



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ACATLAN"



**"LA PREFABRICACION DE
ELEMENTOS PRESFORZADOS
PARA PUENTES DE FERROCARRIL"**

MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
CONCEPCION ALFREDO GARZON SOSA



México, D. F.

Junio 1995

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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ACATLÁN"

**" LA PREFABRICACION DE
ELEMENTOS PRESFORZADOS
PARA PUENTES DE FERROCARRIL "**

ASESOR : ING. FERNANDO RIVAS OLIVERA.

ALUMNO: GARZÓN SOSA CONCEPCION ALFREDO

NÚMERO DE CUENTA: 7409840-6

CARRERA : INGENIERIA CIVIL

JUNIO ' 95.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI MADRE

GRACIAS

POR HABERME DADO ESTA OPORTUNIDAD

A IGNACIO , ROSA MARIA Y SERGIO

CON CARÍÑO, ADMIRACION Y RESPETO

A MIS PROFESORES

POR SU APOYO Y DEDICACION CON ADMIRACION Y RESPETO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL.

Sr. CONCEPCION ALFREDO GARZÓN SOSA.
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.
P R E S E N T E .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 23 de Junio de 1995 me complace notificarle que esta Jefatura del Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de Memoria de desempeño Profesional: " **LA PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS PRESFORZADOS PARA PUENTES DE FERROCARRIL** ", El cuál se desarrolla como sigue:

- I.- PRINCIPIOS Y MÉTODOS.
- II.- MATERIALES Y EQUIPO.
- III -INFRAESTRUCTURA.
- IV.-CONTRATO.

Así mismo fue designado como asesor de tesis el Sr. Ing. **FERNANDO RIVAS OLIVERA**, profesor de esta escuela.

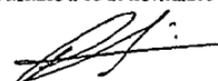
Pido a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la ley de profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar exámen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido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

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU".
Acatlan Edo. de México a 06 de noviembre de 1995.



ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA


Ing. Carlos Rosales Aguilar.
Jefe del Programa de Ingeniería Civil.

LA PREFABRICACION DE
ELEMENTOS PREFORZADOS
ELEMENTOS DE FERROCARRIL

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
Breve Historia y Desarrollo del Concreto Presforzado.....	6
I.- PRINCIPIOS Y MÉTODOS.....	8
I.1 Principios.....	9
I.2 Métodos.....	13
I.2.1 Pretensado.....	15
I.2.2 Postensado.....	19
I.3 Aplicaciones del Sistema Pretensado.....	22
II.- MATERIALES Y NORMAS.....	30
II.1 Concreto.....	31
II.2 Acero.....	34
II.3 Normas Oficiales.....	40
III.- INFRAESTRUCTURA.....	55
III.1 Instalaciones.....	56
III.2 Equipo.....	64
III.3 Moldes.....	71
IV.- CONTRATO.....	74
IV.1 Antecedentes.....	76
IV.2 Políticas y Estrategias de Concurso.....	78
IV.3 Desarrollo.....	85
IV.4 Ejecución y Problemática.....	88
RELACIÓN DE ANEXOS.....	117
CONCLUSIONES.....	174
GLOSARIO.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	181

CONTENIDO

INTRODUCCION

BREVE HISTORIA Y DESARROLLO DEL CONCRETO PRETENSADO

I. PRINCIPIOS Y METODOS

- I.1 Principios.
- I.2 Métodos.
 - I.2.1 Pretensado.
 - I.2.2 Postensado.
- I.3 Aplicaciones del Sistema Pretensado.

II. MATERIALES Y EQUIPO

- II.1 Concreto.
- II.2 Acero.
- II.3 Normas Oficiales.

III. INFRAESTRUCTURA

- III.1 Instalaciones.
- III.2 Equipo.
- III.3 Moldes.

IV. CONTRATO

- IV.1 Antecedentes.
- IV.2 Políticas y Estrategias de Concursos.
- IV.3 Desarrollo.
- IV.4 Ejecución y Problemática.

RELACION DE ANEXOS.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCIÓN

Han pasado ya más tres décadas de que se inició en nuestro País, de manera industrializada, la fabricación de elementos de concreto presforzado y la producción de piezas prefabricadas de ese material. De su inicio, a la fecha, la Industria del Presfuerzo y de la Prefabricación ha transitado por diferentes etapas; la primera, la de su inicio, en la que un reducido número de empresas dedicadas a ésta actividad luchaban con toda su capacidad para introducir nuevas técnicas constructivas en México, ofreciendo un mayor grado de racionalización en la ejecución de las estructuras y mostrando las ventajas obtenidas del empleo de los elementos presforzados (al salvar grandes claros y al resistir sollicitaciones de notable magnitud); en esa época, estas Empresas se esforzaban por abrir mercados, por convencer a sus clientes de las bondades de estos novedosos sistemas; es decir por tratar de obtener un pequeño espacio en la construcción de México.

Para lograr lo anterior se utilizaba, en gran medida, técnicas, equipos y soluciones copiadas de otros países; en aquella época, en la Industria del Presfuerzo y de la Prefabricación, todo era novedoso y el mayor logro obtenido en esa etapa, fue introducir en la construcción de nuestro País, técnicas racionalizadas e industrializadas y mostrar las ventajas del Presfuerzo y de la Prefabricación.

Posteriormente se llegó a la etapa de crecimiento; durante ese período se constituyó un gran número de nuevas empresas, ya no sólo en el ámbito de la Ciudad de México, sino también en la provincia, con ello se logró establecer una saludable, pero agresiva competencia entre todas las Empresas dedicadas al Presfuerzo; ya no se tenía únicamente que competir con los métodos tradicionales de construcción, sino que también se requería ofrecer los mejores productos; es decir los más económicos, los que aseguraban la máxima calidad y los que implicaban el mínimo de ejecución.

Para ello, se tuvieron que revisar todos los aspectos involucrados: en el diseño y en la fabricación de los elementos presforzados, desde los criterios de dimensionamiento, los sistemas de fabricación, y los moldes a emplear, los métodos de transporte y montaje, la planeación general de las plantas y de las obras. **(incluso el aspecto financiero para brindar una mejor propuesta económica y con ello lograr una imagen más completa dentro del mercado);** y de todo esto se lograron Elementos Presforzados con secciones transversales de gran eficiencia, en los que era mínima la cantidad de los materiales

empleados (concreto, acero de presfuerzo, etc.) y en los que se lograba una notable calidad.

En esta etapa se consolidó el empleo de los elementos presfuerzados, se desarrollaron algunas (técnicas mexicanas) para determinadas secciones de elementos, y con ello el uso del presfuerzo y de la prefabricación se amplió notablemente, diversificándose así mismo su utilización. Los logros obtenidos en esta etapa fueron los de ampliar notablemente el mercado de estos productos y el de obtener elementos de gran eficiencia y mínimo costo.

Actualmente, la Industria del Presfuerzo y de la Prefabricación se encuentra en una etapa; que debiera ser de Consolidación, pero debido al mal momento económico por el que atraviesa el País, tal vez ya no tenga el crecimiento acelerado de los (tres o quizás cuatro años anteriores), más bien es factible que decrezca un poco, queriendo ser un poco optimista, esto debido a que los recursos económicos dedicados por nuestro Gobierno, a la Construcción, serán limitados y de alto costo, y el gran reto a afrontar por la Industria de la Construcción de México será el de realizar, lo más posible, con el mínimo de dinero, en el menor tiempo posible, dando la máxima calidad; gran parte de esto se puede lograr empleando las ventajas que nos brindan los Elementos Presfuerzados y la Industria de la Prefabricación, pero para ello es necesario que se establezcan nuevas y diversas estrategias, una de ellas es la que se pretende establecer mediante la instrumentación de este trabajo, que permita integrar la información acerca de algunos de los productos que se fabrican en esta Gran Industria, las experiencias acumuladas durante casi una década de participar activamente como parte integrante de un importante Grupo de Empresas dedicadas especialmente a la Prefabricación de Elementos Presfuerzados para Puentes Ferrocarrileros; y específicamente dar a conocer la implementación de los lineamientos y estrategias consideradas, las alternativas de soluciones, la toma de decisiones, la aplicación de medidas correctivas, así como la descripción de las acciones más relevantes que se llevaron a cabo en la ejecución de los trabajos relativos a la "Construcción de 600 Traves de Concreto Presfuerzo, de sección cajón, con longitudes entre 7.00 m. y 15.00 m. , 17000 m.l. de Pilotes de sección Octagonal y longitudes entre 7.00 m. y 15.00 m. , y 4500 m.l. de Pilotes de sección cuadrada 0.60 m. x 0.60 m. y longitudes entre 6.00 m. y 12.00 m. , para la Construcción de los Puentes definitivos de las diferentes Líneas y Divisiones , Sistema. recibidos L. A. B. en unidades de los Ferrocarriles.", amparados en el contrato no. A - 39364 de los Ferrocarriles Nacionales de México.

El principal motivo para la elección del tema sobre el que versaría este Documento se desprende de una serie de valoraciones, realizadas con mucha conciencia, debido a que se fijó como **Objetivo Principal del mismo el de transmitir de una manera lógica, coherente y sencilla esa experiencia acumulada a través de 10 años de trabajo en la Industria de la Prefabricación**, y si se decidió basar el contenido del documento en el desarrollo de un Contrato de Obra, es debido a que en este, se aplicaron con mucha atinencia Tácticas y Estrategias, muy bien estudiadas y planeadas para uno de los Contratos más importantes, en los que se ha participado., y que durante su desarrollo, existieron situaciones de mucho interés, así como también etapas muy críticas, que dejaron grandes enseñanzas con las soluciones realizadas.

Ahora bien, para alcanzar este Objetivo General, es necesario plantear los siguientes objetivos específicos: primeramente Difundir la tecnología del Presfuerzo y de la Prefabricación mostrando los alcances y las ventajas que nos brinda la implementación de un Sistema de producción a Nivel Industrial, en las Instalaciones adecuadas, con el empleo de materiales sujetos a estrictos Controles de Calidad, y el uso de la Maquinaria y Equipo indicado para la debida ejecución de los trabajos. Enseguida reafirmar los Principios básicos del Concreto Presforzado, y sus aplicaciones, y finalmente elaborar un documento que sirva de apoyo e información a todas aquellas personas que estén involucradas en la Industria de la Construcción, Ingenieros, Arquitectos, Profesores y Alumnos. En resumen unificando las metas que se fijaron inicialmente, los objetivos que se pretenden alcanzar son :

- Difundir de manera lógica, coherente y sencilla la experiencia acumulada durante 10 años de desempeño a nivel profesional, como parte integrante de un Grupo de Empresas dedicadas a la Prefabricación y a la Industria del Presfuerzo .
- Difundir la Tecnología del Presfuerzo y de la Prefabricación a nivel Industrial.
- Crear un elemento de consulta y apoyo para los Profesores y Alumnos, de Ingeniería y Arquitectura, y en general del Área de Construcción, que contenga en forma concentrada la información relativa a los Elementos Presforzados Prefabricados e Industrializados de Concreto, para Puentes de Ferrocarril, para sus estudios y aprendizaje.

- Dar a conocer las características fundamentales con las que debe de contar una Planta Prefabricadora, para poder llevar a cabo trabajos tan especiales como lo son la Prefabricación de Elementos Presforzados para Puentes de Ferrocarril.
- Dar a conocer , como en base a la experiencia personal, aunada a la visión empresarial del grupo con el cual colaboro, se implementaron estrategias para la elaboración de la propuesta que nos permitió ejecutar los trabajos del Contrato más importante relativo a Elementos Presforzados Prefabricados para Puentes de Ferrocarril, que se haya realizado para Ferrocarriles Nacionales de México, hasta la fecha, su desarrollo, la participación y ejecución en las importantes Tomas de Decisión realizadas, durante su transcurso y hasta el final del mismo, y como a partir de estas situaciones en la actualidad la Dependencia ha tomado nuevas Políticas para el suministro de sus necesidades de elementos presforzados y con ello obtener beneficios en tiempos y costos muy considerables.

Inicialmente trataremos de dar una breve Historia y Desarrollo del Concreto Presforzado, en seguida dentro del primer Capítulo haremos referencia de los Principios básicos del Concreto Presforzado, describiremos sus Métodos y hablaremos de sus aplicaciones .

Para poder lograr que este Sistema de Prefabricación sea eficiente, es necesario contar con materiales de gran calidad es por ello que en el segundo capítulo, abordaremos lo referente al Tema y además trataremos lo relacionado al Equipo y Accesorios necesarios que deben emplearse para sus diferentes aplicaciones .

En el tercer Capítulo describiremos la Infraestructura con la que debe contar una Planta Prefabricadora, sus instalaciones, el equipo , sus Moldes, etc. , es decir lo necesario para poder lograr que toda esa materia prima que llegue a su interior salga transformada en un Elemento Prefabricado cuyo destino final sea parte de una solución a un Sistema Constructivo.

Una vez que estemos familiarizados con lo relacionado con el Concreto Presforzado, debido a la información proporcionada en los tres primeros capítulos, en este último hablaremos acerca de como fueron tomados en cuenta muchos factores de los mencionados en esos capítulos, para poder establecer las Bases de Cotización, las Estrategias de Concurso, la Planeación , el Desarrollo, en fin, los pormenores de la ejecución del Contrato más importante relativo a la Fabricación de Elementos

reforzados para Puentes de Ferrocarril, a que haya convocado a la fecha, Ferrocarriles Nacionales de México .

Finalmente llegaremos a realizar un breve análisis de lo presentado para establecer una serie de conclusiones, que inicialmente nos demuestre que este documento sea de utilidad, como fuente de Información y consulta a las presentes y futuras Generaciones de estudiantes y Profesores del Área de Construcción, para conocer lo referente a los Elementos Reforzados Prefabricados para Puentes de Ferrocarril y finalmente que nos permitan comprobar que el logro del objetivo fijado al inicio de este documento se haya conseguido.

BREVE HISTORIA Y DESARROLLO DEL CONCRETO PRESFORZADO.

Aún cuando en 1866, en California, se obtuvo una patente para el material, no fue sino hasta fines de la década de los cuarentas, cuando realmente se inició el desarrollo del concreto presforzado; asimismo, contribuyó a su uso la aguda escasez de acero que se presentó en Europa al finalizar la Segunda Guerra Mundial durante el periodo de reconstrucción.

Generalmente se considera Eugene Freyssinet como el "padre" del concreto presforzado. Su interés en la materia, y las pruebas que realizó a principios de siglo, lo llevaron a pensar que el presfuerzo sería una proposición práctica si existiese disponibilidad tanto de acero de alta resistencia como de concreto de alta calidad. Ambos materiales arribaron lentamente, y fue hasta 1928 cuando Freyssinet logró obtener su primera patente, estableciendo así la teoría del presfuerzo. Su primera publicación sobre la materia, acertadamente se intitula *Una revolución en el arte de la construcción*, ya que en verdad constituyó una revolución; de hecho, muchos ingenieros supusieron que era una idea novelesca que nunca alcanzaría el éxito.

Sin embargo, hubo algunos, como Magnel en Bélgica y Hoyer en Alemania, que reconocieron su futuro haciendo surgir las ideas básicas de los sistemas de presforzado en una época en que más se le requirió, es decir, después de la guerra. Se contaba ya con herramientas y materiales, por lo que fueron los ingenieros europeos quienes encabezaron este nuevo método de construcción, captando el interés del resto del mundo. En Estados Unidos, por ejemplo, se había anticipado algún uso del concreto presforzado en la construcción de depósitos para agua, tuberías a presión y pilotes, pero fue hasta 1951 cuando realmente se perfeccionó, al terminar la construcción de un puente, que se destaca particularmente por ser la primera estructura de concreto resforzado.

En 1952, en una reunión en Cambridge, fue creada una sociedad internacional bajo el nombre de *Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP)*. El objetivo principal de este grupo de ingenieros visionarios era el diseminar el mensaje e iluminar al mundo acerca del concepto relativamente desconocido de la construcción con concreto presforzado, lo cual se llevaría a cabo alentando la integración de grupos nacionales en todos los países que tuviesen particular interés en el asunto y facilitando un foro internacional para el intercambio de información. La Gran Bretaña y algunos otros países europeos contaban ya con su propio grupo (el *Prestressed Concrete Development Group* o *PCDG*), cuya labor había sido emprendida por *The Concrete Society*.

Por lo general, la labor de la FIP se realiza calladamente por comisiones técnicas, quienes investigan los aspectos especiales de la tecnología del concreto presforzado

proporcionando recomendaciones para métodos de diseño y construcción, ya que cada cuatro años se celebra un congreso que atrae a la mayoría de las autoridades mundiales más relevantes en la materia.

El presforzado ha hecho posible tanto la aparición de nuevos métodos de construcción como el que se diseñen tipos enteramente nuevos de estructuras, las que no hubiesen sido concebidas sin él. Sin embargo, existe un número limitado de medios con los cuales se puede tensar y anclar a los cables y varillas, por lo que el panorama de innovación tiene que ser pequeño ahora. Existe todavía mucho por hacer en el trabajo detallado de refinar el presfuerzo y aún más para extender su uso.

Dos de las aplicaciones más desafiantes y útiles se han desarrollado en los últimos años para las grandes estructuras marítimas (puertos terminales fuera de la costa, plataformas fijas y flotantes para la producción de petróleo) y estaciones de energía nuclear.

