

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



**MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS
DE CONCRETO.**

TRABAJO ESCRITO

Que para obtener el Título de
I N G E N I E R O C I V I L
P r e s e n t a

VICTOR MANUEL MENDOZA GUTIERREZ

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E .

pag.

I.	INTRODUCCION	1
1.-	Análisis comparativo entre los procedimientos constructivos colado en el lugar y a base de elementos prefabricados de concreto, desde el punto de vista cualitativo.	3
II.	ASPECTOS GENERALES DE LA PREFABRICACION	
1.-	Definición, Antecedentes y Evolución.	7
2.-	Clasificación de los elementos prefabricado de concreto.	12
3.-	Principios del concreto reforzado.	12
4.-	Transporte de elementos prefabricados.	15
III.	EQUIPOS PARA EL MONTAJE	
1.-	Descripción.	22
2.-	Clasificación.	23
IV.	PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE	
1.-	Introducción.	37
2.-	Elección del equipo de montaje adecuado.	38
3.-	Equipo auxiliar.	40
4.-	Organización del montaje.	50
5.-	Seguridad en el montaje.	52
6.-	Tolerancias en el montaje.	54
7.-	Montaje de columnas.	57
8.-	Montaje de vigas.	62
9.-	Montaje de armaduras.	67
10.-	Montaje de arcos.	68
11.-	Montaje de elementos de piso y cubierta.	72
12.-	Montaje de paneles de fachada y pared.	74
V.	CONCLUSIONES.	78
	BIBLIOGRAFIA.	79

I. INTRODUCCION

Actualmente para la realización de obras a base de concreto, existen dos procedimientos constructivos. Uno de uso muy común que es el de colado en el lugar en el cual utilizamos obra falsa. Y el otro relativamente nuevo en nuestro medio a base de elementos prefabricados de concreto. El cuál va teniendo un uso cada día mas creciente en la construcción de obras.

El presente trabajo pretende mostrar la importancia que tiene dentro del procedimiento constructivo a base de elementos prefabricados de concreto la etapa del montaje. La cuál consiste en la elevación y colocación de los elementos prefabricados en el lugar que les corresponde en la estructura de acuerdo con el proyecto.

La secuencia de un elemento prefabricado desde su fabricación hasta su montaje se ilustra en el diagrama de la figura no. 1. Como puede observarse todas las etapas convergen en la del montaje, por lo cual se hace necesario un análisis previo al inicio de los trabajos para definir el procedimiento y equipo más adecuados para su realización. Dicho análisis tiene como finalidad abatir el factor tiempo de realización del montaje. Esto se debe a que en este procedimiento constructivo son utilizados equipos y personal especializados los cuales tienen un alto costo de utilización.

El presente trabajo pretende mostrar algunos de los aspectos más importantes sobre el montaje de elementos prefabricados de concreto.

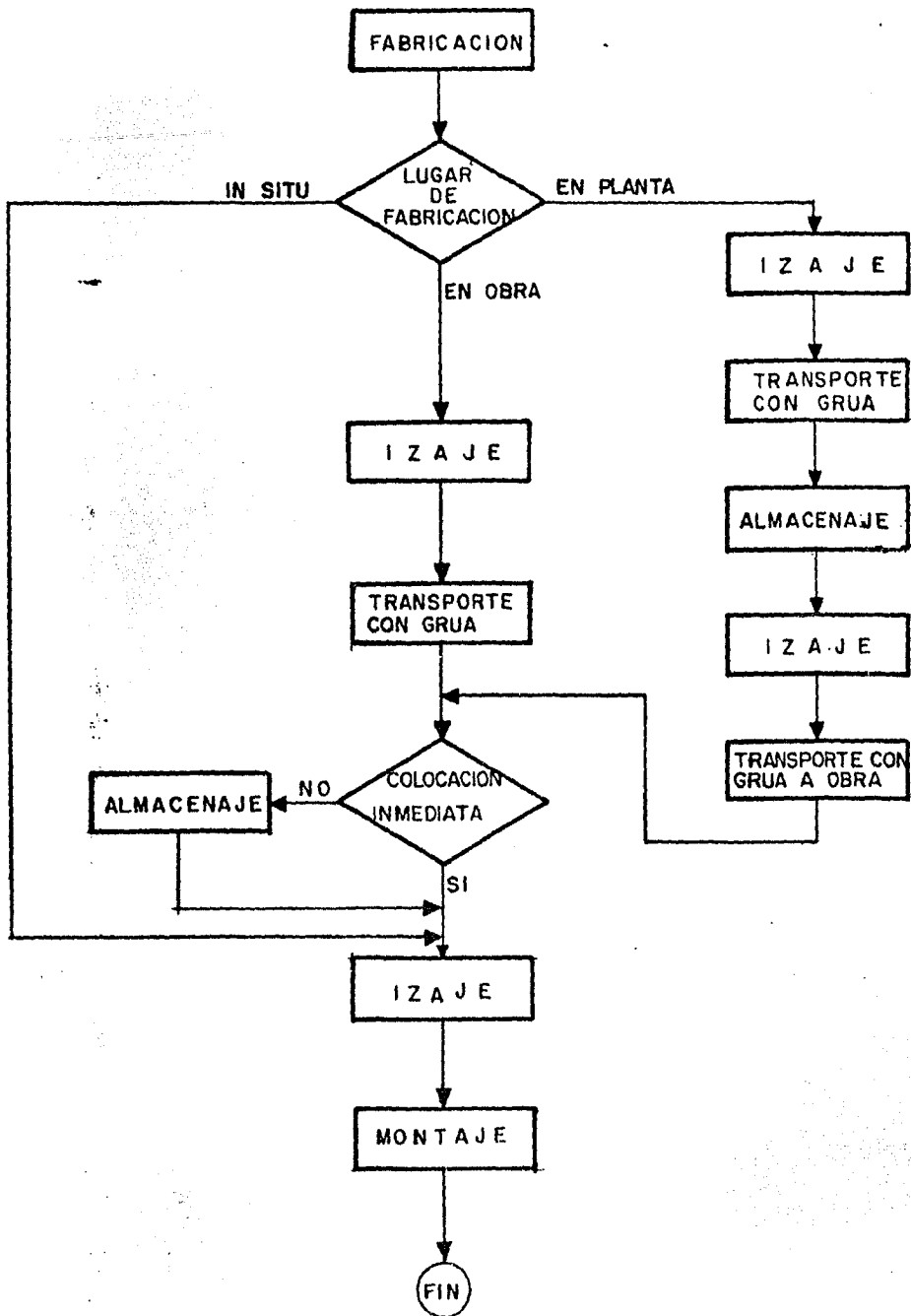


FIG. NO. 1

Secuencia de un elemento prefabricado desde su fabricación, hasta su montaje.

1.- Análisis comparativo entre los procedimientos Constructivos colado en el sitio y a base de elementos prefabricados de concreto, desde el punto de vista cualitativo.

Este análisis comparativo consiste únicamente en definir las ventajas y desventajas de un sistema con respecto al otro.

Prefabricación como solución constructiva:

- DESVENTAJAS

- a) Necesidad de invertir en equipo especial.- Cualquiera de los sistemas de prefabricación requiere inversiones iniciales en equipos mayores que en obras convencionales.
- b) Dificultad en el diseño de Juntas y Conexiones.- El diseño de juntas y conexiones es el aspecto más delicado en estructuras de elementos prefabricados, ya que no se dispone de un grado de continuidad como en estructuras de concreto ordinario.
- c) Alto costo del proyecto.- Debido a la mayor complejidad de los detalles constructivos, la elaboración de los planos, el estudio del procedimiento constructivo y la secuencia del montaje.
- d) Necesidad de una programación detallada.- La rapidez de construcción y uso eficiente del equipo son factores decisivos, debido a eso es necesario invertir en estudios de programación detallados.

- e) Supervisión cuidadosa.- La fabricación y montaje de estructuras prefabricadas requiere una supervisión cuidadosa en las dimensiones, armado, colado y construcción de juntas.
- f) Alto costo de transporte y montaje.- Los elementos prefabricados deben transportarse desde el lugar donde fueron elaborados hasta la obra, además ser montados en su posición definitiva en la estructura. El transporte y montaje implican costos bastante elevados en los que deben incluirse los originados por la rotura de las piezas y desecho de algunas debido a la pérdida de sus características durante maniobras, rigidizaciones temporales de los elementos y refuerzos especiales.

Es necesario tener en cuenta que en los procedimientos ordinarios hay costos de movimientos y almacenamiento de los materiales que en los elementos prefabricados no existen.

- g) Escasez de rigidez de algunas estructuras prefabricadas a base de vigas y columnas, debido a que fueron fabricadas aisladamente.
- h) Necesidad de prever la colocación de ductos para instalaciones y otros detalles constructivos. Ya que no es fácil improvisar ductos y otros detalles como en estructuras convencionales.

- VENTAJAS

- a) Economía de cimbra y obra falsa.- El ahorro será tanto más significativo cuanto mayores sean los claros y alturas de la estructura. Su importancia es evidente si se tiene en cuenta que no es raro que el costo de la cimbra y mano de obra, sean del orden de la tercera parte del costo total de la estructura de concreto colado en el lugar.
- b) Economía en mano de obra.- El empleo de sistemas de producción en serie y la mecanización, tanto de la fabricación de los elementos como de su montaje implican economías importantes en la mano de obra. En primer lugar, existe un ahorro evidente en la mecanización de determinadas operaciones manuales.
- c) Economía de materiales y disminución del peso propio.- Las características de la fabricación en serie de elementos estructurales permite aplicar sistemas de control de calidad. Así mismo tiene la característica de emplearse elementos esbeltos cuya disminución del peso propio es importante.
- d) Rápidez de ejecución.- La posibilidad de trasladar las distintas etapas de la construcción, en mayor grado que cuando se usan métodos convencionales, reducen notablemente los tiempos de ejecución. Cuando se dispone para el montaje del equipo adecuado, el tiempo puede llegar a ser corto. Además

la limpieza que caracteriza este procedimiento permiten que los trabajos de carpintería, acabados en muros, techos y pisos, instalación eléctrica, hidráulica y de plomería pueden iniciarse antes que en las obras convencionales.

Esta rapidez trae consigo actualmente una perspectiva atractiva, esto es - debido a las altas tasas de interés bancario que se tienen lo cual hace que el cápital se tenga en las instituciones bancarias; ya que la construcción por medios convencionales es lenta y la recuperación del cápital invertido lleve mucho tiempo.

II. ASPECTOS GENERALES DE LA PREFABRICACION

1.- Definición.

La prefabricación es un sistema constructivo que se basa en la fabricación de elementos estructurales en un lugar distinto del que tendrán en la estructura terminada.

El concepto de prefabricación tiene variedad de modalidades: Estructuras totalmente con elementos prefabricados, fabricados en plantas especiales. Estructuras Mixtas, combinando elementos prefabricados con elementos colados en el lugar.

Los elementos prefabricados pueden ser: de concreto reforzado o presforzado, según las características técnicas y económicas de dicho elemento.

La idea de aplicar la prefabricación a la construcción de estructuras de concreto reforzado no es nueva. Podría afirmarse que desde los comienzos de la técnica del concreto han existido dos tendencias constructivas; La que actualmente es de uso ordinario que consiste en ir formando la estructura en su posición definitiva mediante moldes que se caracteriza por lo elaborado de las cimbras y obras falsas, por la dificultad del colado del concreto que es necesario transportar y elevar desde el lugar donde se produce hasta su destino y tiempos de espera a que el concreto fragüe.

Una de sus cualidades reside en la facilidad con que se logran estructuras monolíticas y continuas, además la facilidad de lograr toda clase de formas.

La otra tendencia es la que ha dado origen a la técnica de la prefabricación, cuya característica principal es la industrialización de los procesos constructivos, que presupone la estandarización, tipificación de los elementos prefabricados y la mecanización de su fabricación y montaje.

Las estructuras a base de elementos prefabricados implican un sacrificio de la continuidad propia de las estructuras monolíticas.

La técnica de colado en el lugar esta indicada en estructuras de formas complicadas y variadas o en el caso donde el monolitismo es importante. La prefabricación es aplicable siempre que el volumen de obra y su naturaleza permitan una estandarización razonable de los elementos que la integran.

Un factor muy importante en el desarrollo de la prefabricación ha sido la técnica del resfuerzo, el cual implica una disminución considerable en su peso, lo cual es muy importante en el costo del transporte y montaje.

- Antecedentes y Evolución.

Inicia la prefabricación a fines del siglo pasado cuando se iniciaba el empleo del concreto reforzado, algunas de las primeras estructuras realizadas con este procedimiento es el casino de Biarritz en el año de 1890 en francia. Posteriormente tuvo cierto impulso en alemania durante la Primera Guerra Mundial debido a la escasez de mano de obra, la falta de madera y la urgencia de los programas de construcción de edificios industriales. Sin embargo hasta la segunda guerra Mundial tomo gran impulso, ya que

el uso de nuevos métodos se generalizó más. Al mismo tiempo, en Suecia, la escasez de acero impulsó el empleo de elementos prefabricados, sobre todo para edificios industriales donde eran más comunes las estructuras metálicas.

Después de la guerra (periodo 1945 a 1955) la enorme labor de reconstrucción, así como la creciente demanda de viviendas, obligaron a muchos países europeos a recurrir a métodos industrializados. Así, los planes gubernamentales de construcción de vivienda fomentaron la prefabricación en Francia, Inglaterra, países Escandinavos y otros.

En la unión Soviética ha adquirido una gran importancia, la mayor parte de los edificios de concreto son prefabricados, esto se debe a que en los planes estatales de desarrollo procuran desplazar la mayor cantidad de mano de obra a otras actividades productivas consideradas como más vitales.

En Estados Unidos de Norteamérica, a pesar del alto grado de mecanización y construcción que caracteriza a la industria en general, no ha evolucionado tanto. La razón, quizá, se encuentra en la oposición de los influyentes sindicatos obreros de la construcción que ven en la nueva técnica una amenaza a sus intereses económicos.

En la última década se ha observado una marcada tendencia a la sistematización e industrialización de la construcción, debido al creciente costo de los métodos tradicionales.

Como podemos observar la prefabricación de estructura de concreto ha prosperado en los países

de cierto grado de desarrollo industrial, impulsada unas veces por la necesidad de economizar ciertas materias primas, como el acero y la madera, y otras, por la escasez o el alto costo de la mano de obra.

En México su aparición es relativamente corta, ya que no fue sino hasta 1965 cuando se comenzó a utilizar elementos prefabricados pretensados. Sin embargo no ha tenido un respaldo en la planeación gubernamental, así como la falta de inversión de la iniciativa privada y la oposición de muchos arquitectos que lo ven como una amenaza a la libertad de expresión artística.

Algunos autores europeos consideran que la prefabricación moderna ha pasado por diferentes etapas sucesivas:

- a) Prefabricación ligera.- Denominada artesanal, la cuál da inicio con piezas moldeadas de concreto, tales como:
 - a.1. Tubos de drenaje.
 - a.2. Puntales y barandales para cercas.
 - a.3. Maceteros.
 - a.4. Lavaderos.
 - a.5. Elementos forjados para el suelo.
 - a.6. Pretilos forjados para cercas y balcon.
 - a.7. Etc....
- b) Prefabricación industrial.- En la cuál ya aparecen elementos con presfuerzo, y los progresos en calidad de la prefabricación han permitido su desarrollo a una escala que sobrepasa lo artesanal. Piezas como:
 - b.1. Pilotes de concreto armado para cimenta

ción.

- b.2. Tablaestacas para cimentación.
- b.3. Trabes y vigas.
- b.4. Losas.
- b.5. Columnas.
- b.6. Bloques y piedras artificiales.
- b.7. Huellas y contrahuellas de escalera.
- b.8. Postes para alumbrado público.
- b.9. Tubos de gran tamaño.
- b.10. Etc...

c) Prefabricación pesada.- Esta última fase, la más reciente que ha surgido en los últimos años ha llevado la concepción de grandes conjuntos constituidos por inmuebles que alcanzan 10 a 12 plantas, y longitudes de fachada de hasta 100m.

La prefabricación pesada ha comenzado con ocasión de la industrialización de la construcción de edificios. Suprime las estructuras creando elementos de carga superpuestos los uno a los otros. Existen tres tipos de sistemas de prefabricación pesada.

