEDENTES HISTORICOS

Haciendo una breve reseña histórica y siguiendo el desarrollo de la evolución del concreto presforzado, podemos señalar, los inicios de la prefabricación, fue en el año de 1866 en California en los E.E.U.U., donde se obtuvo la patente para materiales de concreto reforzado, pero no fue sino hasta el año de 1927 cuando realmente se hacen los primeros intentos para construir viga con concreto precomprimido, ya que -- la precompresión solo era posible mediante el uso de acero de alta resistencia.

El Ingeniero Freyssinet llamó la atención sobre este aspecto del problema y obtiene la precompresión permanente; -- pues el método de tensiones preestablecidas no disminuyeron -- mas de un 10 a 15 % con el tiempo, y estas reducciones no afectan al concreto precomprimido, pues el calculista puede tenerlas en cuenta en la ejecución de los proyectos.

Por otra parte las condiciones de escasez de acero en Europa al finalizar la segunda Guerra Mundial, le da un impulso al desarrollo de elementos prefabricados, ya que estos necesitan menos acero, esto facilita la reconstrucción de los países involucrados como Alemania, Francia e Inglaterra; dándole un

gran auge a la necesidades de vivienda, esto sin descartar a los E.E.U.U.

En México se inicia el método del presfuerzo en el año de 1951, con las traveses presforzadas que se utilizaron en el puente Zaragoza, cerca de Monterrey, Nuevo León, sobre el río de Santa Catarina. En estas primeras piezas precoladas se usaron alambres de alta resistencia de 7 mm, los cuales fueron importados de la compañía Samesco de Bélgica. El puente lo diseñó el Ingeniero Alberto Dovali y estuvo apoyado técnicamente por el Ing. Rienso de origen Italiano.

Sin embargo no fue sino hasta la década de los años 60 cuando realmente se inicia la prefabricación en serie de elementos precolados con la técnica del pretensado con la compañía Premesa en 1965; sus primeros pasos fue construir postes reforzados, para la Comisión Federal de Electricidad, e inicia posteriormente con la prefabricación de la doble T, de 150 cm de ancho y con nervadura de 75 cm de separación, las piezas son utilizadas en la línea No. 1 del Sistema de Transporte Colectivo, además se inicia la utilización de las tabletas presforzadas de diferentes dimensiones.

En el año de 1967 a 1968 la compañía Premesa introduce la losa Espancret, años después en 1970, se fabrican elementos precolados como TY, doble T de peralte variable, la T; paralelo

a este desarrollo surgen las compañías, Pretensa, Vibosa, que se dedican a la prefabricación de vigeta y bovedilla hasta la actualidad.

Entre los años de 1976 a 1982, surge un auge de la prefabricación en México, una de las empresas paraestatales que mas utilizó elementos prefabricados para su desarrollo fue Pemex, ya que en su expansión empezó a construir: bodegas, naves industriales, puentes, etc., también la iniciativa privada ocupa elementos precolados para la solución de sus problemas de edificación. En estos años, al inicio, la empresa Pre-mesa se va a la banca rota por la devaluación de la moneda al finalizar el año de 1976, y surgen gran cantidad de compañías prefabricadoras como Ticonsa.

Actualmente en México, se encuentran instaladas compañías Prefabricadoras, que fabrican desde pequeños elementos estructurales a grandes estructuras, tanto en vivienda, adificación, puentes carreteros, de ferrocarril, donde el uso de elementos prefabricados es cada vez mayor; algunas prefabricadoras han desarrollado su tecnología propia, y en algunos casos ésta se apoya en el Instituto de Ingenieria para la investigación del comportamiento de conexiones, como lo hace la empresa Vibosa actualmente.

Podemos señalar las Dovelas Prefabricadas de alta resistencia para soportar el impacto de un avión en la línea No.5 del tramo aeropuerto, las secciones del metro elevado, todos sus elementos precolados pretensados y algunos tramos postensados todos estos dentro de la obra del Sistema de Transporte Colectivo.

Actualmente en este año los puentes Gemelos de la Avenida Tlalpan, con traveses tipo cajón pretensados con Torones de alta resistencia, por su importancia del claro a salvar, es reconocido con un Premio Internacional.

Algunos sistemas de prefabricación son mixtos, esto quiere decir que parte es construido por métodos tradicionales -- complementados por elementos prefabricados, donde podemos señalar el Centro Comercial Interlomas.

El uso de la prefabricación que actualmente se ha venido desarrollando es la Arquitectónica, sobre la fachada de edificaciones como el Centro Médico Nacional Siglo XXI, el hotel - Marques de la Avenida Reforma.

Dentro del auge de la prefabricación, que se señala anteriormente se encuentra la Obra de Central de Abasto de la Ciudad de México, así como los estacionamientos públicos (CODEUR, CUAUHTEMOC Y M. ANZA), el edificio del Centro Financiero Banco mer, ubicado en Av, Universidad.

C A P I T U L O I I I
P R I N C I P I O S

PRINCIPIOS DE LOS ELEMENTOS
PREFABRICADOS.

Los principios de los elementos prefabricados se basan en el concreto presforzado o precomprimido, esto es, que un elemento de concreto antes de ser utilizado es sometido a un esfuerzo de compresión en aquellas zonas donde se desarrollan los esfuerzos de tensión bajo cargas de trabajo, debido a que el concreto es resistente a compresión y es débil en tensión.

Ejemplo: Considere una viga como la señalada de concreto simple soportando una carga. (Figura No. 1)

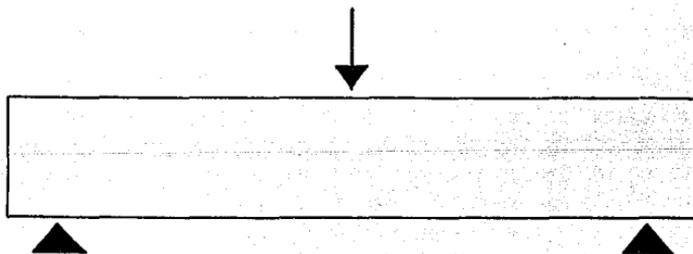


Fig No. 1 .

VIGA DE CONCRETO SIMPLE

Al ir aumentando la carga, la viga se flexiona ligeramente y después falla repentinamente. Bajo la carga, los esfuer-

zos en la viga serán de compresión en las fibras superiores, y de tensión en las inferiores.

Es probable que la viga se agriete en su parte inferior y sufra rotura, aún con carga relativa, debido a la baja resistencia a la tensión del concreto.

Existen dos formas de contrarrestalos; con el empleo de refuerzo o presforzado.

En el concreto reforzado, en las zonas donde se desarrollan esfuerzos de tensión bajo cargas debe colocarse refuerzo en forma de varillas de acero. (ver figura No.2)

El refuerzo absorbe toda la tensión y si se limita el refuerzo con el acero, el agrietamiento en el concreto se podrá mantener dentro de los límites aceptables.

En el concreto presforzado, los esfuerzos de compresión introducidos en zonas donde se desarrollan los esfuerzos de tensión bajo la carga, resistirán o anularán estos esfuerzos. En este caso, el concreto reacciona como si tuviese una alta resistencia a la tensión, y no deberán presentarse agrietamientos en la parte inferior de la viga.

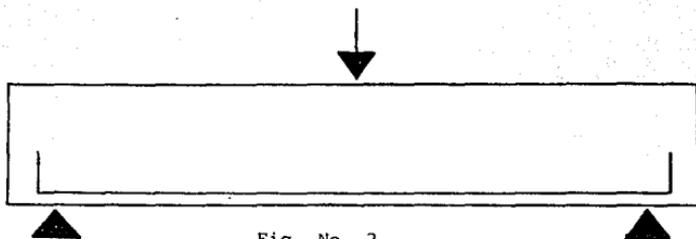


Fig. No. 2

El principio fundamental del presfuerzo lo podemos ejemplificar de la siguiente manera: una persona que transporta varios ladrillos acomodados en forma vertical, uno sobre otro y soportándolos por debajo; los ladrillos pueden ser levantados de manera horizontal, ejerciendo una presión con ambas manos en los extremos. (Fig No.3)

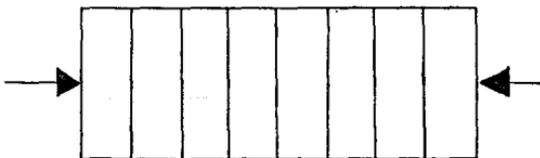


Fig. No 3

Se observa que la tensión en la hilera de ladrillos acomodados en forma vertical es nula; pero cuando se aplica la presión de manera horizontal la hilera se levanta en conjunto. Si le aplicamos una presión en el extremos superior se verá que no es muy estable que digamos. Ahora si la presión se aplica abajo de la mitad de la altura, será posible colocar

más ladrillos en la parte superior de tal manera que podrá -- soportar una carga adecuada, mientras mayor sea la carga, mayor será la presión que requerirá en cada extremo.

Este principio se puede observar cuando tenemos una cajetilla de cerillos, colocadas una junto a la otra y sostenidas por una liga de hule, la magnitud de la carga que puede soportar varía según la presión empleada por la liga de hule y su posición.

La idea principal de usar varias unidades separadas se transforma en una solución estructural muy práctica cuando se necesita salvar un gran claro. Sobre una obra falsa se -- izan unidades prefabricadas de concreto, se presionan contra otros y se retira la obra falsa. Si se mantiene la presión -- se tendrá un miembro capaz de soportar cargas. Sin embargo, -- es tan solo una de las condiciones involucradas, ya que también existen la fuerza cortante, la cual es una fuerza que -- se desallora horizontal o verticalmente, dando origen a esfuerzos de tensión y compresión diagonal de igual intensidad. Como el concreto es débil en tensión se presentaran grietas en una viga de concreto reforzado, en donde estos esfuerzos de tensión -- diagonal son altos, lo que normalmente ocurre cerca de los -- apoyos. En el concreto presforzado se pueden calcular los es-

fuerzos de precompresión de tal manera que sobrepasen las de tensión diagonal.

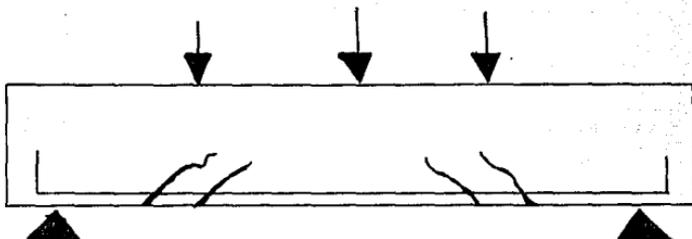


Fig. No. 4

Una viga presforzada sujeta a carga experimenta una flexión, y la compresión interna disminuye gradualmente, al retirar la carga, se restituye la compresión y la viga regresará a su condición original demostrando la resistencia del concreto presforzado, así mismo el presforzado dota a la viga de una gran resistencia a la fatiga.

Como ya se mencionó, si en la carga de trabajo, los esfuerzos de tensión ocasionados por la misma no exceden del presfuerzo, el concreto no se agrietará en la zona de tensión donde resultan mayores los esfuerzos, entonces surgirán grietas. Sin embargo, si se retira la carga, de una viga que ha sido sobrecargada, se obtiene como resultado una clausura total de las grietas, las cuales no reaparecen bajo cargas de trabajo. (ver figura No. 4)

La precompresión en losas colocadas sobre el terreno o en pavimentos, se logra mediante el empleo de gatos aplicados externamente, los cuales después de comprimir la mayor parte de la losa entre dos apoyos fijos, se pueden substituir por resto de la losa. (Figura No. 5)

Lo anterior no es un método de aplicación práctica en la mayoría de los elementos estructurales; ya que el método usual consiste en emplear "tendones" de acero tensados que se incorporan permanentemente al elemento.

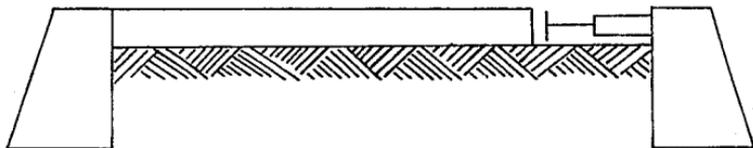


Fig. No 5.

Por lo general los tendones se forman de alambre de alta resistencia, torones o varillas que se colocan aisladamente o formando cables. Existen dos métodos para usar tendones; pretensado y postensado.

El postensado: primeramente se coloca el concreto fresco dentro del molde y se deja endurecer previo a la aplicación -

del refuerzo. El acero puede colocarse con un determinado perfil quedando ahogado en el concreto, para evitar la adherencia se introduce el acero dentro de una camisa metálica protectora, o bien pueden dejarse los ductos en el concreto, pasando el acero a través de ellos una vez que ha tenido lugar el endurecimiento, en cuanto se ha alcanzado la resistencia requerida del concreto, se tensa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto en compresión. (Figura No. 6)

El perfil curvo del acero, lo que normalmente ocurre en el postensado, permite la distribución efectiva del presfuerzo dentro de la sección, de acuerdo con lo dispuesto por el proyectista.

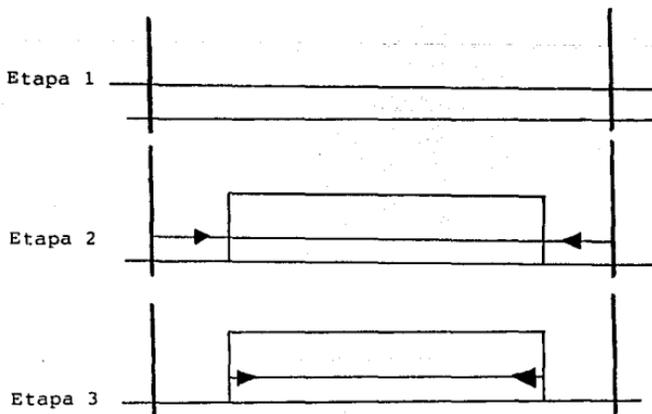


Fig. No. 6

En el pretensado, la adherencia entre el acero tensado y el concreto es de suma importancia, ya que debe preverse que el acero quede libre de cualquier material como ácido o grasa en los moldes, ya que esto puede interferir en la adherencia. Como se verá mas adelante con detalle, en la compactación -- del concreto se utilizan vibradores internos y externos; - - los primeros deben usarse adecuadamente para que no provoquen la aparición de agua adyacente al acero tensado y esto provoca disminución en su adherencia. Los vibradores externos no provocan este tipo de problema, sin embargo, los moldes deben ser más rígidos.

El curado del concreto es esencial, puede acelerarse con la introducción de vapor bajo una cubierta apropiada obteniéndose así una producción mas rápida y mayor uso de la mesa donde son preparados los prefabricados.

Cuando el concreto adquiere su resistencia, los puntales provisionales son sostenidos por gatos que estos a su vez son aflojados lentamente, como el tensado tiende a regresar a su longitud original, la adherencia entre el concreto y el acero evita que este último regrese quedando sometido a compresión el elemento estructural.

La fuerza de tensión se transfiere al concreto en una -- cierta longitud llamada de transmisión, ésta es afectada por las condiciones de la superficie con respecto a los alambres; en cambio, en los torones su variación es menor dependiendo -- del grado de compactación.

Otro método es cuando los torones se tensan simultanea-- mente, en este caso el agua se inserta entre las placas de an-- claje y las viguetas de acero en lugar de los puntales provi-- cionales, en seguida se accionan los gatos para tensar todos los torones, ya que los gatos se usan también para reducir -- los esfuerzos. Separadas las unidades en la mesa de produ--- cción son aplicadas de tal manera que deben manejarse con cui-- dado, izarse en puntos y colocarse correctamente. (Fig No.7)

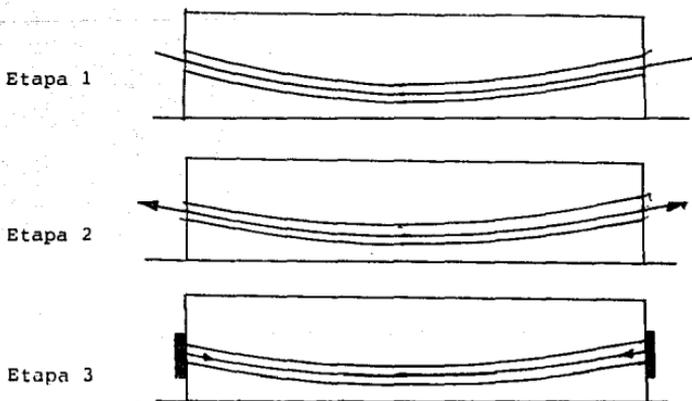


Fig. No 7

El pretensado se aplica en unidades aisladas, esto se hace tensando el acero y anclándolos en cada molde. La efectividad de la fuerza de presfuerzo es función del producto y de la magnitud de dicha fuerza por su excentricidad, pudiendo incrementar la efectividad si aumenta la excentricidad para el mismo valor de fuerza. Opcionalmente puede lograrse la misma efectividad en una fuerza menor y una mayor excentricidad. Este criterio constituye el principio fundamental del postensado.

Como los torones se encuentran tensados entre los apoyos sólo es necesario sujetarlos en posiciones mas abajo o mas arriba en puntos intermedios de su longitud, aun cuando se conserva una linea recta entre estos puntos. (Fig. No. 8)

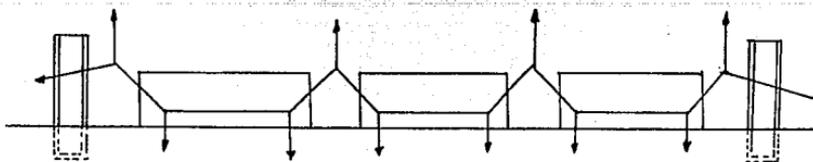


Fig. No 8

El proceso de tendones no adheridos no requiere de un equipo muy sofisticado; se reduce en los extremos de la unidad a la fuerza de presfuerzo introduciendo algunos de los

tendones en tubos de plástico para así evitar que queden adheridos; por lo tanto, la longitud de transmisión se inicia en el extremo del tubo.

El Postensado puede usarse en grandes unidades prefabricadas con propósitos especiales, tanto en la obra como fuera de ella.

En tendones se necesita una ubicación de aquellos puntos donde ocurre el momento máximo, y la máxima fuerza efectiva de presfuerzo y, por otra parte, la mínima fuerza de presfuerzo que es necesaria donde ocurre el mínimo momento flexionante. Esto puede lograrse para una fuerza constante de presfuerzo, variando la excentricidad de la fuerza, de tal manera que en una sección cualquiera a lo largo de la viga el efecto de --- presfuerzo neutralizará el efecto de la carga.

Los ductos donde serán colocados los tendones serán de manera precisa y sujeta al acero de presfuerzo, el anclaje permanente de los extremos de los ductos se fija en el extremo del molde. (Fig No.9) los ductos pueden intregarse a la unidad de concreto si se usan formas removibles sólidas, o de hule inflable.