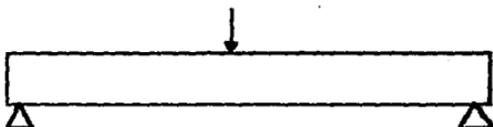
Asimismo, es posible que el concreto presforzado incremente su participación en la construcción de puentes y los defensores del concreto de alta resistencia compitan con los defensores del concreto ligero sobre la mejor forma de proceder.

CAPITULO I
PRINCIPIOS Y METODOS

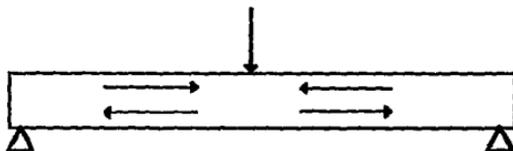
II PRINCIPIOS

El concreto presforzado también puede definirse como concreto precomprimido; esto significa que a un miembro de concreto antes de empezar su vida de trabajo, se le aplica un esfuerzo de compresión en aquellas zonas donde se desarrollarán esfuerzos de tensión bajo cargas de trabajo.

¿Por qué entonces preocupan los esfuerzos de tensión? Por la sencilla razón de que, aunque el concreto es resistente en compresión, es débil en tensión. Considérese una viga de concreto simple soportando una carga.

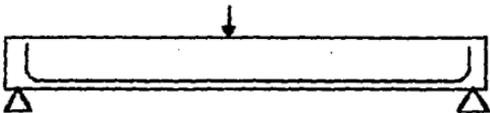


Al incrementar la carga, la viga se deflexiona ligeramente y después falla repentinamente. Bajo la carga, los esfuerzos en la viga serán de compresión en las fibras superiores, y de tensión en las inferiores.



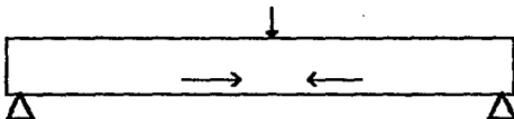
Es probable que la viga se agriete en la parte inferior y sufra rupturas, aún con carga relativamente pequeña, debido a la baja resistencia a la tensión del concreto. Existen dos formas de contrarrestarla: con el empleo de refuerzo o presforzando.

En el *concreto reforzado*, en las zonas donde se desarrollarán esfuerzos de tensión bajo la carga debe colocarse refuerzo en forma de varillas de acero.



El refuerzo absorbe toda la tensión y si se limita al esfuerzo 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 las zonas donde se desarrollan los esfuerzos de tensión bajo la carga, resistirán o anularán estos esfuerzos de tensión. En este caso, el concreto reacciona como si tuviese una alta resistencia a la tensión propia y en tanto que los esfuerzos de tensión no excedan a los esfuerzos de precompresión, no podrán presentarse agrietamientos en la parte inferior de la viga.



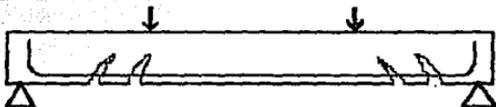
Un ejemplo cotidiano del principio fundamental del presfuerzo lo utiliza una persona que transporta varios ladrillos con el fin de acomodarlos verticalmente, uno encima del otro y soportarlos por debajo. Los ladrillos pueden levantarse y moverse en una fila horizontal ejerciendo presión con una mano colocada en cada extremo.



La resistencia a la tensión de la hilera de ladrillos es nula, pero en cuanto se aplica una presión suficiente, toda la hilera puede levantarse de conjunto. Si la presión se utiliza cerca del extremo superior, se descubrirá que la "unidad" no es muy estable y tenderá a abrirse en la parte inferior. Si la presión se aplica abajo de la mitad de la altura, será posible colocar más ladrillos en su parte superior, de tal manera que dicha unidad también soportará una carga. Mientras mayor sea la carga que se coloca encima, mayor será la presión requerida en cada extremo. también puede efectuarse una demostración sencilla por medio de unas cuantas cajas de cerillos vacías, colocadas una junto a la otra y sostenidas por una liga de hule. La magnitud de la carga que pueden soportar varía con la presión empleada por la liga de hule.

La idea fundamental de usar varias unidades separadas se transforma en una solución estructural muy práctica, cuando es necesario salvar un gran claro. Sobre una obra falsa, se izan unidades prefabricadas de concreto, se presionan contra otras y se retira la obra falsa. Si se mantiene la presión, se tendrá un miembro capaz de soportar cargas.

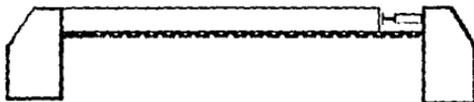
Sin embargo, la flexión es tan sólo una de las condiciones involucradas, ya que también existe la fuerza cortante, la cual en una viga se desarrolla horizontal o verticalmente, dando origen a esfuerzos de tensión y compresión diagonal de igual intensidad. Como el concreto es débil en tensión, se presentarán 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 esfuerzos de precompresión, de tal manera que sobrepasen los de tensión diagonal.



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 regresa a su condición original, demostrando la resistencia del concreto presforzado. Más aún, las pruebas han demostrado que puede efectuarse un número virtualmente ilimitado de dichas inversiones de carga, sin afectar la capacidad de la viga para soportar la carga de trabajo o reducir su capacidad de carga última. En otras palabras, el "presforzado" dota a la viga de una, gran resistencia a la fatiga.

Como ya se ha mencionado, si para 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, pero si sobrepasa la carga de trabajo y los esfuerzos de tensión resulta mayores que el presfuerzo, surgirán grietas. Sin embargo, si se retira la carga, aún después de que una viga ha sido cargada a una porción muy alta de su capacidad última, se obtiene como resultado una clausura total de las grietas, las cuales no reaparecen bajo cargas de trabajo.

¿Como se aplica esta precomprensión? En losas colocadas sobre el terreno o en pavimentos. Esto 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 el resto de la losa.

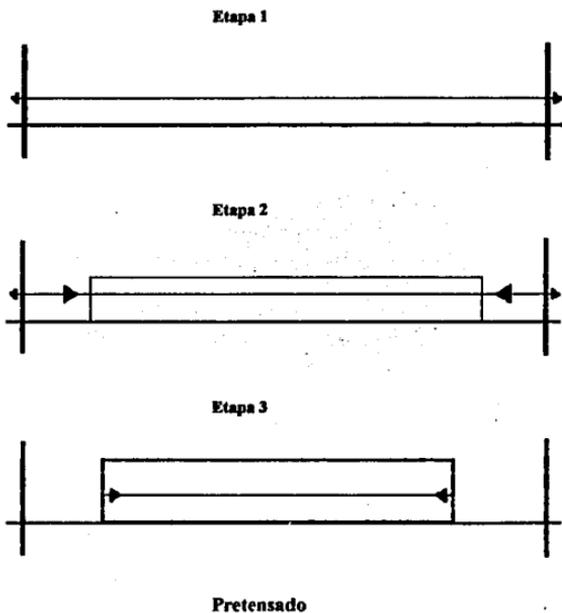


Lo anterior no es, sin embargo, un método de aplicación práctica en la mayoría de los elementos estructurales, ya que el método usual consiste en emplear "tendones" de acero tensados que se incorporan permanentemente al elemento.

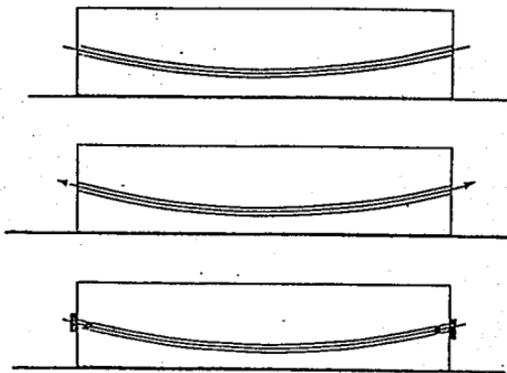
Por lo general, los tendones se forman de alambre de alta resistencia, torones o varillas, que se colocan aisladamente o formando cables. Existen dos métodos básicos para usar tendones: *pretensado* y *postensado*. A continuación se describirán con más detalle.

1.2 MÉTODOS

En el *pretensado*, como su nombre lo indica, primero se tensa al acero entre los mueros de anclaje y posteriormente el concreto es colocado alrededor del acero y en moldes que dan la forma al elemento. Cuando el concreto ha alcanzado suficiente resistencia a la compresión, se libera al acero de los mueros de anclaje, transfiriendo la fuerza al concreto a través de la adherencia existente entre ambos, como se muestra en las tres etapas ilustradas a continuación.

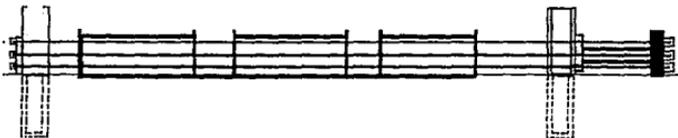


En el *postensado*, primero se coloca al concreto fresco dentro del molde y se deja endurecer previo a la aplicación del presfuerzo. El acero puede colocarse en posición con un determinado perfil, quedando ahogado en el concreto, para evitar la adherencia se introduce el acero dentro de una camisa metálica protectora; o bien pueden dejarse 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 adherencia requerida del concreto, se tensa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto en compresión. El perfil curvo del acero -lo que normalmente ocurre en el postergado- permite la distribución efectiva del presfuerzo dentro de la sección, de acuerdo con lo dispuesto por el proyectista, como se ilustra en las tres etapas, que se muestran a continuación.



1.2.1 PRETENSADO

El *pretensado* puede usarse en la obra cuando se requiera un gran aumento de unidades similares prefabricadas, pero normalmente se lleva a cabo en la planta donde ya han sido previamente construidas mesas permanentes de tendado. El método más efectivo, es el de producción a gran escala, en la que un cierto número de unidades análogas se producen simultáneamente. los tendones de acero, que por lo común consisten de alambre para las unidades pequeñas y de torones para las más grandes, se tensan entre las placas de anclaje situadas en cada extremo de una mesa larga de tendado. Dichas placas se encuentran soportadas por grandes secciones de acero ahogadas en un macizo de concreto (muerto de anclaje), en cada extremo de la superficie de colado. La losa en la base puede servir como puntal entre estos macizos de concreto; sin embargo, en las mesas largas de tendado, los macizos se construyen lo suficientemente voluminosos con el objeto de que sean estables, es decir, para que no resbalen o se volteen. En mesas de tendado muy largas, a veces se tienen muertos de anclaje intermedios dentro de cavidades previamente hechas, de tal manera que se puedan insertar viguetas de acero temporales para que en caso necesario, queden mesas de tendado de menor longitud. En uno de los extremos, la placa de anclaje se apoya directamente en las viguetas de acero soportantes, denominada apoyo fijo. En el otro extremo, el del tendado, se introducen puntales de acero temporales entre la placa de anclaje y las viguetas de apoyo. Generalmente, las placas de anclaje son placas gruesas de acero con agujeros por donde los alambres o torones pueden introducirse y anclarse. Los extremos de cada unidad tienen un tope que se taladra de acuerdo con la colocación de los tendones requeridos y del diámetro de los alambres o torones utilizados. En la figura se muestra la disposición típica de una producción a gran escala.



Producción a gran escala.

Los torones o alambres, en el número proyectado, se arrastran a todo lo largo de la mesa de tensado, enhebrándose en los topes y en las placas de anclaje que finalmente se sujetan al apoyo fijo. En el otro extremo de la mesa, el tensado se inicia una vez que hayan sido colocados todos los alambres. Los cables se estiran para levantarlos de la mesa y aplicar la carga. Puede tomarse la lectura de la extensión y compararse con el valor calculado, pero como, de hecho, los tendones tienen libertad de movimiento -lo que no ocurre en el caso del postensado- es la fuerza en el cable la que reviste una importancia primordial. En seguida se ancla el alambre y se descarga el gato; esta operación se repite con todos los demás alambres. La secuencia de tensado no es muy importante en el pretensado, pero, como acontece con todo el presforzado, es esencial un tensado preciso.

Si se va a emplear algún refuerzo secundario, la cantidad necesaria se habrá colocado en conjunto cerca de los topes y de los tendones ensartados al ejecutarse la operación de arrastrar a los alambres por la mesa. Una vez que se ha terminado el tensado, se arregla al refuerzo en la posición debida y se ensamblan los moldes preparándolos para recibir el concreto. en el pretensado, la adherencia entre el acero tensado y el concreto es de vital importancia y en ésta, al igual que en todas las operaciones que se realicen, debe preverse que el acero quede libre de cualquier material, tal como el aceite o grasa de los moldes, que interfiera con la adherencia.

Para obtener una compactación completa del concreto, se deben emplear vibradores, ya sea internos o externos. Si los vibradores internos no se manejan adecuadamente, pueden provocar la aparición de bolsas de agua adyacentes al acero tensado, lo que reducirá la adherencia efectiva. Los vibradores externos no dan lugar a este problema, pero en cambio, los moldes requieren ser mucho más rígidos.

Como ocurre con cualquier concreto, el curado es necesario y es un proceso que en ocasiones se acelera mediante la introducción de vapor bajo una cubierta apropiada, obteniendo así una reducción rápida debida a la mayor utilización de la mesa.

Quando el concreto ha adquirido suficiente resistencia, los puntales provisionales son sustituidos por gatos que pueden irse aflojando lentamente. Como el acero tensado tiende a regresar a su longitud original, la adherencia entre el concreto y el acero evita que suceda esto, de tal manera que el concreto queda sometido a compresión. Si las unidades tienen facilidad para deslizarse a lo largo de la mesa, se afloja la tensión en el acero entre ellas, lo que permite que el acero se corte sin peligro en los extremos de las unidades. En estos puntos, los tendones recobrarán su diámetro original, de modo que también existe una acción de cuña, además de la adherencia. La fuerza en cada tendón se transfiere al concreto en una cierta longitud denominada **longitud de "transmisión"**. Esta longitud se afecta considerablemente por las condiciones de la superficie con respecto a los alambres, pero

sufre menor variación si se trata de torones. Sin embargo, en cualquiera de las dos, la longitud se afecta según el grado de compactación.

Otro método consiste en que los tendones se tensen simultáneamente. En este caso, los gatos se insertan entre la placa de anclaje y las viguetas de acero en lugar de los puntales provisionales. En seguida se accionan los gatos para tensar todos los tendones, ya que los gatos se usan también para reducir los esfuerzos y normalmente constituyen parte integrante de las mesas de tendado.

En pequeñas unidades patentadas el refuerzo secundario es a menudo innecesario y existe un sistema en el que el concreto se extruye en forma continua alrededor de los tendones y posteriormente se aserra a la longitud requerida. Como al momento de cortar los alambres todavía se encuentran en tensión, tiene que haber muy buena adherencia; de lo contrario, desaparecerán dentro de la unidad.

Una vez que se hayan separado las unidades en la mesa de producción a gran escala podrán ser apiladas, pero deberán manejarse con gran cuidado, izarse en los puntos correctos y colocarse siempre adecuadamente unas encima de otras. Como se analizará más detalladamente en las siguientes páginas.

El pretensado también podrá aplicarse a unidades aisladas, haciendo que el acero se tense y ancle en cada molde. A la vez, estas unidades deberán manejarse cuidadosamente.

En los procedimientos descritos hasta ahora, todos los tendones se han mantenido rectos, continuamente adheridos al concreto. Aun cuando la mayoría de las unidades pretensadas se construyen de esta manera -lo cual demuestra que es una conformación económicamente factible-, no proporciona el uso más eficiente de la fuerza de presfuerzo, en lo que respecta a miembros a flexión de sección constante.

En unidades grandes, donde es importante el peso propio, resultará ventajoso incrementar la excentricidad de los tendones cerca de la zona central del claro. La excentricidad de un tendón es la distancia desde el centro del mismo al centro de gravedad de la sección.

Si la sección de una unidad se conserva constante en toda su longitud, puede verse fácilmente que, con tendones rectos, la excentricidad es constante en toda la longitud de la unidad, ya que la efectividad de la fuerza de presfuerzo es función del producto de la magnitud de dicha fuerza por su excentricidad para el mismo valor de la fuerza. Opcionalmente, puede lograrse la misma efectividad con una fuerza menor y una mayor excentricidad. Este principio constituye el criterio fundamental del postensado, aunque es posible aplicarlo al pretensado si se desvían los tendones o si algunos no son adheridos al concreto.

Como los tendones se encuentran tensados entre los apoyos, solamente es necesario sujetarlos en posiciones más abajo o más arriba en puntos intermedios de su longitud, aún cuando se conserve una línea recta entre estos puntos. Lo anterior se muestra esquemáticamente en la figura " A " .

El costo adicional de operación y mantenimiento de estos mecanismos de sujeción superior e inferior parece haber disgustado a los fabricantes, independientemente de que se han elaborado muchas unidades con este sistema.

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. En la figura " B " se muestra cómo se reduce la fuerza de presfuerzo en el extremo de la unidad.