- c.1. Sistema longitudinal.- Consiste en formar las plantas con elementos de carga constituidos por los muros de fachada y los muros paralelos a ellos.
- c.2. Sistema transversal.- En el cual los elementos de carga son los constituidos por los muros perpendiculares a la fachada.
- c.3. Sistema cruzado.- Combinación de los dos anteriores.

2.- Clasificación de los elementos urefabricados

La aparición del presfuerzo ha permitido cierta reducción de las secciones y consecuentemente del peso propio de grandes elementos resistentes, ha creado la necesidad de clasificar los elementos urefabricados en:

a) Pretensados.- Son aquellos elementos a los cuales se les aplica el presfuerzo antes de ser colados, lo cual les crea un estado de esfuerzos de compresión en el elemento antes de que de comienzo su vida de trabajo. Este sistema se presta a la producción de elementos estructurales estandarizados, con ciertas reducciones en cuanto a la longitud y peso debido a que requieren ser transportados desde los centros de producción a la obra.

b) Reforzados.- Son aquellos elementos a los cuales no se les aplica presfuerzo, únicamente son fabricados en planta, debido a que por su forma y tamaño se prestan a la estandarización.

c) Postensados.- Son aquellos elementos en los cuales se vuelan y se les aplica el presfuerzo después del fraguado, estos tienen la característica de tener un peso y longitud considerable. Se fabrican normalmente en obra, en mesas portátiles con elementos recuperables.

3.- Principios del concreto ureforzado.

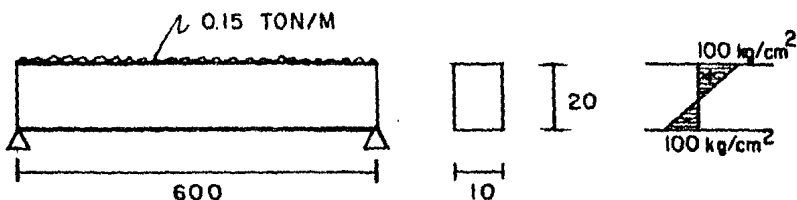
El inicio del concreto ureforzado fue debi

do a que se observaba la baja resistencia a tensión del concreto simple comparada con su resistencia a compresión. Se inició la búsqueda de la forma de suplir esa falta de resistencia. Se pudo lograr esto colocando acero de refuerzo en las zonas de los elementos estructurales donde aparecen tensiones, que es lo que hacemos en el concreto reforzado convencional. Esta forma de proporcionar resistencia a la tensión presenta un inconveniente: aún cuando el acero de refuerzo garantiza una resistencia adecuada no impide el agrietamiento del concreto aún a bajos niveles de carga. Presentándose con este agrietamiento inconvenientes sobre la apariencia y durabilidad de los elementos de concreto reforzado.

El presfuerzo se utiliza no solo para controlar el agrietamiento, sino también la deformación. El concreto presforzado puede concebirse simplemente como una modalidad del concreto reforzado ordinario, constituyendo el presfuerzo una sollicitación artificial que se le introduce al concreto para alcanzar alguna finalidad que se estime ventajosa.

El principio del presfuerzo puede ilustrarse en forma elemental con lo siguiente:

Considerese una viga de sección rectangular, de concreto simple, libremente apoyada.

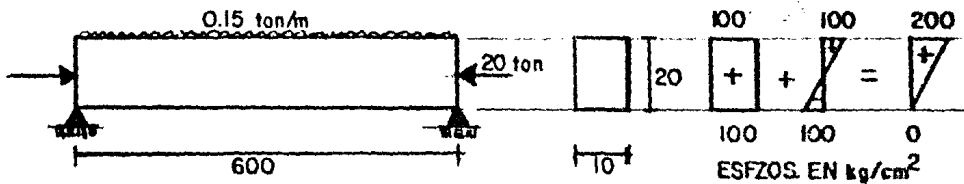


$$M = \frac{w l^2}{8} = \frac{0.15 \times (6)^2}{8} = 0.67 \text{ ton-m}$$

$$S = \frac{1}{6} \times 10 \times (20)^2 = 667 \text{ cm}^3$$

$$f_{is} = \frac{M}{S} = \frac{67,000}{667} = \pm 100 \text{ kg./cm}^2$$

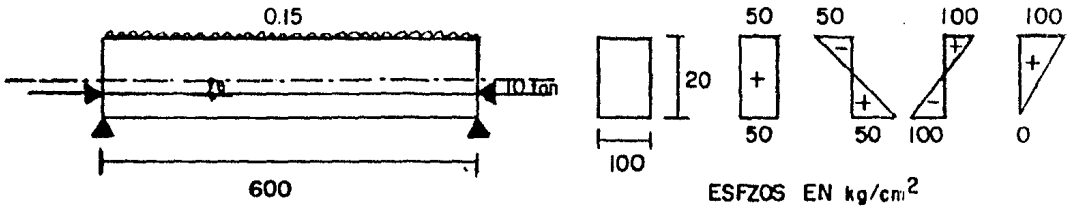
Suponiendo un comportamiento elástico, debido a la acción de la carga exterior, la viga quedará sujeta en su acción a esfuerzos de compresión y tensión. Como puede verse la magnitud de los esfuerzos a tensión no pueden ser resistidos por el concreto, pero si a la misma viga de concreto se le aplica un esfuerzo axial de 20 ton..



$$f_{i,s} = \frac{F}{A} \pm \frac{M}{S} = \frac{20,000}{10 \times 20} \pm \frac{67,000}{667} ; F_s = 200$$

$$(\text{esfzos. en kg./cm}^2) \quad f_1 = 0$$

Se producen esfuerzos de compresión uniformes, con lo que los esfuerzos de tensión en la fibra inferior se anulan, aunque los de compresión en la fibra superior se incrementan al doble. Así mismo si a la viga de concreto se le aplica una fuerza de compresión igual a la mitad de la fuerza axial del caso anterior, aplicada en el límite del núcleo central, con lo cual la fuerza produce un momento de signo contrario al producido por las cargas exteriores.



$$f_{i,s} = \frac{F}{A} \pm \frac{Fxe}{S} \pm \frac{M}{S} = \frac{10,000}{10 \times 20} \pm \frac{10,000 \times 3.3}{667} \pm \frac{67,000}{667} ; f_s = 100$$

(esfuerzos en kg/cm²)

$f_i = 0$

Las tensiones en la fibra inferior también se anulan, pero los esfuerzos en la fibra superior son iguales a la mitad de los esfuerzos correspondientes en la viga anterior.

Podemos deducir que para presforzar una viga de concreto, se debe aplicar una fuerza cuya magnitud depende de la excentricidad de la fuerza de presfuerzo requerida.

4.- Transporte de elementos prefabricados.

Los elementos prefabricados solo resultan económicos cuando pueden ser transportados y montados con un gasto que unido al costo de su fabricación quede muy por debajo de la construcción realizada por métodos convencionales.

El transporte rápido y económico ha llegado a ser posible gracias a los enormes progresos de la industria mecánica.

La transportabilidad de las piezas depende de las dimensiones y peso de las mismas, de las condiciones de la carretera y de los vehículos disponi-

bles para el transporte. Es importante que durante el transporte las piezas no deban estar sometidas a fuerzas mayores que las previstas en los cálculos estructurales. Naturalmente, debe estudiarse la distribución de fuerzas que pueden darse durante el transporte, teniendo en cuenta los efectos dinámicos producidos por las sacudidas.

Son tres los medios disponibles más comunes de transporte de elementos prefabricados:

- a. Por carretera.- Hay que darle la mayor importancia, ya que a la mayor parte de las obras de construcción solo puede llegarse por este medio.

El transporte por carretera está regulado por reglamentos legales de tráfico, que determinan la altura y anchura máxima de lo transportado y en muchos casos la longitud y el número de piezas. En fábrica solamente deben producirse aquellas piezas que luego sea posible transportar a el lugar de la obra.

La anchura del transporte esta limitada de 2.4m ó 2.5 m., y en el caso en el que el ancho sea mayor sin excederse a 3.5 m requiere que vaya acompañado por un policia de tráfico. Siempre que sea posible se debe analizar si es más conveniente el mayor costo del transporte o las ventajas de una mayor anchura.

La altura es en general de 4.5 m., aunque en muchas carreteras y calles subsis-

ten pasos inferiores (3.8 m) que dificultan el transporte de estos elementos.

Los vehículos de transporte para la industria de la prefabricación son:

a.1. Camiones con elemento mótriz y remolque.

Para elementos cortos de hasta 7 m., ya que no deben de ir los elementos sobre el camión. Son apropiados para placas y vigas pequeñas con una altura sobre el suelo de 1.3 m. ó 1.4 m. (Fig. no. 2).

a.2. Semirremolques con longitud de carga de

15 m..- Transporta la mayoría de los elementos pues ofrece una superficie de carga completa y sin divisiones, por detras puede sobresalir el elemento hasta un metro; la altura sobre el suelo es de 1.5 m. por tal motivo no son adecuados para llevar elementos altos. (Fig. No. 3).

a.3. Tractores con remolques giratorios de

longitud de carga de 30m.: Especiales para vigas largas, las vigas se apoyan sobre el tractor y sobre el remolque giratorio haciendo la pieza la unión entre ambos. El remolque cuenta con dirección propia lo cual permite perfilar las curvas según su trayectoria, esta dirección puede sincronizarse con la del tractor, con lo que se consigue una misma trayectoria para ambos, es utilizado hasta para cargas de 110 ton. (Fig. No. 4).

a.4. Tractor con Contenedores.- Equipado con



FIGURA NO. 2

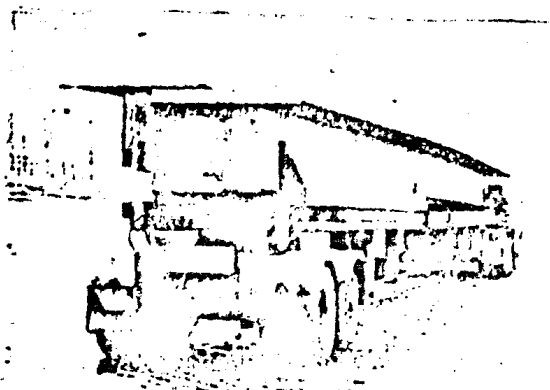


FIGURA NO. 3

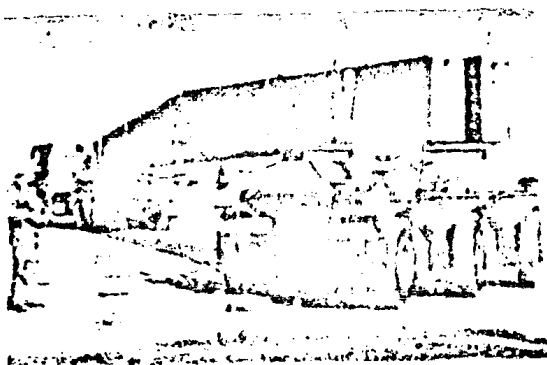


FIGURA NO. 4

un sistema hidráulico, el cual puede descargar y cargar lateralmente un contenedor, este equipo es muy utilizado para transportar paneles de fachada de poca altura.(FIG. NO.5)

- a.5 Tractor con plataforma baja para elementos altos.- Este equipo es muy utilizado para transportar grandes paneles y losas, las cuales pueden ser transportadas sobrepuestas unas con otras. Los elementos que pueden ser transportados pueden tener hasta 4.2 de altura y 8 m. de longitud.(FIG. NO.6)
- b. Transporte por ferrocarril.- El transporte por vía férrea es siempre preferible cuando la fábrica y la ubicación de la obra tengan a su disposición ramal ferroviario. Si no es así, solo es preferible el transporte ferroviario cuando se ha de recorrer distancias muy largas, ya que las maniobras de carga y descarga son costosas, sobre todo si la estación del ferrocarril no dispone de grúas propias, en tal caso, se necesitará de dos grúas, una para el transbordo y otra para la descarga a pie de obra.(FIG. 7)
- c. Transporte por barco.- El transporte por barco (barcaza) es preferible utilizarlo si la fábrica y la ubicación de la obra tengan la posibilidad de utilizar este medio, el cual al igual que el ferrocarril tienen un bajo costo de tonelada transportada. Este tipo de transporte cuenta con los mismos inconvenientes que el transporte por ferrocarril.

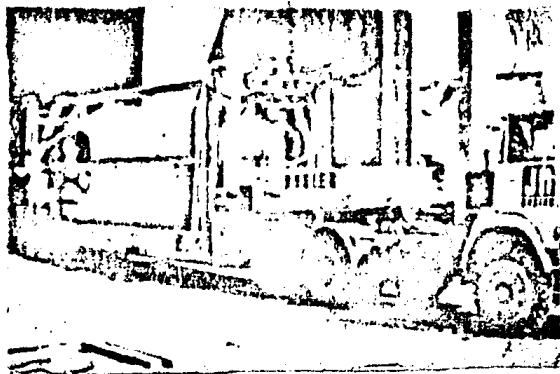


FIGURA NO. 5

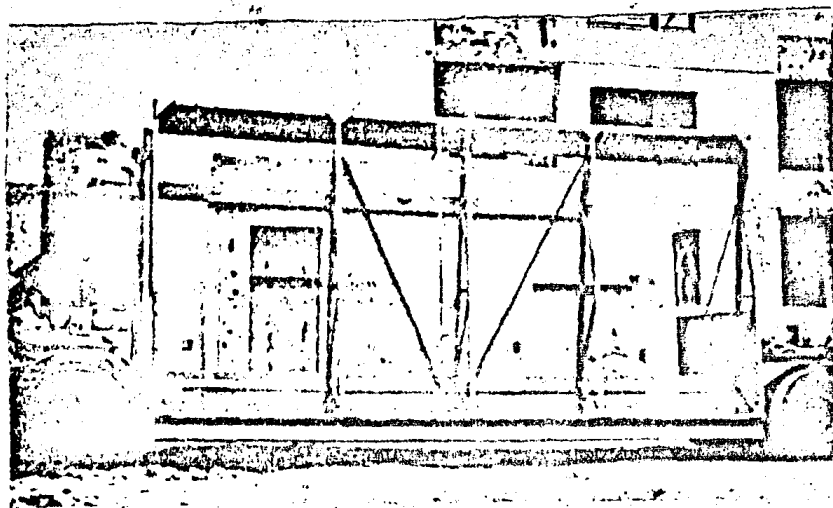


FIGURA NO. 6

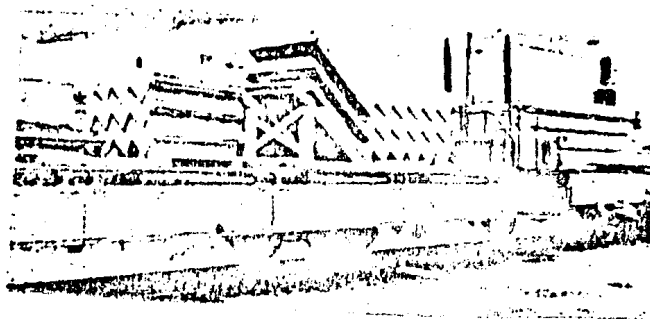


FIGURA NO. 7

III. EQUIPOS PARA EL MONTAJE

Existen una gran variedad de equipos que pueden realizar la elevación y montaje de elementos prefabricados de concreto. La elección de un tipo determinado debe de hacerse atendiendo a distintos puntos, entre los que sobresalen:

- a. Número de elementos.
- b. Características.
- c. Dimensiones.
- d. Peso.
- e. Tipo.
- f. Altura de la obra.
- g. Distribución en planta de la edificación.
- h. Circunstancias de la ubicación.

Además de analizar las cualidades técnicas de los equipos de montaje, como son:

- a. Capacidad de elevación; peso y distancias de colocación, así como altura máxima alcanzable.
- b. Rendimiento; velocidad de trabajo.
- c. Precisión; colocar fácilmente y sin golpes.
- d. Movilidad; según las necesidades de la obra.

Hay que analizar también la posibilidad de utilizar en una misma obra varias máquinas de distintas características. Esto puede ser interesante cuando hay elementos de pesos muy distintos, ya que los medios de elevación mal utilizados no resultan económicamente satisfactorios, y funcionan mejor bajo carga constante o poco variable. La decisión de-

de tomarse tras un análisis económico del costo del montaje empleando diversas combinaciones de equinos. Para lo cual se debe tener tabulado para cada equino su costo/hora tanto en funcionamiento como parado, así como su rendimiento real medio para distintos elementos, en este estudio debe incluirse la duración **total** del montaje que en muchos casos puede ser factor decisivo.