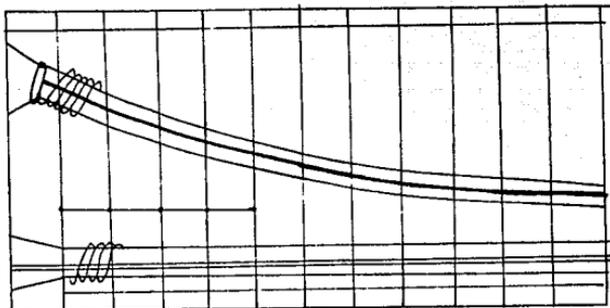


Fig. No.9 Extremo de la unidad postensada.

Los ductos deberán extraerse después del endurecimiento del concreto, el anclaje permanente no podrá ser colocado dentro de la unidad, pero deberá preverse su colocación posterior en el extremo del molde. También los tendones pueden quedar al exterior de la unidad, en cuyo caso se proporcionarán silletas deflectoras en los lugares apropiados.

Si se emplea un encamisado metálico preformado, no deberá permitirse que la lechada se introduzca en los ductos, y - si esto llegara a ocurrir, deberá extraerse mientras esta en estado plástico, las juntas de los ductos deberán ser protegidas

das con cintas, las cuales deberán quedar fijas durante la colocación del concreto.

El concreto es vaciado una vez que los moldes se encuentran ensamblados, es importante también que las unidades aún no presforzadas se curen adecuadamente para evitar el agrietamiento en ellos, durante el endurecimiento. Una vez que el concreto ha adquirido su resistencia se tendán los tendones anclándose por un extremo y tensándolo con los gatos contra la cara del anclaje en el otro extremo, o tirando con los gatos ambos extremos simultáneamente.

Los tendones dentro de cada ducto puede tensarse individualmente, enganchando un gato de barra o de un solo tendón a la vez, o conectando también un gato de uno o múltiples -- alambres a todos los tendones al mismo tiempo.

En el postensado es muy importante verificar tanto la extensión del tendón como la carga.

Deberán vigilarse la carga aplicada y la extensión que produce de tal manera que cualquier irregularidad en el ritmo de la extensión sea corregida.

para una cierta rapidez de los incrementos de carga puede ser rápidamente reelevada. Si en alguna parte del ducto queda atorado un tendón, la magnitud de la extensión disminuye, lo cual indica una falla y es en este momento cuando debe actuarse para la corrección.

Cuando ha alcanzado la carga de diseño, se registrará si la extensión ha alcanzado el valor calculado, podrá anclarse el tendón; nunca deberá incrementarse la carga más allá del especificado, si se intenta la extensión requerida. Cuando los tendones se estiren separadamente la secuencia será tal que aquellos que hayan sido tensados en primer lugar no interfieran con el movimiento de los que lo son posteriormente, En caso de utilizar varios cables en ductos diferentes, deberán obedecerse el orden del tensado especificado por el ingeniero, ya que si no se hace así, podría dañarse el elemento.

Una vez que han sido tensados y anclados los torones se llena de una lechada coloidal de cemento introducida a presión; el objetivo primordial es evitar la corrosión, así como el de proporcionar adherencias entre los tendones y el concreto.

En los extremos de las unidades postensadas, los tendones transmiten una gran fuerza al anclaje, el cual es de área rela-

tivamente pequeña.

En los cálculos de diseño se ha prestado especial atención a esto, que por lo general, resulta en concentrar refuerzo en las zonas extremas. También el concreto de esta area deberá ser de buena calidad con una compactación adecuada a pesar del congestionamiento del refuerzo, ducto y anclaje.

El Pretensado.

Haciendo un resumen de este método podemos señalar que se puede definir en términos generales como un método de presforzado el concreto armado, siendo el armado tensado antes de la solidificación del concreto; los pasos a seguir en términos generales son:

- a) Los tendones son colocados en el molde en un orden específico, siendo tensados al máximo de carga y anclados en cada uno de los extremos del molde a manera de mantener la carga.
- b) La cimbra, varillas de refuerzo, mallas de alambre etcetera, son ensambladas alrededor de los tendones.
- c) El concreto es colado, permitiéndole su curado. En muchos casos el curado es acelerado por medio del empleo de vapor u otros métodos similares.
- d) Cuando el concreto ha alcanzado una resistencia suficiente para soportar el presforzado, la carga en los tendones es liberada de los anclajes. Como ahora los tendones se encuentran adheridos al concreto, no pueden moverse independientemente de aquel, al tratar de contraerse, su carga es transmitida al concreto por adherencia. Esta carga es la que presforza el elemento de concreto.

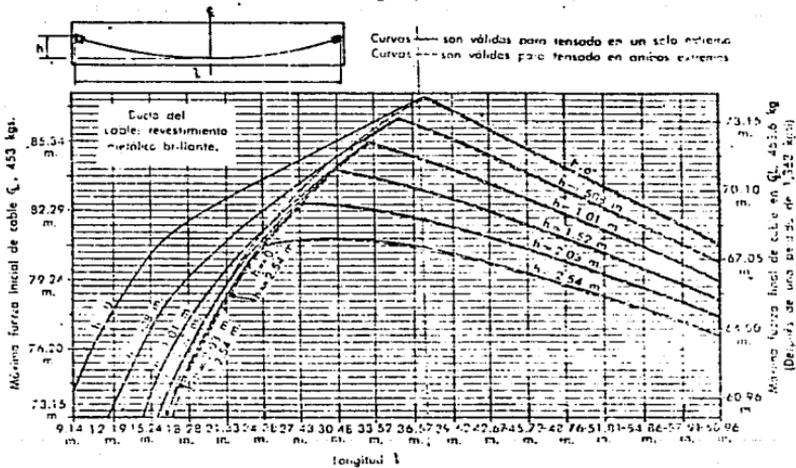
- e) Los tendones son cortados en cada uno de los extremos del cable trenzado, y los miembros son inmediatamente guardados en bodegas para asi preparar el siguiente molde para continuar el ciclo.

El Postensado

El método del Postensado se define como el presforzar el concreto armado tensando el esfuerzo después de haberse endurecido el concreto.

- a) El tendón es ensamblado dentro de una manguera -- flexible de metal u ajustes de anclajes que son -- instalados en los extremos del tendón.
- b) El ensamblaje del torón se coloca en el molde y -- este se sujeta en su lugar, de la misma manera -- que una varilla de refuerzo. Inmediatamente des-- pués son colocadas las varillas de armado, mallas de alambre etc.
- c) El concreto se vacia permitiendosele el curado -- hasta adquirir la resistencia especificada para -- el tensado.
- d) Los tendones son tensados por medio de gatos o -- poleas hidráulicas y los anclajes son ajustados -- para absorber la carga en los tendones.
- e) En el espacio que rodea al tendón se bombea, a -- presión, mortero de cemento.
- f) Los ajustes de anclaje son cubiertos con una pell cula protectora.

MAXIMA FUERZA DE CABLE EN Q PARA CABLES PARABOLICOS.



C A P I T U L O I V

MATERIALES

M A T E R I A L E S .

Los diferentes tipos de materiales que son usados principalmente en los elementos prefabricados, y cuyas características principales se describen son los siguientes:

1) C E M E N T O .

Tipos de cemento que se fabrican en México:

1) COMUN: Se usa donde el cemento o el concreto no ésta sujeto a los sulfatos del suelo o del agua, elevaciones perjudiciales de temperatura debido al calor generado en la hidratación.

2) MODIFICADO: Destinado a construcciones de concreto - expuesto a una acción moderada de los sulfatos cuando se requiere un calor de hidratación moderado. Si se especifica el calor máximo de hidratación para el cemento puede ser utilizado en estructuras de grandes masas, como pilas, estribos gruesos y en muros de contención; con su empleo disminuye al mínimo la elevación de temperaturas.

3) DE RESISTENCIA RAPIDA: Para la elaboración de concreto que requiere una alta resistencia a temprana edad, se usa cuando se tienen que retirar cimbras o moldes lo más pronto posible o cuando la estructura se debe poner en servicio inmediato.

4) DE BAJO CALOR: Cuando es requerido un reducido calor de hidratación. Sus propiedades son las necesarias para ser usadas en estructuras de concreto de gran masa.

5) DE ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS: Cuando se necesita de una resistencia a la acción de los sulfatos, es decir, principalmente donde los suelos o el agua subterránea tenga una concentración elevada de sulfatos.

II) AGUA:

El agua utilizada para la elaboración de concreto, ha de ser natural y que carezca de olor. Como control más estricto deberá ser analizada en el laboratorio.

III) AGREGADOS:

La mayor parte del concreto esta constituido por agregados de un 60% a un 80%, el cual tiene una gran importancia, dentro de sus propiedades físicas, térmicas y químicas, influyen grandemente en el comportamiento del concreto.

Con el objeto de controlar la proporción relativa de los tamaños de partículas entre sí, se tiene una clasificación la cual señala que a partir de la fracción compuesta de partículas que pasan a través de la malla No. 4 son consideradas como arenas y como gravas las que son retenidas.

IV) ACERO:

Generalmente el refuerzo utilizado en el presfuerzo es

en forma de alambres de alta resistencia a la tensión (16000 a 20 000 Kg/cm²) o grupo de alambres torcidos en forma de hélice alrededor de un eje longitudinal común formando torones.

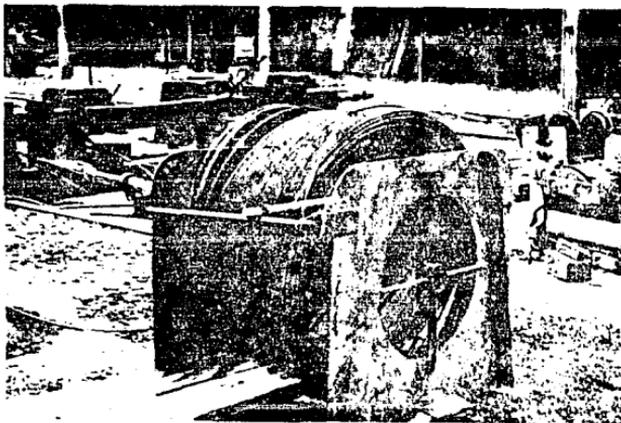


Fig. No 10. Alambres de alta resistencia.

Los alambres varían en su diámetro que va desde 2mm, -- hasta 8mm, pero el diámetro más pequeño que es usado con más frecuencia es de 4 mm.

Las varillas desde un diámetro de 12 mm, hasta uno de - 40 mm, y pueden ser lisas o corrugadas. Las varillas lisas -

pueden tener rosca o cuerda en sus extremos para utilizarse con propósitos de anclarse, o bien para conectarse entre ellas. Las varillas corrugadas tienen costillas laminadas a todo lo largo, que actúan como rosca para anclaje o conexión.

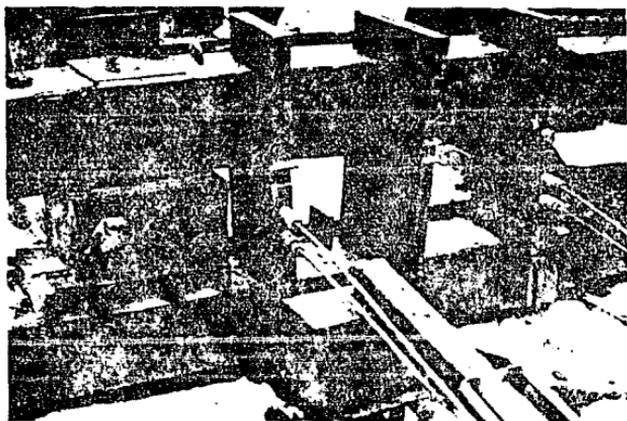


Fig. No. 12. Apoyo fijo para el tensado de los alambres de alta tensión

C A P I T U L O V
S I S T E M A D E P R O D U C C I O N

P R O D U C C I O N
P L A N T A S D E P R E F A B R I C A C I O N

Las Plantas Prefabricadoras cumplen uno de los aspectos mas importantes en la obtención de elementos que han sido -- previamente diseñados; el proceso a seguir, es indispensable para que la obra de que se trate, sea ejecutada conforme a - los programas de construcción.

Las plantas tienen una ventaja importante, ya que su -- proceso de fabricación se encontrará cubierto, esto hace que la misma tenga rendimientos muy satisfactorios: un control de calidad de los materiales que los componen asi como técnicas para lograr de la obras mejores rendimientos, disminución de los costos de ejecución y mayor rapidez en la terminación.

A S P E C T O S I M P O R T A N T E S Q U E D E B E
R E U N I R U N A P L A N T A P R E F A B R I C A -
D O R A .

- Buena preparación del concreto, esto consiste en seleccionar el cemento, agua, arena, grava; o bien dependiendo - del elemento se puede ocupar aditivo, ya sea retardante o -- acelerante, de acuerdo a las características de los elementos por fabricar.

-Los Moldes que se utilicen deberán reunir las características suficientes para que tenga una larga vida útil, para que su costo no sea de gran peso en el costo de la fabricación.

-En los armados, deberá contarse con herramienta y maquinaria que agilice, la actividad y su colocación sea la correcta dentro de los moldes.

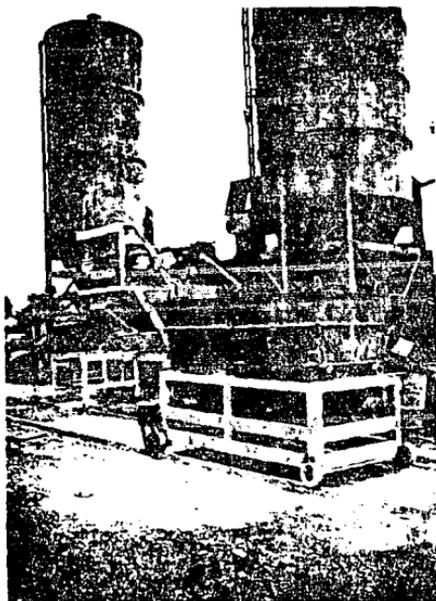


Fig.No 13. Planta dosificadora de concreto.

-Herramientas adecuadas para una buena mezcla del concreto para que ésta sea homogénea.

C L A S I F I C A C I O N D E L A S P L A N T A S P R E F A B R I C A D O R A S :

Por su ubicación, las plantas Prefabricadoras, podemos clasificarlas como:

FIJAS Y MOVILES, las fijas son aquellas en que los elementos como su nombre lo dice se encuentran en instalaciones fijas y las móviles son de carácter temporal.

Haciendo mas notoria esta diferencia, podemos decir que los elementos fijos, deberán cumplir con una fabricación de elementos constante para que amorticen el costo de esta en un tiempo determinado.

Las Plantas móviles deberán cumplir y justificar la razón por la cual (deberá amortizar la inversión) se instalan al pie de la obra, esto se decide después de analizar los -- costos de producción y transporte.

No necesariamente una Planta se puede dedicar a fabricar un tipo de elementos, deben ser flexibles, para que en un momento dado, puedan fabricar diferentes productos que -- requiera el mercado.

Los aspectos invariables con que cuenta una Planta en -- cuanto a sus instalaciones son: La Central de Concreto, ins-

talaciones de vapor, talleres de armado.

Los procesos de fabricación, los tipos de moldes, por consiguiente, el tipo de planta, depende de una investigación adecuada de mercado, así como el aspecto económico, son básicamente los que conforman una decisión en la determinación de instalar una Planta.

C A P A C I D A D D E L A S P L A N T A S :

En una Planta la capacidad de fabricación no depende de su tamaño, sino del grado que tenga de mecanización en sus instalaciones y de los procesos de fabricación; con una buena operación aumenta la productividad y, en consecuencia brinda buenos resultados económicos.

La planeación y organización de las instalaciones de fabricación o de una planta, rara vez se puede llevar a cabo como algo que sea completamente nuevo (esto se debe principalmente a que se debe aprovechar en la mejor medida la experiencia e instalaciones con poca modificación), por ejemplo, en la Industria de Prefabricados puede existir que una constructora aproveche parte de sus instalaciones ya existentes como talleres para planificar la prefabricación de elementos. Los métodos de fabricación tienen el papel de primer nivel en la organización de una Planta.

S I S T E M A D E P R E F A B R I C A C I O N Y
P R I N C I P A L E S E L E M E N T O S Q U E -
L A C O N F O R M A N .

- Sistema cerrado de prefabricación
- Sistema abierto de prefabricación
- Sistema pesado de prefabricación

Elementos Prefabricados

Lineales

Planos

Tridimensionales

Especiales.

La prefabricación está conformada en dos etapas de construcción de los elementos.

1a. E T A P A:

El método de prefabricación consiste en colado o moldeado en encofrados fijos o motrices, los elementos pueden ser de concreto armado y presforzado.

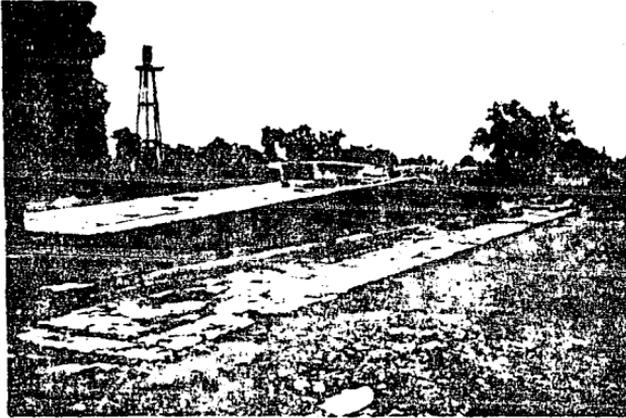


Fig. No. 14. Vista parcial de un molde para una trabe doble T, de peralte variable.

2a. E T A P A :

La producción en grandes series debe hacerse en factorias, el peso de los elementos queda condicionado por la posibilidad - del transporte, la fabricación se hace en grandes moldes fijos sobre lechos o bancos de tejidos, o bien los elementos con sus moldes son separados durante la fabricación.

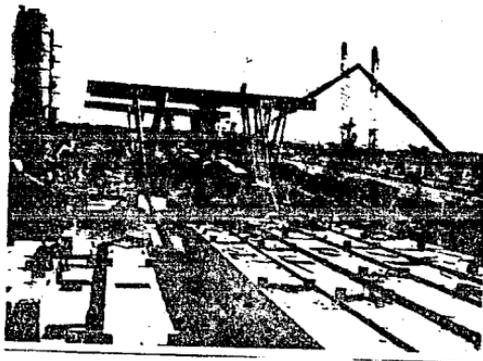


Fig. No 15.
Fabricación de
las traves canal -
de sección varia-
ble, presforzada
mas grandes del -
mundo y de menor
peso.

Planta Prefabricadora Movil (Obra Fertimex, Lazaro Cardenas
-Las Truchas) Longitud total 45m.