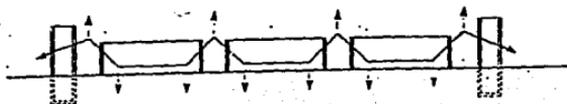


FIGURA " A "

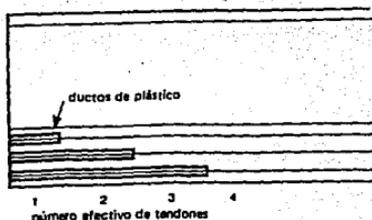
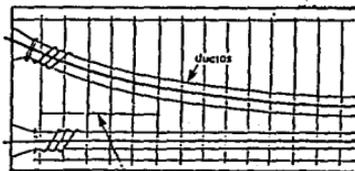


FIGURA " B "

I. 2.2 POSTENSADO

El *postensado* puede usarse en la producción industrial para grandes unidades prefabricadas como propósitos especiales, tanto en la obra como fuera de ella. Tal como se ha descrito para el pretensado, el uso de tendones rectos no es el modo más eficiente de utilizar la fuerza del presfuerzo al tratarse de grandes unidades. En aquellos puntos donde ocurre el momento máximo se requiere de la máxima fuerza efectiva de presfuerzo y, por otra parte, la mínima fuerza de presfuerzo es necesaria donde ocurre el mínimo momento flexionante. Ello 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 del presfuerzo neutralizará el efecto de la carga.

Si los tendones se localizan dentro de la sección de concreto, se colocarán con un perfil curvo, por lo que el encamisado -normalmente constituido por ductos circulares metálicos preformados- debe quedar sujeto con el perfil necesario. Estos ductos deben colocarse en forma tan precisa y sujetarse al acero de refuerzo, que para entonces ya debe haberse puesto sobre la mesa que contiene a los moldes. El anclaje permanente en los extremos de los ductos se fija en el extremo del molde. A continuación se muestra un detalle típico del extremo de la unidad, donde se utilizan ductos preformados.



refuerzo para contener el estallamiento que provocan las fuerzas en los cables

Asimismo, los ductos pueden integrarse a la unidad de concreto, si se usan formas removibles sólidas o de hule inflable. Como éstas deben extraerse después del endurecimiento del concreto, el anclaje permanente no podrá colarse dentro de la unidad, pero debe 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. El efecto es entonces similar al obtenido con los tendones flexionados, como ya se ha indicado para el pretensado.

En caso de emplear un encamisado metálico preformado, es importante recordar que no debe permitirse que la lechada se introduzca en los ductos y, si ello ocurre, debe extraerse mientras esté en estado plástico. Debido a que los ductos se colocan en tramos, sus uniones deben estar protegidas con cintas. Aun cuando los tendones se encuentren dentro de los ductos, éstos tenderán a flotar, no obstante que hayan sido fijados con precisión en su posición. Es interesante recordar que deben permanecer en su sitio durante la colocación del concreto.

El concreto se vaciará una vez que los moldes se encuentren ensamblados. Es esencial que las unidades aún no presforzadas se curen apropiadamente para evitar el agrietamiento por contracción durante el proceso de endurecimiento. Una vez que el concreto ha adquirido resistencia suficiente, se tensan los tendones, anclándolos por un extremo y tensándolos con los gatos contra la cara del anclaje en el otro extremo, o tirando con los gatos desde ambos extremos simultáneamente. Los tendones dentro de cada ducto pueden tensarse individualmente, enganchando un gato de barra o de un solo torón a cada tendón a la vez o conectando también un gato de torón o de múltiples alambres a todos los tendones al mismo tiempo. En el postensado es muy importante verificar tanto la extensión del tendón como la carga. No es posible observar el movimiento del tendón dentro del ducto, ya que sólo puede registrarse mediante la extensión del gato. Deberán vigilarse la carga aplicada y la extensión que produce, de tal manera que cualquier irregularidad en el ritmo de la extensión para una cierta rapidez de los incrementos de carga pueda ser rápidamente revelada. Si en alguna parte del ducto queda atorado el tendón, la magnitud de la extensión disminuye, lo que indica una falla y es en este momento cuando debe actuarse para su corrección.

En cuanto se haya alcanzado la carga de diseño, se registrará la extensión y, si ésta ha alcanzado el valor calculado, podrá anclarse el tendón. Nunca deberá incrementarse la carga más allá del valor especificado, especialmente si se intenta lograr la extensión requerido. Cuando los tendones se estiren separadamente, la secuencia será tal que aquellos que hayan sido tensados en primer término no interfieran con el movimiento de los que lo son posteriormente. En caso de utilizar varios cables en ductos diferentes, deberá

obedecerse el orden del tensado especificado por el ingeniero, ya que si no se hace así podrá dañarse el elemento.

Una vez que los tendones han sido tensados y anclados, generalmente se llenan los ductos de una lechada coloidal de cemento introducida a presión. El objeto principal de la lechada endurecida es el evitar la corrosión de los tendones, así como proporcionar adherencia entre los tendones y el concreto. La magnitud de la adherencia tiene poco efecto en el comportamiento del miembro bajo condiciones normales de carga, y llega a afectar tanto la naturaleza del agrietamiento que se presentaría en el caso de una sobrecarga como el factor de seguridad contra la falla de la sección.

Como se describirá mas adelante, los diversos sistemas de tensado requieren equipos diferentes. Independientemente del sistema que se utilice, los anclajes son permanentes y forman parte de la unidad de corta longitud; su costo (así como los ductos y la lechada) sobrepasa con mucho el ahorro que se tenga en los tendones de acero en comparación con el pretensado.

En los extremos de las unidades postensadas, los tendones transmiten una gran fuerza al anclaje el cual es de un área relativamente pequeña. El efecto que se produce es similar al de introducir una cuña en un bloque de madera y, a menos que pueda contenerse esta fuerza de "estallamiento" hasta que se disperse en la sección) en el extremo de la unidad presentará la fractura.

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 en esta área deberá ser de buena calidad con una compactación adecuada, a pesar del congestionamiento del refuerzo, ductos y anclajes. En algunos casos, el bloque de extremo será prefabricado, girándolo 90° para darle mejor acceso al concreto en el momento de vaciarlo y posteriormente incorporarlo a la estructura durante la construcción.

1.3 APLICACIONES DEL SISTEMA PRETENSADO

En la práctica, el método de pretensado es preferible para ciertas aplicaciones del presforzado, mientras que para otras es más satisfactorio el postensado.

PRETENSADO

El método de pretensado se adopta mejor en unidades de sección transversal pequeña, en las cuales no se puede acomodar el cable de postensado, debido a que éste es comparativamente más voluminoso. El sistema puede ser adaptado a la producción en masa de un gran número de unidades similares (sólo en el caso de que resulten muy económicas) tales como durmientes para ferrocarril, largueros de piso, vigas, unidades para pisos, postes, pilotes, etc.

Sin embargo, presenta ciertas desventajas que hacen más limitado su uso en relación con el otro método cuando se trata de elementos muy grandes. Por lo general, los alambres son rectos de manera que no se dispone de la resistencia que proporcionan los cables curvados hacia arriba, la pérdida de presfuerzo es mayor, la efectividad de una fuerza dada no es tan grande y así sucesivamente.

Los factores decisivos en el empleo del pretensado se deben a lo siguiente:

1. Tamaño del elemento.
2. Número de unidades requeridas.
3. Conveniencia de los alambres rectos.

Al satisfacerse estas condiciones, pueden producirse económicamente unidades de excelente calidad; de hecho, se producen en grandes cantidades tanto en Inglaterra como en otros países.

Durmientes.

Durante la Segunda Guerra Mundial, se hizo necesario encontrar un sustituto de la madera para durmientes de ferrocarril, desarrollándose su manufactura a base de concreto reforzado. Se establecieron fábricas para producir estas unidades que ahora están altamente mecanizadas con un bajo contenido de mano de obra. Las mesas de tensado son de alrededor de 135m de largo y cada una acomoda 100 durmientes.

Techumbres y pisos.

Una considerable labor se ha realizado en la manufactura de unidades para pisos y techos postensados. Las vigas que salvan claros entre columnas y soportan un piso estructural son generalmente de sección rectangular o de T invertida. La viga rectangular tiene un peralte mayor y es económica desde el punto de vista estructural, pero en cuanto al costo total de construcción puede resultar elevado. La viga T invertida es más cara en su producción, su peralte es menor y puede resultar más económica en el sentido del costo total de su construcción. La figura A muestra las disposiciones típicas y los componentes del piso anteriormente indicados, que pueden ser de viguetas presforzadas y bloques de relleno de concreto ligero losas huecas de concreto presforzado. En ocasiones, las unidades de concreto presforzado se producen con sistemas pretensados a gran escala en donde el concreto se extruye por medio de maquinaria. La figura B muestra el mejor tamaño de viguetas y bloques de relleno y el tamaño máximo de unidades para losas. Para el tamaño mínimo utilizado en construcciones habitacionales puede obtenerse un claro aproximado de 5.8m con un peralte total de piso de 14 cm. Puede lograrse un claro del doble para la misma carga con una unidad mayor, aunque el peralte tendrá que incrementarse a 25cm.

Los fabricantes establecen en sus catálogos que se pueden ajustar aberturas mayores y que las menores se pueden preformar en la fábrica en forma de ventilas de verificación para las unidades de losas. No obstante, debe tomarse en cuenta que el sistema de pretensado a gran escala se basa en unidades estándar con una interferencia mínima. Las ventilas de verificación, los desbastes y los cambios en el espesor interfieren con la producción en masa y se consideran "especialidades" que involucran costos adicionales, lo cual no debe pasarse por alto.

Existen disponibles diversos tipos de losas huecas para piso. Algunos de los fabricantes cuentan con losas de 2.70 m de ancho, lo que reduce el número de unidades requeridas pero aumenta ligeramente los problemas de manejo. Las unidades para losa similares a las mostradas en la figura A también pueden utilizarse en tableros verticales.

Otro tipo popular de unidad para piso es la doble T (fig. C), la cual es más útil para claros largos cuando no hay restricción de peralte, como en estacionamientos para autos de varios pisos, o en vestíbulos de las tribunas de un hipódromo y que además puede emplearse verticalmente como unidades para muros .

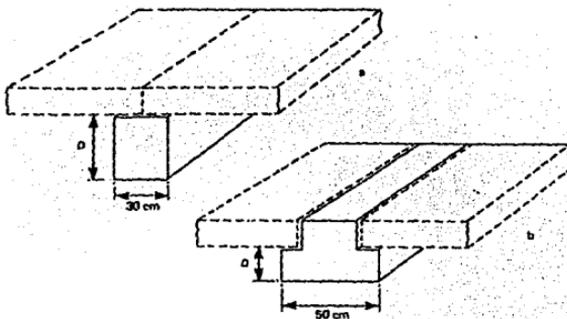


Figura A Vigas prefabricadas a) rectangular $D = 30, 35, 40, 45, 50 \text{ ó } 60 \text{ cm}$
 b) T invertida $D = 15, 20, 25 \text{ ó } 30 \text{ cm}$

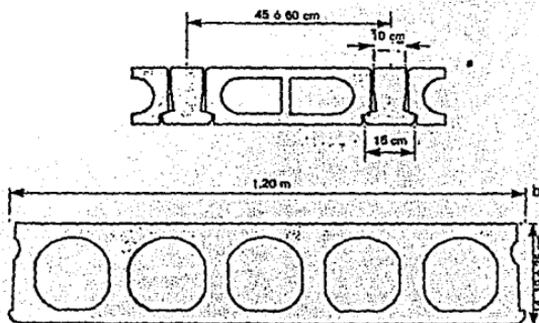


Figura B : Componentes de piso a) largueros y bloques de relleno b) losa ancha

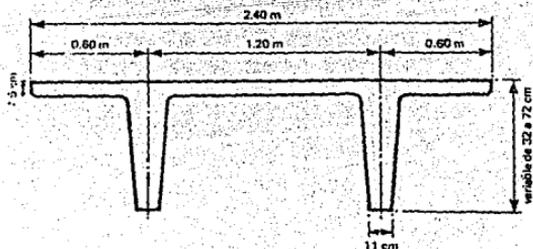


Figura C : Doble T.

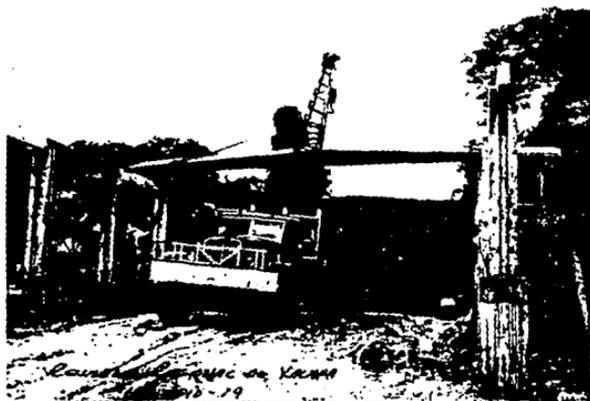
vigas

Para edificios. Aun cuando ya las vigas se comentaron bajo el título de Techumbres y Pisos, lo fueron como parte integrante del piso sin obstrucciones para una estructura tipo cobertizo de un solo entrepiso. Puede disponerse de estructuras aperticadas, pero una forma popular es la mostrada en la figura 1. Aquí el canto superior de la viga tiene una pendiente de 4° y la cubierta descansa sobre largueros de concreto presforzado. Todas las unidades de concreto van presforzadas y pueden lograr fácilmente grandes espacios abiertos.

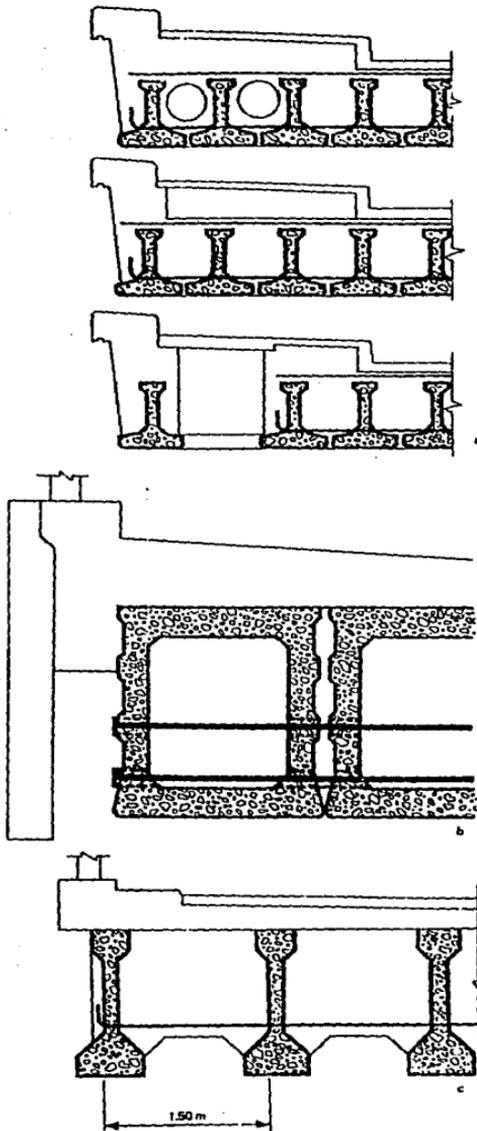
Para puentes. En el campo de los puentes se ha venido suscitando un gran desarrollo. Al inicio de la década de los sesentas y a pesar del incremento de otros tipos estándar de vigas, los más populares, es decir la T invertida, secciones en cajón e I tal como se muestra en la figura 2, fueron los del Prestressed Concrete Development Group, en cooperación con el Ministerio del Transporte. El más popular aún ha sido el de T invertida para claros hasta de 16m. La experiencia ha demostrado que la cubierta a base de losa resultó ser la más económica en este orden, donde un método sencillo de construcción de este tipo de puente consistió en usar vigas T invertidas prefabricadas de concreto presforzado, colocando concreto *in situ* entre y sobre las vigas.

Las hipótesis para el diseño que se utilizan en la preparación de pequeños manuales estándar sobre estas vigas toman en cuenta la extensa investigación en la construcción de cubiertas para puentes realizada en los laboratorios de la Cement and Concrete Association. Por lo tanto, era lógico que el siguiente desarrollo el Ministerio del Transporte colaborara con esta Asociación. Las nuevas vigas resultaron una derivación de las vigas T invertidas y se denominaron vigas M. Como puede verse en la figura 3, las vigas se colocan con separaciones de 1 m centro a centro, obteniéndose dos formas de construcción: el pseudo-cajón y la viga T.

En el pseudo-cajón, se coloca refuerzo transversal a través de orificios preformados en las almas de las vigas cubiertas con concreto vaciado *in situ* y, con el fin de completarlo, se vacía el concreto para una losa de cubierta con doble refuerzo sobre una cimbra permanente. En la viga T únicamente se vierte el concreto para la losa superior. Las vigas cubren una gama de claros desde 15 a 29 m, pero en claros mayores se requiere el uso de tendones curvos o no adheridos. Como ya se ha explicado anteriormente, el tendón sin adherir es por el momento la solución más popular.



Vigas pretensadas para techumbre



Vigas estándar para puentes a) T invertida (se muestran tres posiciones diferentes para servicio) b) sección en cañón c) sección I

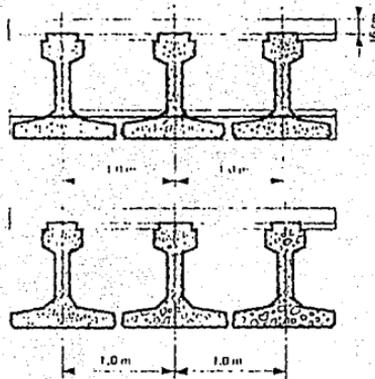


Figura 3: Construcción estándar de puentes usando vigas M a) con losa superior e inferior b) con losa superior únicamente

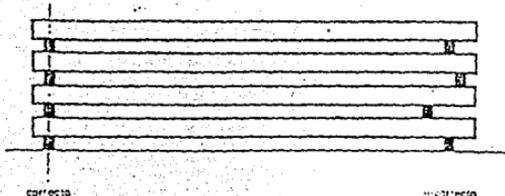
Pilotes.