2.- Clasificación.

Los equinos para elevación pueden dividirse en los siguientes grupos:

- a. Gruas Torre.- Es una de las máquinas más útiles en la industria de la construcción, este tipo de grúas exigen una vía de pesados carriles descansados sobre cimientos apropiados. Esto representa una seria desventaja, así como su montaje, desmontaje y transporte. El empleo de estas grúas es económico solamente si hay que elevar un gran número de piezas. (FIGURA NO. 8)

La capacidad de una grua torre no es demasiado (usualmente 6 ton.) por lo que son adecuadas principalmente para piezas pequeñas. Las plumas más largas suelen ser de 45 m. y las alturas máximas en condiciones de movilidad sobre la vía suelen ser de unos 45 m., pudiendo llegar a alturas superiores (81 m.) adecuadamente arriestradas para evitar el pandeo.

En algunos casos pueden elegirse distintas longitudes de pluma y peso de carretón con objeto de aumentar la capacidad de carga para distancias cortas.

Son preferibles los motores eléctricos a los de gasolina, aunque sea necesario colocar una línea de suministro, por regla general de 220 a 380 volts. Así mismo son mejores las traviesas de hormigón que las de madera.

Estas grúas son capaces de efectuar tres clases de movimientos simultáneamente: elevar la carga, moverse hacia adelante y hacia atrás, y girar justamente con la carga en la pluma. La pluma en algunas grúas está provista de un carro deslizable. En este caso el movimiento de este carro es el cuarto que puede realizarse por una grúa torre.

El castillete de una grúa torre puede equiparse con neumáticos o con ruedas para carriles. Las grúas que se desplazan sobre neumáticos no se mueven durante el trabajo de elevación, ya que se sostienen por 4 ó 5 patas que descienden del castillete.

Para edificios muy altos se emplean las grúas torre ascendentes. (las cuales generalmente se colocan sobre el cubo de elevador o escalera). Estas grúas no cambian de posición sino que la pluma gira y su altura aumenta paralelamente a la del edificio. (fig. 9). La torre de la grúa es una celosía o una estructura tubular de acero. La grúa puede tener la pluma giratoria o la torre giratoria.

La estabilidad de estas grúas se asegura mediante un adecuado contrapeso colocado en ellas.

El eje de la vía debe de estar al menos a 3.5 m. del edificio. Existen grúas de torre las cuales cuentan con una capacidad de 100 a 150 ton., tienen la característica de ser muy altas.

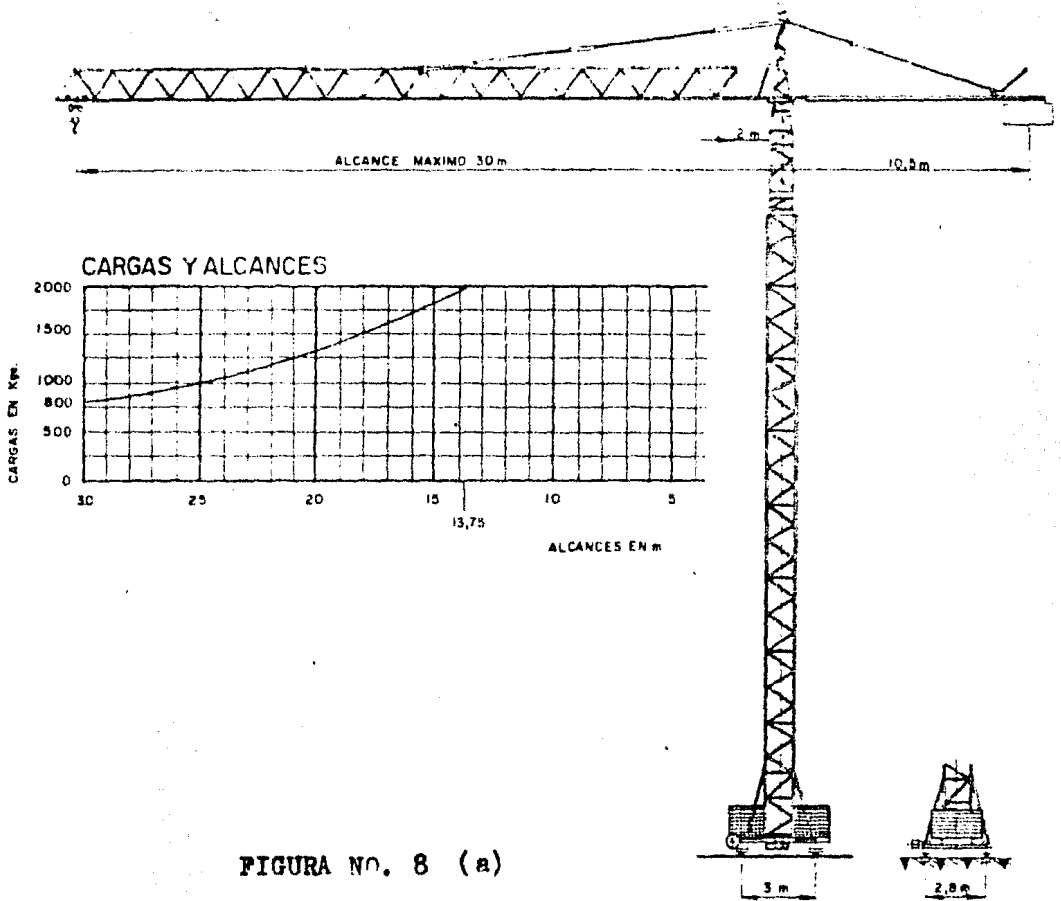


FIGURA NO. 8 (a)

ESQUEMA DE UNA GRUA TORRE.

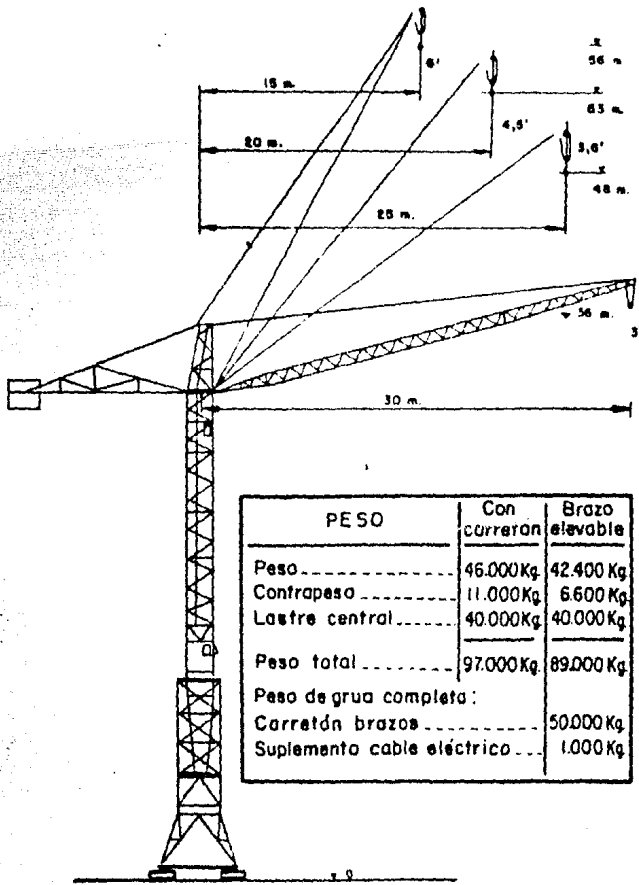


FIGURA NO. 8 (b)

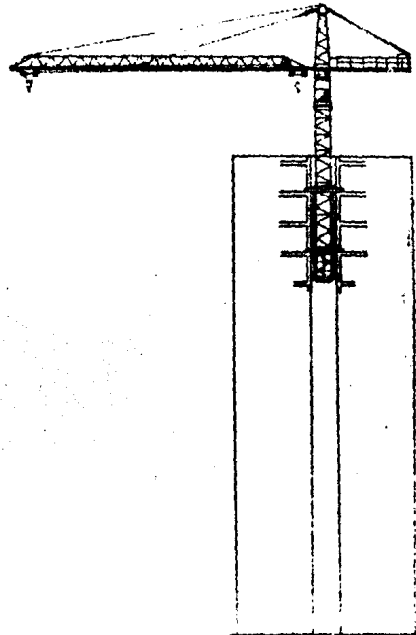


FIGURA NO. 9

ESQUEMA DE GRUA TORRE ASCENDENTE

- b. Grúas sobre orugas.- Este tipo de grúas es una de las más empleadas para terrenos malos a pesar de ello presentan varias desventajas para su uso: una de ellas es el efecto perjudicial de estas pesadas máquinas sobre los pavimentos. Además de su falta de estabilidad para realizar varios movimientos simultáneamente. Estas máquinas constan de los siguientes movimientos: elevación, giro y desplazamiento, así como el giro de la pluma hacia arriba y hacia abajo. Estas máquinas son adecuadas para hincar pilotes. Generalmente son llevadas a obra sobre camiones de gran capacidad, ya que son lentas y pesadas para llevarlas por sí mismas. (Fig. No. 10).
- c. Grúas sobre camión.- Es el equipo de elevación de mayor movilidad, tienen sin embargo el inconveniente de precisar terrenos compactos y ser sumamente caro su costo de adquisición y funcionamiento. Son bastante estables y su capacidad de carga resulta muy ventajosa.

Son dos los tipos de pluma que existen; Telescopicas y Estructurales.

Las grúas telescopicas tienen una capacidad de hasta 70 ton. y las grúas estructurales hasta 140 ton.. Pueden considerarse este tipo de grúas como el mejor y más eficiente equipo de elevación. (Fig. No. 11).

- d. Grúas Pórtico.- Constituyen una maquinaria de elevación extraordinariamente estable, in

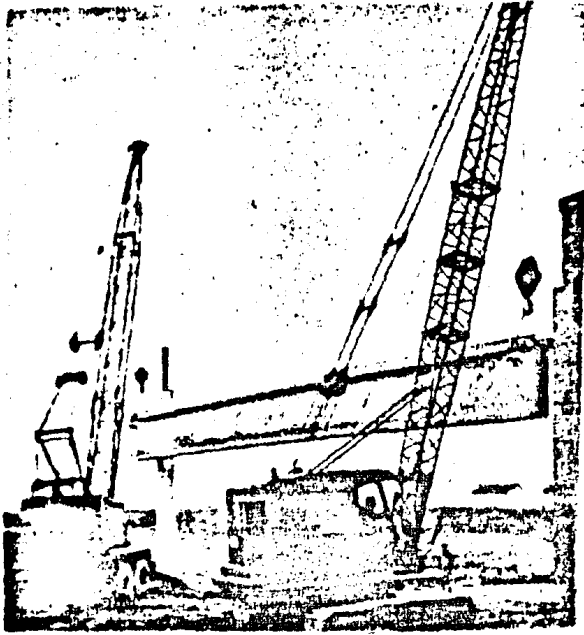


FIGURA NO. 10

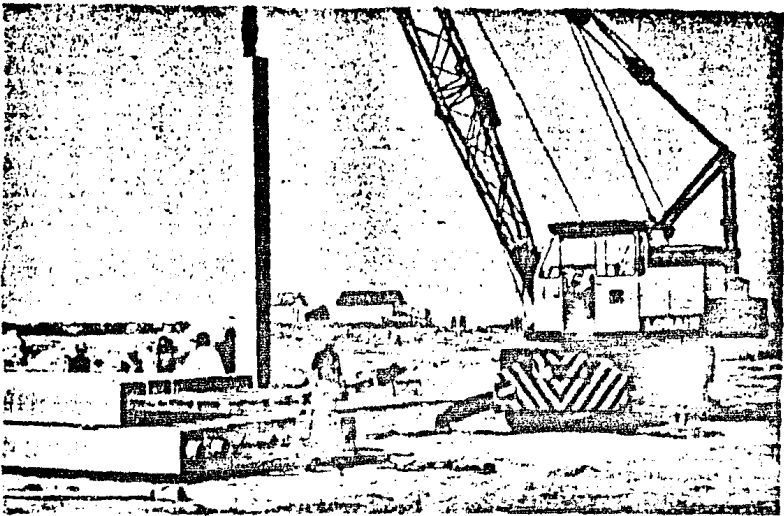


FIGURA NO. 11

cluso con fuertes vientos, sin embargo tienen también grandes inconvenientes como pueden ser: Su reducida altura de elevación, su alto costo y la limitación de sus movimientos.

Los movimientos que esta máquina puede realizar son los siguientes:

- Elevación de la carga.
- Movimiento de la carga con respecto al pórtico, limitado por la anchura del mismo.
- Movimiento del pórtico lento y condicionado.

Su capacidad de carga normalmente varía entre 5 y 20 toneladas, aunque existen algunas de mayor capacidad.(FIG. 12 y 13)

Estas grúas se usan principalmente para atender las operaciones en las zonas de fabricación y almacenaje en las plantas de prefabricación. El movimiento y carga de la grúa se realiza con motores eléctricos.

- e. Grúas Mástil.- Las grúas mástil son dispositivos de elevación que se han extendido por su sencillez y economía. Es apropiada para la elevación en dirección vertical, sin embargo la posibilidad de desplazamientos horizontales de la carga son muy restringidos. Su campo de aplicación en el montaje de piezas es muy limitado a pesar de su economía de aplicación y adquisición, y además su funcionamiento. Este tipo de grúa es muy empleado en naves industriales de mucha altura,

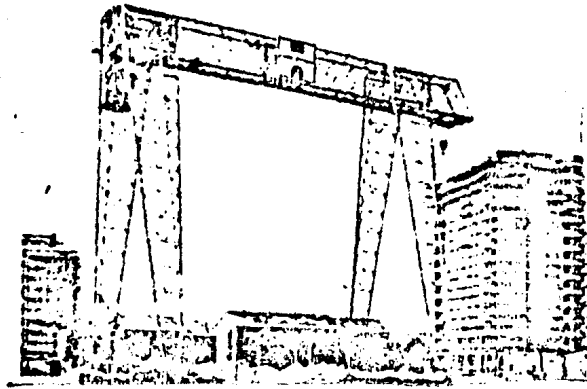


FIGURA NO. 12

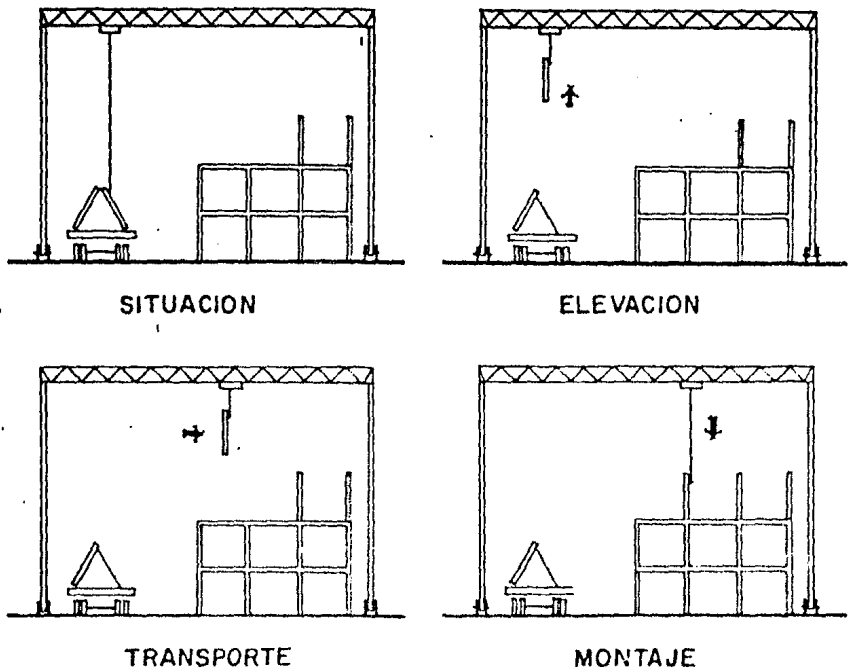


FIGURA NO. 13

ESQUEMA DE ACTUACION DE GRUA PORTICO

cuando hay que permanecer largos tiempos en obra y no hay que moverlas mucho, es decir cuando únicamente han de colocar piezas del esqueleto.