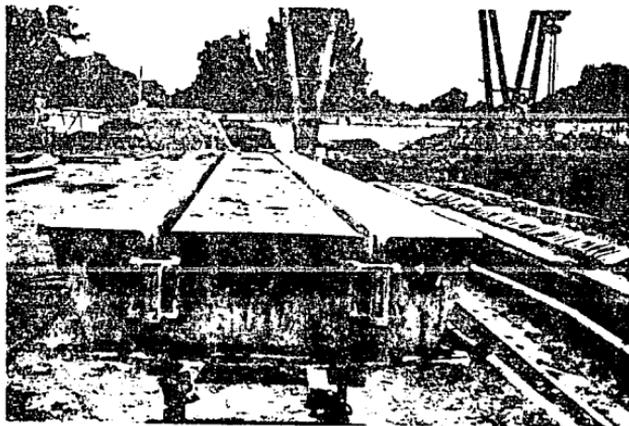


Fig. No. 16.
Molde de acero para prefabricar la doble T.

PRODUCCION EN SERIE Y TIPIFICACION.

La producción masiva de un solo tipo es posible cuando el elemento se ajusta a las siguientes condiciones:

- 1) Puede ser empleado en distintas obras.
- 2) Puede desempeñar diferentes misiones (pared, techado, etc.).
- 3) Que sea útil para edificios de diferentes dimensiones.
- 4) Deben poder ser fabricados mecánicamente y de fácil transporte.
- 5) Posibilidad de almacenaje que no interrumpa la continuidad de producción.

Las primeras son utilizadas en vigas de alma llena, pilares y pies derechos.

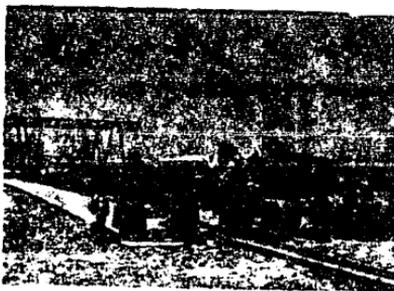


Fig.No.17.
Planta móvil en Lazaro Cardenas las Truchas

Los de superficie para aisladores de estructuras portantes planos.

Los de cimbra para elementos como pilares, vigas y placas nervadas pretensadas.

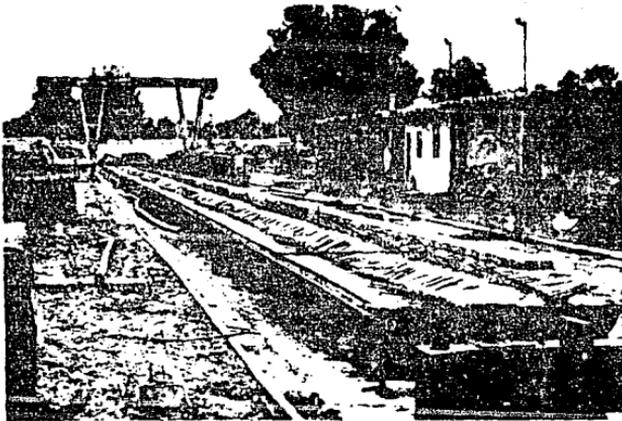


Fig.No. 18. Producción de la viga doble T

Además de la tipificación deben elegirse construcciones - que puedan ser realizadas en la misma forma durante un periodo largo de tiempo que representa la construcción en serie.

La Unificación y Tipificación deben de servir como medio de enlace entre el proyecto y la ejecución (fabricación). La unificación sólo es posible cuando las dimensiones de los pro

ductos o elementos constructivos concuerdan entre si y están coordinados. Esta coordinación modular de medidas, es la base de toda industrialización. En la coordinación modular debe tomarse en cuenta los factores siguientes:

- 1) La agrupación o suma de elementos.
- 2) La sustitución o intercambio entre los mismos.
- 3) La combinación entre los elementos.

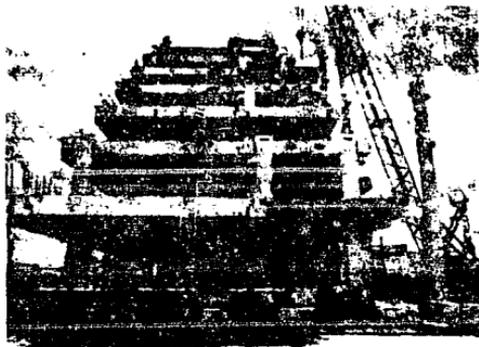


Fig.No. 19
Edificación con elementos Precolados.
Hotel Calinda, Cancún Quintana Roo.

También es posible, gracias a la sistematización y enlace con los demás elementos que conforman la prefabricación.

L A S C O N S E C U E N C I A S D E L A C O O R D I -
N A C I O N D E M E D I D A S S O N :

- I) La posibilidad de elegir el producto mas conveniente, - que pueden ser varios los que, con igual dimensiones pueden ser adecuados para llenar un mismo objetivo.
- II) La simplificación del trabajo en el desarrollo del proyecto y la disminución de las posibilidades de errores.
- III) El aumento de la productividad gracias a la unifica- ción.
- IV) La especialización de la producción.

La unidad de tal sistema de medidas se denomina "módulo".- Cuando todas las dimensiones de una obra son múltiples del mó- dulo y existen relaciones entre tales dimensiones se ha conse- guido en el sistema la mutua coordinación de medidas. El tamaño de los elementos se ve limitado por el problema de flexibilidad de adaptación a la concepción del proyecto.

En la prefabricación se comprueba una tendencia al aumento de las dimensiones de las piezas prefabricadas. Las operaciones de montaje y relleno de las juntas son mas reducidas a medida -

que los elementos son mayores. Sin embargo, el tamaño de los -- elementos se ve limitado por el problema de flexibilidades de -- adaptación a la concepción del proyecto.

Así cuando los elementos son de grandes dimensiones y reducido el número de tipos diferentes, la flexibilidad de adaptación del proyecto es bastante reducida. Si se desean elementos de gran tamaño adaptables fácilmente a un programa funcional -- dado, resultarán numerosos tipos de elementos. Por último, éstos habrán de ser de tamaño bastante reducido. Como límite de este último caso tenemos la construcción tradicional de ladrillos.

Ampliando la información referente a la tipificación de elementos de grandes dimensiones en la prefabricación pesada, consideremos los grados de diferenciación entre elementos.

1er. grado. Cuando los elementos se diferencian por su forma, sección o material y exigen para su producción moldes y a veces técnicas diferentes.

2o. grado. Si los elementos se diferencian por el largo o el ancho, pero se fabrican de idéntica manera -- y en el mismo molde, al cual se adaptan.

3er. grado. Cuando los elementos conservan la misma forma y se fabrican de análoga manera, diferenciando solamente en el armado, el acabado, etc., o bien -- en la existencia de huecos, ranuras, etc, que -- se practican mediante la introducción en el mol de de piezas suplementarias.

En principio el número de elementos-tipo decrece a medida que sus dimensiones aumentan, facilitando en primer lugar la -- aplicación en fábrica de los métodos de fabricación que consi-- gan una mayor productividad, y en segundo el rendimiento del -- montaje el cual exige que los elementos sean tan grandes como - lo permita la maquinaria de elevación.

La tipificación en la construcción proporciona la posibilidad de obtener el grado más elevado de repetición, tanto en el estudio del proyecto como en la producción de los elementos. La especialización de la producción y el costo de las instalaciones necesarias para lograr la disminución del número de los elemen-- tos tipo diferentes.

Coordinación Modular.

La coordinación dimensional tiene como objetivo primordial la normalización de las series de dimensiones que deben tener - los diferentes elementos constructivos con objeto de facilitar su montaje.

La racionalización, estandarización o normalización son -- inconcebibles sin una coordinación dimensional sistemática de - los elementos constructivos. La coordinación modular, basada -- sobre la consideración de un módulo básico y de unos multimódulo-

los o submódulos preferentes, tiene precisamente por objeto con seguir una coordinación dimensional que lleve a una verdadera - industrialización.

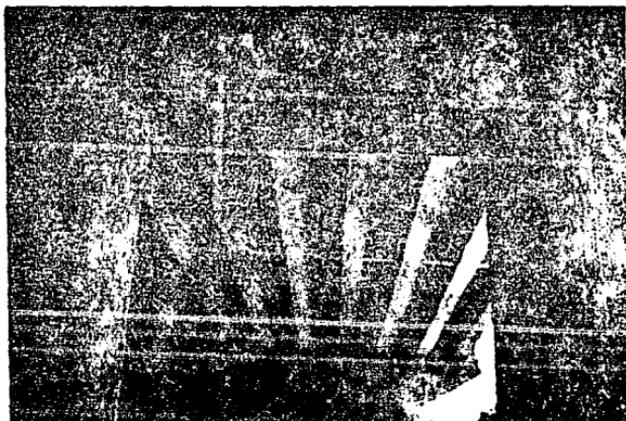


Fig.No.20 Puente de la Autopista de Cuernavaca - Acapulco.
con elementos Prefabricados Tipo AASTO.

M O L D E S

Dentro de los principales requisitos que deben reunir los moldes, se encuentran los siguientes: que sean manejables, de utilización práctica y de bajo costo en cuanto a precio y mantenimiento.

En los moldes, debe determinarse hasta el más mínimo detalle, ya que debe de presentar fácil relleno en las aristas. Los complicados deberán también redondearse y achaflanarse cuando así lo requieran.

Otras de las características de los moldes es poderse desmontar fácilmente sin dañar las piezas prefabricadas. Deberá tenerse sumo cuidado en la calidad de los elementos, ya que con esta medida se tendrá la calidad adecuada para que la colocación de las piezas sea exacta.

CARACTERISTICAS DE LOS MOLDES EN GENERAL:

- Estabilidad de volumen, con objeto de tener piezas exactas.
- Ser utilizables, muchas veces sin gasto de mantenimiento
- Que sean sencillos de manejar y cierren bien.

- Tenga poca adherencia con el concreto y sean fáciles de limpiar.
- Sean utilizables para perfiles diferentes.
- Que sean fácilmente transportables, para poder trasladarlas a la obra.

Los materiales empleados para los moldes deberán ser duraderos y rígidos, siendo en principio el acero y otros materiales más usuados, entre los que podemos citar:

- MADERAS
- PLACAS DE MATERIAL ARTIFICIAL
- MATERIA SINTÉTICA LÍQUIDA INYECTABLE.
- RESINAS
- POLIÉSTER
- FIBRA DE VIDRIO

Una vez que los moldes sean utilizados, deberán ser limpiados después de la obtención de cada pieza prefabricada, lo que en términos generales no es complicado, pues basta con limpiar la superficie con un trapo, escobilla o cepillo de cerdas vegetales.

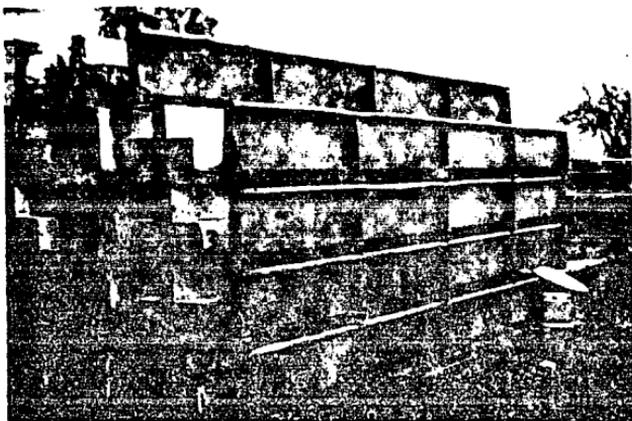


Fig.No.21.
Moldes de acero para la prefabricación de elementos
estructurales.

De acuerdo al tipo de material, éste tendrá un número de -- usos aproximados, los cuales se especifican en la siguiente tabla.

TIPO DE MOLDE	PROCESO	NUMERO DE USOS
Madera sin tratamiento	-Con curado climático.	50 a 90 veces
	-Con curado al vapor	25 a 40 veces
Madera tratada	-Con curado climático	90 a 125 veces
	-Con curado al vapor	40 a 90 veces
Madera con revestimiento de chapa	-Con curado climático	90 a 100 veces
	-Con curado a vapor	40 a 90 veces
Aceros desmontables		600 a 900 veces
Acero fijo		500 a 1300 veces
Material plástico con refuerzo de fibra de vidrio		100 a 500 veces

PROCESO DE VACIADO Y COMPACTACION DEL CONCRETO.

Los elementos se fabrican en las mesas de pretensado o - moldes individuales según la naturaleza del armado y del vibrador. En principio se aplican como métodos para la compactación del concreto el vibrado y la extracción del agua por medio del vacío. La combinación de estos métodos no sólo es posible sino - que en ciertos casos es incluso necesario. El método del vacío debe combinarse siempre con el vibrado, la compactación del concreto puede efectuarse con:

- a) Vibradores de cimbra.
- b) Vibradores de superficie o tablas vibrantes.
- c) Vibradores de inmersión o previbradores
- d) Mesas giratorias

De acuerdo al tipo de vibrador que se elija, la instalación de la fabricación, deberá planificarse de distintas maneras.

Los vibradores de superficie son los más apropiados para -- los diversos acabados o aisladores de estructuras portantes planas.

Cuando son empleados tales aisladores se construyen en mesas de tensado, lo mas largas posible, a fin de que sean recorridas con dichos aparatos.

Los vibradores de cimbra se utilizan para los prefabricados de los elementos finales como trabes y columnas, son utilizados también, en placas, nervados, pretensados; estos últimos no pueden ser vaciados con los aisladores.

Las mesas vibratorias son adecuadas para las placas armadas sin pretensar, con una buena organización se puede lograr una producción muy elevada. Los elementos pretensados solo pueden fabricarse con mesas vibratorias cuando los moldes son apropiados para soportar los esfuerzos del pretensado.

V I B R A D O S.

Dentro de las características que deben reunir una buena muestra dentro de los prefabricados, son el tipo de mezcla, tipo de vibrado y su forma de aplicación;

- 1.- La mezcla debe ser de tal manera, que sea fácil de colocar en obra, y además ser capaz de rellenar los huecos del molde, teniendo cuidado en la relación del - -

agua, de preferencia que sea de una consistencia seca, o sea $A/C = 0.4$, con esto debe favorecer la puesta en obra, y la compactación por medio de la vibración. Con respecto a la granulometría, esta deberá regirse por el tamaño de separación máxima a que representa el armado.

- 2.- El tipo de vibrador utilizado, dependerá del tipo de elemento a fabricar, de sus dimensiones, de su peso, y de la cantidad de armado.
- 3.- La forma de aplicar la vibración, es directamente sobre los moldes, o bien por medio de mesas vibratorias.

Los moldes de madera se consideran dentro de los rendimientos adecuados en donde son empleadas vibraciones de 3000 a 4000 r.p.m.; con gran eficiencia si estas revoluciones son absorbidas por la madera, en cambio, los moldes de acero transmiten toda vibración, los de acero dulce son los más propios cuando se presentan altas frecuencias. En los moldes metálicos su principal característica es la rapidez, ya que si las paredes del molde ceden a las deformaciones, esto se refleja en los productos que no han sido bien terminados, las deformaciones que se presentan serán inexactas, la masa que la conforman será poco homogénea, siendo causa de disminución en la vida útil del molde.

Los vibradores deberán colocarse siempre sobre los esfuerzos

especiales de la superficie del molde y estar bien sujetos.

El empleo de mesas vibrantes, es la forma mas eficiente -- para conseguir una vibración de calidad de los elementos prefabricados.

La mesa vibrante tiene dos particularidades principales: - rigidez al molde y transmite una vibración uniforme a toda la mesa del concreto. Es preferible el molde fijo de acuerdo a las siguientes consideraciones.

- 1) El molde libre salta sobre la mesa a intervalos de tiempo mas o menos periódicos; pero con una frecuencia a la mitad de la del vibrador.
- 2) Los choques pueden ocasionar sucesivamente la compactación y segregación del concreto.
- 3) Los choques son destructores, particularmente a altas frecuencias.
- 4) Los choques provocan el deslizamiento continuo de los moldes, con la consiguiente pérdida del tiempo.
- 5) La mayor compactación obtenida por medio de choques. en

ensayos de laboratorio, no es a nuestro juicio totalmente representativa de la realidad.

T I E M P O D E V I B R A D O

El tiempo de vibrado es de gran importancia para el fabricante de elementos prefabricados, que debe tener presente una determinada cadencia de producción.

Existen varios estudios que consiguen obtener fórmulas teóricas que relacionan el tiempo de vibrado con la completa compactación del concreto, pero no tiene mas aplicación práctica que ser una primera aproximación. El mejor criterio práctico para determinar la capacidad es el esponjamiento o aspecto brillante de la superficie a causa de la humedad.

C U R A D O

Existen varios métodos para acelerar el fraguado, ya sea empleando el vapor, agua, acéite caliente o energía eléctrica. El tratamiento de vapor ha resultado ser un método eficaz, -- pues al ser aplicado se puede descimbrar después de cuatro a diez y seis horas con una temperatura entre los 50 y los 70 - grados centígrados.

Al introducir este tipo de instalaciones de vapor en una planta, muy poco aumenta el costo de los productos prefabricados, y eleva la productividad de la planta.

El tipo de curado de vapor se aplica en la superficie del molde y este se cubre con telas impermeables, o bien, se introduce en el molde que sirve como medio de calefacción del mismo. Este método nos sirve para mayor endurecimiento, sobre todo en el caso de nervaduras, en las cuales difícilmente llega el calor, de igual forma, se emplea como conductor, agua o acéite - caliente.

El principal inconveniente del tratamiento por el vapor, es poder regular la temperatura, ya que es difícil hacerlo, es to es, si la temperatura son altas, se quema el concreto, en - cambio, si son bajas, no se logra la resistencia prevista.

Otro método es el endurecimiento mediante corriente eléctrica, en las primeras horas se alcanza una temperatura de 30 a 40 grados centígrados, que después van aumentando hasta alcanzar 75 grados centígrados, en las mejores condiciones el -- endurecimieto eléctrico requiere de 8 horas.

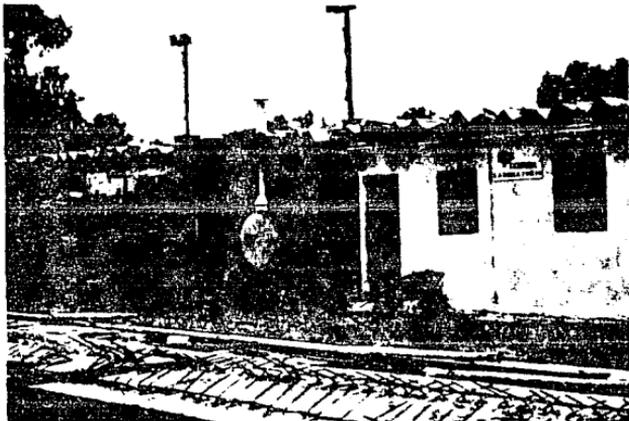


Fig. No.22

Caldera de Vapor de Agua para el curado de los elementos precolados.