En el proceso a gran escala se fabrican pilotes cuadrados pretensados de sección sólida, que varían desde 25 hasta 45 cm por lado en intervalo de 5 cm. El uso de pilotes prefabricados únicamente resulta económico para condiciones uniformes del suelo, ya que la labor y el desperdicio que involucra el recortar los pilotes extra largos o el retraso en el moldeado de extensiones, lo hacen incosteable. En caso de condiciones ordinarias, existen diversas ventajas en el hincado de pilotes de concreto presforzado. Cabe destacar los altos esfuerzos a que da lugar el manejo, los cuales pueden ser mejor resistidos con los pilotes presforzados. Por lo tanto, se puede obtener una sección transversal reducida, la cual requiere una mayor penetración del pilote en el terreno. Mediante el presfuerzo en el hincado se reducen los esfuerzos de tensión del concreto en la cabeza del pilote y descienden a un mínimo las posibilidades del agrietamiento.

Cuando se requieren secciones de pilotes mayores de 45 cm por lado, podrá resultar más económico usar secciones huecas que deberán postensarse.

Manejo.

El manejo y apilamiento de las unidades pretensadas es de vital importancia y aun cuando la fuerza de trabajo del fabricante haya recibido instrucciones sobre este particular, podrá no ocurrir así con la del contratista. La mayoría de las unidades se diseñan como elementos de un solo claro, apoyados libremente en sus extremos. Esta es la manera como se usarán en la estructura y así deberán manejarse y apilarse, a menos que se hayan dejado ahogados ganchos para izado. Cerca de los extremos de las unidades deben colocarse eslingas u otros dispositivos para izado. Donde se apilen las unidades, los bloques separadores de madera deben quedar también cerca de los extremos y, lo que es igualmente importante, dispuestos verticalmente unos arriba de otros. Los elementos pretensados de un solo claro no pueden actuar como voladizos, lo que se trató de evitar en el caso de las piezas separadoras que no quedaron alineadas.



Método para apilar unidades pretensadas.

**CAPITULO II
MATERIALES Y NORMAS**

II. MATERIALES

Teóricamente el concreto y los cables de presfuerzo constituyen sistemas que pueden considerarse conectados externamente, aun cuando en la práctica normalmente es más conveniente confiar al sistema de cables en el interior de la sección de concreto. Sin embargo, esta independencia teórica permite estudiar separadamente las propiedades de ambos materiales.

III. CONCRETO

La mezcla de concreto para una obra de presfuerzo deberá ser trabajable cuando se encuentra en estado fresco y resistente cuando haya endurecido. La trabajabilidad del concreto fresco aumenta con un mayor contenido de agua y una buena granulometría de los agregados, en tanto que la resistencia del concreto endurecido -la que se incrementa con la edad- se aumenta con una relación agua/cemento reducida y por un incremento en la compactación. La contraposición de estos requisitos ha sido objeto de amplios estudios y actualmente se conoce la posibilidad de satisfacerlos, así como la forma de predecir una resistencia mínima a la compresión después de que haya transcurrido un tiempo especificado. Este último aspecto es de gran utilidad para el concreto presforzado ya que la resistencia del concreto en un elemento, al aplicarle el presfuerzo, constituye un factor muy importante. Por lo general, a esto se le llama la condición "inicial" o de "transferencia".

En el pretensado a gran escala, este esfuerzo no puede aplicarse a la unidad para proceder a retirarla hasta que el concreto no haya alcanzado la resistencia especificada para la transferencia de presfuerzo. de modo que, para los propósitos de producción, es necesario saber cuando podrá desocuparse la mesa para ser usada nuevamente. La rigidización y endurecimiento del concreto se deben a la reacción química que tiene lugar entre el cemento y el agua en la mezcla. A temperaturas normales el concreto necesita varios días para desarrollar una resistencia suficiente. Existen varios métodos para lograr un endurecimiento acelerado: el interno, mediante el uso de aditivos químicos y el externo, mediante la aplicación de calor. Un aditivo que *nunca* deberá, y que los mismos reglamentos de práctica prohíben, es el **cloruro de calcio**.

El calentamiento externo comprende un curado con saturación de vapor o con calor eléctrico (el primero es usado con más frecuencia). La resistencia requerida puede alcanzarse en un periodo de tiempo muy corto, ya que las resistencias que normalmente se logran a los 28 días pueden obtenerse al cabo de unas horas, pero como resultado de un calentamiento del concreto, y consecuentemente del acero, puede presentarse una pérdida de

presfuerzo, al no obtener una adherencia adecuada entre los alambres calentados y el concreto. Esto sólo ocurre en el pretensado, ya que si se aplica curado a vapor a las unidades postensadas, que contienen cables, el acero no será tensado ni cubierto con lechada bajo estas condiciones.

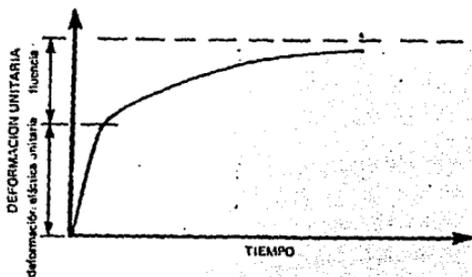
Cualquiera que sea el procedimiento de curado en cementos comunes, existe generalmente una *contracción* cuando tiene lugar el endurecimiento. Aún cuando la mayor parte de la contracción tiene lugar a temprana edad en el elemento, la contracción continúa presentándose por varios meses, en lo que puede influir las condiciones de exposición. Por ejemplo, para una exposición húmeda, del 90% de humedad relativa, la contracción es aproximadamente una tercera parte de la que puede ocurrir con una exposición normal del 70%.

El concreto es, asimismo, un material elástico y tan pronto como el esfuerzo se aplica a la unidad, se acorta, por lo que reduce la longitud extendida del acero y, en consecuencia, el esfuerzo en él. A esta pérdida del presfuerzo se le llama *deformación elástica* del concreto, que es una función del módulo de elasticidad, E_c , del módulo de elasticidad E_s del acero, y del esfuerzo en el concreto en la condición de transferencia. A pesar de que el módulo de elasticidad depende primordialmente de la resistencia a la compresión del concreto recibe influencia también de las propiedades elásticas del agregado y, en un menor grado, de las condiciones del curado y edad del concreto, del proporcionamiento de la mezcla y del tipo del cemento. Los reglamentos de práctica dan valores par E_c en relación a la resistencia a la compresión, pero éstos no cubren todos los casos y de requerirse un valor preciso, deberá determinarse en base a pruebas en que se haya obtenido una curva esfuerzo-deformación.

En trabajos de pretensado, cuando todo el esfuerzo se aplica simultáneamente, se presenta la mayor pérdida debido a la deformación elástica y, en caso del postensado, la pérdida es nula, ya que el concreto constituye el anclaje y el esfuerzo en el concreto se alcanza por una transferencia directa al tensarse el acero. En el postensado, donde el esfuerzo se aplica por etapas, existe un esfuerzo progresivo, reduciéndose éste en todo el acero que ha sido previamente tensado. Por lo tanto, la pérdida es intermedia entre una cantidad nula y la total que se presenta en el pretensado.

Una tercera y muy importante propiedad del concreto, relacionada con su empleo para estructuras presforzadas, es la *fluencia* (flujo plástico) que puede definirse como la deformación inelástica debida a un esfuerzo sostenido. Cuando el concreto está sujeto a un esfuerzo de compresión permanente, se reduce su longitud, lo que a su vez disminuye el esfuerzo en el acero. Se ha demostrado que la rapidez con la cual tiene lugar la fluencia

depende del esfuerzo y el tiempo para un espécimen dado de concreto. Para un valor constante del esfuerzo, la curva esfuerzo-deformación tiene la forma mostrada en la figura siguiente, donde se notará que aparentemente existe un valor límite en cuanto a la deformación.



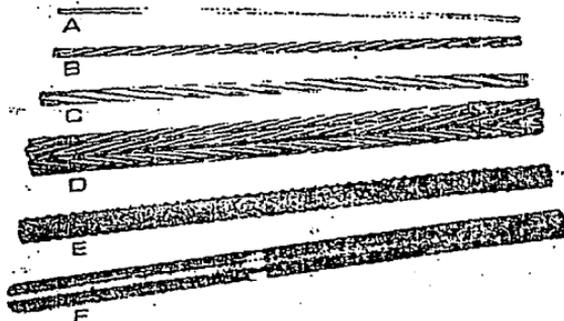
CURVA DE FLUENCIA TÍPICA PARA EL CONCRETO

DEFINICIONES

Generalmente el refuerzo utilizado en el presfuerzo es en forma de alambres de alta resistencia a la tensión estirados en frío, o varillas de aleación en conjunto para formar torones. Será conveniente definir en esta etapa los términos usuales para el acero empleados en las obras de concreto presforzados.

- Cable:** grupo de torones.
- Tendón:** elemento estirado, que se usa para transmitir presfuerzo en un elemento de concreto. Los tendones pueden consistir de alambres individuales estirados en frío, varillas o torones.
- Alambre:** refuerzo de sección entera que cumple con los requisitos de la norma británica BS 2691:1969 y que, por lo general, se suministra en forma de rollos.
- Varilla:** refuerzo de sección entera que cumple con los requisitos de la norma británica BS 4486:1969 y que comúnmente se suministra en longitudes rectas.
- Torón:** grupo de alambres torcidos en forma de hélice alrededor de un eje longitudinal común, el cual se forma mediante un alambre recto, y que cumplen con los requisitos de las normas británicas BS 3617:1971 para torones con 7 alambres y BS 4757:1971 para torones con 19 alambres.

Los alambres varían en su diámetro, desde 2 hasta mm, pero el diámetro más pequeño de uso general para elementos estructurales es de mm y puede suministrarse sea "como se extrae" o "prestirado". La primera condición consistirá de rollos provenientes del laminado con una curvatura natural equivalente al cabrestante de la máquina para estirar los alambres, sin que llegue a quedar en forma recta cuando se extiende. Este defecto puede superarse enderezándolo en el mismo sitio pero también se requiere que los fabricantes suministren grandes carretes especialmente enrollados, debido a esto los alambres tendrán esa curvatura. El alambre que ha sido "prenderezado" mediante un proceso que comprende un tratamiento de calentamiento "reductor de esfuerzos", provoca una mejoría en las propiedades elásticas y conduce a lo que se denomina como un comportamiento de relajamiento "normal", o bien, un tratamiento de "estiramiento en caliente", que igualmente induce altas propiedades elásticas, pero que provoca lo que se clasifica como un comportamiento de relajamiento "bajo".



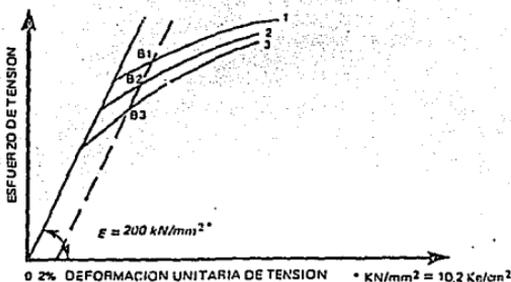
Tipos de tendones (a. alambre; b. torón normal; c. torón compacto; d. cable con 7 torones; e. varilla Dividag; f. varilla Macalloy.)

Los términos relajamiento "normal" y "bajo" se aplican lo mismo a los torones que a los alambres. El *relajamiento* se define como la pérdida en el esfuerzo después de un cierto período de tiempo en el que un tendón de presfuerzo se tensa para una carga determinada, bajo condiciones de longitud y temperatura constantes. Se ha establecido que, para un acero dado, la rapidez del relajamiento es una función del esfuerzo inicial y la duración de su aplicación. Este ritmo disminuye con el tiempo y para un máximo relajamiento, después de un período de 1000 horas, las normas británicas expresan la pérdida como un porcentaje de la carga en el gato. Como su nombre lo señala, un alambre o torón de relajamiento "bajo" tendrá menor pérdida de esfuerzo inicial que el relajamiento "normal". Los reglamentos de práctica y las normas británicas proporcionan una guía sobre cómo estimar un valor preliminar de esta pérdida, pero, para una estimación precisa, deberán obtenerse datos de los fabricantes, quienes han llevado a cabo un gran número de pruebas en sus propios materiales.

Con objeto de asegurar la máxima adherencia entre el acero y el concreto, debe suministrarse el alambre en condiciones "desengrasadas". Además del "desengrasado", a menudo el alambre está indentado para lograr mejores propiedades de adherencia. La curva esfuerzo-deformación del acero de alta resistencia no muestra un punto de fluencia definido, como ocurre con el acero dulce. Con el fin de lograr un índice de la curvatura de la gráfica esfuerzo-deformación, se ha introducido el concepto de "esfuerzo-prueba". El "esfuerzo de prueba" se define como el esfuerzo para el cual la carga aplicada produce una elongación permanente, igual a un porcentaje especificado de la longitud del calibrador. Para alambres

de presfuerzo, se usa una elongación del 0.2% en el "esfuerzo de prueba". La siguiente figura muestra cómo se incrementa este valor para un alambre de un determinado diámetro, con el tratamiento arriba especificado. La longitud característica (definida como el valor garantizado de la resistencia última a la tensión, abajo de la cual no deben quedar más del 5% de los resultados de prueba) es la misma en cada caso.

En la curva, puede observarse que el límite elástico aumenta de un alambre "como se extrae" a uno bajo relajamiento. Los puntos B1, B2 y B3 son los valores del 0.2% del "esfuerzo de prueba" que representan, respectivamente, el 90%, 85% y 75% de la resistencia característica especificada.



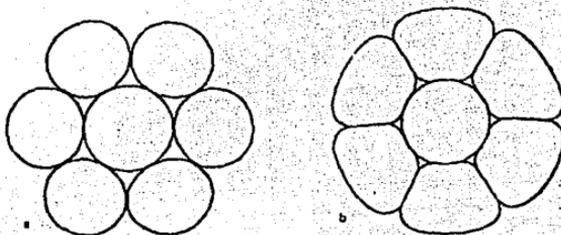
Curvas típicas de esfuerzo deformación para alambres lisos de 7 mm. de diámetro
1.- Relajamiento bajo. 2.- Relajamiento normal. 3.- Como se extrae.

Existen dos tipos básicos de torón para presfuerzo, con 7 ó 19 alambres. Su elección depende principalmente del grado de flexibilidad y resistencia requeridas. El más popular es el de siete alambres, el cual es más fácil de fabricar y se usa generalmente en tamaños desde 6.4 hasta 18mm de diámetro exterior (o nominal); pero en el caso de que la carga de tensión indique una mayor sección transversal del acero, y aún no sea permitido usar torón doble de siete alambres, es posible aplicar torones de 19 alambres con un diámetro exterior que varía desde 18 hasta 22mm. A pesar de que se dispone de este gran rango de tamaños, los fabricantes tienen diámetros preferentes, por lo que hay que referirse a la literatura comercial antes de elegir un diámetro que se ajuste a los cálculos.

Como se estableció en las definiciones, para formar el torón de siete alambres se enrollan helicoidalmente 6 alambres alrededor de un alambre central; este enrollamiento constituye una sola capa que cubre al alambre recto mencionado o núcleo interior. Si todos

Los alambres se dispusiesen paralelamente, sus diámetros deberían ser idénticos para integrar el contorno que se muestra en la sección transversal del esquema siguiente.

Esquema 1

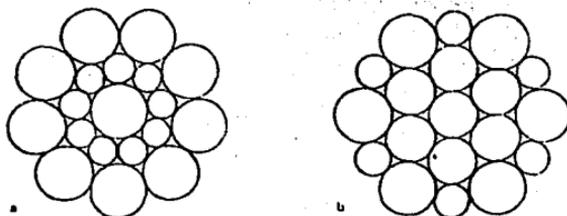


Torón con 7 alambres a) Normal. los diámetros de los alambres exteriores ligeramente menores que el núcleo. b) Compactado

Sin embargo, como éste no es el caso y las secciones de los alambres exteriores del esquema son ligeramente elípticas, sus diámetros deberán ser menores al del alambre central. Después de haber dado forma, el torón de siete alambres deberá someterse a un tratamiento de calor a baja temperatura. Existen dos formas de lograrlo, al igual que con los alambres, con el fin de obtener torones de relajamiento normal y de relajamiento bajo. Para reducir el número de vacíos en la sección transversal, el torón deberá estirarse a través de un dado que lo comprime, de tal manera que para conseguir el diámetro "nominal", la cantidad de acero debe ser mayor, permitiendo así aplicar una mayor fuerza. Este tipo de torón tiene bajo relajamiento. La sección transversal se muestra en la figura b.

La construcción de torones con 19 alambres es más complicada. Ésta comprende una capa interior de nueve alambres en hélice, colocado sobre un alambre central recto y una capa exterior de nueve alambres de mayor diámetro (Esquema.2a); o bien, un torón con siete alambres y una capa exterior de doce alambres de dos diferentes diámetros (esquema 2b).