Se suelen distinguir dos tipos de gruas mástil:

- Mástil Simple.- Constan de un mástil generalmente de celosía articulado sobre una base de apoyo, arriostrado lateralmente por unos tirantes y provisto de un cable que dirige el giro, y de otro para la elevación: ambos suelen ser manejados por tornos o cobrestantes. Para trabajar deben de montarse el mástil lo más cercano posible al punto de montaje, izar la pieza, y luego inclinándose levemente si es preciso para facilitar el montaje. Tiene el mástil simple su mayor utilización en el caso de pequeño número de cargas pesadas, como pueden ser columnas o pórticos de grandes naves industriales. (FIGURAS NO. 14)
- Mástil Gemelos.- Consta de dos mástiles unidos por dos travesaños, uno a nivel de sus cabezas y otro en su base: teniendo el conjunto la forma de "A". Para facilitar su movimiento suelen ir montados sobre ruedas, aunque solo pueden moverse descargadas. Puede lograrse pequeños movimientos transversales colocando articulaciones internas.

Es muy lenta y difícil de manipular. El problema de estas gruas es su transporte y su montaje, pues requiere demasiado tiempo. (FIG. NO 15)

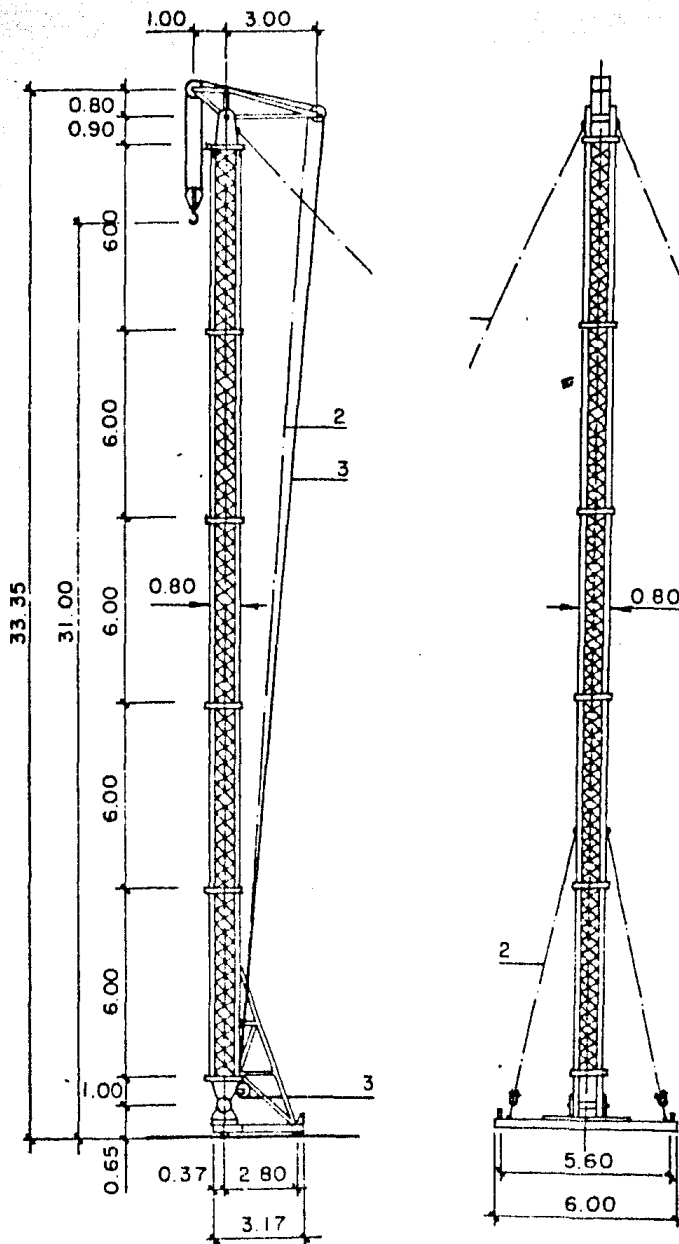


FIGURA NO. 14

ESQUEMA DE GRUA MASTIL SIMPLE

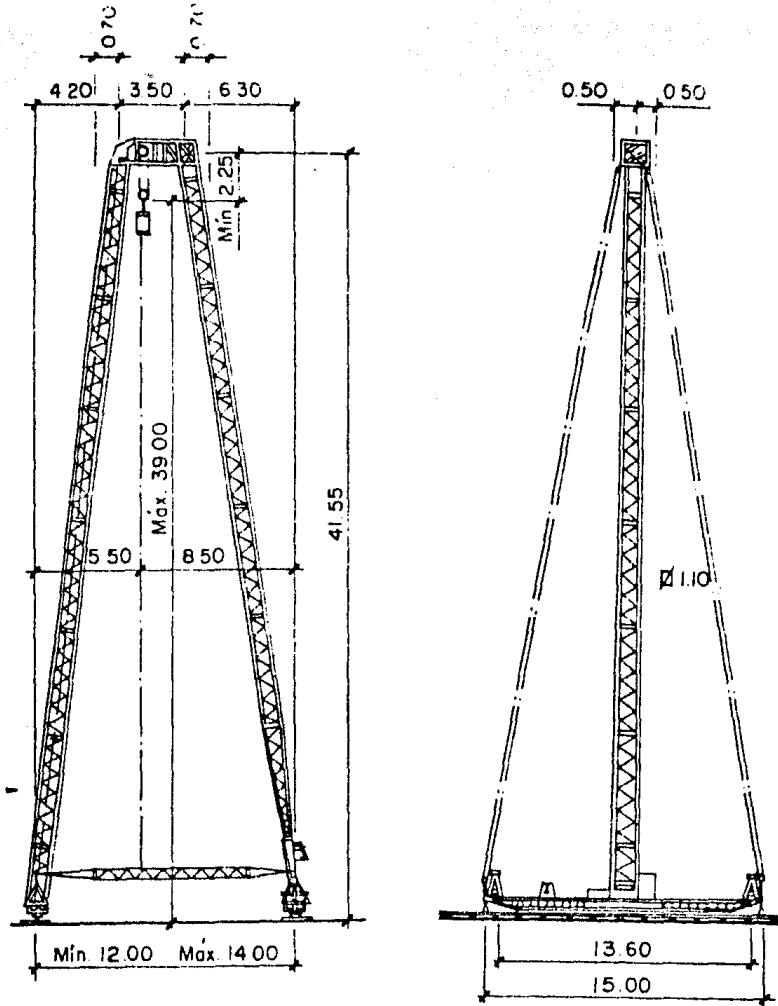


FIGURA NO. 15

ESQUEMA DE GRUA MASTIL GEMEOS

f. Derricks.- Son máquinas de elevación, en general muy eficientes. Son fijas o móviles. La desventaja de los derricks fijos es el limitado radio de acción, así como la necesidad de traslados repetidos, que son costosos por tanto estos derricks se usan más bien para llevar a cabo el montaje en el propio lugar. Son especiales para movimiento vertical de cargas. Son del tipo de maquinaria sencilla, baratas y permiten elevar grandes cargas. En esencia consiste en una serie de piezas longitudinales unidas, formando una estructura estaticamente estable, que dirige los movimientos de una pluma. (FIG. NO. 16)

Una mayor movilidad de los Derricks se consigue montandolo sobre pórtico o carretones que se desplazan sobre carriles con todos los condicionantes que ello supone.

El montaje de las piezas se realiza con los siguientes movimientos:

- Elevación de la carga por medio de un torno.
- Elevación y giro de la pluma, limitado ambos por el radio de acción del derricks.

En los casos en que sea móvil no suele estar capacitado para llevar cargas durante su movimiento.

Pueden elevar grandes cargas incluso mayores de 30 toneladas, pero lo costoso de su transporte y montaje, pueden usarse en

el caso de grandes volúmenes de obra.

- g. Otros medios de Elevación.- En algunos casos se han utilizado otros tipos de máquinas para realizar la elevación de las piezas prefabricadas, únicamente cabría mencionar los gatos apropiados para elevar grandes cargas con recorridos, en algunos casos por aplicaciones sucesivas se ha llegado a elevar a grandes alturas: Los gatos mecánicos están basados en el principio del sárfin y tienen capacidad de carga de unas 40 ton.. Los gatos hidráulicos son los más utilizados siendo su potencia en algunos casos superior a las 300 ton..

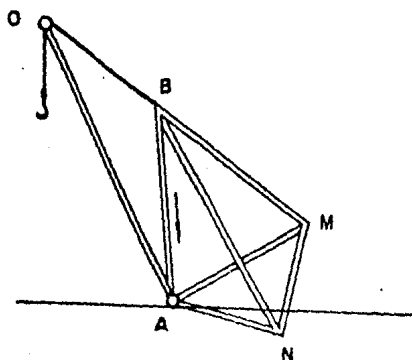


FIGURA NO. 16
ESQUEMA DE DERRIKS

C U A D R O R E S U M E N

TIPO DE GRUA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
GRUAS TORRE	MOVILIDAD DE LAS CARGAS. MUY UTIL PARA REPETICION DE MOVIMIENTOS.	MONTAJE Y DESMONTAJE. INSTALACION DE LA VIA. -- TRANSPORTE. Poca CAPACIDAD DE CARGA.
GRUAS SOBRE ORUGAS.	MOVILIDAD. NO REQUIERE VIA.	FALTA DE ESTABILIDAD. EFECTO -- PERJUDICIAL SOBRE PAVIMENTOS. ALTO COSTO DE ADQUISICION.
GRUAS SOBRE NEUMATICOS.	MOVILIDAD Y EFICIENCIA. CAPACIDAD DE CARGA FLEXIBLE.	NECESIDAD DE SUELO ESTABLE. Poca PRECISION. ALTO COSTO.
GRUAS PORTICO	GRAN UTILIDAD EN ZONAS DE FABRICACION. GRAN CAPACIDAD DE CARGA. GRAN PRECISION.	LIMITACION DE MOVIMIENTOS. PRECISION DE DOBLES CARRILES. DIFICULTAD DE MONTAJE. LENTITUD DE MOVIMIENTOS.
GRUAS MASTIL	SENCILLEZ. ECONOMIA. POCO PESO. GRAN CAPACIDAD DE CARGA.	DIFICULTAD DE MANEJO. GRAN LIMITACION DE MOVIMIENTOS. PROBLEMAS DE MONTAJE. LENTITUD DE MOVIMIENTOS.
DERRICKS	GRAN CAPACIDAD DE CARGA. BARATO.	LIMITADO RADIO DE ACCION. TRASLADOS REPETITIVO ALTO COSTO DE TRANSPORTE Y DIFICULTUOSO

IV PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE

1.- Introducción.

El montaje de elementos prefabricados de concreto tiene en forma general la secuencia mostrada a continuación:

- Sujeción de los elementos a el dispositivo de elevación de la máquina que llevará a cabo el montaje.
- Levantamiento o izado de la pieza.
- Colocación de la pieza en su posición que llevará dentro de la estructura terminada.
- Conservación de la pieza en su lugar para la fijación parcial o total de la misma.
- Soltar el elemento y reinicio de la secuencia.

Como se puede ver en la secuencia del montaje, lo más importante resulta el seleccionar la maquinaria y el equipo auxiliar adecuado para utilizar el menor tiempo posible para su realización.

La maquinaria y equipo de elevación tienen un alto costo dependiendo de su capacidad y tiempo de utilización, de ahí que lo más importante resulta ser la elección de la capacidad y el tipo de maquinaria para obtener un menor costo para los trabajos de montaje, que sumado con el costo de los elementos y su transporte sea competitivo con el procedimiento de colado en el lugar.

En México se tienen muchas limitaciones de maquinarias de elevación, es por eso que se tienen que acoplar los diversos equipos para realizar los montajes de estructuras.

2.- Elección del tipo de maquinaria adecuada para el Montaje.

Para la elección de la maquinaria y equipo auxiliar para cada montaje de estructuras prefabricadas de concreto, se debe analizar los siguientes puntos:

- El número de elementos a montar.
- Características de cada uno de ellos.
- Dimensiones.
- Tipo.
- Peso.
- Tipo de conexión.
- Altura de la obra.
- Distribución de la obra.
- Condiciones físicas de la obra.
- Condiciones topográficas de la obra.
- Periodo de tiempo aproximado para su realización.

Existen dos formas para realizar el montaje de elementos prefabricados de concreto:

- a.- Manual: En el que utilizamos plumas, poleas y cables, lo cual resulta económico pero requiere de un buen tiempo para su realización. Este tipo de montaje es recomendable cuando la cantidad y peso de los elementos se poco considerable, ya que resulta muy lento para su realización.
- b.- Mecanizado: En el cuál se utiliza equipo mecanizado para la elevación de los elementos. Para este tipo de montaje es importante que cuando va a realizarse el peso de los elementos sea el mayor posible, ya que de esta manera abaratamos el costo por tonelada montada, ya que levantamos un número logicamente

de piezas menor y de esta manera acortamos el tiempo de realización del montaje de toda la estructura.

Para la realización del montaje de elementos prefabricados de concreto, es muy importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para obtener un montaje más económico:

- Utilizar el mayor número de elementos iguales.
- Utilizar el menor tipo.
- Conexiones sencillas; de tal manera que la grúa pierda el menor tiempo posible para la fijación del elemento.
- Planear perfectamente la secuencia.
- Numerar las piezas y estibarlas con el mayor orden posible, acorde con la secuencia de montaje a seguir.
- Planear la ubicación que tendrá el equipo durante la secuencia del montaje, tomando en cuenta las piezas que van a estar montadas y las que se montarán.
- Planear la circulación del equipo.
- Selección del personal para las maniobras, operación, circulación y montaje de elementos.
- Exigir la mayor calidad posible del fabricante de elementos; esto se debe a que algunas veces por falta de calidad en los elementos, se pierde tiempo durante las maniobras del montaje.

La tecnología de elevación depende de muchas circunstancias, tales como:

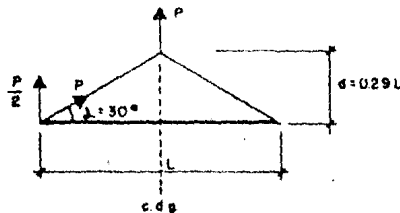
- El tamaño de los elementos.
- El peso.
- Su forma.

- Tipo de unión.
- Altura de elevación.
- Tipo de maquinaria elevida.
- Equipo auxiliar.

3.- Equipo Auxiliar.

Para realizar el montaje de los elementos prefabricados de concreto la maquinaria debe de ayudarse con equipo auxiliar; Tal como:

- Balancines; La característica de estas piezas depende de los elementos que se van a elevar, y se interponen entre el gancho de elevación y el elemento. La misión de estos balancines es de convertir la carga puntual que actúa en el gancho, en una serie de cargas aplicadas en distintos puntos de la pieza, de modo que el equilibrio de la misma sea estable durante la elevación y los esfuerzos originados en la pieza por estas cargas, sean estables.



La tensión en los cables disminuye al aumentar el ángulo alfa. El único inconveniente en el aumento del ángulo alfa es que lleva consigo un aumento de la longitud de los cables de elevación, lo cuál origi-

una reducción de la altura de elevación que puede _
alcanzar la maquina.

En caso de que las piezas sean poco pesadas y que para su estabilidad puedan colocarse solo dos _
cables entre el gancho y la pieza, es aceptable, ya _
que con un solo cable no se evita su balanceo. Además es practicamente imposible ajustar el punto de suspen-
sión por encima del centro de gravedad de la pieza, _
por la dificultad de su determinación, elevandose la _
pieza ladeada.

Para facilitar el montaje es conveniente con-
tar con dos cuerdas o cables guías, ya sea en la pie-
za o en los cables de suspensión, estas guías deben _
colocarse diagonalmente opuestas y con las cuales se _
orienta la pieza hacia su posición evitando también _
que golpee a las piezas ya instaladas.