Por tal motivo, hoy en día, es preferible el agua caliente para estimular el endurecimiento, con esto es posible regular la temperatura, este tipo de tratamiento térmico, requiere tuberías y moldes especiales, ya que no es aplicable en -- todos los tipos de construcciones.

El tratamiento térmico del concreto permite lograr una resistencia en un 80% en un lapso de 10 a 16 horas, dicha resistencia tiene una aproximación de 400 Kg/cm^2 , la cual es adecuada para dejar que el pretensado actúe en el periodo de un día. Dicha consideración determina la longitud de las mesas.

Cuando se trata de piezas prefabricadas con armado sin pretensar, bastará con alcanzar de un 25 al 40 % de la resistencia definitiva al final del endurecimiento artificial o -- en un periodo de tiempo de dos a cuatro horas, esto es en función de la calidad del concreto.

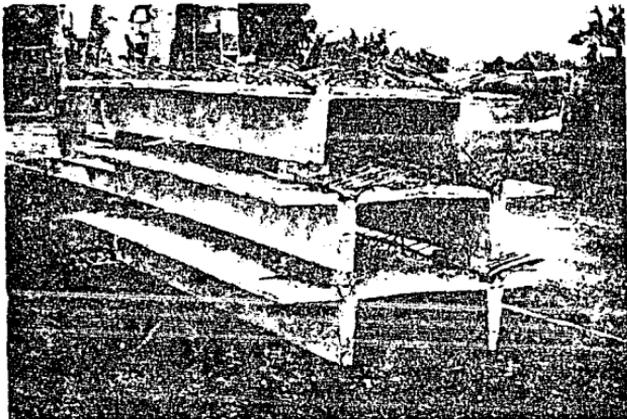


Fig. No.23

Piezas de elementos precoladas ya terminadas tipo doble T.

DESMOLDE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS:

El desmolde relativamente es sencillo, este se puede realizar por medios mecánicos, compresión hidráulica o por el método del vacío.

Es importante tener presente, que tiene que realizarse en un periodo de tiempo máximo de 5 días con tratamiento térmico, por supuesto antes de que haya endurecimiento importante por la retracción.

Los elementos de cubierta y de pisos con armaduras sin -- pretensar, siendo la temperatura media de estos elementos de 28 grados centígrados, y con tratamiento posterior de acabado, -- puede desmoldarse entre 12 y 18 horas después del vaciado, de no hacerse así el elemento por efecto de retracción se adhiere al molde y no puede ser extraído.

También desempeña un papel importante el mantenimiento o conservación húmeda de los elementos e impedir la disecación del agua, en el caso de tratamiento térmico.

Si los elementos son desmoldables por medios mecánicos, - se les puede dotar de ganchos de suspensión, o bien, se da a las nervaduras longitudinales una forma tal que puedan ser sujetas con el dispositivo elevador. Es preferible efectuar la -

extracción por medio de gatos hidráulicos que con grúa, porque se presenta un levantamiento gradual y uniforme del elemento - prefabricado.

En lugar de ganchos de suspensión, puede también emplearse anclajes en el concreto, que entonces no sobresalen de la - superficie. Son unos manguitos roscados a los que va a soldarse los hierros de anclajes que sujetan al concreto en que están encontrados. En los manguitos se atornillan luego los ganchos de alambre para suspensión.

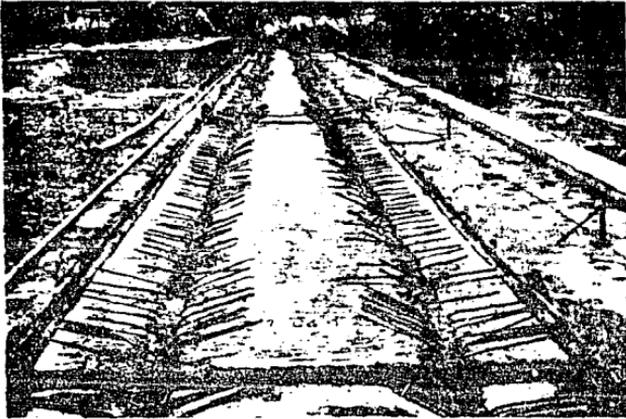


Fig.No.24

Vista parcial de las trabes doble T, una vez ya coladas.

Hay otra posibilidad de desmoldar, la cual consiste en -- apretar hacia arriba los ángulos de las placas por medio de un "cric" o gato elevador. El desmoldeo es un tanto más difícil -- cuanto mayor es la superficie de adherencia, esto ocurre en las placas.

El desmoldeo, conservación y anclaje de los elementos, varía de acuerdo a la naturaleza de tipo de moldes y de los propios elementos, sólo pueden presentar problemas las placas nervadas con moldes rígidos.

Para elementos cortos y pequeños es suficiente trasladarlos fuera de la nave de fabricación mediante una grúa. Cuando --

se trata de traveses o armaduras de mayor longitud, es preferible usar dos grúas para su transporte, al lugar donde se ha de almacenar, ya que al suspenderlos la grúa necesita de una gran altura o que tenga un brazo de plancha.

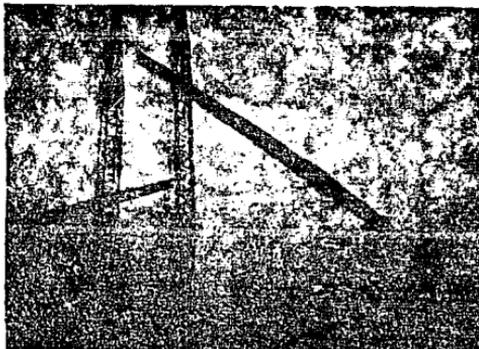


Fig.No.25.
Obra: Fertimex. Bodega de almacenamiento de materias primas y productos. Área cubierta 50,000 m².

Las grúas deben tener la capacidad de transportar los elementos de la nave de fabricación al sitio de depósito, que es conveniente que se encuentre a continuación de dicha nave.

La conservación o almacenado de los elementos requiere de pocos dispositivos especiales, y mas bien lo que se necesita es un plano ordenado de dispensación en que se han de almacenar los elementos.

Para el transporte desde la nieve al depósito pueden utilizarse también apeladoras de orquillas y grúas pórtico, en tales casos siempre hay que tener en cuenta los gastos que se producen en los sitios donde hay que maniobrar o trasladar de lugar los elementos prefabricados.

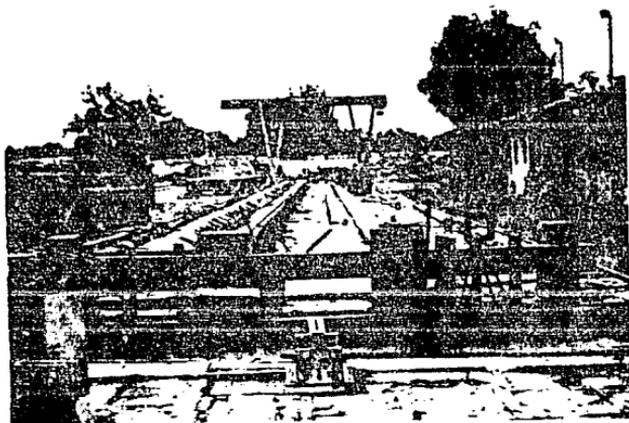


Fig.No.26

Vista parcial de la mesa de prefabricación y al fondo se observa la grúa pórtico, para el traslado de los elementos ya prefabricados.

C A P I T U L O V I
TRANSPORTE, MONTAJE Y
CONEXIONES.

TRANSPORTE, MONTAJE Y CONEXIONES

Uno de los problemas característicos de la industria de la prefabricación de elementos de concreto se presenta en el transporte y montaje de dichos elementos. Por lo que los límites de esta industria no son fijados por la producción de las piezas -- sino por su maniobra.

Con el fin de aminorar el número de uniones y maniobras a realizar con las piezas en su proceso de fabricación, transporte y montaje, son diseñados cada vez mas elementos de mayores dimensiones; la elaboración de elementos para vivienda a base de columnas y vigas ha dado lugar a la de, compartimientos o paneles, proyectándose como una posibilidad para el futuro, en el uso de un conjunto de estructuras tridimensionales.

Los principales problemas se presentan en el transporte de piezas desde la fábrica a la obra, y estos contratiempos están originados mucho mas por las dimensiones toleradas, que por el peso de las piezas.

La fabricación de piezas en una planta fija, tiene la limitación que implica el transporte. No obstante, cuando las piezas son moldeadas en el suelo, a un lado de la posición que ocuparán en la obra montada, su maniobra es reducida a una sencilla eleva

ción de la pieza por lo que sus dimensiones pueden ser mucho mayores.

Su limite sería dado por el peso que pueda manejar la maquinaria disponible.

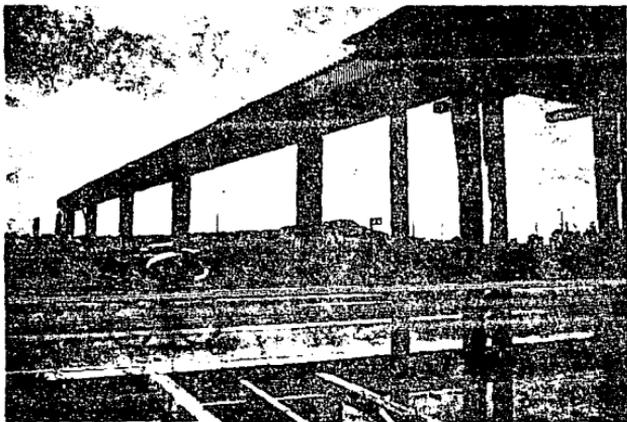


Fig.No.27.
Construcción del Puente Peatonal, en al zona del Periferico Sur. Elementos prefabricados de una sola sección, que es cubierta entre los claros.

TRANSPORTACION DE PRODUCTOS DE ELEMENTOS DE CONCRETO

La Transportación de las piezas se encuentra sujeta a diversos factores, entre los que podríamos citar; las dimensiones de las piezas, forma, peso; y otros, que agruparíamos en lo que se refiere al medio de transporte y a las vías de comunicación.

Por lo que respecta a las fábricas fijas, una de las limitaciones que se presentan, son las vías de comunicación, representando un dato en el cual no podríamos tener influencia, lo que podemos elegir es la ubicación de la planta de manera que las vías de comunicación hacia ella sean accesibles.

Cuando una fábrica se encuentra a pie de obra, se cuenta con cierto margen de actuación sobre las vías de transporte interiores del complejo fábrica-obra y los medios de transporte.

El proyecto de las piezas deberá hacerse tomando en consideración los medios de transporte que han de ser utilizados. Un aprovechamiento máximo de la capacidad de transporte se logra cuando el peso de cada una de las piezas es un divisor de la carga admisible del vehículo.

Las piezas cuyo tamaño es pequeño o mediano, pueden ser transportadas a través de medios convencionales; no obstante,

los elementos de grandes dimensiones necesitan plataformas de transporte diseñadas especialmente para ello, por lo tanto esto requiere de un costo mucho mayor.

Por norma general, las piezas han de transportarse en la misma posición que tendrán en la obra, lo cual dificulta la carga y descarga, pero hace trabajar a las piezas de forma mas idónea. No obstante, muchas ocasiones, y especialmente por las limitaciones impuestas por las normas y la necesidad de conseguir un aprovechamiento adecuado de la capacidad de transporte, se pueden llevar las piezas de otra manera.

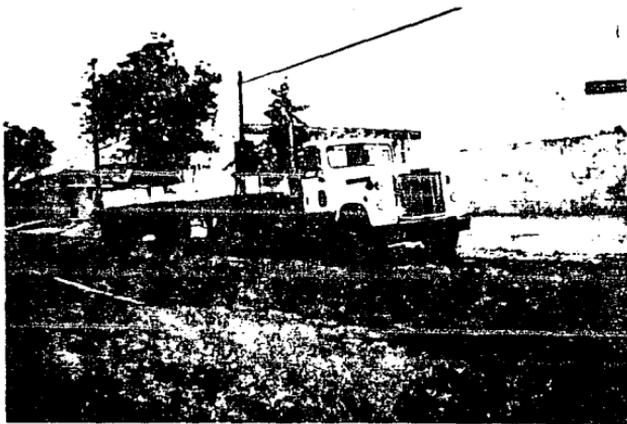


Fig. No.28

Vehículo para la transportación de elementos prefabricados.

Si las piezas son transportadas conjuntamente con diferentes características geométricas, es importante y conveniente -- acomodarlas en el vehículo en inverso orden al de montaje.

Es primordial obtener un asiento bueno de las piezas, evitando que durante el transporte sufran avería. Cuando las piezas de mayor tamaño a 1.5 mts, sean transportadas en posición vertical, se necesitaran bastidores de madera o metálicos, mejor aún para su apoyo. Si los paneles o losas son transportadas horizontalmente, no se deberán apoyar unos sobre otros, se deben intercalar igualmente elementos blandos, siendo suficientes listones anchos, contruidos en madera de forma que la superficie de apoyo no sea muy reducida.

Algunas piezas es conveniente rigidizarlas durante el -- transporte, como sería el caso de las láminas superficiales en donde interesan rigidizadores transversales, o el de pórtico. - En paneles de grandes aberturas, sería conveniente disponer también de algún rigidizante en ellos.

Es adecuado fijarlas transversalmente cuando es excesiva - la esbeltez lateral.

M E D I O S D E T R A N S P O R T E

El medio de transporte mas común de las piezas de concreto es por carretera, debido a la gran flexibilidad e independencia que representa. No obstante, el ferrocarril también representa una opción en ésta industria, sobre todo para distancias grandes. Tiene el inconveniente que cuando no se cuenta con espue-- las en la fábrica ni en la obra, (lo cual puede ser factible - en el caso de grandes volúmenes de obra). hay que realizar cargas y descargas intermedias que encarecen el transporte.

La elección entre el transporte por carretera o ferroca--- rril esta sujeta a varios factores, entre los que podemos señãlar:

- La red de carreteras y ferrocarriles existentes.
- El volumen de las piezas por transportar.
- El precio de la tonelada /kilómetro en cada uno de los - medios.

Apesar de que el transporte marítimo o fluvial es mas baro to las fábricas ubicadas junto a los medios navegables son ex-
cepciones, y como lo mas normal es que la obra no se encuentre
cerca del embarcadero, se tiene que recurrir al traslado de las
piezas por carretera, lo que encarece el transporte.



Fig. No.29

PUENTE DE LA AUTOPISTA CUERNAVACA - ACAPULCO

Hay algunos casos en que el transporte y montaje ha sido
realizado con ayuda de helicópteros, lo que representa alguna
excepción, además de que son sumamente caros. Pueden estar ori

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA.

79

ginados por condiciones Topográficas o climatológicas excepcionales, o aún con fines puramente publicitarios, agregando a esto que las corrientes de aire originadas por los helicópteros - crean unos balanceos en la pieza, lo cual dificulta su montaje.

T R A N S P O R T E P O R C A R R E T E R A

Es el medio mas utilizado debido a su gran flexibilidad, - rapidez relativa e independencia que representa; además así como el ferrocarril tiene un servicio de tipo lineal limitado, -- por carretera se puede llegar con o menos facilidad a todas las zonas de construcción.

Una limitación que existe en todos los países son los vehículos de gran capacidad, que aquí es donde interesan.

Estas limitaciones de peso, vienen a ser muy rigurosas, ya que con estos valores se acostumbra dimensionar los firmes y -- estructuras, y los permisos especiales son muy difíciles de conseguir.

El tráfico por carreteras es otra de las limitaciones impuestas a las dimensiones de los vehículos, que se encuentran reguladas. Dentro de cada nación existen disposiciones especiales que acortan los valores anteriores acorde a las caracteris-

ticas locales.

Si el transporte ha de ser realizado en zonas urbanas o carreteras secundarias es necesario recorrer antes el trayecto observando las posibles limitaciones al tráfico. En este aspecto cabe destacar que es muy importante el radio de giro y el de maniobra del vehículo y de su relación con los del vehículo tipo, empleado en el proyecto de la carretera.

Con el fin de aprovechar al máximo la capacidad del transporte, resultan muy interesantes las plataformas bajas, siendo recomendable que existan como mínimo una altura de 0.30 mts, -- sobre el suelo. En caso de piezas muy largas, como por ejemplo vigas para puentes, éstas pueden ser transportadas mediante un vehículo corto y una plataforma de apoyo unidas por la misma viga. En este caso se debe poner especial cuidado en su dimensionamiento y las acciones que sobre ellas han de actuar, pues pueden haber vibraciones que provoquen esfuerzos de sentido contrario a los que se encontrará sometida la viga en su posición definitiva en la obra.



Fig.No.30

Transportación Terrestre. Trailer con Plataforma

El transporte en carretera de los elementos prefabricados con distancias mas frecuentes van de 200 a 300 Km., y una carga de 40 toneladas de peso. En el caso de un conjunto de estructuras tridimensionales es recomendable no exceder de los 500 Km.

TRANSPORTE POR FERROCARRIL

Este tipo de transporte resulta de gran utilidad en las -- producciones de gran magnitud. Dicho transporte puede llevarse a cabo en trenes que se dedican a transportar de manera exclusiva elementos producidos por una fábrica, los cuales se encuen-- tran destinados a una obra determinada.

La transportación se realiza en convoy de carga general, utilizando vagones especiales. Dicha alternativa resulta económica cuando tanto en la fábrica como en la obra se dispone de espuelas, ya que en caso contrario se necesitan excesivas maniobras, las cuales representan un gasto mayor.

La otra distribución que señalabamos es menos común, y -- consiste en el uso de las vías dedicadas especialmente al transporte de los elementos a una obra determinada. Esta solución sólo puede ser factible en caso de grandes fábricas instaladas a pie de obra, donde la distancia fábrica-obra es pequeña.

El transporte de elementos pequeños y productos se lleva a cabo en vagones convencionales, pero los grandes elementos precisan de vagones especiales que a menudo su construcción es muy costosa.

Por lo que respecta a vagones requeridos en el caso de una vía propia (distancia cortas) suele circular la máquina con un número reducido de vagones, los cuales quedan estacionados en obra para su descarga, mientras tanto, la máquina retorna a la fabrica con los vagones vacios para su carga.

Hablando de grandes distancias, generalmente se realizan el transporte en convoyes de gran número de unidades, siendo - en este caso, adecuado contar en la obra con una pequeña máquina de maniobras, que permite trasladar los vagones hasta las grúas de elevación.

Se puede aceptar que la dimensión transversal sea mayor - que la que se permite normalmente en carreteras; no obstante, en la altura es un poco mas estricto el control respectivo.

La longitud de los vagones va a depender de las dimensiones transversales, la mas común tiene una longitud de catorce a veinte metros.

C A R G A Y D E S C A R G A D E L A S P I E Z A S

Con el fin de evitar algún retraso en el transporte de -- las piezas y que alguna avería, pudiera retrasar todas las operaciones de montaje, se acostumbra hacer un almacén pequeño a pie de obra, su volumen va a depender del número de piezas distintas, de la distancia del transporte y de la frecuencia de -- la llegada de los vehiculos. Se recomienda que el número de -- elementos almacenados a pie de obra sea de un 10% de total.