Esquema 2



Torón con 19 alambres. a) Seale con 19 alambres, b) Warrington con 19 alambres.

El paso de la hélice es el mismo en ambas capas y además asegura el contacto íntimo entre los alambres, así como una buena flexibilidad. El torón con diecinueve alambres puede suministrarse en la condición "como se tuerce" sin ningún tratamiento con calor en los diámetros mayores, pero éstos deben solicitarse especialmente; por consiguiente, casi no se utilizan. Sin embargo, el torón de pequeño diámetro recibe un tratamiento que se encuentra disponible con características de relajamiento normal y bajo. No es una proposición práctica el compactar al torón de 19 alambres, ya que las cargas que se necesitan para estirarlo a través de un dado serían enormes.

Con la aparición del torón compactado de 7 alambres del mayor diámetro, que proporciona mayores cargas que el torón de 19 alambres del mismo diámetro, ha ido decayendo su empleo.

Las varillas de aleación de acero de alta resistencia a la tensión varían desde un diámetro de 12mm hasta uno de 40 mm y pueden ser lisas o corrugadas. Las varillas lisas pueden laminarse con rosca o cuerda en sus extremos para que se puedan utilizar con propósitos de anclaje o para conectarse entre ellas. Las varillas corrugadas poseen costillas laminadas a todo lo largo, que actúan como roscas con fines de anclaje o conexión. Las longitudes requeridas de las varillas lisas son por lo tanto críticas, en tanto que no lo son en las varillas corrugadas. El relajamiento de las varillas de acero no está especificado en las normas británicas, pero los fabricantes establecen que se encuentra entre el bajo y el normal correspondiente a los torones.

En la sección de la historia del concreto presforzado se indicó que el acero de alta resistencia y el concreto de alta calidad son esenciales para obtener un comportamiento

satisfactorio en este tipo de construcción, y que provoca una pérdida de presfuerzo que es inherente a las propiedades de los materiales mismos. También debe tenerse presente que no todas las pérdidas señaladas ocurren de igual forma en los elementos pretensados que en los postensados. Es conveniente exponer en esta etapa un resumen de las pérdidas que puedan presentarse, a pesar de que algunas aún no han sido comentadas.

- a. Contracción del concreto
- b. Deformación elástica del concreto
- c. Fluencia del concreto
- d. Relajamiento del acero
- e. Curado con vapor
- f. Durante el anclaje
- g. Fricción en el gato y en el anclaje
- h. Fricción en el ducto.

No es posible proporcionar un valor preciso de la magnitud de la pérdida de presfuerzo total, tanto en el pretensado como en el postensado. Normalmente se fija como un porcentaje en base a la fuerza en los tendones inmediatamente después de la transferencia y es del orden del 20%. las pérdidas que tienen lugar antes y durante la transferencia, son del orden del 5% para postensado y del 10% para pretensado.

Puede ahora comprenderse por qué es un requisito necesario que el acero sea capaz de soportar una alta tensión inicial, si se desea que permanezca en el elemento un esfuerzo de magnitud importante.

IL3 NORMAS OFICIALES



NORMA OFICIAL MEXICANA
TERMINOLOGÍA USADA EN ELEMENTOS DE
CONCRETO PRESFORZADO.

NOM
C-112-1978

TERMINOLOGY USED IN PRESTRESSED
CONCRETE ELEMENTS:

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.

Esta norma establece las definiciones de los términos utilizados en los elementos de concreto presforzado.

2. DEFINICIONES.

Se establecen las siguientes definiciones:

2.1 Alambre para Presfuerzo.

Elemento de acero que, tensado y anclado, se emplea para impartir presfuerzo al concreto.

2.2. Anclaje.

Dispositivo para mantener los tendones bajo tensión.

2.2.1 Anclaje de Postensado.

Dispositivo colocado en forma permanente en los extremos del tendón, por el cual se transmite al concreto endurecido la fuerza presforzante.

2.2.2 Anclaje de Pretensado.

Dispositivo temporal que mantiene la fuerza de tensión en el acero de presfuerzo hasta la transferencia.

2.3 Banco. (véase inciso 2.6)

2.4 Barrilete.

Componente del anclaje en cuyo interior se alojan las cuñas que sujetan el extremo del tendón de presfuerzo.



2.5 Cable.

Tendón formado por varios alambres o torones que generalmente van dentro de un ducto. (véase inciso 2.27).

2.6 Cama.

Sitio, con las instalaciones adecuadas, donde se fabrican los elementos pretensados, por vaciado del concreto en los moldes o por procedimiento de extrusión.

2.7 Concreto Presforzado.

Concreto en el cual se aplica una fuerza de compresión que produce esfuerzos internos de magnitud y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas (de servicio) se contrarrestan hasta un nivel deseado.

2.7.1 Concreto Parcialmente Presforzado.

Concreto en el cual se han introducido esfuerzos internos de magnitud y distribución tales que los esfuerzos resultantes de las cargas (de servicio) se contrarrestan parcialmente hasta un nivel deseado, tomándose el remanente de tales esfuerzos con acero de refuerzo.

2.8 Contra-flecha.

Deflexión hacia arriba que se presenta en un elemento estructural presforzado.

2.9 Cuñes.

Parte del anclaje que sujeta el tendón dentro del barrilete.

2.10 Deflector.

Dispositivo que se emplea en la fabricación de elementos pretensados, colocado en el sitio donde se requiera cambiar la trayectoria de los tendones.

2.11 Ducto.

Perfil tubular metálico que se emplea en elementos de concreto postensado dentro del cual se alojan los tendones.



2.12 Eliminador de Adherencia.

Material o producto que recubre determinada longitud de un tendón, para evitar que el concreto se adhiera.

2.13 Flujo Plástico.

Deformación diferida, que se presenta en los elementos de concreto presforzado bajo la acción de la carga permanente y que modifica la fuerza presforzante.

2.14 Fricción por Curvatura.

Es la que resulta de la curvatura en el perfil especificado de los cables de postensado.

2.15 Fricción por Desviación.

Es la provocada por una desviación no intencionada del cable de presfuerzo fuera de su ubicación especificada.

2.16 Inyección de Lechada en los Ductos.

Operación de introducir la lechada requerida mediante bombeo a presión, dentro de los ductos de los tendones.

2.17 Mesa. (véase inciso 2.6)

2.18 Miembro por Dovelas.

Miembro estructural, fabricado a base de elementos individuales (dovelas) que después de presforzados actúan como una unidad monolítica bajo las cargas de servicio.

2.19 Muerto de Anclaje.

Estructura voluminosa y pesada, de concreto, que sirve para equilibrar los esfuerzos temporales producidos por los dispositivos de anclaje de los tendones de presfuerzo.

2.20 Mordazas.

Cuñas. (véase inciso 2.9)

2.21 Postensado.



Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan después de que el concreto ha adquirido la resistencia del proyecto.

2.22 Pérdidas de Presfuerzo.

Las originadas por:

- a) Deslizamiento del anclaje.
- b) Acortamiento elástico del concreto.
- c) Flujo plástico del concreto.
- d) Retracción de fraguado en el concreto.
- e) Relajamiento del acero.
- f) Pérdidas por fricción debida a la curvatura, intencional o no intencional, de los tendones.

2.23 Presfuerzo Efectivo.

Esfuerzo que persiste en los tendones después de que han ocurrido todas las pérdidas.

2.24 Pretensado.

Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de que se cuele el concreto.

2.25 Relajamiento del Acero.

Decremento del esfuerzo en el acero de presfuerzo que depende del tiempo y no de una disminución de la fuerza de tensión. En el acero de presfuerzo es el porcentaje de pérdida de tensión a temperatura constante y longitud constante.

2.26 Respiradero.

Conducto tubular, generalmente de plástico, conectado herméticamente al ducto de postensado con salida al exterior para permitir la expulsión del aire o del agua. Sirve también como indicador de que la inyección de la lechada ha sido completa.

2.27 Tendón.

Elemento o conjunto de elementos de acero, que tensados y anclados en común le imparten al concreto la fuerza presforzante. Puede estar constituido por: un alambre (véase 2.1) un torón (véase 2.30); y un cable formado por varios alambres o varios torones (Véase 2.5).



2.27.1 Tendón Adherido.

Es aquel en el que se provoca su adherencia al concreto ya sea directamente o con lechada.

2.27.2 Tendón no adherido.

Es aquel en el que se evita su adherencia con el concreto.

2.28 Tensión Inicial.

Fuerza presforzante máxima aplicada al tendón al tensar.

2.29 Tensión Final.

Fuerza presforzante que permanece en el tendón después que han ocurrido todas las pérdidas. (véase inciso 2.23).

2.30 Torón.

Tendón compuesto generalmente de siete alambres o hilos, de los cuales el central es recto y los otros seis longitudinalmente siguen una trayectoria helicoidal. (véase inciso 2.27).

2.31 Transferencia.

En concreto pretensado, es la acción de transferir la fuerza del tendón al concreto del elemento estructural, al ser elevado el tendón de sus anclajes temporales extremos.

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS.



NORMA OFICIAL MEXICANA
"ELEMENTOS DE CONCRETO PRESFORZADO"
(PRESTRESSED CONCRETE ELEMENTS)

0. INTRODUCCION.

Las especificaciones indicadas en esta Norma, se refieren a los sistemas de presfuerzo del concreto, donde el tensado del acero se realiza dentro de los límites que se señalan, para producir elementos aceptables de concreto presforzado.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.

Esta Norma establece las características que deben cumplir los elementos de concreto presforzado que se fabrican por los procesos de pretensado y postensado, o la combinación de ambos.

2. REFERENCIAS.

Son complemento de esta Norma las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en vigor:
NOM-C-112 "Terminología usada en Elementos de Concreto Presforzado"

NOM-C-1 "Cemento Portland"

NOM-C-175 "Cemento Portland de Escoria de Alto Horno"

NOM-C-155 "Concreto Premezclado"

NOM-C-255 "Aditivos Químicos que reducen la cantidad de Agua y/o Modifican el Tiempo de Fraguado del Concreto"

NOM-B-6 "Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, procedentes de Lingota o Polanquilla, para Refuerzo de Concreto"

NOM-B-18 "Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, Procedentes de riel, para Refuerzo de Concreto"

NOM-B-32 "Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, Procedentes de Eje, para Refuerzo de Concreto"

NOM-B-292 "Torón de Siete Alambres sin Recubrimiento Relevado de Esfuerzos para Concreto Presforzado"

NOM-B-293 "Alambre sin Recubrimiento, Relevado de esfuerzos para usarse en Concreto Presforzado"

NOM-B-294 "Varillas Corrugadas de Acero Torcidas en Frío, Procedentes de Lingota o Polanquilla para Refuerzo de Concreto"

NOM-B-267 "Láminas de Acero al Carbono, Laminadas en Frío, Caladas Embutido"

FALLA DE ORIGEN



3. DEFINICIONES

Véase la Norma Oficial Mexicana:
NOM-C-112 "Terminología Usada en Elementos de Concreto Presforzado"

4. ESPECIFICACIONES

El elemento de concreto presforzado debe someterse a las operaciones de colado adecuados, para asegurar la resistencia y la eliminación de posibles defectos. En el caso de elementos aparentes deben tomarse las medidas necesarias para obtener superficies con el acabado requerido en el proyecto.

4.1 Dimensiones y Tolerancias

Los elementos de concreto presforzado deben cumplir con las dimensiones especificadas por el fabricante, con las tolerancias que a continuación se indican.

4.1.1 Longitud

Las tolerancias en las longitudes hasta 10 m deben ser de ± 20 mm, en longitudes mayores deben ser ± 20 mm + 1 mm por cada metro que exceda a los 10 m.

4.1.2 Ancho

Las tolerancias en el ancho de las piezas deben ser las señaladas en la Tabla I.

4.1.3 Peralte

- a) En piezas con peralte menor o igual a 50 cm la tolerancia debe ser ± 10 mm.
- b) En piezas con peralte mayor de 50 cm la tolerancia debe ser ± 20 mm.

4.1.4 Flechas y Contraflechas

Las tolerancias en las flechas y contraflechas en los elementos de concreto presforzado, están regidas por las condiciones de proyecto, previo acuerdo entre fabricante y comprador.

Las tolerancias en las flechas y contraflechas diferenciales, entre 2 piezas adyacentes, deben ser de ± 1.5 mm por metro de longitud, con un máximo de 25 mm.

4.2 Distribución del acero de presfuerzo



En el proyecto, la posición del acero de presfuerzo debe ser tal que se asegure la correcta colocación del concreto.

4.2.1 Distancias mínimas entre el acero pretensado (en los extremos de la pieza).

La distancia libre mínima, entre alambres o torones, en el concreto pretensado, debe ser la que resulta mayor dos veces el diámetro de los alambres o torones, o vez y media el tamaño máximo nominal del agregado; esta separación debe respetarse cuando menos en los tercios extremos del pretensado, pudiéndose agrupar en el tercio central.

· TABLA 1.- TOLERANCIAS EN LA MEDIDA DEL ANCHO DE LAS PIEZAS PREFABRICADAS EN PLANTAS INDUSTRIALES

PIEZAS AISLADAS O SEPARADAS			
Para: $b \leq 20$ cm ± 0.5 cm	Para: $20 < b \leq 70$ cm ± 0.8 cm	Para: $70 < b \leq 200$ cm ± 1.1	Para: $200 < b \leq 300$ cm ± 1.3 cm
PIEZAS TRANSVERSALMENTE UNIDAS ENTRE SI (*)			
Para: $b \leq 20$ cm ± 0.3 cm	Para: $20 < b \leq 70$ cm ± 0.5 cm	Para: $70 < b \leq 200$ cm ± 0.8 cm	Para: $200 < b \leq 300$ cm ± 1.0 cm

* Estas tolerancias se aplican a las piezas individualmente.

4.2.2 Cable dentro de ductos (concreto postensado)

Los espacios mínimos horizontal y vertical entre ductos o grupo de ductos se indican en la figura 1. La distancia libre mínima entre grupos de ductos y las paredes del elemento se indican en la figura 2.

El agrupamiento máximo se indica en la Tabla 2 (véase inciso 6.5.3) donde se recomiendan algunos lineamientos para la trayectoria de cables postensados.



TABLA 2.- NUMERO MAXIMO DE DUCTOS AGRUPADOS SEGUN SU DIAMETRO

Diámetro del ducto	Sentido Horizontal		Sentido Vertical	
	Nº de ductos	Forma del grupo	No. de ductos	Forma del grupo
Menos de 5 cm	2 max	∞	3 max	
5 cm y Mayores	1 max	○	2 max	

4.2.3 Trayectoria de los cables postensados

En general, es recomendable que en el trazo de los cables de postensado el radio de su curvatura se limite a los valores mínimos indicados en la Tabla 3.

TABLA 3.- CURVATURA DE CABLES

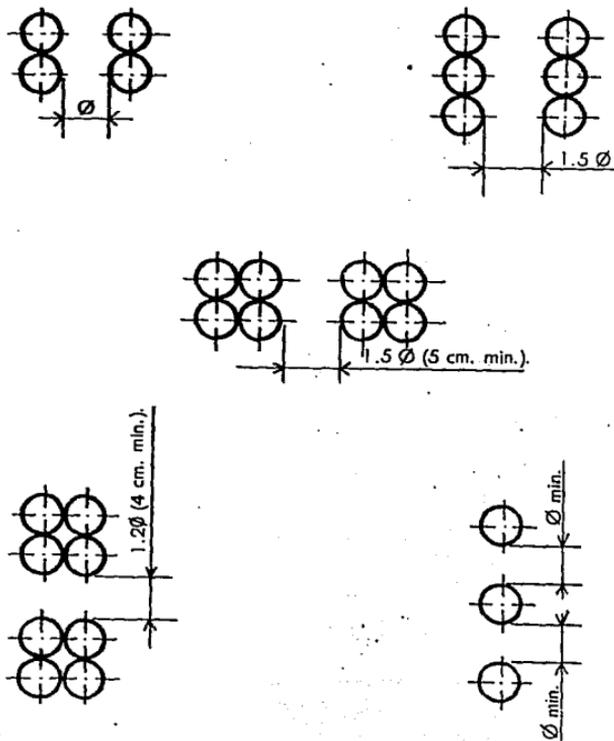
DIAMETRO DEL DUCTO	RADIO MINIMO DE CURVATURA
menor de 5 cm	5 m
5 cm y mayores	6 m

Estos valores son para los ductos de tipo corrugado helicoidal. Excepcionalmente se podrán utilizar radios menores cuando se utilizan tubos de acero preformados en talleres según la curva proyectada.

En este último caso es conveniente verificar experimentalmente el coeficiente de fricción que crece rápidamente cuando se produce el radio abajo de los valores indicados en la tabla. Además en el caso de radios muy pequeños, se pueden presentar esfuerzos de tensiones locales en el concreto provocados por la curvatura de los cables, lo que obliga a reforzarlo adecuadamente en la zona afectada.

4.2.4 Tolerancia para la colocación del acero de presfuerzo en postensado.

Las tolerancias de colocación de los cables en los puntos de cota obligada, se definen de acuerdo con el plano de que se trate, en función de las distancias "d" entre el eje del ducto que aloja el cable a la pared más cercana, en el sentido de la medición.