Algunos de los balancines más utilizados se
muestran a continuación.(FIGS. 17,18,19 y 20)

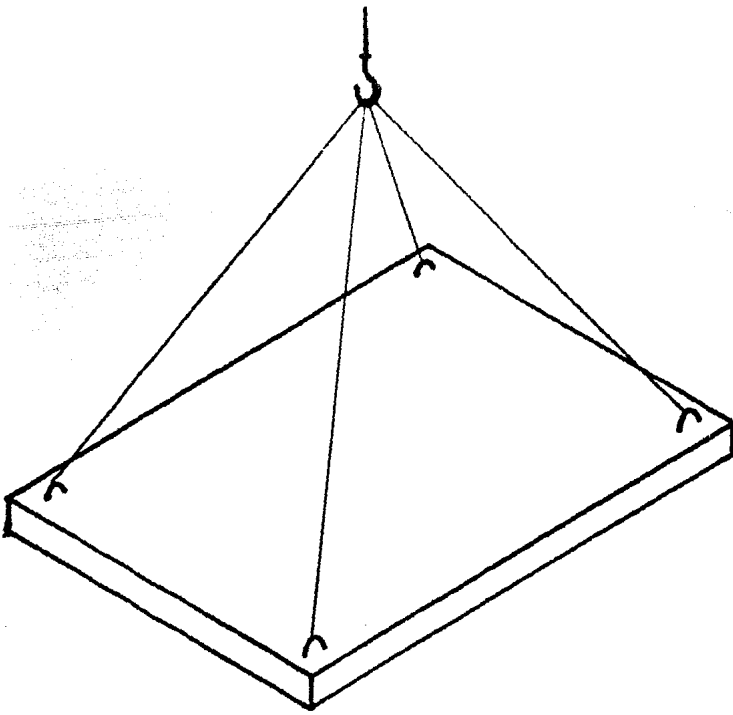


FIGURA NO 17
CABLES DE SUSPENSION

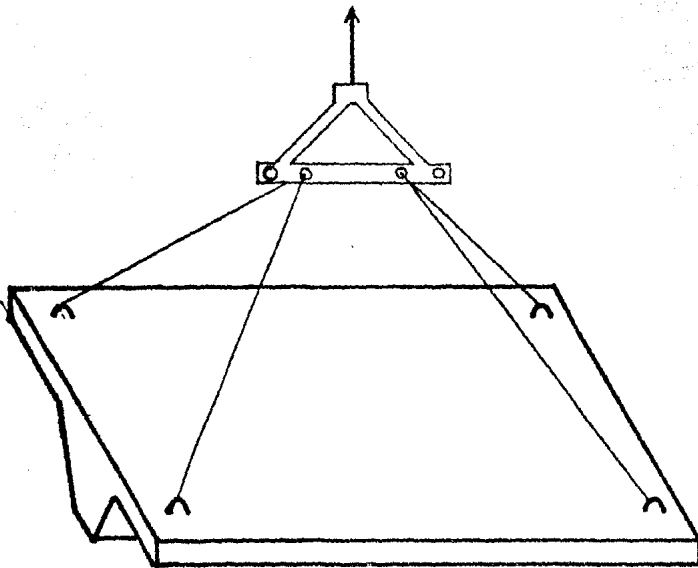


FIGURA NO. 18
BALANCIN DE VIGA RIGIDA

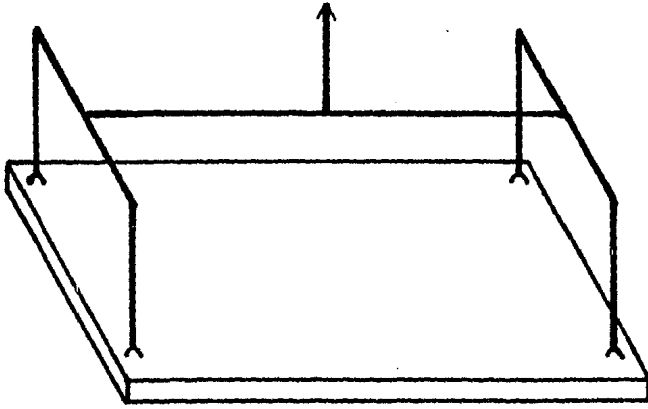


FIGURA NO. 19

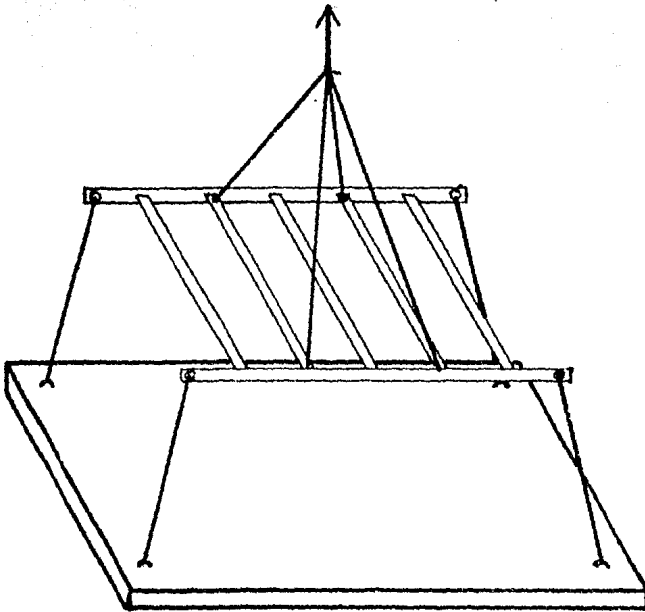


FIGURA NO. 20

Puntales o Vientos.

Las piezas no deben soltarse de la maquinaria de elevación hasta que se haya asegurado su estabilidad, y como normalmente no todas las piezas son autoestables, sino, que la estabilidad se consigue una vez en el apoyo mutuo de varias piezas y otras por el hormigonado o soldadura de las juntas, es necesario un arriostamiento provisional de las piezas para poder liberar la maquinaria de elevación. Este arriostamiento se consigue normalmente por puntales rígidos que trabajan tanto a tracción como a compresión y en algunos casos por cables a tracción (vientos). (FIGS. 21 y 22). Los puntales utilizados más frecuentemente son los metálicos de sección tubular, siendo los mejores los de longitud variable, lo cual se consigue normalmente por medio de tornillos de doble rosca intercalados en ellos.

Los anclajes en las piezas arriestradas suelen consistir en elementos metálicos que se fijan a la pieza o bien por medio de pasadores metálicos que se roscan por el lado opuesto, o bien por gatos de compresión. A estos anclajes se le fijan los puntales por medio de una articulación.

Para los anclajes en el piso se utilizan elementos metálicos.

Los puntales deben de reunir las siguientes condiciones:

- Ser de manejo sencillo y rápido.
- Seguros.
- De longitud variable, al menos dentro de cierto lí-

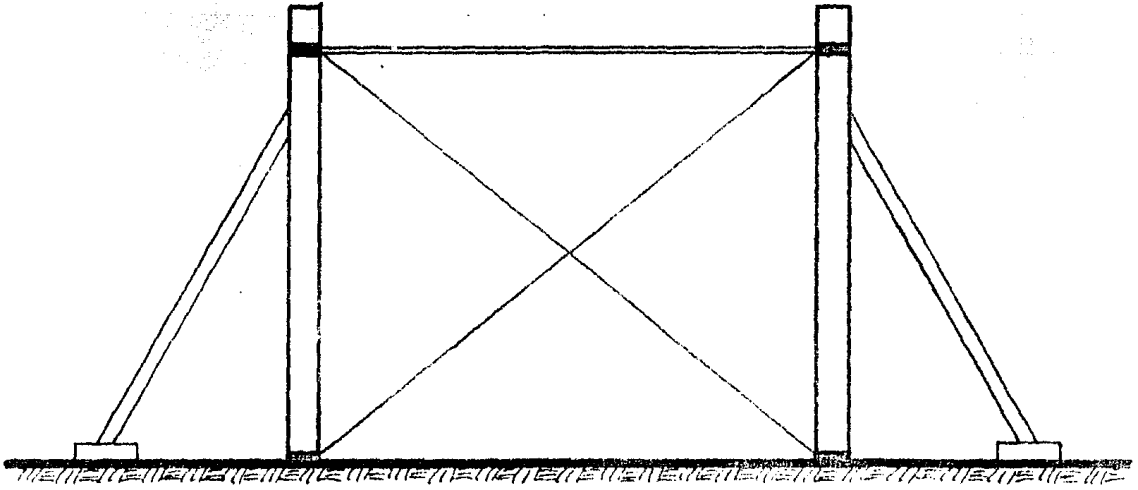


FIGURA NO. 21

ARRIOSTRAMIENTO CON PUNTALES Y VIENTOS

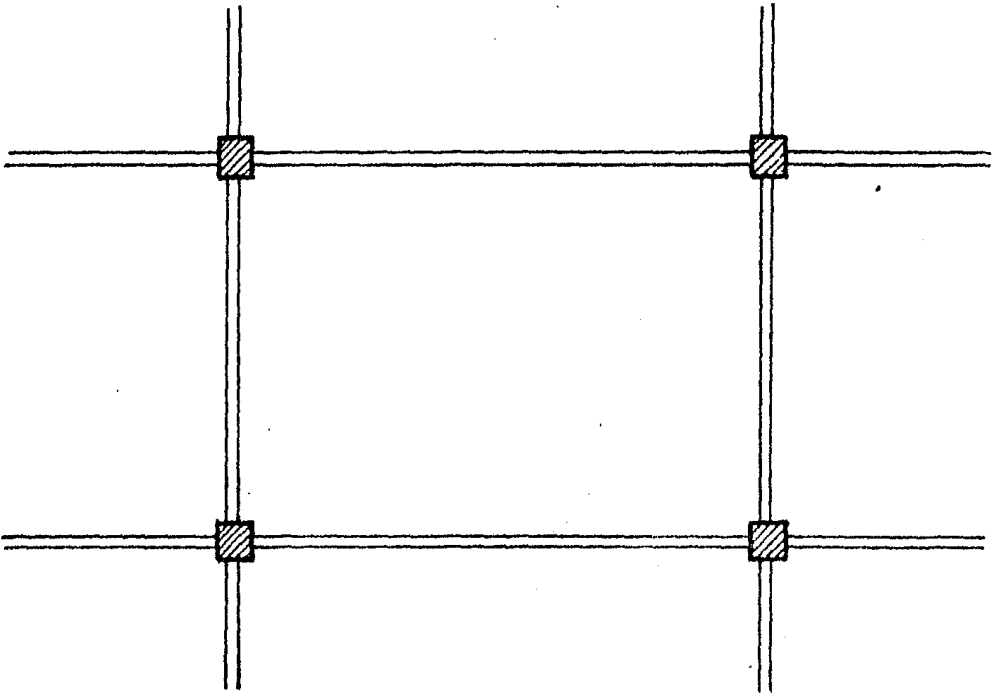


FIGURA NO. 22

mite.

Los vientos suelen ser generalmente alambres de acero patentados y en los casos en que las cargas sean elevadas, se utilizan cordones de varios alambres trenzados. Solamente pueden trabajar a tracción y para afianzar un elemento del tipo columna hay que colocar un mínimo de tres vientos no ortogonales ya que en este caso existe un eje de giro. (FIG. NO. 23)

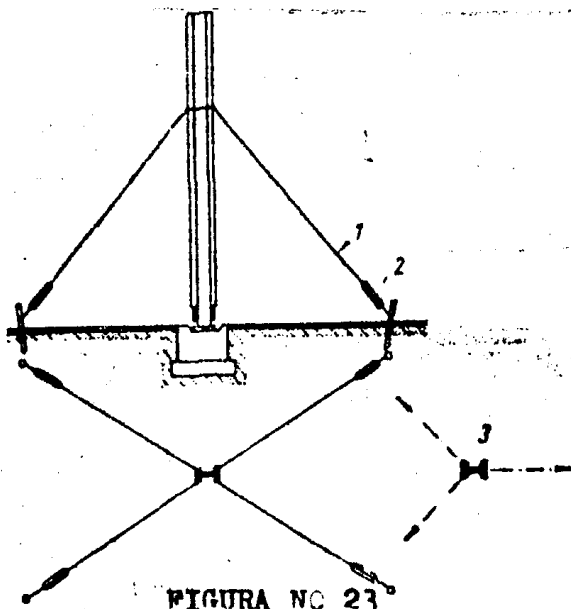


FIGURA NO 23

En el caso de elementos con una cierta anchura en la base, puede ser suficiente con dos vientos, siempre que este restrinja el deslizamiento de la base. (FIGURA NO. 24)

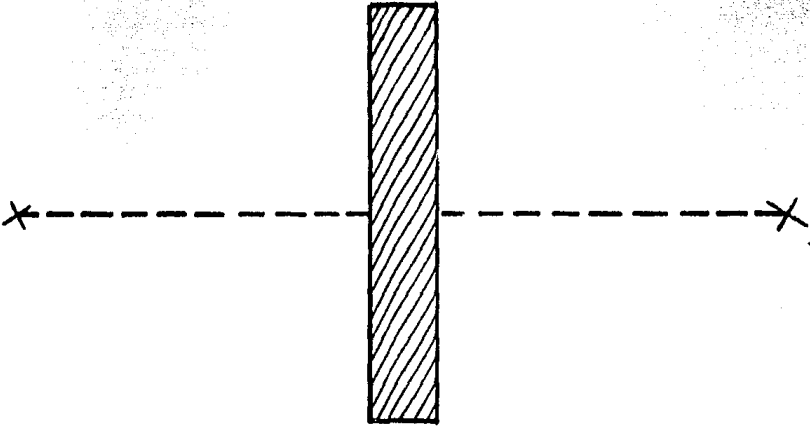


FIGURA NO. 24

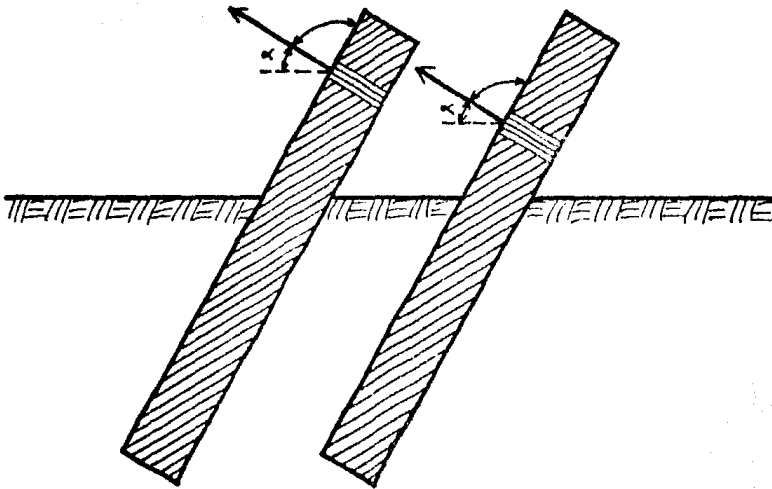


FIGURA NO. 25

En aquellos casos en que se puedan utilizar serán preferibles los puntales, reservándose los vientos para aquellos casos en que los elementos de arriostramiento tengan una gran longitud.

Los vientos se suelen fijar al suelo por medio de ángulos metálicos o estacas de madera. Estos elementos de sujeción deben de colocarse con las máximas garantías de seguridad, hincándose en dirección normal a la tracción y reforzándose el terreno en la zona comprimida. Este tipo de anclajes no deben de hacerse en terrenos poco coherentes. (Fig. No. 25)

Las normas señalan que los cables de sujeción pueden fijarse a piezas que descansan sobre el terreno, únicamente si la fuerza de anclaje correspondiente no exeda de la cuarta parte de su peso.

En las piezas, los vientos se fijan a pasadores o a collarines metálicos dispuestos especialmente para ello.

Recomendaciones para el mejor uso de los puntales:

- Fijar el anclajes de cabeza lo más alto posible sobre el elemento.
- La longitud de los puntales lo más alto posible.
- Multiplicarse el número de puntales.

- Andamios y Barandillas.

Los andamios suelen ser metálicos y normalmente están suspendidos del piso superior, por lo que suele bastar con una longitud igual a la de un piso. Este tipo de andamios son muy ligeros (aprox. 3 a 4 kg. por ml de tubo). El andamio hace falta para el sellado exterior de las juntas y en algunos casos para un último retoque de la fachada o incluso un tratamiento superficial. El uso de los andamios con este procedimiento se requiere en un 10% del necesario en una construcción tradicional.

Puede también considerarse el uso de los andamios trepadores que se apoyan en la fachada, y de las jaulas para los trabajos especiales.

Las barandillas y quitapiés son esenciales como medidas de seguridad en este tipo de obras, donde al realizarse la construcción muy rápidamente, los obreros no tienen tiempo de irse adaptando a la altura como ocurre en la construcción tradicional.

Otros elementos que tienen interés son las escaleras, en las cuales se consigue una gran estabilidad, terminando la escalera en su parte superior en forma de ganchos de diámetro tal que permitan su fijación sobre los paneles o vigas.

4.- Organización del montaje.

En el montaje de elementos prefabricados no puede dejarse nada a la improvisación, y esto no sólo es por representar, junto con el acabado, uno de los trabajos que más mano de obra precisa, sino también por requerir la coordinación de una serie de equipos como lo son:

- a.- El transporte.
- b.- La elevación.
- c.- Colocación.
- d.- Fijación.