Suele llevarse a cabo la carga de los elementos con maquinaria que sirve al almacén de fábrica y la de descarga con la maquinaria del montaje.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

El costo del transporte tiene consecuencias en gran medida en el costo total de la obra. En dicho costo influye:

- La carga de las piezas.
- El costo de la tonelada/kilómetro
- Maniobras intermedias, almacenaje a pie de obra y descarga, cuando éstas tengan lugar.

En cada caso es necesario contar con el costo de mano de obra, amortización de la maquinaria e instalaciones y la energía consumida.

Las distancias del transporte dependen de la naturaleza y estado de las vías de comunicación, los medios disponibles de transporte y el costo de las piezas de transporte.

En las fábricas móviles, antes de iniciar la producción de

elementos para una nueva obra, es conveniente comparar los - - costos del transporte de la fábrica hasta la obra, con los de transporte de las piezas con su ubicación actual; del resultado de dicho análisis, en el que se debe tener en cuenta todos los factores, como son fuentes de materias primas, existencia de mano de obra, parque de vehículos disponibles, etc., se ha de deducir la conveniencia del transporte.

Es primordial la organización del transporte estudiando - todos los factores que tienen influencia y midiendo todos los tiempos y de las distantes operaciones para planificar el mismo. Una vez puesto en marcha, es importante verificar de manera periódica si se está cumpliendo el plan previsto, corrigiendo las posibles diferencias haciendo mas óptima esta actividad.

M A Q U I N A R I A D E E L E V A C I O N

Existe gran variedad de máquinas que pueden realizar la - elevación y montaje de los elementos de concreto. La elección de un tipo determinado ha de hacerse atendiendo a los distin--tos puntos, entre los que son importantes destacar:

-Número de elementos

- Características de los elementos, dimensión, peso, tipo, etc.
- Altura de la obra.
- Distribución en planta de edificación.

Por lo que respecta a las cualidades técnicas de la maquinaria de montaje es importante analizar los aspectos siguientes:

- Capacidad de elevación: pesos y distancias de colocación, altura máxima alcanzable (con dos metros como mínimo, - por encima del último elemento colocado).
- Precisión: permite colocar con facilidad los elementos - en el punto exacto sin golpes.
- Rendimiento: velocidad en el trabajo.
- Movilidad sobre el terreno: dependiendo de las necesidades de la obra.

Del rendimiento y la precisión, los mejores resultados se logran con maquinaria de dos velocidades como mínimo de trabajo con rápida elevación de las piezas y lenta para el montaje.

Se debe analizar también la posibilidad de usar en la misma obra varias máquinas de diferentes características. Esto puede resultar particularmente interesante cuando existen elementos de diferentes pesos, pues los medios de elevación mal aprovechados no son económicamente satisfactorios y además, por otra parte, su funcionamiento resulta mejor bajo carga constante o poco variable. La decisión ha de hacerse después de un análisis económico del costo total del montaje empleando distintas combinaciones de máquina sus costos máquina/hora, tanto en funcionamiento, como parada, así como sus rendimientos reales medios, para sus diferentes elementos. En este estudio ha de incluirse la duración total del montaje que en muchos casos puede resultar un factor decisivo.

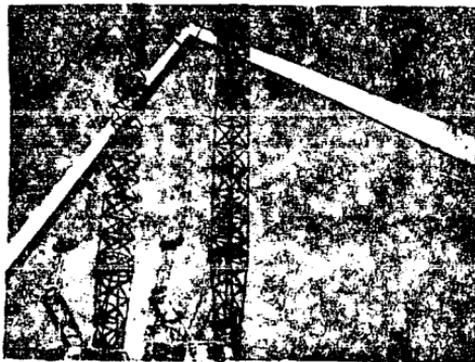


Fig.No.31.
Montaje de elementos Prefabricados.
Obra: Fertimex, Lazaro Cárdenas-Las Truchas. (Michoacán México).

T I P O S D E M A Q U I N A R I A

La maquinaria se suele clasificar según sus movimientos y la manera de realizarlos. Generalmente los movimientos posibles en la maquinaria de elevación son:

- Elevación de la carga.
- Elevación de la pluma-deslizamiento de la carga.
- Giro del conjunto.
- Translación del conjunto.

No todas las máquinas de elevación tienen estos movimientos, pues muchas veces se especializan aumentando su capacidad a costa de limitar su movilidad. Es primordial que la totalidad de los movimientos que tenga una máquina se lleven a cabo mecánicamente, o de preferencia, hidráulicamente.

Entre la maquinaria que se utiliza para el montaje de elementos de concreto podemos mencionar los tipos siguientes:

-Gruas torre: sobre carriles.

-Autogruas: sobre neumáticos y orugas.

-Gruas pórtico: sobre carriles y neumáticos.

-Gruas mástiles: simples, gemelas.

-Derricks: móviles y fijas.

Las gruas torre y las autogruas por lo general son conocidas como gruas, son las de más uso. Las pórtico y los mástiles son reservados para cargas muy grandes y un número reducido de elementos.

G R U A S

En términos generales constan de un bastidor que lleva a los elementos de apoyo y deslizamiento sobre el suelo; en el cual se encuentra montada una plataforma, que por lo general gira alrededor de un eje fijo en el bastidor, sobre la que va fijo un brazo con un contrapeso y una pluma para el movimiento de las cargas, pudiendo las dos, ser de inclinación fija o variable. Cuando la pluma es de inclinación fija, es horizontal, y lo largo de ella se desplaza en un carretón el cual permite el

movimiento de acercamiento o alejamiento de las cargas.

Con el fin de poder aprovechar la capacidad de la grúa al máximo, los brazos suelen ser celosías de pequeños perfiles metálicos o incluso tubos por lo que son de poco peso.



Fig.No.32.
Montaje de elementos Prefabricados,
Obra: Instituto Mexicano del Petróleo.
México, D.F.

El tipo de apoyo con el suelo va a depender de las características del suelo y la distribución en planta de la obra. Cuando va montada sobre carriles es especialmente indicada en obras de tipo lineal o bien con edificios de poca superficie y hueco central.

Si son apreciables las cargas, las autogrúas son las más apropiadas, ya que al acercarse al punto de colocación de los elementos puede trabajar con brazos menores. Hablando de terrenos blandos o inestables se ocupan orugas, las cuales son algo más lentas y caras. En terrenos normales se eligen las ruedas, ya que brindan mayor movilidad.

En grúas de pluma horizontal o de inclinación variable interesa, para facilitar los movimientos de las cargas, que como mínimo existan dos metros entre la parte superior del último elemento colocado y la pluma. Por otra parte, si los cables son largos, resulta difícil la colocación de los elementos de las primeras plantas, por esta razón deben realizarse en el caso de la pluma inclinada con esta baja, en el caso de la horizontal interesa que la torre sea telescópica.

GRUAS GIRATORIAS DE TORRES

Son empleadas en construcciones industriales, cuando las piezas prefabricadas carecen de un peso considerable y pueden ser tomados un gran número de elementos y transportarlos, para después colocarlos en obra con una sola grúa. También son utilizados como complementos de una grúa mástil o de una autogrúa como la colocación de tableros de cubiertas o de paredes cuando la nave posee dimensiones muy grandes.

La grúa giratoria de torre es el aparato que más se usa en toda clase de obras. Aún en las construidas por los sistemas tradicionales. Esta aceptación se debe a que es sumamente económica por su funcionamiento a base de los electromotores que tiene, resulta mas barato que la autogrúa.

La autogrúa giratoria de torre consta de un carro o vagón de base móvil para carriles y de una torre con columnas giratoria a la que se acopla el descanso del brazo.

La parte que corresponde al pescante puede ir dispuesta con una contrapesante o sin él y puede ir provista con un carretón de servicio que desplaza horizontalmente, también realiza los desplazamientos de la carga modificando la inclinación del contrapeso.

Las tendencias que marcan los perfeccionamientos nuevos, pueden distinguirse por el hecho de que las grúas pequeñas hasta una capacidad de unas tres toneladas se construyen sin contrapeso. Una gran ventaja de estos aparatos es su rápido montaje y desmontaje y que la grúa se puede transportar por carretera sin mayor dificultad. Dichas grúas son de mayor interés para la construcción de prefabricados y son usadas mayormente para elementos de dimensiones pequeñas.

La potencia de la grúa se mantiene en todo el radio de la acción pescante.

Los inconvenientes de las grúas giratorias de torre son - que su montaje (para grandes grúas) requiere de 8 a 14 días, que ha de trasladarse sobre carriles, lo que naturalmente requiere la construcción de la vía y sus cimientos, además necesita una acometida para la corriente eléctrica que para las -- grandes grúas no siempre existe.

El movimientos de precisión en la elevación de las cargas puede realizarse sin dificultad con los electromotores y no resulta tan costoso como una grúa movida por motor de gasolina o por motor diesel.

Las Plumas mas largas suelen medir 45 mts.

A U T O G R U A S

Suelen ser los apratos más apropiados para el montaje de cubiertas industriales. Dichas cubiertas, generalmente poseen grandes superficies que hay que cubrir con el montaje, la grúa, por lo tanto debe, tener la capacidad de desplazamiento a fin de levantar el máximo peso con un brazo de palanca lo menor posible, para mayor posibilidad de maniobras.

Las autogrúas están compuestas de chasis o soporte automovil y de la pluma. El chasis, generalmente puede ser apuntalado o calzado adicionalmente, cuando se montan cargas muy pesadas.

La pluma ha de ser inclinada y giratoria para el montaje de los elementos prefabricados, ya que de lo contrario, la grúa tendría que desplazarse mucho para el montaje de las piezas en la obra.

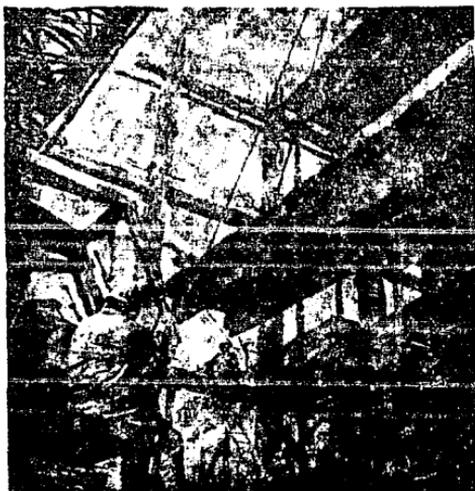


Fig.No.33.
Montaje de elementos prefabricados
tipo doble T.

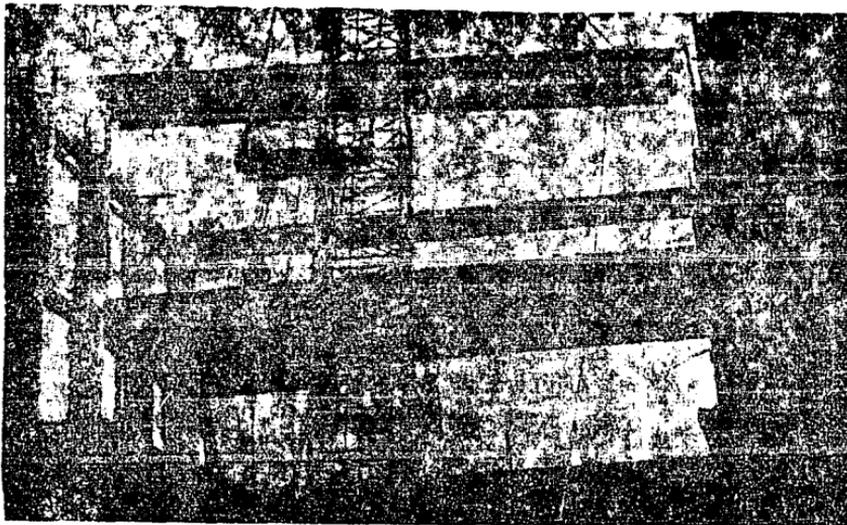


Fig.No.34.
Montaje de elementos Precolados, tipo doble T.

Dependiendo de como se encuentre construido el chasis de soporte al aparato, este irá sobre orugas, y solamente en terrenos que se encuentren en pésimas condiciones para la construcción, en gran parte de los casos es una modificación de una excavadora. De lo contrario se prefiere el autogrúa sobre llantas. La potencia del transporte del autogrúa puede sobrepasar las 200 toneladas, alcanzando alturas hasta de 80 mts. Resulta evidente que con grúas de dichas dimensiones pueden ser montadas sin ma-

por dificultad toda clase de construcciones industriales.

INCONVENIENTES DE LAS AUTOGRUAS

1. No tienen precisión en sus movimientos de elevación
2. La lentitud de su funcionamiento.
3. Su costo de adquisición es relativamente elevado.

GRUAS PORTICO O DE CABALLETE

Las grúas pórtico y las de caballete son utilizadas para la prefabricación a pie de obra, como auxiliares en el lugar -- donde se preparan las piezas cuando no se cuenta con grúa puente en el mismo.

Son utilizadas también para el depósito de elementos prefabricados y, finalmente se utilizan las gruas de caballete en -- obras de gran altura, cuando se necesita elevar grandes pesos.

La grúa pórtico está compuesta de un bastidor (pórtico), -- que según sea la carga que se ha de elevar y el claro, se hacen en forma de estructura de acero de paredes llenas o de estructuras de tubos de acero. Es conveniente que los montajes de dichos pórticos a los de que se da forma de (A), consten de dos partes, con lo cual, el carretón móvil entre ambos montantes pueda proseguir su movimiento hacia afuera, con el objeto de poder recoger cargas incluso al exterior de la zona cubierta por el pórtico. La ventaja de la grúa pórtico sobre la grúa giratoria de torre consiste en que los pórticos, para grandes alturas, son mas estables, lo que presenta grandes ventajas en los casos de vientos de gran velocidad. Además, la flecha de travesaño o puente horizontal no está en voladizo, sino apoyada en sus extremos, -- por lo que pueden ser también mayores las cargas con un costo --

relativamente menor de la construcción, circunstancia digna de ser tomada en consideración, el inconveniente es que hay que construir una vía mas y que el montaje de la grúa requiere mayor tiempo. Las máximas capacidades son en la actualidad tan elevadas como las de las grúas giratorias de torre. El campo de aplicación es necesario buscarlo mas bien en la superestructura de tipo alargado en que las grúas ordinarias tienen que recorrer una larga zona de trabajo.

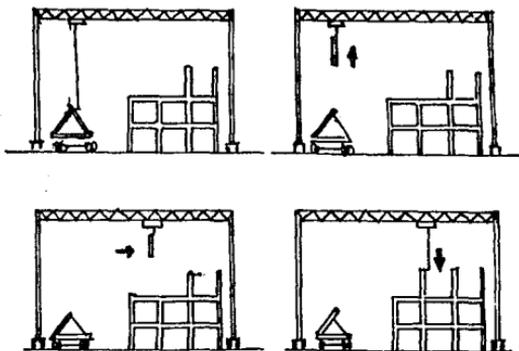


Fig.No.36.
Grúas tipo Pórtico. Esquematzación
del montaje.

G R U A S M A S T I L

Estas grúas son un tipo de maquinaria, el cual permite el movimiento vertical de grandes cargas. No obstante, la posibilidad de desplazamiento horizontal de las cargas es muy reducida, y como además, su capacidad de movimientos también se encuentra limitada, su campo de aplicación en el montaje de las piezas de concreto es restringido a pesar de lo económico en cuanto a su adquisición y funcionamiento.

M A S T I L E S G E M E L O S

Están compuestos de dos mástiles, unidos por dos traseros, uno a nivel de sus cabezas, y otro en su base, teniendo el conjunto forma de (A). Con el fin de facilitar su movimiento acostumbra ir montados sobre ruedas. Pueden, con articulaciones internas, tener un movimiento transversal.

El inconveniente que presentan las grúas mástil es su transporte y montaje, ya que necesitan mucho tiempo y maniobra.

M A S T I L S I M P L E

Tiene, por lo general, un mástil de celosía, articulado sobre una base de apoyo, arriostrado lateralmente por unos tirantes y provisto de un cable que, dirige su giro, y de otro para

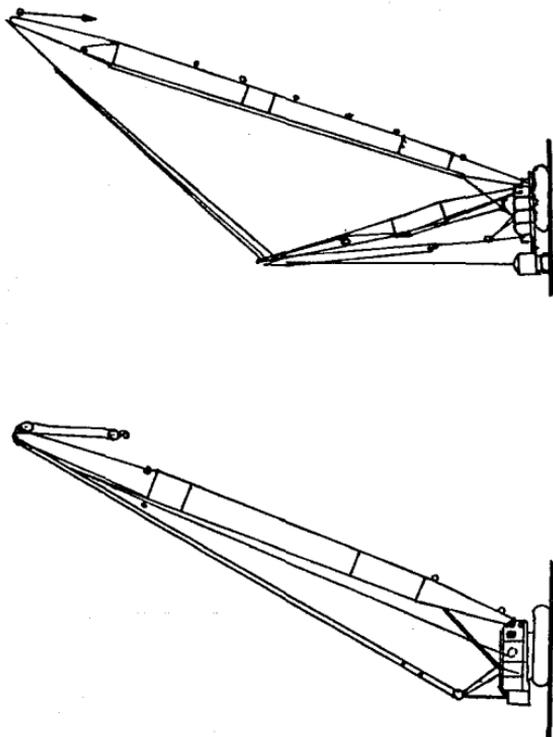


Fig.No.37. Autogrúas sobre orugas.

la elevación, Los dos pueden ser montados por tornos o cabres--
tantes mecánicos. En el caso de contar con espacio es mejor ir
a los mástiles dobles.

D E R R I C K S

Los Derricks, como los mástiles son de un tipo de maquina-
ria especial indicada para el movimiento vertical de cargas. Es
te tipo de maquinaria es muy sencilla y barata, permite elevar
grandes cargas. No obstante, son de tipos estático, pues aunque
sean móviles, su movimiento es demasiado complicado.

Escencialmente, consisten en una serie de piezas longitudi-
nales unidas, formando una estructura estáticamente estable, --
que dirige los movimientos de una pluma.

Una mayor movilidad de los derricks se logra montándolos -
sobre pórticos o carretones que se desplazan sobre carriles, --
con todos las condicionantes que ello supone.

El montaje de las piezas es llevado a cabo con los siguien-
tes movimientos:

- Elevación de la carga a través de un torón (cable).
- Elevación y giro de la pluma, limitando los dos el radio
de acción del derrick.

En los casos en que sea móvil, suele no estar capacitado para transportar cargas durante su movimiento, debiendo apoyarse sobre durmientes durante la elevación de las cargas. Son utilizadas muchas, montadas sobre pontones flotantes llegando en algunos casos hasta las 200 toneladas.

Tienen la capacidad de elevar grandes cargas, incluyendo mayores de 30 toneladas, pero debido a que el transporte y el montaje son muy costosos, suelen ser usadas en obra de grandes volúmenes.