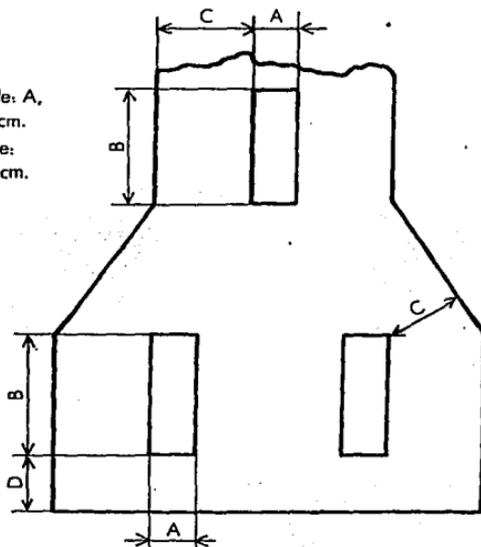
ESPACIOS MINIMOS ENTRE DUCTOS

Fig. 1

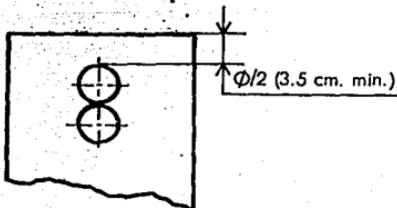
ESCALA: no
ACOTACION: no



$C \geq$ al mayor de: A,
0.5 B o 4 cm.
 $D \geq$ al mayor de:
0.5 A o 4 cm.



Distancias mínimas a las paredes cimbradas.



Distancia mínima a la parte superior (no cimbrado).

ESPACIOS MÍNIMOS ENTRE DUCTOS Y PAREDES

ESCALA: no
ACOTACION: no

Fig. 2

TOLERANCIAS EN COLOCACION DE CABLES	
d (cm)	Tolerancias en cm
10 < "d" <= 10 cm	± 0.5
20 < "d" <= 20 cm	± 1.0
30 < "d" <= 30 cm	± 1.5
50 < "d" <= 50 cm	± 3.0

4.3 MATERIALES

4.3.1 Concreto

El concreto para la fabricación de elementos presforzados puede ser concreto premezclado o concreto elaborado por el fabricante.

4.3.2 Concreto ligero

Si se utilizan agregados ligeros para el concreto presforzado debe estudiarse previamente la contracción de fraguado, el módulo de elasticidad, la deformación por flujo plástico, la resistencia y la adherencia al acero de presfuerzo.

4.3.3 Cemento.

El cemento empleado en el concreto presforzado debe ser cemento portland, cemento portland puzolana, o cemento portland de escoria de alto horno; y debe cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-C-1 C-2 y C-175 respectivamente.

4.3.4 Aditivos.

No se debe usar cloruro de calcio como aditivo, ni aditivos que los contengan, ni otros que sean nocivos al acero y al concreto.

4.3.5 Acero

El acero de refuerzo y de presfuerzo, que se utiliza en los elementos de concreto presforzado debe cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas NUM-B-6, B-18, B-32, B-292, B-293 y B-294.

4.3.6 Lámina de acero para ductos



Para ductos flexibles, corrugados y engargolados en frío para postensadas debe utilizarse lámina de tipo troquelado profundo con calibre mínimo número 31; debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-B-267 en vigor.

5. METODOS DE PRUEBA

5.1 Control de la carga de presfuerzo

5.1.1 Aparatos y equipo

5.1.1.1 Sistemas medidores

Todos los sistemas de tensado deben estar equipados con medidores calibrados, para la correcta determinación de las cargas de tensado. Tanto los manómetros hidráulicos, como los dinamómetros, las celdas de carga y otros dispositivos para la medición de la carga de tensado, deben tener una precisión de $\pm 2\%$; estos sistemas medidores pueden estar integrados por el siguiente equipo:

5.1.1.2 Celda de carga

5.1.1.3 Dinamómetro de tensión

5.1.1.4 Manómetro con sus accesorios

5.1.1.5 Gatos para carga de tensado con control de válvulas

5.1.2 Procedimiento

En todos los métodos de tensado los esfuerzos inducidos a los tendones deben determinarse por la medición del alargamiento e independientemente por la medición directa de la fuerza aplicada; esta puede ser:

- Celda directamente en los manómetros acoplados a los gatos hidráulicos.
- Determinada por la lectura de los dinamómetros conectados al sistema de tensado.
- Determinada por la lectura de las celdas de carga conectadas al sistema de tensado.

5.1.2.1 Los dos resultados, tanto el del alargamiento como el de la carga aplicada, deben coincidir con los valores calculados o teóricos, dentro de una tolerancia límite de $\pm 5\%$ para el pretensado y de $\pm 7\%$ para el postensado.

5.1.2.2 Para efectuar el cálculo del alargamiento debe contarse con la gráfica esfuerzo-deformación; en caso contrario léase la nota 1.



5.1.2.3 Cuando existen variaciones moderadas en la tensión de los tendones individuales, normalmente no queda afectada la capacidad última de un elemento de concreto reforzado.

Quedando incorrecto y variable puede dar por resultado el inducir contraflechas diferenciales excesivas, falta de alineamiento lateral y reducción de la carga de agrietamiento.

5.1.2.4 Se calcula el alargamiento, en forma aproximada, con la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{PL}{AE}$$

En donde:

Δ = Alargamiento total del acero, en cm.

P = Fuerza de tensión media en el tramo considerado, en kgf. (y en newtons).

L = Longitud del tramo considerado, en cm

A = Area de la sección transversal del acero, en cm^2

E = Módulo elástico promedio del acero, el cual se considera con un valor para alambre liso de 2 000 000 kg/cm^2 (196,132 Mpa) y para torón 1 900 000 kg/cm^2 (186325 MPa).

6. BIBLIOGRAFIA

Manual for Quality for Plants and Production of Precast Prestressed Concrete Products, del PCI

PCI Design Handbook.

Post Tensioning Manual del Post tensioning Institute.

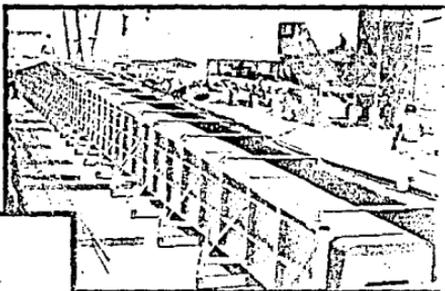
EL C, DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

DR. ROMAN SIERRA CASTAÑOS

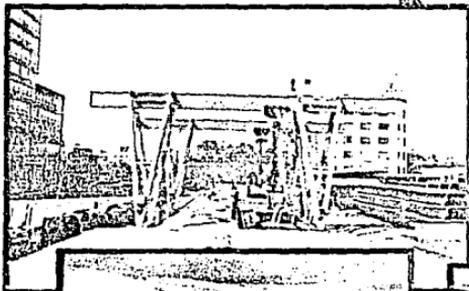
TEOTIHUACAN, EDO. DE MEXICO



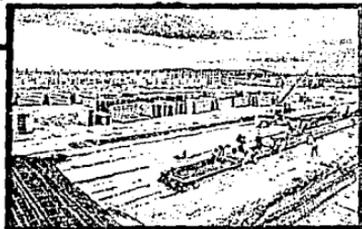
LAZARO CARDENAS-LAS TRUCHAS, MICH.



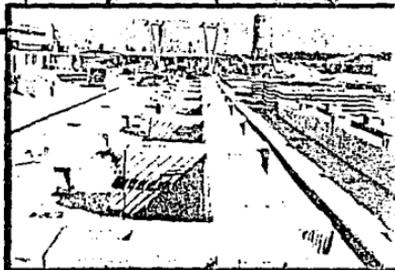
MONTERREY, NVO. LEON



VILLAHERMOSA, TABASCO



PUEBLA, PUE.



CAN-CUN, QUINTANA ROO

**CAPITULO III
INFRAESTRUCTURA**

III. INSTALACIONES

Ya hemos establecido en capítulos anteriores que tan importante es contar con las instalaciones mínimas necesarias para poder realizar este tipo de trabajos, y me refiero exclusivamente a la prefabricación de elementos pretensados, de cualquier tipo y para cualquier uso, esto debido a que siempre que hablemos de pretensados o presforzados implica una serie de necesidades de instalaciones, maquinaria y equipo para su ejecución.

III. INSTALACIONES

En seguida trataremos de hacer un análisis de los aspectos generales de las instalaciones mínimas con las que debe contar una planta prefabricadora, no tratando de concluir que la ubicación de las áreas sea la más adecuada y al mismo tiempo la más óptima, ya que existen diferentes criterios, necesidades, recursos y algunos otros factores tan importantes, que deben ser tomados en cuenta con la finalidad de establecer la distribución, ubicación y tamaño de una planta prefabricadora.

Uno de los primeros aspectos que se deben de tomar en cuenta, es la finalidad de la planta, ¿que es lo que vamos a producir?, ¿con que y cuantos recursos contamos?, su ubicación, por cuestiones logísticas de mercado, aspectos, que van íntimamente ligados, y que por lo mismo deben ser fundamentales para la toma de decisiones.

Este comentario, surge debido a que, desde los primeros años de trabajo, en el Grupo de Empresas, para el cual trabajo, participe en la realización de esos estudios de mercado, para establecer una planta de prefabricados menores (tabicón, vigueta y bovedilla, blocks adocreto, etc.) en la cual se determinó su ubicación, en una zona económica, potencialmente consumidora debido a que se encontraban en pleno desarrollo las colonias circunvecinas, y se contaba con un terreno en esa zona, lo suficientemente amplio para establecer allí una fábrica de ese tipo de elementos. En donde estaría instalado un equipo vibrocompactador, mediante el cual se lograba la producción de los diversos elementos mencionados, contaba con sus áreas de agregados, área de producción, zona de talleres de mantenimiento, áreas de estiba, zonas de circulación para los camiones que iban a dejar materia prima y los que iban por productos terminados, zona de servicios para los trabajadores (comedor, baños y vestidores), oficinas.

La delimitación de las áreas estaba en función del tamaño del terreno, y de las necesidades de espacio de acuerdo a los programas de producción, sin embargo esta fue la primera experiencia. en cuanto a la distribución de áreas dentro de una planta.

Poco tiempo después me asignaron a una planta de prefabricados mayores, (elementos pretensados para puentes carreteros y de ferrocarril) en donde las instalaciones ya eran más sofisticadas y mucho más grandes, debido a la gran producción que allí se generaba y además por el tamaño de cada pieza.

En esta planta se contaba con tres mesas de pretensados, de diferentes capacidades, para poder tensar cables de presfuerzo, para lo cual contaba con sus muertos de anclaje, de 900 ton. de capacidad, que daba oportunidad de tensar dos líneas simultáneamente en cada mesa, lo que hacía tener una capacidad de producción bastante aceptable, en función de esa capacidad estaba la demanda de servicios con los que debía contar para poder optimizar su funcionamiento. Así se derivaban las siguientes zonas que a continuación describiremos:

- **Mesas de pretensado.** También son conocidas como bancos o pistas, normalmente la longitud de estas son de más de 80 m. y llega a ser de hasta 150m., con las que se contaba eran de 95m. de largo y 5.00 m. de ancho, cuentan además con un sistema de fijación para los moldes, en algunos caso con un sistema de "puentes" sobre los cuales se alinean y nivelan los módulos o secciones de que constan los moldes (fondos y costados, o si es integral los módulos de longitudes no mayores de 12.00, para poder ser transportados sin muchos problemas), también se encuentran ahogados en la mesa un sistema de apoyos para poder troquelar los moldes y en cada extremo de las mesas se localizan los muertos de anclaje.
- **Muertos de anclaje.** Normalmente los muertos de anclaje son macizos de concreto, de gran volumen, y que además de llevar un armado de acero suficiente para poder soportar las cargas (de volteo o arrastre) a que son sometidos, en estos grandes macizos de concreto se ahogan marcos de viguetas, las cuales sobresalen de las mesas y que sirven para soportar un sistema de placas, que nos servirán como apoyo fijo para poder pretensar los cables de presfuerzo, este sistema de placas es comúnmente conocido en el extremo donde directamente se tensa como **apoyo fijo** y en otro extremo donde se soporta se le denomina **apoyo de tensado o de soporte**.

En los casos, donde las mesas de pretensado son de gran longitud se manejan muertos de anclaje intermedios, los cuales son logrados por medio de cavidades que se dejan en la mesa sin colar (también se le conoce como **candelero**), dentro de las cuales se colocan grandes viguetas de acero que se utilizan de la misma forma que el apoyo de tensado.

A lo largo de las mesas algunas plantas cuentan con un sistema de rieles o vías, por los que corren un **Sistema de Marcos** (normalmente son dos por mesa), que a su vez

soportan diferenciales de gran capacidad, éstos marcos tienen diferentes funciones dentro de las cuales las más importantes a continuación mencionaremos:

1. Extracción de elementos. Cuando los elementos que se están colando no son de gran peso se pueden extraer del molde e incluso hasta cargarlos al transporte que los llevará a su destino final, o simplemente para desocupar el molde y dar oportunidad de poder iniciar un nuevo ciclo de producción.

2. Como estos marcos están fabricados en función del área de que se dispone en la planta, y su altura es lo suficiente para poder extraer las piezas, también puede mover los módulos que componen el molde para su instalación o su sustitución.

3. Al momento en que se efectúa el vaciado del concreto, si en la planta se produce el concreto y es acarreado en "bachas" hasta la mesa de tensado, por medio de los diferenciales éstas son elevadas y recorridas a lo largo del molde, depositando el concreto en su interior.

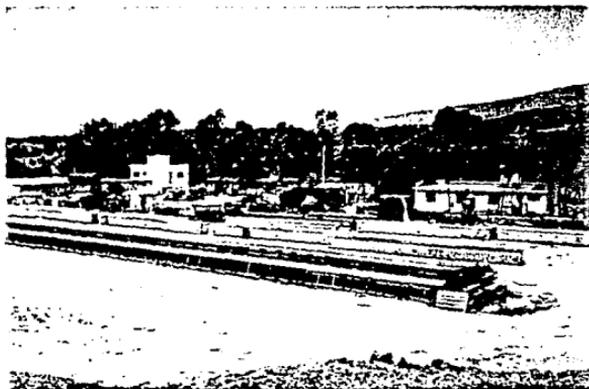
4. Cabe señalar que ofrecen grandes ventajas estos sistemas, sobretodo si no se cuenta con una grúa para maniobras de patio, en la planta.

- En el extremo del muerto de anclaje, se debe de contar con una zona para la instalación del gato de tensado y su bomba hidráulica, así como también un pequeño marco con su respectivo diferencial para ir manejando la lanza del gato según se requiera.
- **Áreas de talleres.** Normalmente los talleres son de **habilitado de acero y soldadura**, cada área está definida por sus accesorios y mesas de trabajo muy específicas en cada caso y adaptadas de acuerdo al tipo de elemento que se está produciendo. Algunas plantas cuentan con talleres de **torno y carpintería**, para no depender de terceros en trabajos de estas especialidades.
- **Zona de estiba para materiales.** Es indispensable contar con la suficiente área para poder descargar la materia prima y posteriormente ir estibando el producto habilitado, de preferencia en un punto intermedio entre las mesas de colado y los talleres para evitar grandes acarreos.

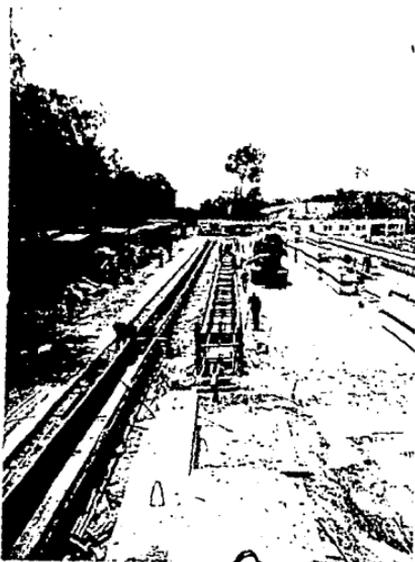
- **Área de producción de concreto.** Como la producción debe ser a gran escala y con muy buena calidad, debido a que las resistencias para el concreto en pretensados son como mínimo 350 kg./cm², o 400 kg./cm², es necesario contar con un equipo de dosificación muy exacto y otro de mezclado, que nos de un mezclado homogéneo y a grandes revoluciones, se necesitan además de los equipos instalaciones adicionales como:
 - a) **Sistema de aire.** Un sistema de aire con su compresor independiente, exclusivamente para abrir y cerrar las compuertas de la mezcladora y para la operación de la dosificadora de concreto y de aditivo.
 - b) **Energía eléctrica.** Instalación de controles e interruptores, arrancadores para poder poner en marcha motores de gran caballaje, debido a el volumen de concreto que se maneja en estas instalaciones, las mezcladoras son de gran capacidad normalmente van desde 3/4 de m³ hasta 2 m³ por ciclo, y cada ciclo no dura más allá de 7 minutos.
 - c) **Suministro de agua.** Con un depósito independiente para su consumo mínimo este depósito debe de ser de 5 m³ y que constantemente se este bombeando agua desde una cisterna para mantener su nivel, y no detener o disminuir el ritmo de producción por esta causa.
- **Zona de agregados.** Normalmente situadas en la parte posterior a la zona de producción de concreto, esto con el fin de minimizar el acarreo de estos materiales durante el proceso de producción del concreto, si la dosificación es manual, en caso de que sea por medio de dosificadora, para que la dragalina o el sistema que se emplee para el acopio de agregados funcione de manera eficiente.
- **Zona de estiba.** Una vez que las piezas han sido extraídas del molde, se deben de situar en zonas para que se ejecuten trabajos de colados complementarios (como en el caso de las trabes para ferrocarril, que llevan un guardabalasto adicional y que este se cuele ya afuera del molde), o recorte de las puntas del acero de presfuerzo, y acabado final, estas áreas deben de estar bien definidas para no bloquear las zonas de circulación, y de carga o embarque a destinos finales.
- **Área para almacenamiento de moldes.** Si bien es cierto que al contar con varias mesas de tensado en una planta, normalmente se cuenta con más moldes que mesas y si en cada mesa se tiene un molde instalado (los que se usan más frecuentemente), es necesario contar con un área para su acomodo de tal manera que no se maltraten mucho.