Por lo general, el ritmo de montaje es el que condiciona la cadencia del transporte.

Por los que se refiere a la mano de obra, se señalarémos que son precisos los siguientes equipos:

- Gruistas. (Operarios y auxiliares para el enganche).
- Amontalamientos y reglejes.
- Fabricación de morteros y hormigones.
- Colocación y vibrado de hormigón en juntas.
- Soldadores.
- Remates finales.
- Obras secundarias.
- Topógrafos para checar la colocación de cada uno de los elementos.

Es muy importante que el transporte suministre en forma ininterrumpida piezas a la maquinaria de elevación, ya que de quedarse este sin piezas paraliza no sólo la maquinaria sino también a los hombres

encargados del montaje. Siempre que sea posible es conveniente contar con un pequeño almacén de piezas para evitar este problema. Debe de intentarse que la grúa tome directamente las piezas del vehículo de transporte. Debe de existir un adecuado equilibrio entre la capacidad de elevación del conjunto de máquinas, los vehículos de transporte y el número de operarios, de manera que se pueda realizar el montaje con el ritmo preciso, sin que existan los tiempos muertos.

Los objetivos de la organización del montaje son:

- Sacar el mayor provecho de la utilización de los medios.
- Reducir los tiempos de ejecución.

El montaje de las piezas prefabricadas exige colocar una pieza determinada en un punto también determinado, siguiendo además un orden estricto con las piezas que deben montarse.

En los casos en que las uniones sean hormigonadas, un aspecto fundamental es la duración del tiempo de fraguado del hormigón, y en algunos casos puede llegar a fijar el ritmo del montaje.

Las piezas han de montarse de modo que no interfieran la colocación de las siguientes. Deben irse colocando de forma que se consigan conjuntos que se arriostren mutuamente. Por lo general el montaje se inicia con los elementos más alejados de la grúa para terminar con los más cercanos. También suele realizarse el montaje desde un extremo al otro. Es bueno intentar que las piezas suspendidas realicen el menor recorrido

global posible, lo cual reduce el tiempo de montaje.

Es conveniente realizar una planificación en la que se debe de señalar el orden de colocación de los elementos de cada planta, analizando la mano de obra y el tiempo que llevará el montaje de cada uno de ellos, de forma que previamente pueda saberse en cada instante del día que pieza estará colocándose, lo cual permite coordinar transporte y montaje y optimizar los medios. Es importante analizar y determinar la forma, de arriostamiento de cada uno y de todos los elementos. Deben también señalarse las normas de ejecución y seguridad que se adopten, de manera que el trabajo pueda hacerse cíclicamente y de forma más sencilla posible. Un dato interesante para estudiar la capacidad de elevación de la grúa es el factor: Peso de los elementos de una planta.

Tiempo de montaje de la planta.

5.- Seguridad en el montaje

Existen algunas normas Húngaras referente a la construcción, empleando elementos prefabricados.

Algunas de las estipulaciones más importantes son:

- Cuando se introduzca un nuevo tipo de estructura prefabricada, el proyectista está obligado a dar una descripción técnica del trabajo de elevación.
- Para columnas de hormigón armado y estructuras armadas con soportes de acero, el diseño debe de contener los datos necesarios referentes a la sujeción por cables y el arriostamiento provisional de estas estructuras.
- Las diversas fases del trabajo de elevación pueden

...cutarse únicamente por operarios capacitados...
que estén bien entrenados en sus respectivos trabajos.

- La elevación debe llevarse a cabo sin interrupciones hasta completar la colocación de la pieza. Está absolutamente prohibido dejar una pieza suspendida del gancho de una grúa en los descansos.
- Se prohíbe que los trabajadores estén sobre las piezas durante su elevación.
- Para la colocación y arriostramiento de las piezas debe proveerse un andamio seguro, debiendo tomar las medidas necesarias para asegurar el acceso al andamio sin peligro.
- Las piezas no pueden cargarse antes de que estén definitivamente fijas.
- La fijación total de las piezas debe realizarse paralelamente a la elevación, sino fuera posible, la fijación debe efectuarse tan pronto como sea posible después de su colocación.
- Los cables de sujeción deben de estar dimensionados para soportar la carga de viento y el 10% del peso de la pieza sujeta.
- Los cables de sujeción pueden sujetarse a piezas que descansen sobre el terreno, únicamente si la fuerza de anclaje correspondiente no excede de la cuarta parte de su peso.
- Para la realización de trabajos en lugares elevados, no pueden destinarse más que voluntarios. Deben estar libres de vértigos y ser ágiles y diestros y, si es posible, seleccionar los más jóvenes cuya habilidad haya sido probada. Deben estar fami

liarizados con su tarea y bien entrenados.

- Los hombres que trabajen en lugares altos tienen que llevar calzado de suela de goma para hacer que el trabajo en las alturas sea más cómodo y más seguro. No pueden ser apremiados cuando trabajen en lugares altos y deben de llevar siempre cinturón de seguridad y sujetarse en algún punto fijo, siempre que esto sea posible.
- En tiempos tormentosos la elevación está absolutamente prohibida. Con lluvia, nieve y hielo, cuando los hombres que trabajen en lugares altos estén expuestos a perder el pie, debe suspenderse el trabajo de elevación. Si esto es imposible, hay que tener más cuidado para evitar accidentes.
- Los hombres que trabajen en lugares altos debe de permanecer con toda su atención continua, debe prohibirseles alardes. Si es posible evitar trabajos nocturnos; pero si es inevitable, todas las áreas de trabajo deben estar iluminadas adecuadamente.

6.- Tolerancias del Montaje.

En el montaje de las piezas hay que conseguir la máxima precisión, no sólo por que una falta de alineación puede ser estaticamente denorable, si no también por que puede introducir solicitaciones perjudiciales, comprometiendo incluso la estabilidad de la estructura. Una pieza mal colocada dificulta o puede llegar a impedir la colocación de piezas que deben de colocarse posteriormente. Sin embar

go, por la falta de precisión de la maquinaria, el peso de los elementos a montar, el interés de realizar el montaje lo más rápidamente posible e incluso debido a las variaciones de las dimensiones de las piezas, nunca será posible colocar las piezas con una exactitud extrema. Hay que fijar unas tolerancias, normalmente en función del tipo de pieza, del tipo de unión y de la clase de estructura.

Para este tipo de construcciones es conveniente tener en obra un equipo de topografía comprobando las nivelaciones y las alineaciones.

Es muy conveniente que el ingeniero encargado del montaje tenga la mayor información y conocimiento posible del trabajo de cada uno de los elementos a montar, para detectar cualquier tipo de pieza que será montada: y tenga defectos de dimensiones o calidad de prefabricación para lo cuál fue diseñada.

La tolerancia depende de la longitud y función del elemento, en general las tolerancias en los valores medios son:

- Hasta 3.00 m. son ± 5 mm.
- Mayores son ± 10 mm.
- La variación esta entre ± 5 -- ± 20

Algunas tolerancias para el montaje del elementos prefabricados pesados (con grandes paneles) son:

ERRORES ADMISIBLES EN EL MONTAJE (en mm)			
TIPO DE ERROR	TIPO DE CONSTRUCCION		
	Construcciones a base de grandes bloques con muros de espesor inferior o igual a 24 cm.	Construcciones a base de grandes bloques con muros de espesor superior a 24 cm.	Construcciones a base de grandes paneles
Desplazamiento de un eje de un muro de estructura	± 5	± 3	± 3
Desplazamiento de un eje de tabique	± 10	± 5	± 5
Falta de verticalidad en una altura de planta	± 10	± 5	± 5
Falta de verticalidad en la altura total del edificio	± 30	± 20	± 20
Error en la dimensión horizontal interior de una pieza habitable	± 5	± 5	± 2,5
Error en la anchura o en la longitud total del edificio	± 15	± 15	± 10
Falta de horizontalidad de los cantos superiores de los muros, por m	± 1	± 1	± 1
Falta de horizontalidad de un muro entre dos muros de traviesa o tabiques perpendiculares	± 10	± 10	± 6
Falta de horizontalidad de un muro en la longitud del edificio	± 30	± 30	± 25
Falta de horizontalidad de las losas de tramo o de los peldaños de escalera, por m	± 1	± 1	± 1
Espesor de la junta horizontal entre elementos prefabricados	+ 10 - 5	+ 5 - 2	+ 5 - 2
Espesor de la junta vertical entre elementos prefabricados	+ 10 - 5	+ 5 - 2	+ 5 - 2
Desplazamiento de la junta	+ 10 - 5	+ 5 - 2	+ 5 - 2
	50	50	50

7.- Montaje de Columnas

Quando los elementos son pequeños (de 1 ó 2 niveles de piso) la grúa los puede colocar fácilmente en su posición, pues incluso en muchos casos la máquina de elevación puede desplazarse con la pieza suspendida. En estos casos la maquinaria de elevación más empleada son las grúas torre y las autogrúas, y la colocación se lleva a cabo levantando la pieza del suelo, sujetandola de su extremo superior (del gancho de izado).

Si se trata de elementos muy pesados, como puede ocurrir en el caso de una pieza única para toda la altura de la estructura, puede ser necesario o conveniente fabricarlas junto a su posición definitiva.

Quando los elementos sean fabricados en obra, para evitar el transporte horizontal, debe fabricarse en una posición tal que el punto de suspensión caiga sobre su cimiento.(fig. no. 26)

Quando los elementos son pesados, caben dos posibilidades de montaje:

a.- Que la base de la columna esté fija desplazandose la parte superior, lo cuál obliga a que exista un movimiento de la pluma, el cuál solo puede obtenerse con grúa torre o autogrúa. En estos casos la base debe fijarse para evitar su deslizamiento.

b.- Que estando el punto de elevación fijo sea la base la que se mueva, lo cuál lo podemos lograr al elevar el punto A con solo colocar un carretón en el punto B de su base.(fig. no. 27)

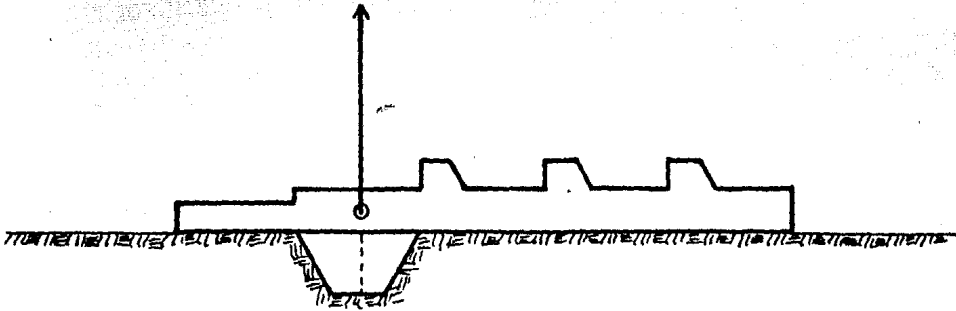


figura no. 26

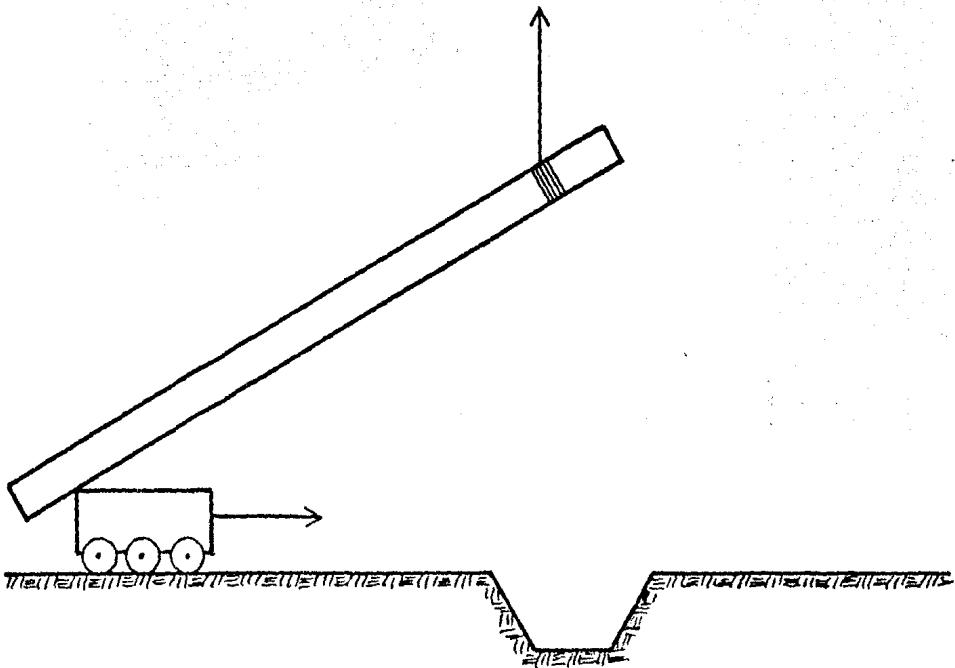


figura no. 27

Para los casos en que las columnas sean más ligeras puede sustituirse el carretón, por tubos de acero rellenos de hormigón colocados entre dos placas gruesas de acero.

Para evitar que el carretón se clave en el suelo es muy importante disponer de carriles. Si el suelo es muy compacto suele realizarse el deslizamiento sobre rodillos (tortugas). Además siempre es importante proteger el extremo inferior del elemento para prevenir cualquier daño, esto se hace normalmente con perfiles metálicos. (figura no. 28)

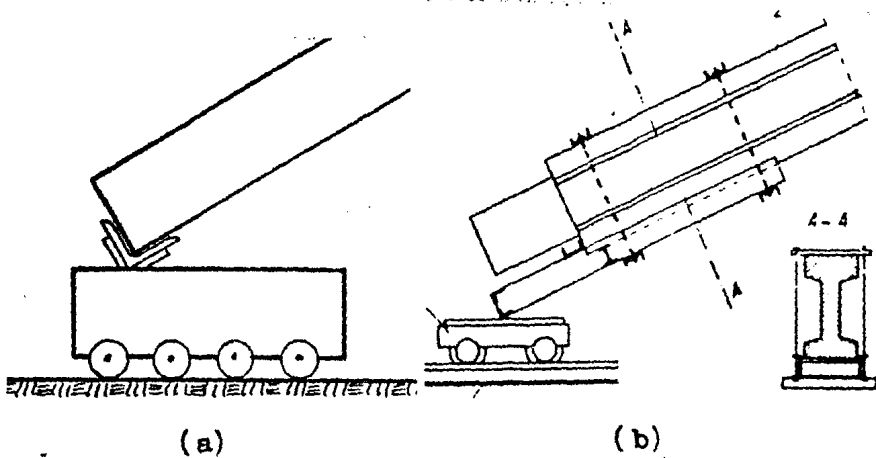
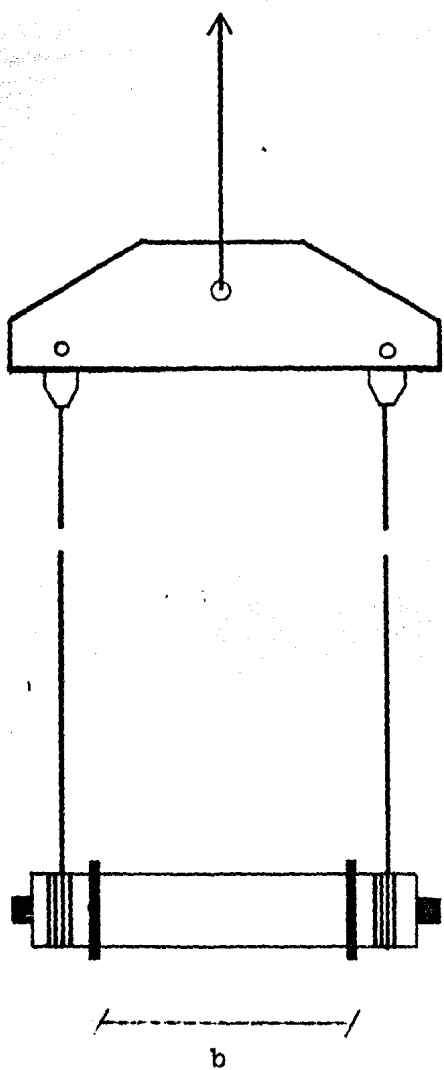


figura no. 28

La sujeción entre la columna y el gancho de elevación se realiza con pasadores metálicos, los cuales atraviesan la pieza (se deja el orificio desde su fabricación). Si la columna tiene ménsula puede aprovecharse para realizar la sujeción. (fig. 29).