O T R O S M E D I O S D E E L E V A C I O N

Cabe mencionar aquí, únicamente los gatos apropiados para elevar grandes cargas con recorridos pequeños, en algún caso -- por sucesivas aplicaciones se han llegado a elevar a grandes alturas, los gatos mecánicos se encuentran basados en el principio del tornillo sin fin.

Los gatos hidráulicos cuando son utilizados, permiten un cierto desplazamiento horizontal, y pueden tener en algunos casos, una potencia superior a las 300 toneladas.

A N D A M I O S

El andamio es un elemento auxiliar muy importante en toda obra tradicional. Si una de las características de la prefabricación, es casi la total ausencia de andamios, no por ello pierden importancia ni interés. Se reduce su número y se simplifican grandemente, se dice que solo se precisa un 10% del requerido en una construcción tradicional. El Andamio se precisa, para el último retoque de las fachadas o incluso para un tratamiento superficial.

M O N T A J E D E V I G A S

Normalmente las vigas se montan suspendidas de dos puntos en el caso de las vigas de tipo continuas puede requerirse elevarlas suspendiéndolas de las secciones que corresponden a los apoyos. Cuando se trata de vigas de pequeña longitud una sola grúa puede llevar a cabo la operación, no obstante, cuando las vigas poseen una longitud considerable, se necesitan dos o más grúas.

Es de suma importancia que el montaje sea llevado a cabo en la forma prevista al dimensionar la pieza, pues las solicitudes que se producen en estas piezas durante su montaje pueden tener gran importancia. El montaje, se simplifica al montar las piezas sin necesidad de desplazamiento y normalmente se necesita

de 5 hombres para llevar a cabo el montaje de las vigas. Dos para realizar la fijación y guiar la pieza; dos son encargados de su ajuste, uno en cada extremo, y uno último en la grúa.

MONTAJE DE PANELES DE PARED

Montaje relativamente simple cuando son tomados los paneles de manera directa del vehículo de transporte en la posición que han de tener en la obra, incluso son transportados de forma horizontal, su giro no presenta dificultades grandes, si se suspenden mediante ganchos dejados en su cara superior. La maquinaria más empleada son las grúas torre o las autogrúas sobre neumáticos.

La fijación es llevada a cabo normalmente mediante puntales, requiriéndose de 4 a 5 hombres para su montaje, uno o dos para enganchar la pieza, uno en la grúa y dos para llevar a cabo el ajuste.

Es sumamente importante el orden en que se han de montar los paneles siendo preferible dejar al final los de la fachada.

MONTAJE DE PANELES DE FORJADO Y PIEZAS DE CUBIERTA

Este tipo de elementos se acostumbran montar de manera horizontal, con balancines de cuatro cables normalmente, dos de ellos deslizantes.

No se deben colocar estas piezas hasta que las inferiores sobre las que descansa estén definitivamente rigidizadas; suelen recibirse con una capa de mortero siendo conveniente realizar su unión con las piezas adyacentes lo más pronto posible. Aunque la pieza pueda ser soltada antes de la unión definitiva.

TOLERANCIAS EN EL MONTAJE

En el montaje de las piezas es necesario conseguir la máxima precisión, por dos razones fundamentales, una, porque la falta de alineación puede ser estéticamente deplorable, dos, porque puede introducir solicitaciones perjudiciales comprometiendo incluso la estabilidad de la estructura.

Para este tipo de construcciones es conveniente poseer en obra un equipo de topografía comprobando los niveles y las alineaciones.

ORGANIZACION EN EL MONTAJE

Hemos dicho ya que en la prefabricación, no hay lugar para la improvisación, y uno de los aspectos que debe ser estudiados con mas cuidado es el montaje, esto no solamente es por representar, junto con el acabado, uno de los trabajos que necesita más mano de obra, sino por requerir la coordinación de una serie de equipos como son los de transporte, elevación, colocación y fijación.

Generalmente el ritmo del montaje es el que condiciona la organización del transporte.

En lo referente a mano de obra, se necesita de gente especializada para las siguientes puestos:

- Gruista.
- Apuntalamiento y reglaje.
- Fabricación, de concreto y morteros.
- Colocación y vibrado de concreto en juntas.
- Soldadores.
- Remates finales
- Obras secundarias.

Es igualmente indispensable un equipo de topógrafos que se encargue de comprobar la colocación de las piezas.

Nos damos cuenta que realmente es necesaria una gran cantidad de mano de obra, altamente especializada alguna de ella.

Los medios de transporte deben suministrar en forma ininterrumpida piezas a la maquinaria de elevación, pues de quedarse sin piezas supone paralizar no solamente la maquinaria sino también a los trabajadores encargados del montaje. Ya hemos mencionado que resulta interesante contar con un almacén pequeño de piezas, con el fin de evitar este problema, y que debe intentarse que la grúa tome directamente las piezas del vehículo de transporte. Debe existir también, un adecuado equilibrio entre la capacidad de elevación del conjunto de máquinas, los vehículos de transporte y el número de operarios, de manera que el montaje se pueda realizar con ritmo preciso, sin que existan tiempos muertos. También se debe seleccionar la potencia de los medios de elevación en función del peso y las características de los elementos a montar y de la distribución en planta del edificio. Por consiguiente hay una gran inversión en lo que se refiere a maquinaria y medios auxiliares de los que se tendrá que sacar el mayor provecho posible.

En resumen, el montaje de elementos prefabricados pretende reducir los tiempos de ejecución en la obra.

De manera general se puede señalar la secuencia de montaje en cada planta, y en el caso de estructura a base de paneles:

- Elevación y apuntalamiento de los elementos verticales portantes.
- Colocación y apuntalamiento de los elementos verticales no portantes.
- Ejecución de las juntas verticales (soldadura y colocación).
- Colocación de las losas prefabricadas.
- Ejecución de las juntas entre losas y paneles.
- Retiro de puntales.
- Operación final de acabado.

C O N E X I O N E S

Uno de los problemas de las estructuras prefabricadas son las conexiones, sobre todo cuando la estructura se encuentra -- localizada en zonas de alta intensidad sísmica, como en la República Mexicana. Por tal motivo, el calculista deberá tener en cuenta los conocimientos de la ingeniería y del diseño adecuados.

Por consiguiente, el diseño de conexiones, debe de tomar - en consideración los factores siguientes: producción, erección, cambios volumétricos y los sistemas de fuerza, esto para lograr una economía y un funcionamiento estable.

No profundizaremos en éste tema, en el cálculo de las conexiones, por lo extenso del tema, además por salirse del alcance de esta tesis.

D E F I N I C I O N

Son dispositivos para fijar las unidades precoladas entre sí o con las estructuras de construcción. Dichos dispositivos se encuentran entre miembros precolados; entre precolados y colados en sitio; entre miembros precolados y de acero estructural.

I M P O R T A N C I A D E L A S C O N E X I O N E S

Es definitiva desde el punto de vista económico, ya que se puede ahorrar tiempo y mano de obra, entre otros factores.

Desde el punto de vista mecánico, su funcionamiento condiciona la estructura y las partes que la constituyen para actuar de manera adecuada. Es importante resaltar, que uno de los problemas son las conexiones, pero su funcionamiento puede ser perfecto si se han proyectado, diseñado y ejecutado con eficiencia, sean estas de cualquier tipo.

PROPIEDADES DE LAS CONEXIONES

Las conexiones deberán ser diseñadas para las cargas siguientes:

- Cargas de servicio: vivas y muertas.
- Cargas accidentales: viento y sismo.

Los efectos de contraflecha y rotación también deberán ser considerados como efectos de erección.

Los miembros de concreto fallarán antes que las conexiones; normalmente esto se logra a través de un factor de seguridad -- previo en ellas (con un 10% mayor que los miembros estructurales adyacentes).

La anterior propiedad deberá ser compatible con los acabados de las estructuras ya que en éstas no se dejará ver la terminación de las conexiones.

Los acabados deben ser limpios, inoxidables, impecables, - sin manchas e impermeables.

REQUISITOS QUE DEBEN CUPLIR LAS CONEXIONES

-SEGURIDAD

Serán diseñados con una capacidad de unión, con la ayuda - de factores de seguridad adicional. Los cuales son del orden de 1.1, 1.2, etc., para el diseño elástico y hasta de 3 para el diseño al límite

- PRECISION GEOMETRICA ACEPTABLE

Considerando este requisito, es necesario tomar en cuenta:

- . La fabricación de las piezas.
- . El empalme de las mismas.

Durante la fabricación de las piezas hay que tener cuidado en sus dimensiones, procurando que los errores queden dentro de las tolerancias especificadas.

- ETABILIDAD DURANTE EL MONTAJE

Es indispensable que las conexiones sean diseñadas de tal manera que se permita algún grado de sujeción durante el montaje de las piezas prefabricadas sin necesidad de equipo especial antes de hacer la conexión.

-SENCILLEZ

Una conexión sencilla representa ventajas tanto en su diseño como en su construcción, ya que al aumentar la rapidez del montaje hace que se realice con un número mínimo de personas especializado y por lo tanto un número menor de errores.

- RIGIDEZ Y MONOLITISMO

Por lo general una estructura rígida posee suficiente resistencia a las fuerzas laterales.

También una estructura monolítica y continua representa un ahorro en materiales. Logrando esto mediante secciones más esbeltas.

-DUCTILIDAD

Se ha visto la necesidad de que tanto los elementos constitutivos de la estructura como en los de las conexiones sean dúctiles, sobre todo ante la presencia de los sismos.

Dicha ductibilidad consiste en que al llegar una pieza a su máxima carga, fluya primero el acero de refuerzo antes que falle el concreto.

Lo cual permite la formación de articulaciones plásticas - antes del colapso de la estructura e impide la falla instantanea de los elementos.

- APARIENCIA ESTETICA

Es importante recordar que las estructuras además de cumplir con los requisitos de resistencia y comportamiento adecuado bajo cargas de servicio, deberá cumplir con los requisitos - arquitectónicos.

El problema de lograr conexiones de aspecto agradable, no es fácil, pero se puede llegar a soluciones decorosas estéticamente.

-ECONOMIA

Es imprescindible tomar en consideración los aspectos que tienen influencia directa en el costo de las conexiones. Dichos factores son: mano de obra, empleo de equipo de montaje con personal especializado, materiales empleados en la fabricación y - la obra falsa, en caso de que así se requiera. Tipos de conexio- nes secas y húmedas,

- 1) Por gravedad.
- 2) Soldadas.
- 3) Con pernos.
- 4) Postensados.
- 5) Coladas en el lugar.
- 6) Con pasajuntas.

Conexiones de acuerdo con los diferentes tipos de unión:

- 1) Columna con cimentación
- 2) Columna con columna
- 3) Columna con viga.
- 4) Viga con viga.
- 5) Viga con piso.
- 6) Muro con piso.
- 7) Muro con muro
- 9) Piso con piso.

C L A S I F I C A C I O N D E L A S C O N E X I O N E S

Será expuesta una idea de manera general de la clasificación y descripción de los diferentes tipos de conexiones;

1.- Conexiones secas

Son las que tienen lugar mediante soldadura, atornilladas, tensado u otros procedimientos con ausencia total o parcial de concreto resistente vertido en el sitio.

2.- Conexiones Húmedas

Son en las que si interviene el concreto en el sitio, como elemento resistente y de transmisión de esfuerzos; éstas comprenden:

a) Conexiones por gravedad:

Son las conexiones más simples que existen y consisten en un elemento presforzado, precolado que descansa sobre su apoyo con escasa o nula fijación física.

b) Conexiones soldadas:

Son aquellas en las que se aplica soldadura debido a que sobre la viga se aplican cargas muertas importantes, reduciendo de ese modo los esfuerzos de la soldadura.

Cabe resaltar la importancia de que la tensión axial de las vigas se transmite de manera horizontal mediante la con-

xi6n. En vigas horizontales se soldan placas de acero y estas si no son bien soldadas puede dar lugar a grietas verticales cerca de los extremos de la viga, dando como resultado una falla cortante. Cuando el acero horizontal resulta insuficiente puede -- provocar deslizamiento vertical de una parte de la columna.

c) Conexiones con pernos.

La reducci6n del costo, es una ventaja que presenta esta - conexi6n por la rapidez del montaje y la fijaci6n.

Los pernos son usados en cortante o en tensi6n, los cuales deber6n estar protegidos contra la corrosi6n y el fuego; esta - protecci6n se dar6 introduciendo los pernos dentro del concreto.

d) Conexiones postensadas

Se recomiendan para resistir momentos mayores

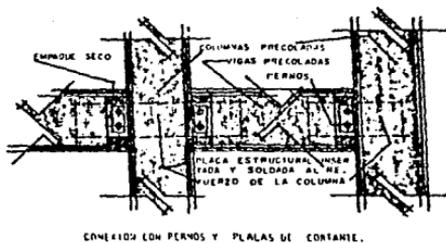
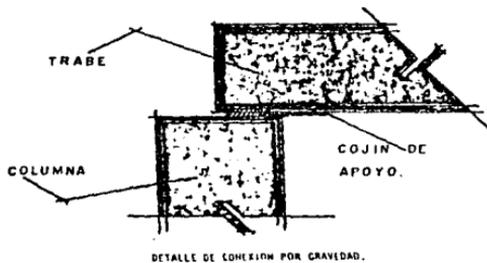
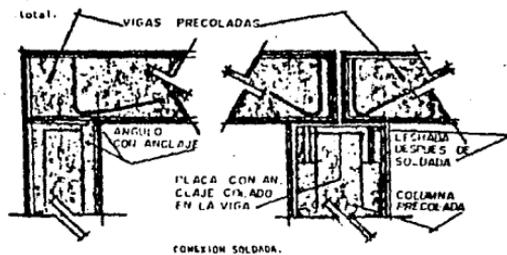


Fig.No.38. Conexión con pernos y placas de cortante.

Cada dispositivo de anclaje para el postensado deberá ser instalado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Los ductos que contienen los tendones deberán ser llenados de lechada posteriormente. Puede ser creado un marco rígido extendiendo los tensores postensados verticalmente mediante el extremo de la viga dentro de la columna de apoyo.

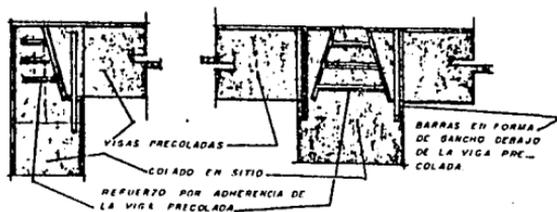


Fig.No.39. CONEXION COLADA EN SITIO

e) Conexiones coladas en el sitio.

Las conexiones coladas en el sitio entre miembros de concreto presforzado tienen la apariencia y comportamiento de un concreto monolítico. Se pueden construir y diseñar para cargas vivas distribuidas o aún para cargas vivas y muertas sobrepuestas.

Por lo general son usadas en climas cálidos. Los problemas de tolerancia se eliminan y finalmente la conexión tendrá una construcción monolítica.

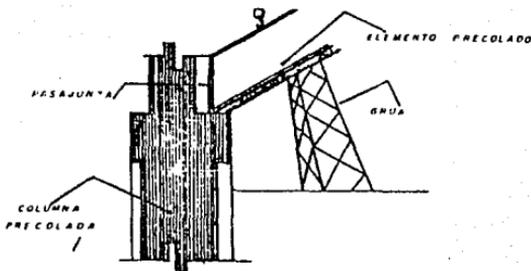


Fig.No.40. CONEXION CON TAPAJUNTAS

f) Conexiones con pasajuntas

Se trata de montar un elemento sobre otro, brindando un método sencillo y rápido de ligar los dos elementos. Si la parte superior del pasajuntas tiene rosca, puede colocarse una tuerca para mantener el elemento en su posición. Cuando el pasajuntas necesita adherencia, es llenada la camisa con lechada. Cuando se requiere algún movimiento, es colocado material de mastique en la parte inferior de la camisa inyectada con lechada o en su caso se inyectará la camisa con lechada.

g) Conexión articulada

La conexión articulada atiende al comportamiento mecánico.

Son las que evitan el desplazamiento y permiten giros siendo capaces de transmitir fuerzas cortantes y normales.

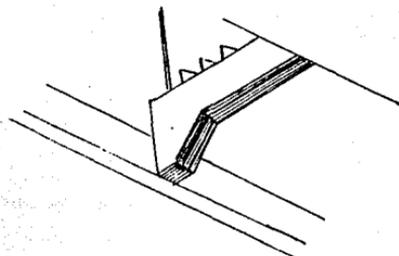


Fig.No.41. VIGA SECUNDARIA POSTENSADA A UNA VIGA EN VOLADIZO.

Son conexiones económicas y sencillas, ya que no presentan problemas de montaje de las piezas y se requieren cantidades pequeñas de acero reduciendo el costo de la conexión.

Por lo general son usadas en estructuras de un solo nivel, o en las que se puede confiar en la transmisión de los elementos mecánicos debido a las fuerzas horizontales, a otros miembros rígidos como muros o marcos contraventeados, o en las estructuras en las que presentan problemas de fuerzas horizontales de consi

deración.

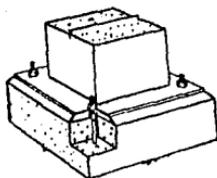
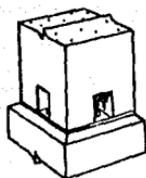


Fig.No.42. CONEXIONES ENTRE COLUMNA Y CIMENTACION

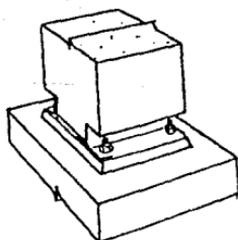
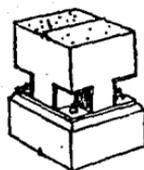
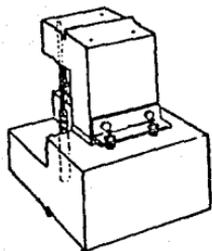
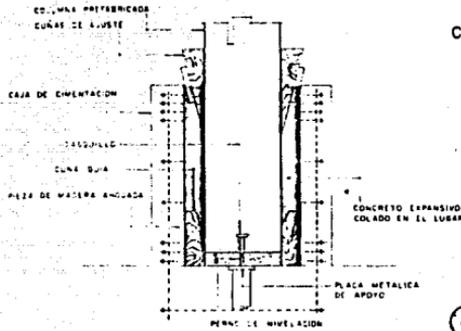
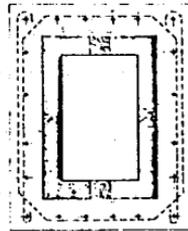


Fig.No.43. CONEXIONES ENTRE COLUMNA Y CIMENTACION

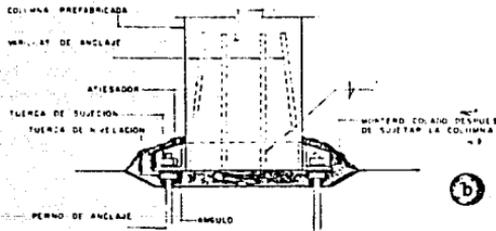
COLUMNA - CIMENTACION



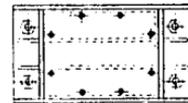
(a)



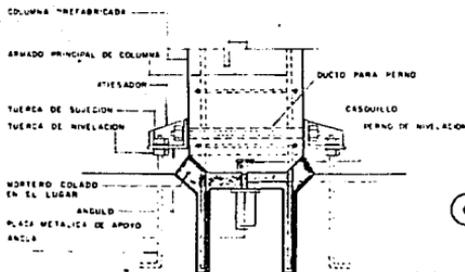
CONEXION A BASE DE CONCRETO REFORZADO.