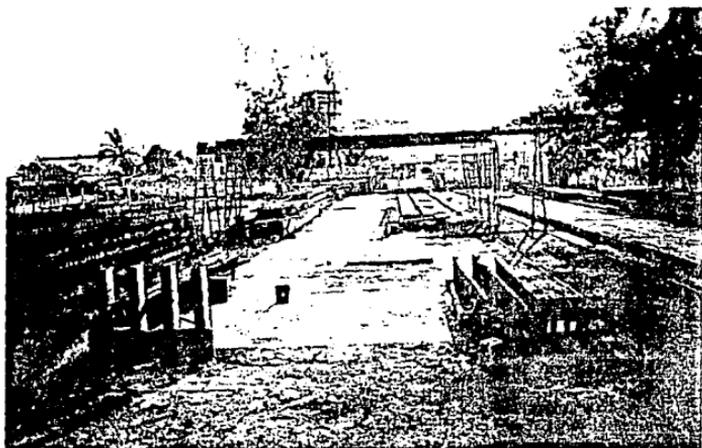
- Existe en casi todas las plantas prefabricadoras un área que lejos de tomarla en cuenta deberíamos de tratar de evitarla y no tomarla en consideración pero prácticamente es imposible, pues siempre queda un elemento que se averió, ya sea al extraerlo, al cargarlo o montarlo y por seguridad se regresa a la planta, o que por complementar el total del molde y hacer la línea de producción al mayor porcentaje de su capacidad se cuela una pieza más de las que se solicitaron, y que es muy factible su uso, (como en el caso de los pilotes para ferrocarril que en nuestro caso los manejábamos constantemente, siempre teníamos excedentes que ocupábamos en el contrato siguiente al que terminábamos).
- **Laboratorio de control de calidad.** La mayoría de las prefabricadores cuentan en sus propias instalaciones con un área destinada para la instalación de una prensa para ensayo de los cilindros que se tomaron durante el colado, además de una cámara para el curado de los mismos o por lo menos una pileta para mantenerlos saturados, además de un área para su almacenamiento, tanto de los cilindros como de las probetas y demás equipo.
- **Áreas de circulación y accesos.** Como anteriormente se mencionó, se necesita contar con la suficiente área para el manejo de las piezas y al ser estas de gran longitud se requiere de que las zonas donde se pueda circular con trailer y grúa sean lo suficientemente amplias así como los accesos tanto para equipo de transporte como para equipo de carga .
- **Área de generadores de vapor.** Algunos prefabricadores, esta área la integran a la casa de máquinas, o así la nombran, dependiendo de la distribución, hay algunas plantas en donde en un sólo local integran compresores, plantas de emergencia de luz, calderas, bombas de agua, etc., otros nada más mantienen en una zona cercana a las mesas de tensado, los generadores de vapor con todos sus accesorios, que aunados a las tuberías que se colocan a lo largo de las mesas, entre los moldes (en algunas instalaciones están colocados en la parte inferior de los moldes, integradas a ellos) conforman el sistema de curado a vapor.
- **Área Almacenes y Bodegas.** Al contar con este tipo de maquinaria y equipo, es necesario contar con un equipo de mantenimiento muy completo con las suficientes herramientas y accesorios, es por ello que se destina un área muy especial para el resguardo del equipo menor (muy costoso y delicado) y para el almacenaje de tantos accesorios que se utilizan dentro de esta gran industria.
- **Área de servicios.** Esta área es de suma importancia puesto que esta destinada a los servicios mínimos con los que debe contar el personal que va a desempeñar las actividades de producción, por lo que comedor, baños y vestidores no deben de faltar en la distribución de áreas.

- **Área Maquinaria y Transporte.** Aquellas empresas que cuentan con equipo de transporte y de carga propio, deben de tomar en cuenta esta situación y asignarle una área para su mantenimiento a estos equipos así como para su estacionamiento, deben de contar también con su propio local de oficinas en donde se programará su uso debido dentro de las actividades de producción, embarques, fletes y montaje.



TEPEJÍ DEL RÍO HGO.
GRUPO PREPSA (PLANTAS)
LAS ARMAS MEXICO, D.F.

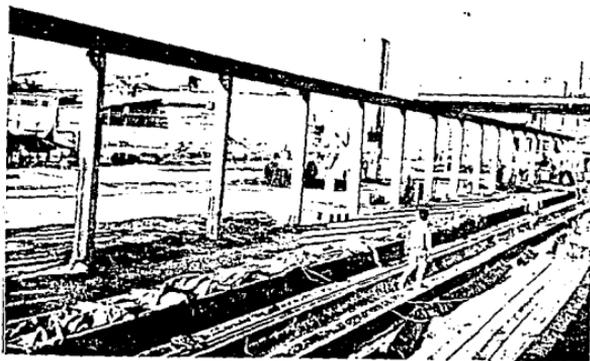




MINATITLÁN

GRUPO PREPSA (PLANTAS)

GUADALAJARA



III.2 EQUIPO.

Toca el turno ahora al equipo, para ello hablaremos básicamente del equipo para pretensado, con lo que se debe de contar en planta, no sólo de los equipos para el tensado del acero de presfuerzo, sino del relativo a la producción del concreto, sistema de curado a vapor y del equipo de carga y transporte de los elementos pretensados.

El aspecto más importante del **equipo en el pretensado** consiste básicamente en la mordaza temporal que retiene a los alambres o torones durante y después del tensado. El método de tensado podrá variar pero la mordaza no, ya que aún está constituida por un barril y una cuña. (ver figura).

Generalmente, la cuña consta de dos o tres piezas con un collar y una grapa de alambre que mantiene a ambos en la misma posición relativa. Es importante que la cuña quede fija alrededor del alambre o torón y dentro del barril en una posición concéntrica, para que todos los segmentos de la cuña se introduzcan a la misma distancia dentro del barril. La cuña tiene ranuras en la superficie en contacto con el tendón e independientemente de que se emplee varias veces deberá examinarse con cuidado previo a su uso.

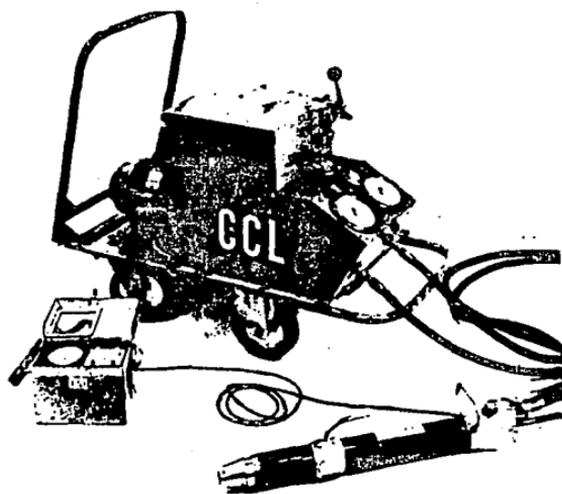
En el anclaje fijo, las mordazas se presionan sobre los tendones no tensados cercanos a las placas de anclaje. En el extremo de tensado, donde los tendones son tensados en forma individual, debe colocarse la mordaza sobre el tendón no tensado, contra la placa de anclaje.

Se coloca ahora al gato con el tendón y se inicia el tensado, en que el tendón se jala a través de la mordaza. Cuando se han alcanzado la carga y extensión requeridas, se introduce con fuerza sobre el tendón, se afloja la carga en el gato y al tratar el tendón de jalar a través de la cuña, la obliga a correrse sobre él quedando firmemente sujeto. En caso de no utilizar toda la longitud de la mesa, se emplean uniones de doble extremidad (comúnmente llamados candados). (ver figura), que permiten en la industria de la prefabricación unir los tramos de alambre o torón, evitando así el desperdicio.

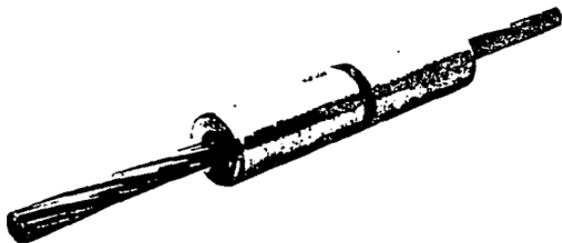
Si los cables se tensan en forma unitaria, los gatos son relativamente pequeños y operan a base de electricidad. Un gato muy común en trabajos de presforzado es el CCL Stressomatic (ver figura), con el cual, en el momento en que los controles se han ajustado a determinados requisitos, lleva a cabo automáticamente las operaciones de tensado y anclado, permitiendo que el tensado se realice rápida y eficientemente.



Montaje de la mordaza para el pretensado



Gato CCL Stressomatic



Uniones de doble extremidad

Por lo que respecta al **equipo de producción de concreto**, podemos decir que debe de ser un equipo lo suficientemente productivo, de tal manera que se garantice; calidad, funcionalidad y economía en la producción del mismo.

Normalmente las empresas prefabricadoras cuentan con dosificadoras, con sistemas basculantes, para realizar la dosificación por peso, contando para ello con depósitos de cemento, (silos) y un sistema alimentador de agregados, (a base de dragalinas, o de bandas sinfin con botes que transportan los agregados), estas bandas transportadoras o botes están conectadas al sistema basculante para poder, primero pesar un agregado, luego el otro agregado y finalmente en otra báscula se pesa el cemento, el agua también se dosifica por medio de un sistema de bombeo con un control que va marcando los litros que se van agregando. También se cuenta con un depósito para el aditivo, que también esta directamente conectada a la mezcladora, donde llegan todos los materiales y se empiezan a mezclar, las mezcladoras cuentan con motores de gran caballaje, que permite que se produzcan las revoluciones necesarias para obtener un mezclado homogéneo, y manejable en muy pocos minutos, (normalmente no son más de 5 minutos el ciclo de mezclado), cuando esta lista la mezcla se acciona la compuerta de la mezcladora, vaciando el concreto en las "bachas" (así se le conoce comúnmente al depósito donde es transportado el concreto cuando se está colando), que son transportadas por un vehículo con una adaptación que le permite colocarse justamente abajo de la compuerta antes mencionada, así como también ser elevada y alineada sobre la línea de los moldes, este movimiento se realiza, como también ya lo mencionamos anteriormente, por medio de diferenciales y marcos, o por medio de una grúa. Existen otros métodos para el transporte y descarga, pero eso depende de las distancias entre las mezcladoras de concreto y los moldes, como puede ser un sistema de bandas transportadoras o se llegan a dar los caso de que se utilizan ollas revolventoras, y hasta cargadores frontales, lo que resulta además de complicado por no tener un control adecuado en la descarga del concreto, muy antieconómico por la subutilización del equipo. En la medida que se van haciendo estos trabajos cada vez más importantes dentro de esta industria, la tecnología también va desarrollando equipos más completos, de tal manera que en una misma unidad, el concreto, se mezcla, se transporta y se deposita, en volúmenes menores de los que maneja una olla revolventora, en unidades más pequeñas, lo cual facilita su tránsito entre las mesas de tensado y las piezas estibadas.

Otro equipo que no debe faltar en las prefabricadoras, son los generadores de vapor, incluyendo sus aditamentos (reguladores de control, manómetros, termómetros, lonas, etc.) algunos equipos generadores de vapor son portátiles, y en otros, casos se cuenta con el sistema integralmente adaptado a los moldes, con sus debidas instalaciones a lo largo de las mesas.

Finalmente cabe decir que lo anteriormente descrito no pretende ser una guía exacta para el equipamiento de una planta, pero sí en el momento de estar al frente de una de ellas, puede servir como base para decidir como integrar el parque de maquinaria y equipo en una planta, dentro de los cuales estos forman parte del equipo más indispensable, con respecto a la producción de concreto.

Con respecto al Equipo de extracción, estiba y carga, podemos establecer lo siguiente :

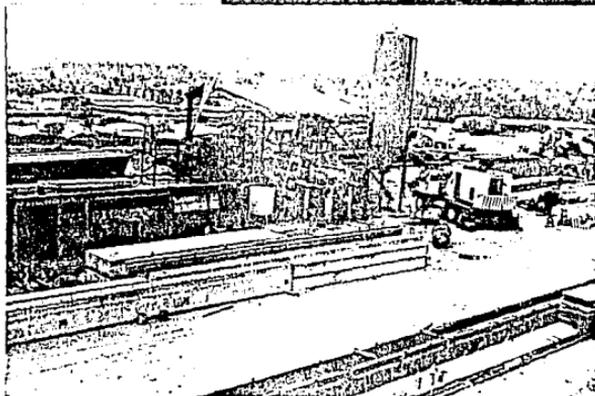
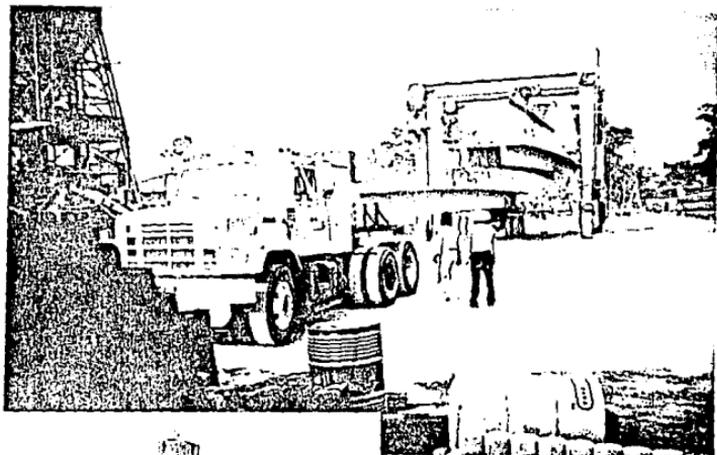
La mayoría de los prefabricadores cuentan con equipo de Grúas propias, sólo aquellos que por la demanda de trabajo con sus equipos de carga y montaje, o que sus unidades no son de la capacidad suficiente de acuerdo a sus requerimientos, se ven en la necesidad de rentar los equipos.

Para la selección de este tipo de equipos debe de tomarse en cuenta, como antes lo mencione, su capacidad de carga de acuerdo a los pesos propios de los elementos que se están fabricando, sus secciones, para que en función de estas variantes se tengan los accesorios adicionales para el mejor manejo de las piezas. Normalmente las grúas de patio o de maniobras como bien lo dice su nombre, son ocupadas para varias actividades, dentro de la planta, sobretodo si esta no cuenta con los sistemas de marcos, que se describieron anteriormente. Existen también unas grúas pórtico o marcos rodantes con diferenciales, que también realizan las mismas actividades, pero esas sí, sólo son exclusivamente para maniobras en planta, debido a sus grandes dimensiones.

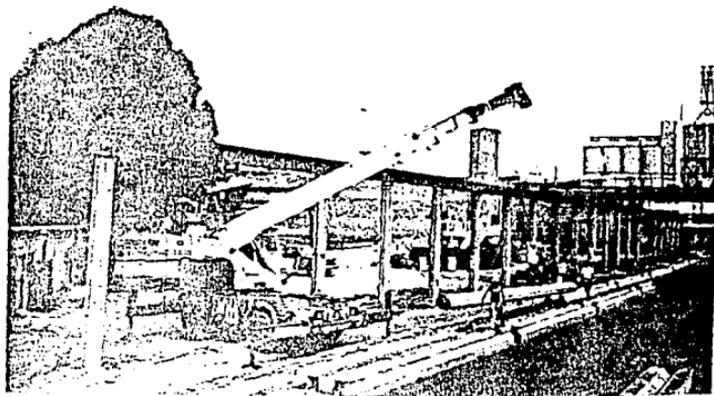
Estos marcos, son muy apropiados en planta debido a que al ser autorodantes nos proporcionan el beneficio de transitar con la pieza hasta el lugar destinado para la estiba de las piezas, cosa que muchas grúas convencionales no pueden realizar, para lo que se necesita, o bien ir recorriendo la pieza en varios movimientos, hasta donde permita la capacidad de brazo y de carga de la grúa, o con el apoyo de un trailer, cargándolo primero y luego ir atrás de él para descargarlo en la zona indicada.