El ancho del va-
sador $b=f$ (sección
de la columna).

figura no. 29

Fases de la elevación de una columna: (en forma general) (FIG. NO. 30).

- Enganche
- Elevación de la columna y colocación del banco en la parte inferior.
- Colocación de protección de acero en la base de la columna y del carretón bajo ella.
- Elevación.

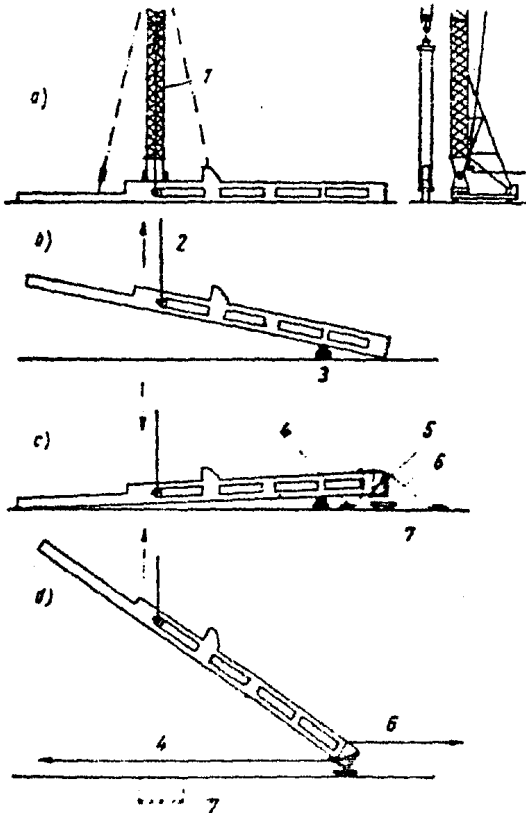


figura no. 30

1, grúa; 2, cable de elevación; 3, banco en la parte inferior de la columna; 4, cable del cuál se tira; 5, protección de acero; 6 cable de retención; 7, carretón.

Para realizar el centraje, es necesario señalar dos ejes ortogonales en el centro de las caras marcándose tanto en la columna como en la base. La verticalidad suele medirse por medio de unas plomadas muy pesadas, y se consigue fácilmente traccionando los vientos. La plomada debe de tener un peso de 5 a 15 kg. para disminuir las oscilaciones. El ajuste se realiza ayudándose de cuñas y gatos. Para la fijación final se emplean perfiles y cuñas de acero.

La grúa no debe soltar la columna hasta que la junta de su base haya sido materializada, lo cuál lleva bastante tiempo. Esta junta normalmente consiste en unas soldaduras en la armadura y un relleno de hormigón.

El arriostamiento de las columnas suele hacerse con cables, colocando un mínimo de tres (no ortogonales) o bien apuntalándose unos con otros, debiéndose asegurar la estabilidad en todos los sentidos. Si las columnas son menores de 8m. de altura, pueden apuntalarse con puntales de madera, en caso contrario cuando los elementos sean altos y esbeltos es necesario apuntalarlos en varios niveles con objeto de evitar vandeo. (figura no. 31)

8.- Montaje de Vigas.

Las vigas normalmente se montan suspendidas de dos puntos, cuando se trata de vigas pequeñas una sola grúa puede realizar la operación, sin embargo, cuando las vigas tengan una cierta longitud hay que

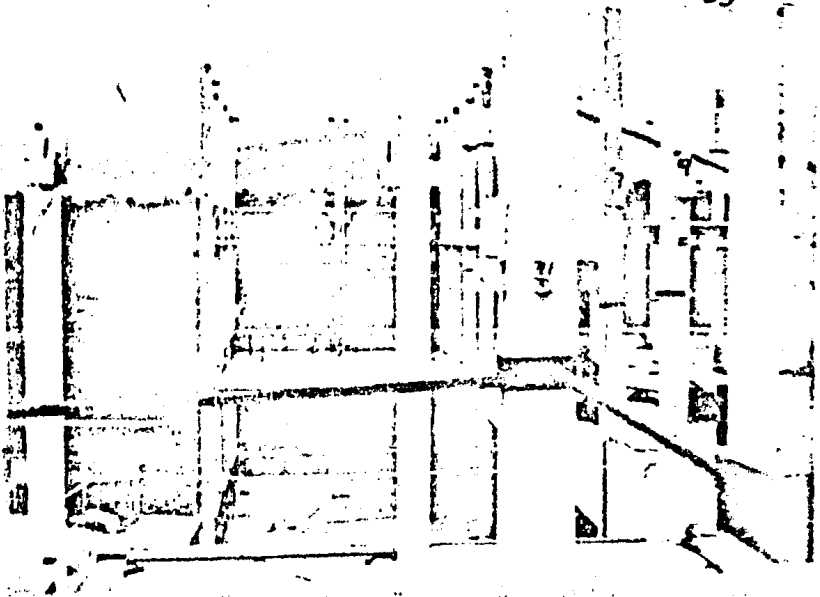


figura no. 31

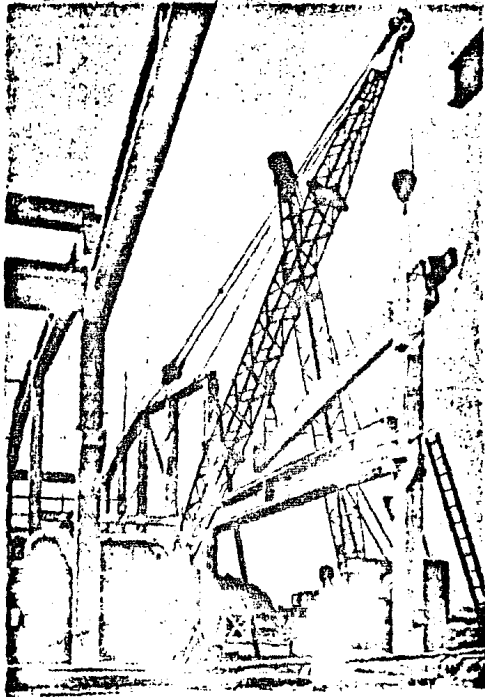


figura no. 32

recurrir a dos o más grúas. Es muy importante que el montaje se lleve a cabo en la forma prevista al dimensionar la pieza, ya que las solicitaciones que se producen en estas piezas durante el montaje pueden tener gran importancia. (figura no. 32)

Los balancines en el caso de dos puntos de suspensión suelen ser de cables, exento en el caso de una sola grúa manejando vigas de gran longitud, - en cuyo caso son interesantes los balancines a base de una viga rígida. Cuando son más de dos los puntos de suspensión interesan los balancines de ajuste automático de las fuerzas de suspensión. (figura 33,34)

El montaje se simplifica mucho cuando la grúa puede tomar las vigas, elevarlas y montarlas sin necesidad de desplazarse.

La suspensión puede realizarse ya sea por medio de ejes metálicos que se colocan en orificios dejados en las vigas durante su fabricación o por medio de ganchos dejados en su parte superior. Cuando se tenga problemas con los ganchos o ejes metálicos, pueden usarse eslingas abrazando la pieza, procurando que estas no dañen el aspecto estético de la misma. (figura no. 35)

La máquina de elevación apropiada para elementos de gran tamaño es la autogrúa debido a su movilidad. Para elementos de menor tamaño se utiliza la grúa-torre giratoria, sobre todo si la construcción de la estructura consta de elementos sueltos.

La elevación de piezas excesivamente pesadas a una altura no demasiado grande, puede efectuarse con gatos hidráulicos, la elevación se efectúa por

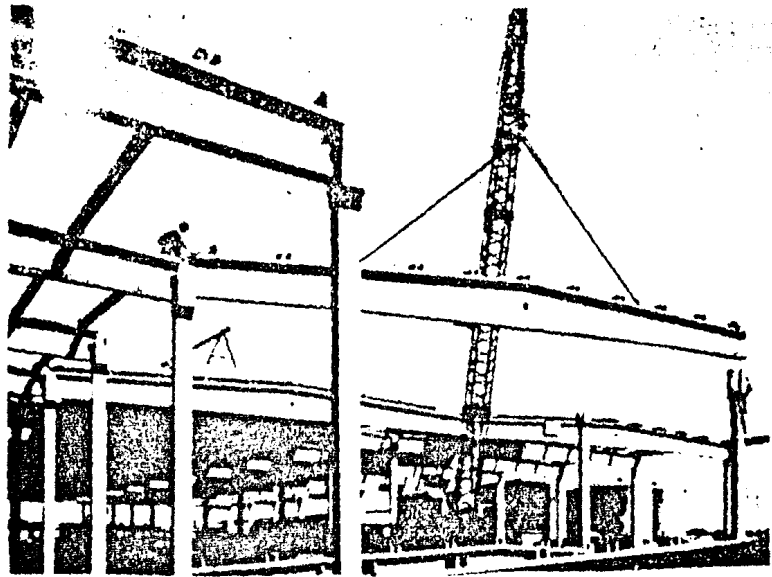


figura no. 33

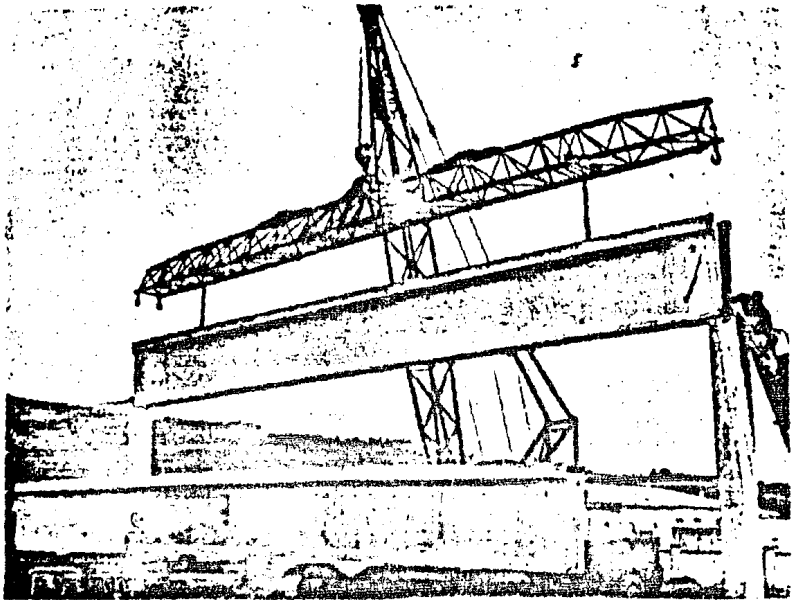


figura no. 34

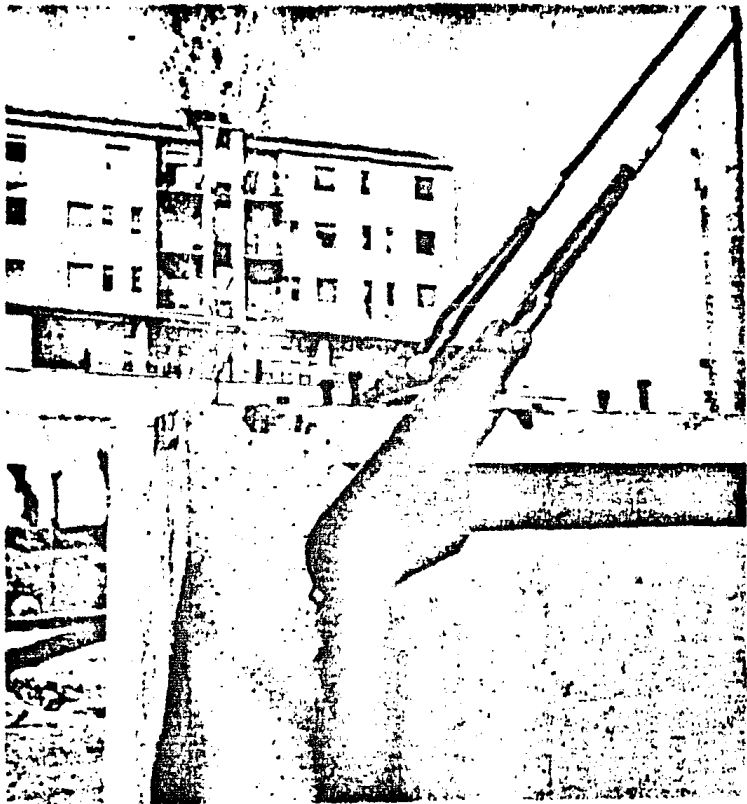


figura no. 35

dos puntos de la viga.

Una vez que la pieza descansa en sus apoyos se puede proceder a desenganchar la grúa, siendo en algunos casos necesario proceder a su arriostamiento provisional.

9.- Montaje de Armaduras.

Para la elevación de una armadura es muy importante que la suspensión deba de estar en el centro de gravedad de ella, en la vertical que pasa por ella. (fig. 36)

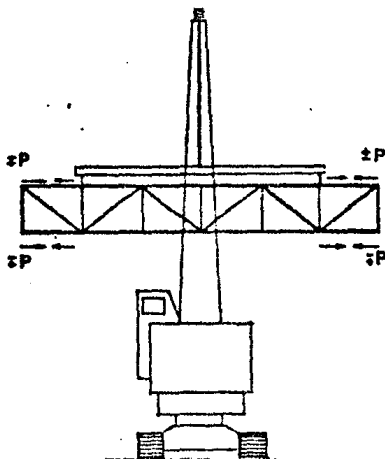


figura no. 36

Así mismo para las piezas de una armadura, el punto de suspensión debe de estar en la vertical del centro de gravedad.

Cuando sea necesario el empleo de dos grúas debe tenerse cuidado para asegurar la elevación uniforme de los puntos de suspensión, pues de lo contrario la armadura subirá mal y puede incluso fijarse.

La necesidad de un enganche y suspensión por varios puntos se debe principalmente: que al co-

menzar la elevación, la viga de la armadura es horizontal, teniendo muy poca capacidad de carga en dirección vertical, por lo que éste no puede resistir los esfuerzos generados debido al enganche y suspensión por dos puntos. Debido a esto será necesario utilizar para su elevación un balancín.(figura no. 37)

Los puntos de suspensión deben colocarse bastante cerca uno de otro para que no tengan que colocar armadura adicional.

10.- Montaje de Arcos.

En el montaje de arcos hay que distinguir si las armaduras están compuestas de una sola pieza, de dos piezas o de muchas y, al mismo tiempo si llevan tirantes o no.