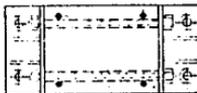
(b)



CONEXION EMPLEANDO ACCESORIOS METALICOS.



(c)



CONEXION MIXTA A BASE DE CONCRETO REFORZADO Y ACCESORIOS METALICOS.

Fig.No.44. Conexiones Columna-Cimentación.

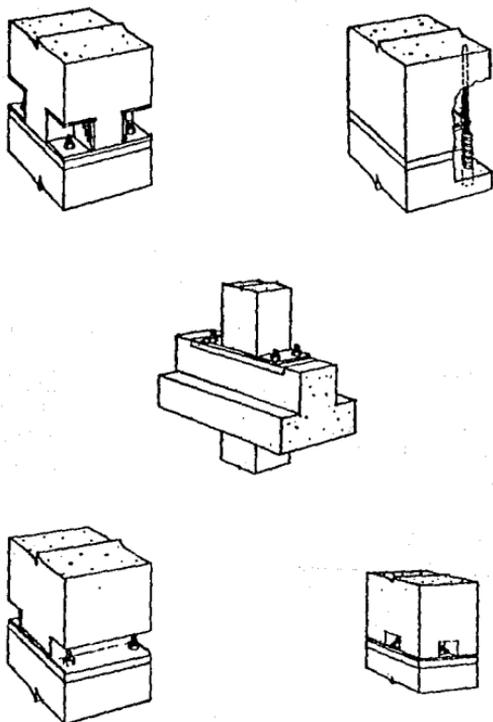


Fig.No.45.CONEXIONES COLUMNA A COLUMNA

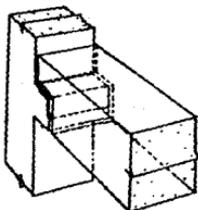
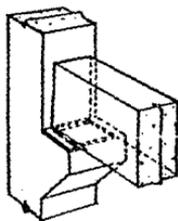
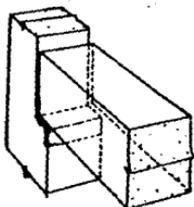


Fig.No46. CONEXIONES DE COLUMNAS
CON VIGAS

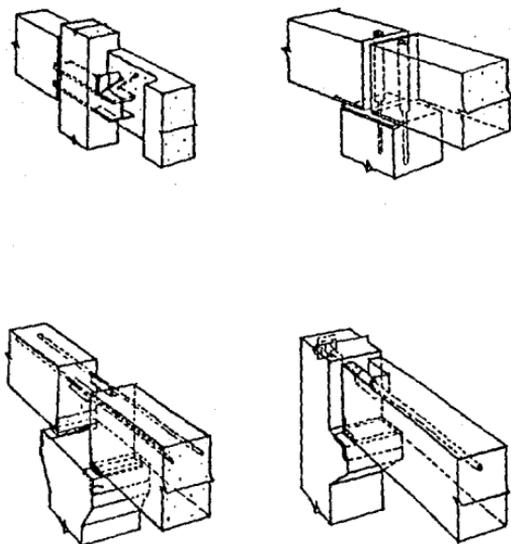
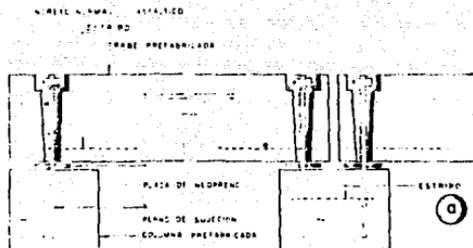
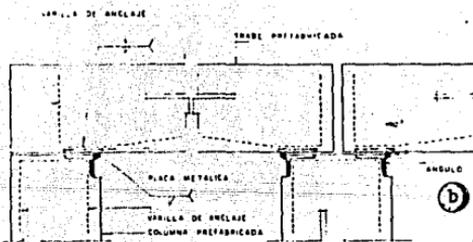


Fig.No.47. CONEXIONES DE COLUMNAS CON VIGAS

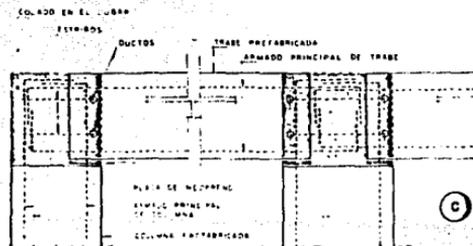
TRABE - COLUMNA



CONEXIÓN ARTICULADA A BASE DE PLACAS DE NEOPRENO Y PERNOS DE SUJECIÓN.



CONEXIÓN ARTICULADA EMPLEANDO ACCESORIOS METÁLICOS SOLDADOS.



CONEXIÓN RÍGIDA FORMADA POR TRASLAPES ENTRE VARILLAS Y COLADO EN EL LUGAR.

Fig.No.48. Conexiones Trabe-Columna.

TRABE - COLUMNA

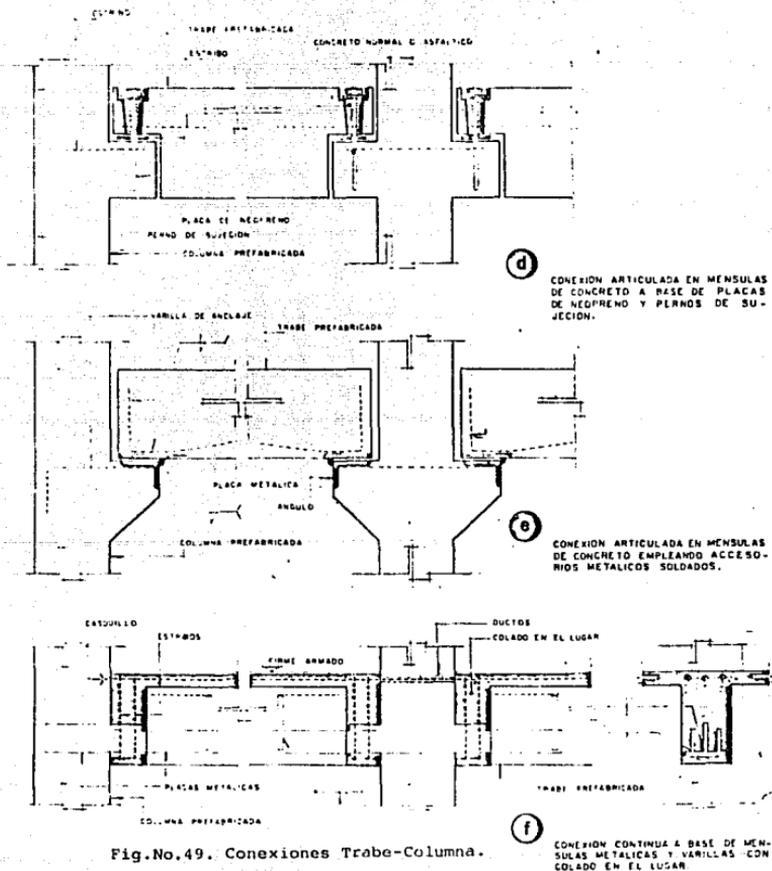
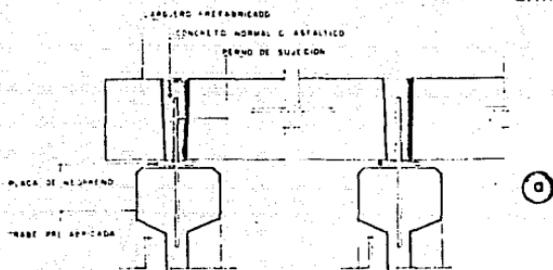


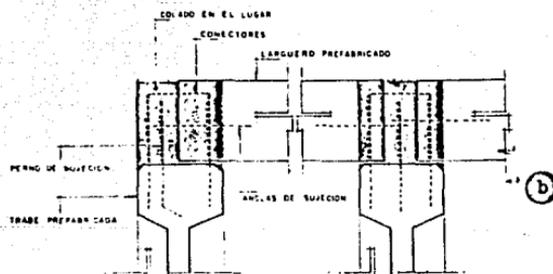
Fig.No.49. Conexiones Trabe-Columna.

LARGUERO - TRABE



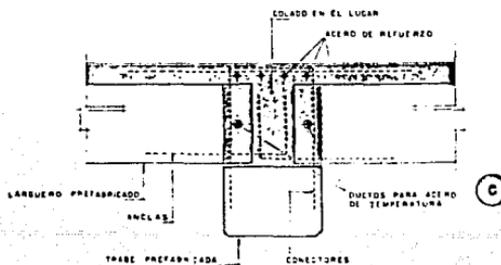
(a)

CONEXION ARTICULADA EMPLEANDO PLACAS DE REPOREDO Y PERNOS DE SUJECION.



(b)

CONEXION ARTICULADA MEDIANTE UN COLADO EN EL LUGAR.



(c)

CONEXION CONTINUA UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO Y COLADO POSTERIOR EN EL LUGAR.

Fig.No. 50. Conexiones, LARGUERO-TRABE

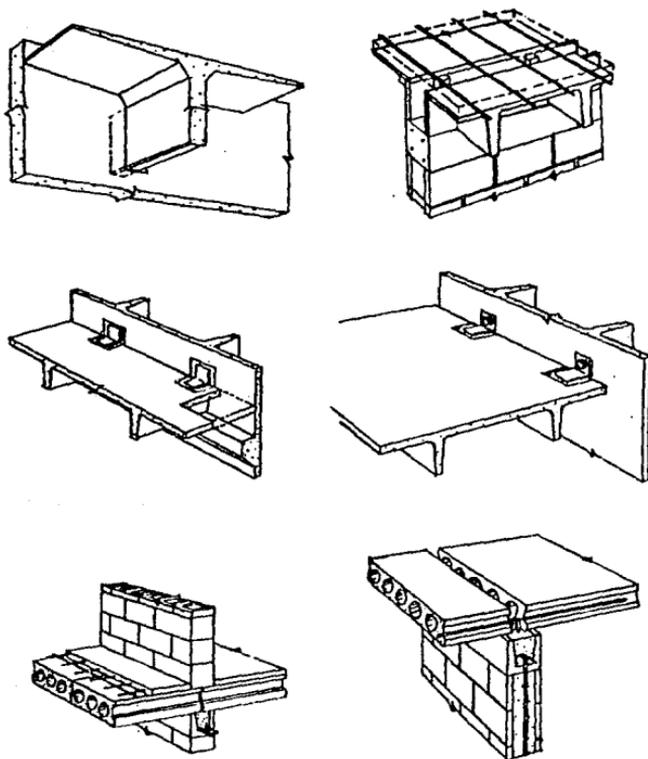


Fig.No.51. CONEXION DE LOSA A MURO.

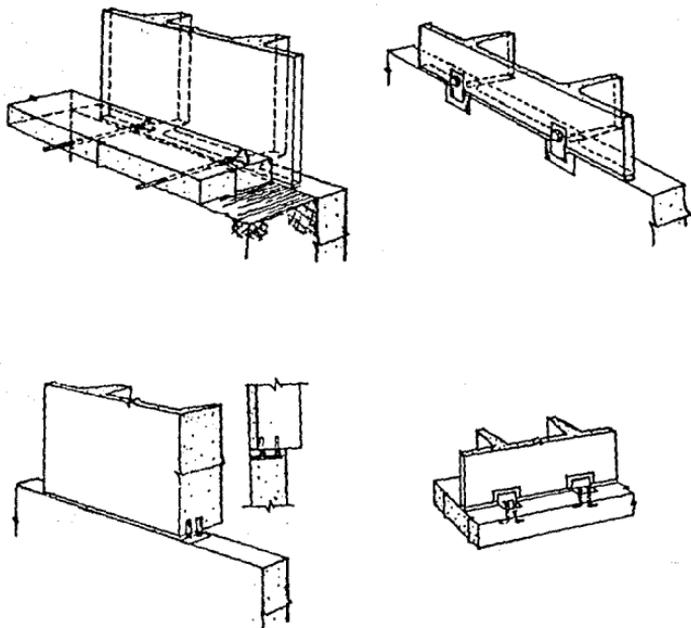


Fig.No.52. CONEXION DE MURO A PISO

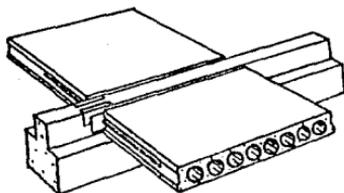
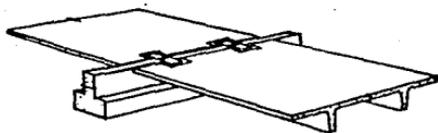
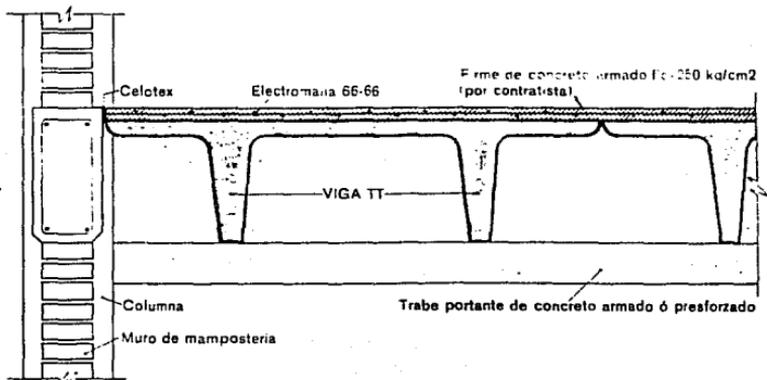
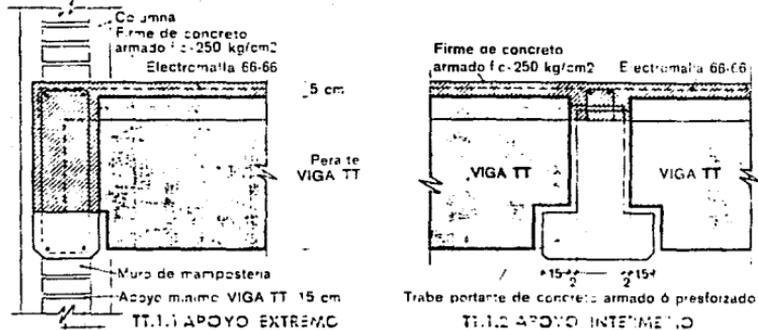


Fig.No.53, CONEXION DE VIGA A PISO

CONEXIONES.
VIGA TT EN ENTREPISOS.



RESTRICCIÓN LATERAL

Fig. No.54. Conexiones Viga TT en Entrepiso.

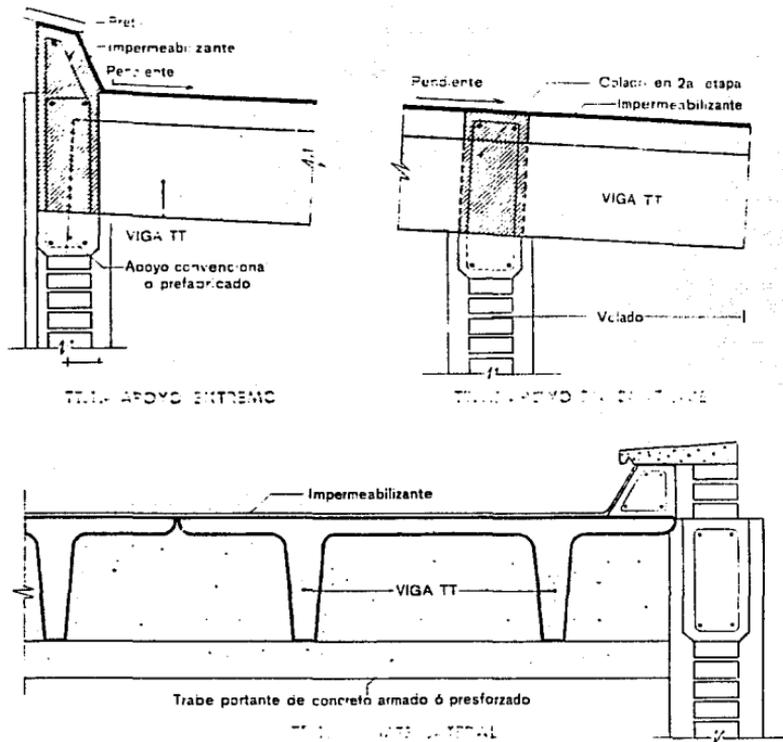
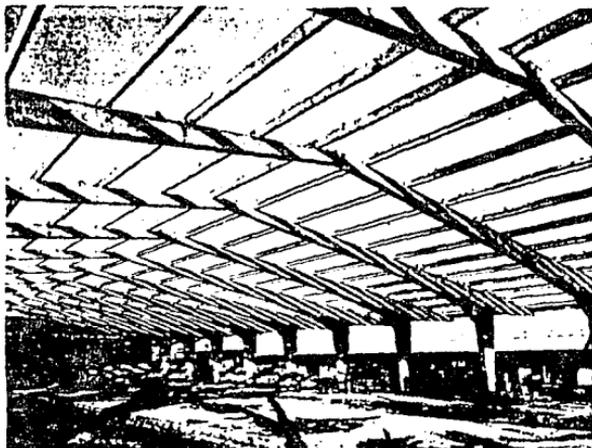


Fig. No.55. Conexiones Viga TT en Techos.

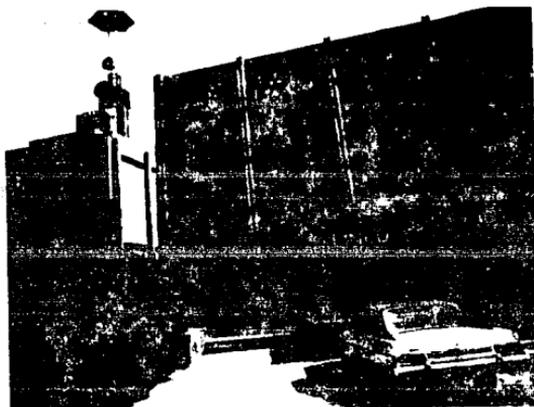
A P L I C A C I O N E S .

Dentro de las aplicaciones podemos señalar, la gran variedad de elementos prefabricados que se encuentran en el mercado, como vigueta y bovedilla, losa spancrete, traveses TTV, traveses AASHTO, viga TT, Ductos de concreto extruido y vibrocomprimido, bardas prefabricadas, traveses TY, etc...



Nave Industrial con elementos Prefabricados.

Diferentes soluciones con elementos prefabricados.



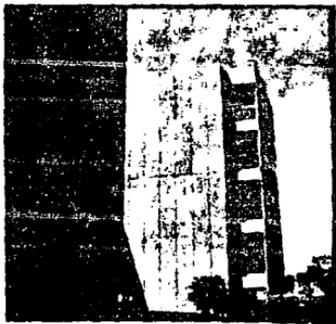
CANAL 13 T.V.
Fachada con Muro Spancrete



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL IZTACALCO
cubierta con trabes TY



Obra en construcción con elementos preclisados tipo TTT.



Edificación ya terminada con elementos prefabricados.

00000000

- ⊙ Losa Spancrete
- ⊙ Muro Spancrete



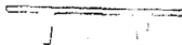
- ⊙ Trabes T para entresijos y Techos
- ⊙ Trabes T para puentes
- ⊙ Muros T



- ⊙ Trabes TY para cubierta



- ⊙ Trabes TC para entresijos
- ⊙ Trabes TC para puente



- ⊙ Trabes TT para entresijos y techos
- ⊙ Muros TT



- ⊙ Trabe TTV para cubiertas
- ⊙ Cubiertas industriales
- ⊙ Edificios prefabricados
- ⊙ Estructuras reforzadas

LOSA SPANCRETE

La Losa aligerada de concreto presforzado, extruida fabricada con cuatro peraltes nominales 10, 15, 20, 25.5 cms., el ancho estándar es de 100 cms., y longitudes de acuerdo al proyecto hasta 15 m.

SPANCRETE significa un ahorro en el peso de un 30 a un 40% en relación a una losa maciza.



1.- Estadio de Béisbol Mérida, Yucatán.

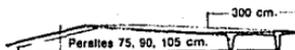
TRABES TTV

Es el elemento estructural de mayor sofisticación que se produce, su diseño fue hecho para satisfacer la demanda de cubiertas a dos aguas.

Cubren hasta $75m^2$, por pieza y se recomienda en, clinicas, bodegas, gimnacios, escuelas, etc.



4.- Distribuidora Chrysler, Texcoco.



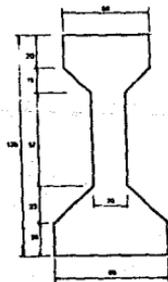
TRABES AASHTO

Este importante elemento prefabricado y pretensado permite soportar cargas y vibraciones en grandes -- claros.

Se emplea en Puentes de - caminos con separaciones de pilas de apoyo hasta 30 m., de centro a centro.

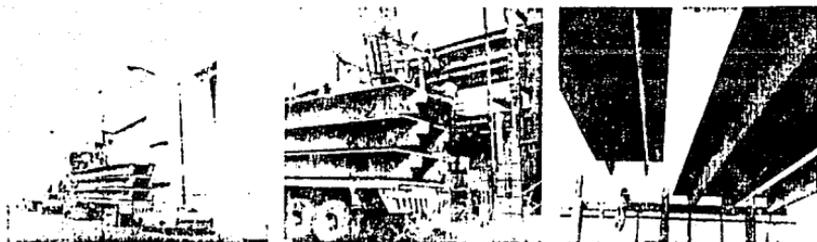
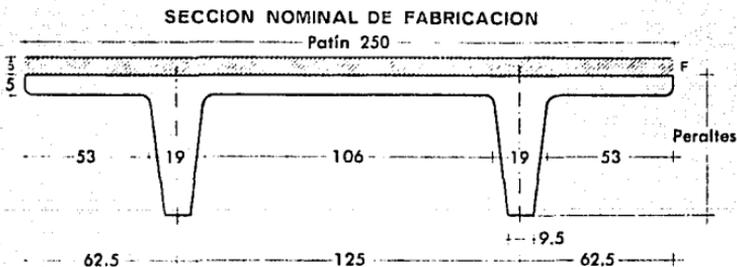


5.- Puente Gran Canal Tramo Lechería los Reyes.



Las Vigas TT son una variante de las vigas T del profesor T.Y. Lin, habiendo logrado una inmediata aceptación en el mercado de la construcción por ser una pieza de gran flexibilidad de uso y de amplios recursos arquitectónicos.

Cuando se especifican las Vigas TT en sistemas de entrepisos, es necesario vaciar en obra, después de colocados los precolados, un firme de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cm. de espesor, armado con eleg



tromalla 66-66 o similar. Este firme incrementa la capacidad de carga útil de las Vigas TT en ciertos rangos de longitud.

Las Vigas TT se utilizan principalmente como:

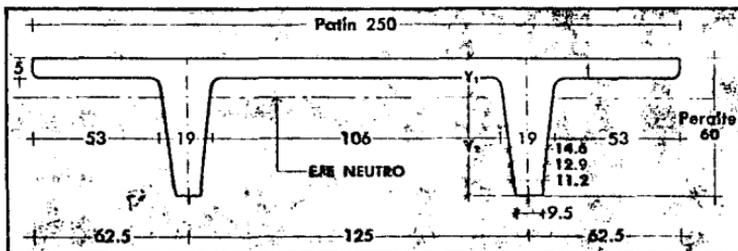
1.- Sistemas de entrepisos

2.- Sistemas de Techos

3.- Sistema de Muros

El constructor puede resolver con este elemento sus proyectos de habitación residencial, escuelas, edificios comerciales e industriales, entrepisos fabriles de gran capacidad de carga, etc.

GRAFICAS DE UTILIZACION DE LAS VIGAS TT SIN FIRME



PATIN	h	Y ₁	Y ₂	A	Z ₁	Z ₂	I
250	30.48	8.44	2121	2121	18766	7186	158385
250	40.64	11.59	29.05	2401	29444	11747	341252
250	50.80	14.74	36.06	2647	40766	16664	600897
250	60.96	17.77	43.19	2858	52408	21563	931291

h peralte total de la sección en cm.

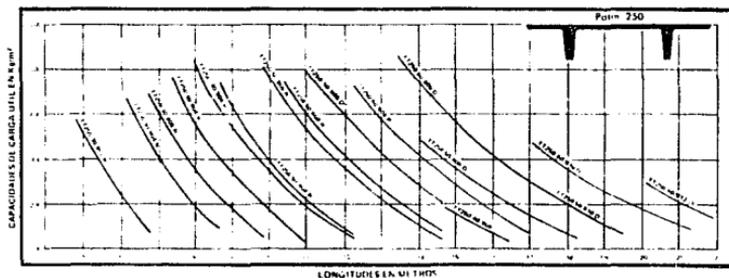
Y₂ distancia de la fibra inferior al eje neutro en cm.

Z₁-Z₂- módulos de sección en cm³.

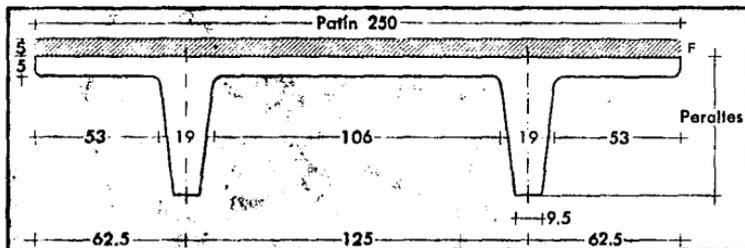
Y₁ de la fibra superior al eje neutro en cm.

A área de la sección en cm².

I momento de inercia en cm⁴.

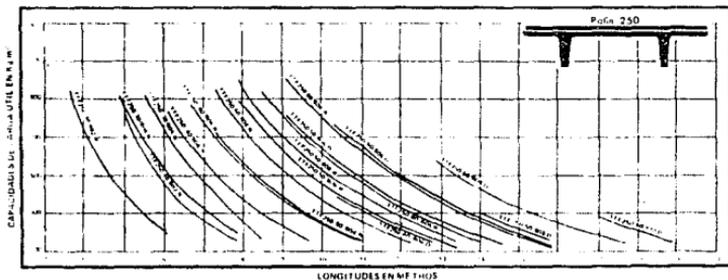


LONGITUDES EN METROS

GRAFICAS DE UTILIZACION DE LAS VIGAS TT CON FIRME


PA' IN	h	Y ₁	Y ₂	A	Z ₁	Z ₂	I
250	35.48	9.38	26.10	3371	27197	9774	255109
250	45.64	11.77	33.87	3651	43080	14970	507048
250	55.80	14.21	41.59	3897	60228	20578	855837
250	65.96	16.60	49.36	4108	77787	26160	1291269

h = peralte total de la sección en cm. Y₁ = Distancia de la fibra superior al eje neutro en cm.
 Y₂ = distancia de la fibra inferior al eje neutro en cm. A = área de la sección en cm.
 Z₁ = módulos de la sección en cm³. I = momento de inercia en cm⁴



ESPECIFICACIONES

Ductos de concreto armado y vibrado comprimido para líneas subterráneas eléctricas, o telefónicas. Se fabrican de 2 y 4 vías, por un (m) de longitud tiene cada vía 10 cm. de diámetro, según se necesite, las juntas son de tipo macho y hembra, lo cual facilita su instalación, junteo y cableado.



Nº Catálogo	Nº Vías.	Diametro Vías	Dimensiones	Longitud
DU-122	2 vías	10 cms.	13.5 x 25 x 100 cms.	100 metro
DU 222	4 vías	10 cms.	25 x 25 x 100 cms.	100 metro

BARDAS PREFABRICADAS.

Para Residencias, Conjuntos habitacionales, Escuelas, --
Centros deportivos, Comerciales, etc.

CARACTERISTICAS:

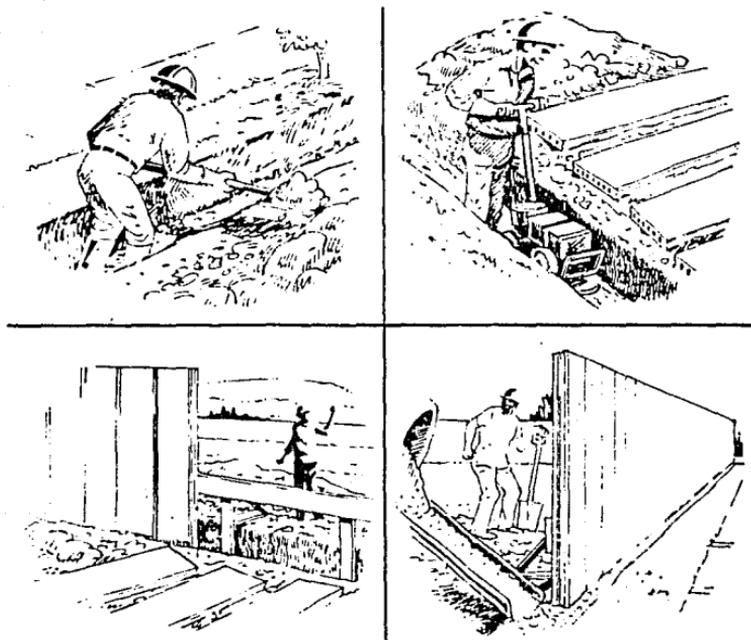
- * Rapidez de instalación
- * Economías directas e indirectas
- * Apariencia agradable
- * Nulo mantenimiento
- * Seguridad absoluta
- * Duración permanente
- * Desmontables
- * Eliminación de castillos y dalas
- * Resistencia a vientos
- * Concreto de alta resistencia $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
- * Acero de presfuerzo $F_{pu} = 18000 \text{ kg/cm}^2$
- * Menor peso propio

**PASOS PARA LA INSTALACION DE LAS BARDAS PREFABRICADAS
CON SPANCRETE.**

- 1.- Realice la excavación o cepa, arrojando el material hacia el interior del predio.
- 2.- Nivele el desplante mediante plantilla o compacte el suelo cuando las características de éste lo permitan.
- 3.- Coloque un apoyo horizontal provisional apuntalado hacia el interior. Estibe los paneles spancrete a lo largo de la excavación.
- 4.- Ejecute el vaciado de la cimentación mediante concreto simple a ambos lados del prefabricado.

INSTALACION DE BARDAS PREFABRICADAS DE CONCRETO.

Se instalan rápidamente, son atractivas y no requieren mantenimiento



TIPOS DE BARDAS PREFABRICADAS.

BARDAS PREFABRICADAS DE CONCRETO

POSTES					
ALTURA DE LA BARDA	NUMERO DE LOSAS TIPO	POSTES TIPO	EMPOTRE DEL POSTE	PESO APROXIMADO	
150 CM	3 (LO-255)	PO-211	50 cm	131 kg/ml	
200 CM	4 (LO-255)	PO-222	59 cm	174 kg/ml	
250 CM	5 (LO-255)	PO-233	56 cm	215 kg/ml	
300 CM	6 (LO-255)	PO-255	59 cm	272 kg/ml	
350 CM	7 (LO-255)	PO-266	70 cm	315 kg/ml	

NUM. CATALOGO	POSTES DE LINEA	ARMADO DE REFUERZO	f.c.	PESO
PO-211	de 13 x 15.5 x 200 cm	4Ø N° 2 - 5 [] col 8	180 kg/cm ²	64
PO-222	de 13 x 16.0 x 250 cm	4Ø N° 2 - 6 [] col 8	"	84
PO-233	de 13 x 16.5 x 300 cm	4Ø N° 2 - 7 [] col 8	"	100
PO-244	de 13 x 17.0 x 3.5 cm	4Ø N° 2.5 - 8 [] col 8	"	115
PO-255	de 13 x 17.5 x 350 cm	4Ø N° 2.5 - 10 [] col 8	"	148
PO-266	de 13 x 18.0 x 420 cm	4Ø N° 2.5 - 14 [] col 8	"	168

NUM. CATALOGO	POSTES DE ESQUINA	ARMADO DE REFUERZO	f.c.	PESO
PO-311	de 13 x 15 x 200 cm	4Ø N° 2 - 5 [] col 8	180 kg/cm ²	91
PO-322	de 13 x 15 x 250 cm	4Ø N° 2 - 6 [] col 8	"	114
PO-333	de 13 x 15 x 300 cm	4Ø N° 2 - 7 [] col 8	"	132
PO-344	de 13 x 15 x 350 cm	4Ø N° 2.5 - 10 [] col 8	"	157
PO-355	de 13 x 15 x 420 cm	4Ø N° 2.5 - 14 [] col 8	"	191

NUM. CATALOGO	POSTES "I"	ARMADO DE REFUERZO	f.c.	PESO
PO-411	de 13 x 18 x 200 cm	4Ø N° 2 - 5 [] col 8	180 kg/cm ²	84
PO-422	de 13 x 18 x 250 cm	4Ø N° 2 - 6 [] col 8	"	101
PO-433	de 13 x 18 x 300 cm	4Ø N° 2 - 7 [] col 8	"	134
PO-444	de 13 x 18 x 350 cm	4Ø N° 2.5 - 10 [] col 8	"	166
PO-455	de 13 x 18 x 420 cm	4Ø N° 2.5 - 14 [] col 8	"	184

NUM. CATALOGO	LOSAS NERVADAS	ARMADO POR LOSA	f.c.	PESO
LO-244	de 4 x 50 x 105 cm	20 long N° 12	110 kg/cm ²	33
LO-255	de 4 x 50 x 200 cm	30 long N° 8 60 transv N° 12	"	66



C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El acelerado crecimiento de la población en México, da como resultado gran demanda en materia de construcción, atendiendo las necesidades que todo gran país exige, con todos sus servicios e infraestructura. Lo cual implica un reto para la Ingeniería Civil, pues requiere de la optimización de las técnicas, materiales y sistemas que se usan en la construcción.

Frente a tales expectativas, se presenta como una opción la prefabricación de elementos de concreto, dicha técnica utiliza piezas elaboradas en talleres, siendo colocadas después en una obra determinada.

La técnica de la prefabricación necesita de la estandarización de algunos elementos básicos, los cuales deben tener la capacidad de poderse emplear de manera simultánea con otros prefabricados y en circunstancias diversas.

Tomando en consideración lo anterior, se puede constatar que la industria de los prefabricados de concreto, cada vez va adquiriendo mas importancia, brindando grandes beneficios en muchos aspectos. Sin embargo, presenta cierto atraso, pues al ser una de las mas antiguas, emplea técnicas obsoletas y obreros con hábitos de trabajo difíciles de adaptar a la automatización.

Por otra parte, la prefabricación facilita la utilización de métodos altamente mecanizados y automatizados, con los que es posible obtener una mejor planeación de actividades que en la construcción tradicional.

Un factor que es importante para su desarrollo ha sido el presforzado o pretensado en planta.

Por lo anterior, se considera de gran importancia la realización de la presente investigación, en la que se dan a conocer las características, procesos de fabricación y aplicaciones de este sistema.

Existe gran interés por los nuevos sistemas de construcción en México y se espera que en la medida en que la industrialización del país se vaya desarrollando, también se intensifique el empleo de elementos prefabricados de concreto, debido a las ventajas que estos brindan.

Es pues, la Industria de la prefabricación una gran alternativa en el futuro de la construcción en México, sobre todo por los beneficios ya mencionados en este trabajo.

Dicha opción surge atendiendo las demandas de una población cada vez más grande y con necesidades más imperantes.

Se considera que, a medida que se inicie la edificación de ciudades nuevas o se amplien las que ya existen, la prefabricación ha de ir tomando más fuerza, surgiendo como una respuesta a las exigencias y reclamos de las mismas.

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

- 1.- AUTOR: BASSO BIRULES FRANCISCO,
PREFABRICACION E INDUSTRIALIZACION EN LA CONSTRUCCION
DE EDIFICIOS.
ED. EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A. (ESPAÑA)
- 2.- AUTOR: BARBARA JAVIER
CONCRETO PRECOMPRESO
- 3.- AUTOR: KENT PRESTON M.
CONCRETO PRESFORZADO PARA ING Y ARQ.
- 4.- AUTOR: A.H. ALLEN
INTRODUCCION AL CONCRETO PRESFORZADO.
ED. IMCYC.
- 5.- AUTORES: OLVERA LOPEZ ALFONSO
BALLESTEROS BAROCIO PORFIRIO.
PREFABRICACION EN LA CONSTRUCCION.
PALACIO DE MINERIA.
- 6.- AUTOR: K BERNDT.
PREFABRICACION DE VIVIENDAS EN HORMIGON
ED. BLUME.
- 7.- AUTOR. WALTER MEYER-BOHE
PREFABRICACION TOMO I Y TOMO II.
ED. BLUME

8.- DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

**DISENO DE CONEXIONES EN ESTRUCTURAS PREFABRICADAS
DE CONCRETO.**

9.- FREDERICK S. MERRITT

MANUAL DEL INGENIERO CIVIL. TOMO I (8-25)

ED. MCGRAW-HILL