Los arcos en una sola pieza y con tirantes ha de levantarse suspendiéndolos de dos o cuatro puntos, según el claro. Los puntos de suspensión están aproximadamente en los cuartos del arco, porque éste tiene que suspenderse por encima del centro de gravedad. Durante el montaje la cercha debe de ser considerada como una viga y calculada como tal.(figura no.38)

Dos medios arcos pueden elevarse o bien simultáneamente, utilizando una o dos máquinas de elevación, o bien uno después del otro, siendo necesaria una sola máquina de elevación. En este último caso se requiere un andamio provisional colocado longitudinalmente en el centro del edificio para soportar un medio arco antes de que se coloque el otro medio.(figs. 39 y 40) Los dos medios arcos pueden encajarse uno en otro y la junta realizarse tanto en posición horizon-

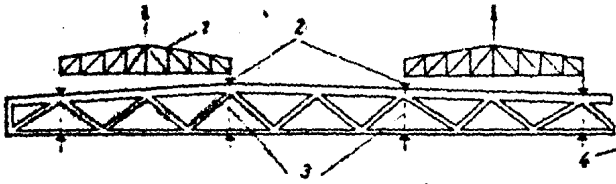


FIGURA 290

Esquema ilustrativo del giro de una gran celosía para ponerla vertical: 1, balancín; 2, puntos de suspensión; 3, dispositivo para el giro; 4, giro.

figura no. 37

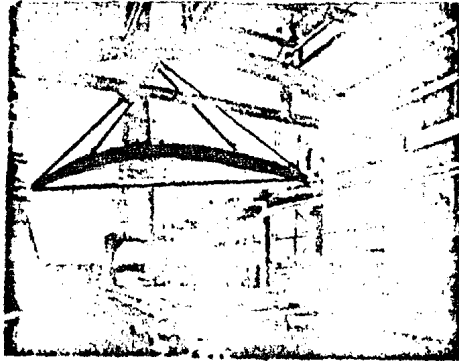


figura no. 38

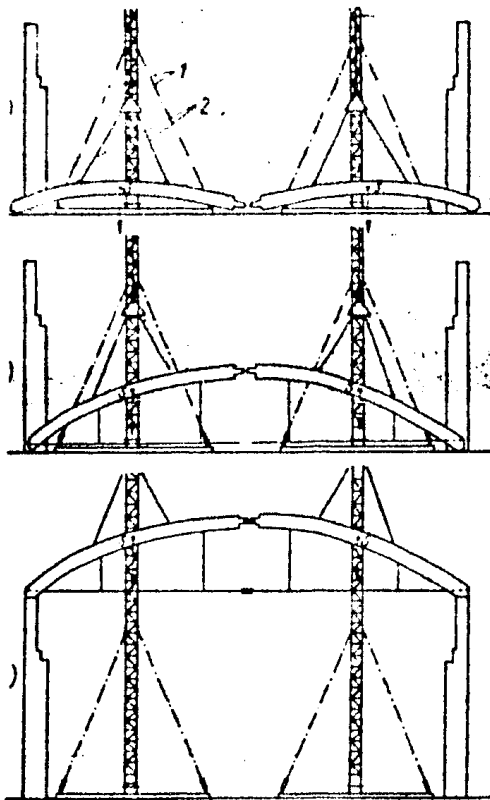


figura no. 39

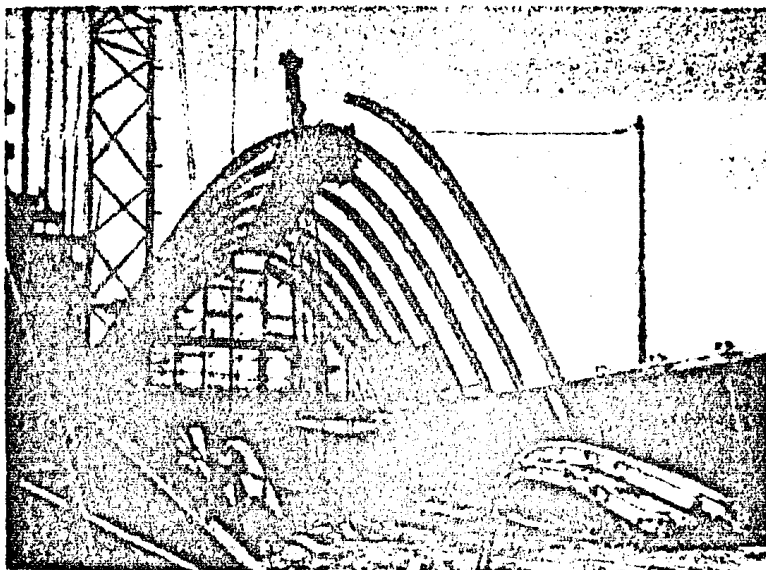


figura no. 40

tal como vertical, los dos medios arcos están apoyados por el centro en un caballete cuya altura es la flecha del arco.

La elevación de arcos, estando sin unir, no es tan sencilla como la de las vigas. Aquí no solamente hay que elevar la pieza, sino que además hay que girarlas en cierta medida en su propio plano.

Después de haber montado el arco, deben montarse los elementos de cubierta lo más pronto posible con lo cual se hacen necesarios los apoyos laterales. Puede acelerarse el montaje y prescindir del caballete central si se utilizan dos grúas a la vez para colocar el par de arcos en una sola operación.

11.- Elementos de piso y cubierta.

Este tipo de elementos se suelen montar horizontalmente, normalmente con balancines de cuatro cables. Si las piezas son grandes es conveniente utilizar los balancines con una o varias vigas rectas dependiendo de su tamaño. (figs. 41, 42 y 43)

Se recomienda no utilizar ganchos en el caso en que las piezas pesen más de 10 ton., siendo indicado utilizar medios de sustentación a base de perfiles metálicos colocados por debajo de las piezas.

Este tipo de piezas pueden soltarse inmediatamente de ser colocadas, a menos que el apoyo no sea satisfactorio. Es recomendable realizar la unión con las piezas adyacentes lo más pronto posible, para impedir cualquier deslizamiento posible ocasionado por la presión del viento o alguna otra causa.

Para la colocación de estas piezas son muy útiles las cuerdas de guía atadas en los extremos diagonalmente opuestos.

La colocación de las piezas de piso y cubierta debe empezarse por la planta inferior en el orden de abajo hacia arriba, pues, de otro modo, las piezas ya colocadas a nivel superior obstaculizarían el descenso de las piezas a niveles inferiores.

Para edificios de poca altura el equipo más empleado son las auto-grúas, no así para edificios más altos donde la grúa-torre es la más empleada.

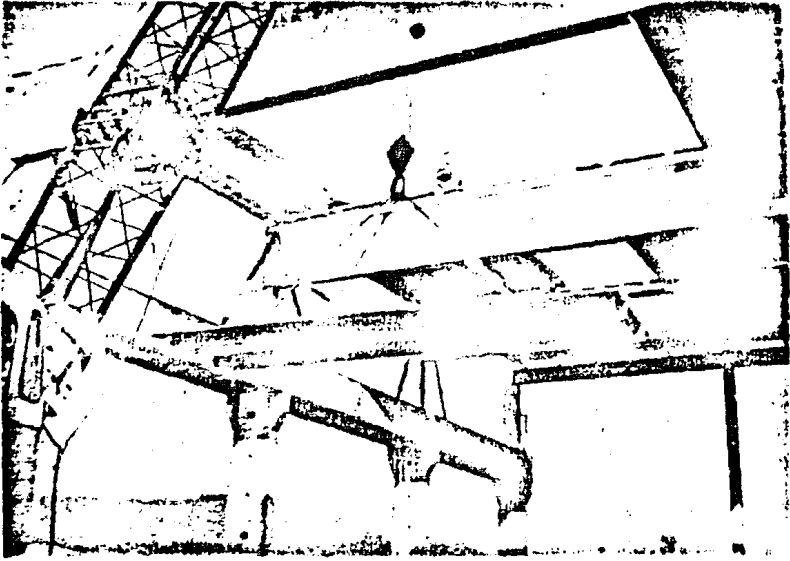


figura no. 41

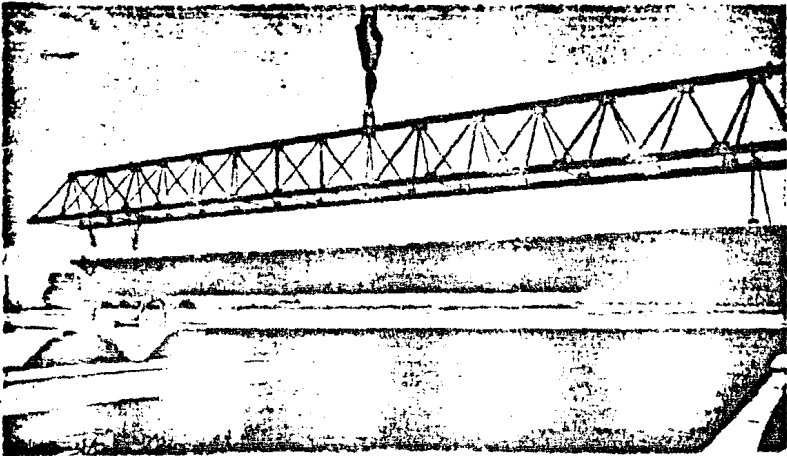


figura no. 42

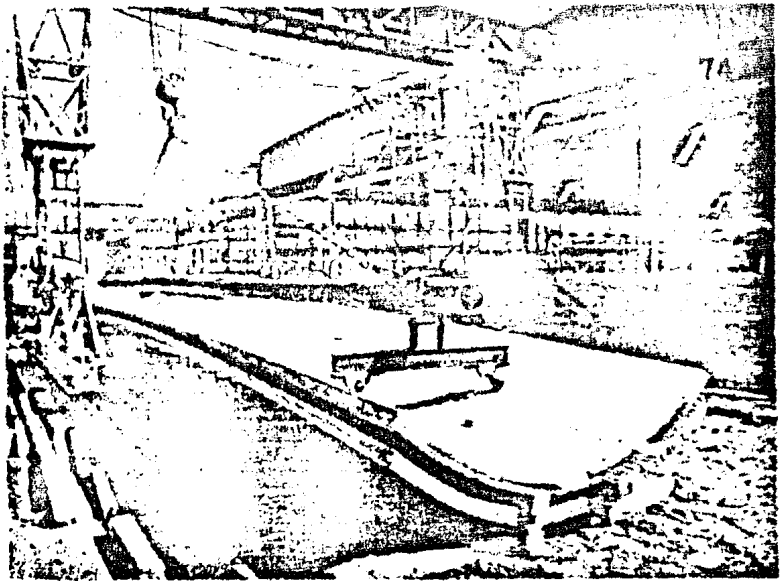


figura no. 43

12.- Montaje de Paneles de Fachada y Pared.

Los equipos de montaje para la construcción con grandes paneles son las grúas-torre y las pórtico. En edificios tipo torre, que suelen tener planta cuadrangular se suele utilizar una grúa central telescópica que crece con la construcción.

La grúa torre constituye la maquinaria de montaje más económica, si el peso de los elementos es considerable.

La grúa pórtico se debe utilizar con paneles que tengan una altura excepcional o cuando haya que levantar cargas muy elevadas.

El montaje es muy sencillo cuando se toman los paneles directamente del vehículo de transporte. Incluso cuando se toman y transportan horizontalmente con la grúa su giro no presenta grandes dificultades si se suspenden por medio de ganchos dejados en su cara superior.(figura no. 44)

Suelen utilizarse balancines de cables o vigas con dos o tres eslingas de suspensión.

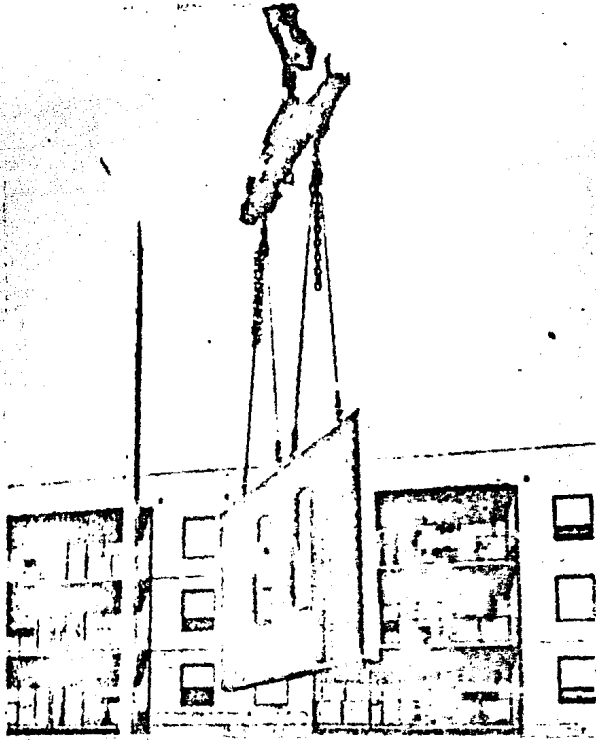


figura no. 44

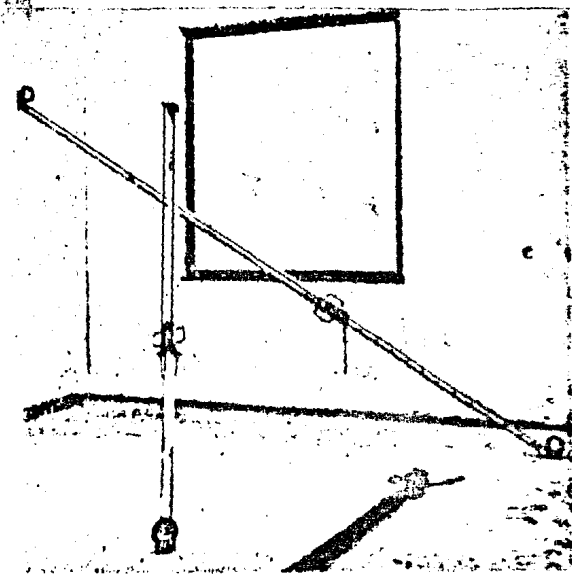


figura no. 45

Este tipo de montaje es bastante r nido, realizándose las uniones frecuentemente hormigonando las juntas. La mayor parte del tiempo se lo lleva el ajuste de la pieza.

Un ejemplo del tiempo requerido para el montaje de un panel es el siguiente:

No.	Tipo de operación	Tiempo en Min.	%
1	Enganche del elemento	0.9	4.5
2	Desplazamiento del elemento.	2.1	10.2
3	Colocación según proyecto.	13.0	63.5
4	Descuelge del elemento	3.0	14.6
5	Retorno a la posición inicial de la maquina de montaje.	1.5	7.2

La secuencia de las operaciones de montaje es muy importante para el rendimiento del equipo de trabajo. Lo mejor es colocar siempre los mismos tipos de elementos, uno tras de otro. Se debe de comenzar el montaje por los paneles interiores y si es posible colocar todos los paneles correspondientes a la superficie total y dejar los de fachada para el final.

Es importante que los enlaces queden hacerse desde el interior del edificio ya que de esta manera

suprimimos los andamios.

En paneles de pared muy largos deben de colgarse a menudo de varios puntos. Es importante que el punto de sujeción pase por la vertical del centro de gravedad del elemento. (figura no. 45 y 46)

El arriostramiento se realiza normalmente por medio de puntales, necesitando 4 ó 5 hombres para su montaje:

- 1 ó 2 para enganchar la pieza.
- 1 en la grúa.
- 2 para realizar el ajuste.

Como norma general, ninguna pieza debe cargarse hasta que esté definitivamente fijada, por lo que hay que evitar apoyar los paneles sobre el forjado inferior hasta que no este totalmente realizada la unión de esta. Para recibir las piezas suelen colocarse unas capas de mortero de asiento en la zona de apoyo.

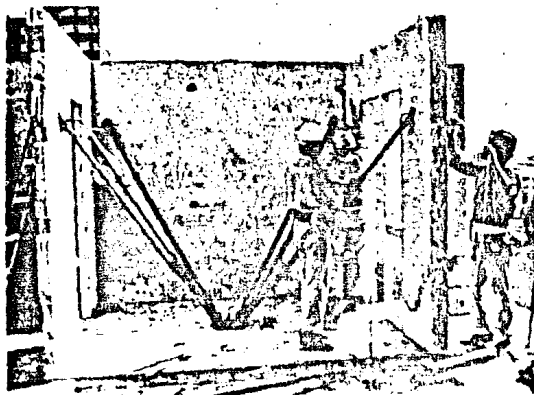


figura no. 46

V. CONCLUSIONES

La construcción a base de elementos prefabricados de concreto no ha tenido el uso esperado en nuestro medio, esto se debe a una serie de obstáculos que se le han presentado, lo cual obliga a que no se pueda contar con el equipo necesario para la realización del montaje requerido para cada obra; Por lo que algunas veces se hace un mal uso de los equipos existentes los cuales resultan con un alto costo de utilización.

Algunos de los obstáculos que se le han presentado son:

- Su reciente aparición en nuestro medio.
- Falta de apoyo gubernamental.
- Falta de conocimiento y experiencia de ingenieros y arquitectos, así como la falta de confianza: Esto se debe al poco impulso que ha tenido por parte de los centros de estudio, así como la falta de información necesaria.
- Falta de estudios socioeconómicos para la realización de algunas obras, debido a la premura de las mismas.

Este procedimiento constructivo como lo hemos mencionado se caracteriza por la rapidez de realización de los trabajos, por lo que nos presenta la oportunidad de hacer recuperaciones económicas del capital invertido más rápidamente, y debido a la situación económica por la que atravesamos, nos resulta más alentador tener una mayor utilización de este sistema constructivo.

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

- REVISTA DE INGENIERIA ABRIL-JUNIO 1972 U.N.A.M.
- MANUAL DE LA CONSTRUCCION PREFABRI-
CADA TOMO I, II Y III KONCZ
- CONSTRUCCION CON MATERIALES PREFABRI-
CADOS DE HORMIGON ARMADO. LAZLO MOKK
- LA PREFABRICACION J.A. FERNANDEZ
- CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
PREFABRICADO. B.C. GERWICK
- CONSTRUCCION PREFABRICADA. MAURICE REVEL
- PREFABRICACION J. BRFNDT