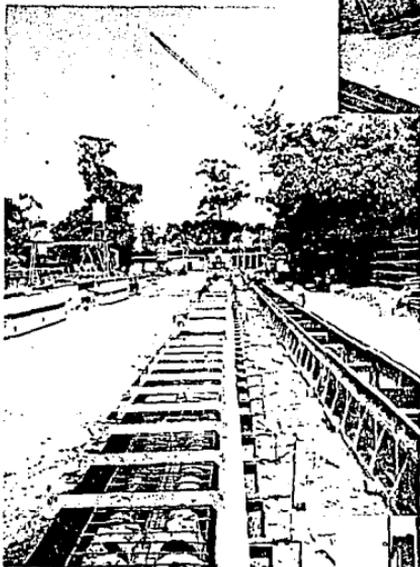
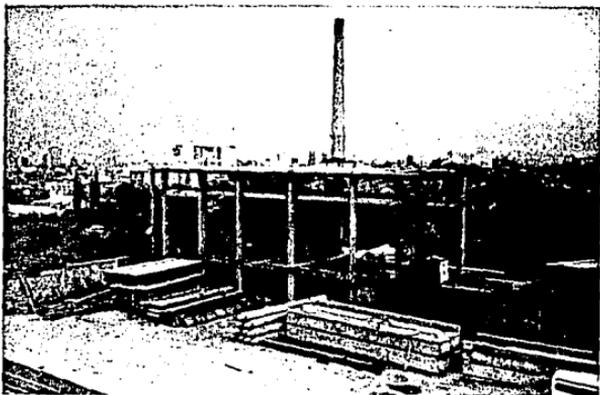
En caso de que se trate de elementos muy pesados, necesariamente se ocupan dos grúas para extraerlas de los moldes y posteriormente para descargarlas del trailer, ahora bien si se trata de piezas muy largas además del equipo mencionado se requiere del apoyo de un remolque corto con una sobrequinta en la parte superior para poder realizar los radios de giro que se necesiten, mejor conocido como ("dolly"), éste se coloca en la parte posterior de la pieza, el otro extremo va montado en la sobrequinta del trailer.

Como se puede observar el equipo de maniobras, carga, y transporte, es demasiado especial, y por lo consiguiente muy caro, de allí que se requiera de personal altamente capacitado para el desarrollo de estos trabajos, por el bien del equipo y sobretodo de los productos terminados.



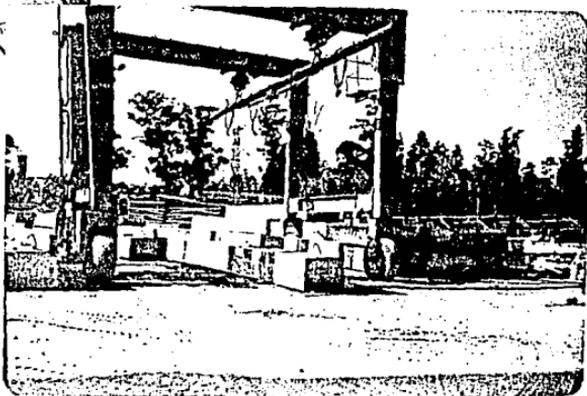
VISTA GENERAL DE
EQUIPO EN PLANTA





ELEMENTOS PRETENSADOS
PARA PUENTES DE
FERROCARRIL

ESTIBA Y PRODUCCION



FALTA PAGINA

No. 70 .a la.....

LOS MOLDES

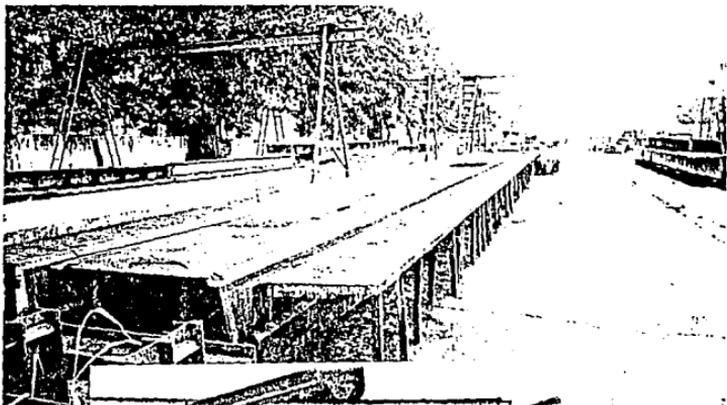
Para poder lograr que la producción en serie, como es lo que se propone que sea la Prefabricación en forma industrializada, es necesario como hemos podido establecer paso a paso, contar con las instalaciones y el equipo necesario, en ambos casos hablamos de situaciones muy especiales, y precisamente no quise considerar a los "Moldes", dentro del equipo, pues es necesario, manejarlos muy aparte, ya que es un factor dentro de la prefabricación, de mucha importancia, pues de ellos depende, en gran parte, la capacidad productiva de una planta prefabricadora. Claro esta, que todos estos factores hasta ahora analizados, están vinculados entre sí para ese fin.

La capacidad instalada de moldes, en una planta prefabricadora, es una forma de respuesta a las demandas del mercado, y la capacidad de respuesta que el prefabricador tenga, cuando les sea requerida una gran demanda, de elementos de una misma sección, esta precisamente en la cantidad de módulos de molde, disponibles, o que pueda fabricar, y lógicamente en función de sus instalaciones.

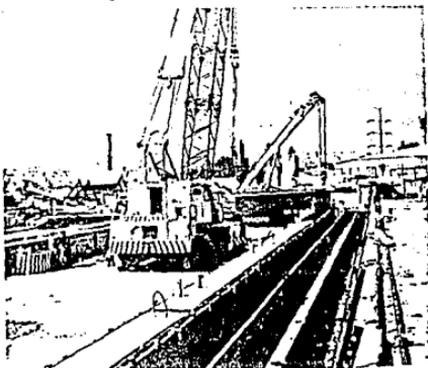
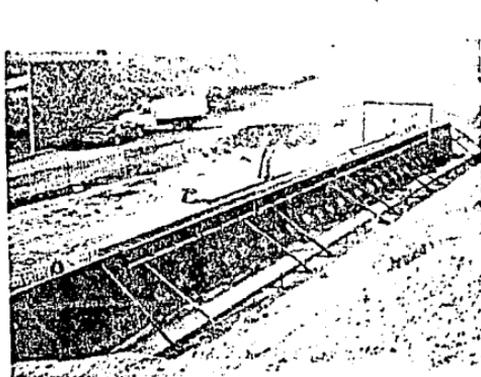
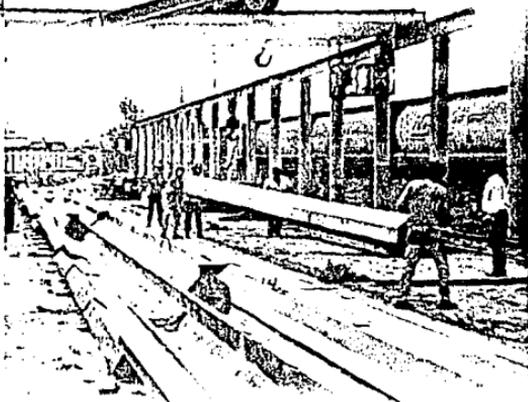
Existe una gran variedad de moldes (por lo general son formas metálicas), moduladas en secciones no mayores a 12.00 m. de longitud y hasta 3.5 m. de ancho, esto más que nada es por su manejo en planta y por sí hay necesidad de ser trasladados a cualquier lugar, puedan ir debidamente acomodados en triares convencionales, sin necesidad de ocasionar sobrecostos por esta razón, los hay de diferentes longitudes, normalmente de la longitud de las mesas, y de diferentes secciones, las cuales en algunos casos se pueden adaptar de muchas maneras para poder lograr los ajustes necesarios, cuando las secciones que normalmente se manejan, no cumplen con las requeridas por los diseñadores, en caso de ser la longitud la que tenga necesidad de ser adaptada, se puede recurrir a los muertos intermedios, si es que la longitud no es muy grande, y en caso contrario se adicionan más módulos para utilizar toda la mesa y si es necesario todavía contar con otras secciones de molde se pueden implementar módulos de madera o, mientras se fabrican los módulos metálicos complementarios.

Existen moldes que los podemos nombrar de planta, aquellos que están de alguna manera instalados permanentemente, casi siempre son los que corresponden a los elementos de mayor comercialización en el mercado, otros autopresforzantes, en caso de ser necesario por problemas de acceso para las piezas ya fabricadas, se manda el molde y los muertos en sus respectivos triares y se arma a pie de obra, siempre y cuando sea necesario que sea por cuestiones de diseño, un elemento pretensado, de no ser así no se mandan los muertos y se propone algún sistema de postensado.

Como conclusión en particular de este tema, podemos decir que la gran variedad de diseños y formas, con los que cuentan las grandes obras que actualmente y a través de la aparición del prefuerzo, hemos venido observando, ha tenido gran éxito debido a que también ha contado con la participación de los diseñadores de los moldes y que éstos han pasado a jugar un papel muy importante dentro de la **Infraestructura de las Plantas Prefabricadoras.**



MOLDES



CAPITULO IV
CONTRATO

NOTA INTRODUCTORIA

Como se ha comentado anteriormente es a fines de la década de los cincuenta cuando hace su aparición el Concreto Presforzado en México, y corresponde al Sr. Ing. Vicente Guerrero y Gama llevar a cabo una de las primeras obras empleando este tipo de procedimiento constructivo, debido al desconocimiento de sus virtudes, estaba evaluado como una Tecnología constructiva que en esos momentos originaba grandes ahorros a la Economía Nacional, debido al gran aprovechamiento de los materiales empleados en su uso, quizás no en el mejor en todos los casos pero este método contaba con su propio campo de aplicación y sobretodo si se analiza que en 1959, ya se empezaban a observar los grandes beneficios que se podían obtener en el uso y desarrollo de esta nueva tecnología, de tal forma como se observa en el siguiente texto extraído del informe publicado por el Instituto Americano del Concreto A. C. I. publicado ese mismo año con motivo de su XII Junta Regional celebrada en la Ciudad de México: "se consumen aproximadamente 180 kilogramos de acero de presfuerzo por cada metro lineal de puente (considerando un claro de 40 m.); el precio del acero especial en el extranjero (Bélgica y Francia), era aproximadamente de 250 dólares la tonelada. De esta manera, se ve que únicamente salen del País alrededor de \$563.00 por cada metro lineal de Puente. Puesto que cada metro de superestructura costaba aproximadamente \$ 6,500.00, la salida de divisas representaba sólo el 8.7 % del importe de la superestructura; o sea aproximadamente, el 4 % del costo del puente". Como se puede analizar su éxito económico lo hacia extraordinariamente factible desde esa fecha.

Es en el año 1962, cuando se crea la empresa compañía Constructora Presforzados Prefabricados, S. A., que a la postre fue pionera en la prefabricación de elementos presforzados para puentes de ferrocarril, construyendo en sus instalaciones las adaptaciones a sus mesas de tensado, para poder realizar las primeras piezas en Fábrica, de acuerdo a los proyectos diseñados por el A.R.E.A., y adaptados a las necesidades del Sistema Ferroviario del País, por el Departamento de Puentes de Ferrocarriles Nacionales de México. Este procedimiento ha permitido un absoluto control técnico en su desarrollo, de acuerdo a las características de vía y volúmenes de carga demandada.

A lo largo de las siguientes dos décadas se fueron realizando modificaciones en función de las necesidades de carga que iban demandando los programas de desarrollo y

modernización del Sistema, aumentando las capacidades de carga en la medida que se fuera requiriendo hasta llegar a lo con que actualmente se cuenta.

Al mismo tiempo en el País, a pesar de la diversificación en lo que se refiere a la Industria de la Prefabricación, y al Presfuerzo, el mercado era cada vez más competido y era necesario para aquellas empresas que tenían aparentemente un mercado cautivo seguro, ofrecieran mejores Productos a precios más competitivos, pues la participación de otros Grupos Prefabricados era inminente y la competencia por los contratos era más cerrada.

Por lo que se refiere al mercado de los Elementos Prefabricados para Puentes de Ferrocarril, hacía los primeros años de la pasada década eran alrededor de 8 a 10 Prefabricados en toda la República los que contaban con la infraestructura necesaria para llevar a cabo la fabricación de estos elementos, y por ser tan específicos los trabajos y demasiadas las Empresas que podían brindar respuesta a las necesidades de una sola Dependencia (Ferrocarriles Nacionales de México), se presentaba una tremenda competencia cada vez que se realizaba una Convocatoria para concursar por un Contrato que involucrara el suministro de elementos para puentes de Ferrocarril.

Estas situaciones motivaron que poco a poco los mismos Contratistas tuvieran que realizar demasiadas consideraciones antes de cerrar sus propuestas, con el fin de que éstas fueran lo más atractivas posible, y con ello propiciar que esta serie de trabajos se fueran abaratando y con ello el precio del Producto terminado. A pesar de que las Convocatorias se realizaban a nivel Nacional, ninguna Empresa contaba con una Planta Prefabricadora en Provincia, y mucho menos con las instalaciones apropiadas para fabricar tan especiales elementos, sólo algunas ofrecían la alternativa de trasladar una planta portátil según la necesidad del caso, hasta donde se localizara la obra y así reducir los gastos que originaban los fletes de los elementos ya terminados, pero esto se llevaba a cabo en el caso de que se tratara de otros elementos, ya que en el caso de elementos para Ferrocarril se tenía la ventaja de poderlos entregar " **L.A.B. en la Estación del Ferrocarril más cercana al lugar de su fabricación**", demás de que al entregarse de esta forma los mismos Ferrocarriles los acarrearán hasta el mismo puente donde se necesitarán.

Las necesidades día a día iban en aumento y los Programas de Modernización cada vez eran más ambiciosos, por consecuencia el suministro de elementos presforzados también aumentaba, sin embargo a la hora de realizar la cotización o más bien el antepresupuesto del concurso en cuestión, se debía de analizar de manera muy detenida la lista de participantes para realizar las consideraciones necesarias y poder presentar la mejor propuesta.

Esta situación se presentaba cada vez que se realizaba la probable contratación y las Estrategias de concurso poco a poco fueron tomando una importancia tal, que de ésta

dependía el tener o no en funcionamiento, todo el sistema productivo de una empresa o esperar a la siguiente convocatoria, si es que no había otro contrato de algún otro tipo de fabricación de elementos para otro fin.

IV. 1.2 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE CONCURSO.

Como anteriormente se expuso de la forma en que se establecieran las tácticas y estrategias a seguir para la elaboración de la propuesta dependía que se lograra el éxito y con ello la continuidad de una fábrica y sus procesos de producción, así como la permanencia en el mercado como sólido proveedor del Ferrocarril, y sobretodo si consideramos que la crisis de los años 1988 y 1989, todavía se hacía sentir en el primer trimestre de 1990, entonces de cara a la convocatoria nacional para la construcción de travesaños de concreto presforzado aparecida el 12 de febrero de 1990, que teníamos en puerta, era necesario establecer un planteamiento a seguir para tratar de asegurar el éxito. (Anexo 1).

Como parte integrante de ese Grupo empresarial, y debido a la trayectoria manifestada, y experiencia acumulada a lo largo de algunos años, en el campo de la Industria de la Prefabricación, en los diferentes campos de acción tanto técnico como administrativo, en la implementación de sistemas de producción a nivel industrial con las debidas consideraciones técnicas, selección y capacitación especializada del personal, elaboración de concursos de obra, y presupuestos para obras relativas a la construcción de puentes carreteros y para ferrocarril, así como la programación y ejecución de algunos contratos de menor magnitud pero también de gran importancia que involucraban trabajos muy similares, fue necesario participar conjuntamente y encabezar al equipo de profesionistas que se encargarían de establecer las políticas y lineamientos que seguiríamos para elaborar nuestra propuesta, al concurso de obra más importante que a esa fecha nos hubiera convocado Ferrocarriles Nacionales de México.

Como parte fundamental de este nuevo proyecto, establecimos de inicio los principales puntos a desarrollar siendo estos :

- Análisis de las bases de concurso. De acuerdo con la convocatoria antes mencionada, cada uno de los posibles participantes deberían de reunir determinados requisitos para poder ser inscritos al concurso mencionado, como consecuencia de esto, debíamos de conformar una carpeta en la cual fuéramos anexando todos y cada uno de los documentos solicitados, corroborando que los registros ante la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y el registro ante la Secretaría de Programación y Presupuesto, del Padrón de Contratistas de Obras Públicas además de estar vigentes, deberíamos de contar con la especialidad 114, referente a prefabricados presforzados, esta especialidad la otorgaba la Secretaría mediante la presentación del curriculum del responsable técnico de la empresa, demostrando su experiencia en esos tipos de trabajos, el cual era evaluado y de acuerdo a los trabajos realizados y experiencias demostradas, era otorgada, esta modalidad ya en la

actualidad ha quedado derogada, en cierta forma porque ahora, como requisito para poder inscribirse a concursos de esta magnitud solicitan copias de las actas de entrega recepción de trabajos similares a los del motivo del concurso.

Debíamos de presentar la documentación que comprobara nuestro capital contable mínimo de \$ 1050 millones de pesos, avalados por un auditor externo, Testimonio del acta Constitutiva de la Empresa, Relación de contratos en vigencia, un cheque para la compra de la documentación del concurso, así como los oficios en los que solicitamos se nos permita inscribirnos al concurso, y otro en el cual manifestamos no estar dentro de los supuestos del art. 37 de la Ley de Obras Publicas. En fin, una serie de documentos que finalmente nos otorguen la inscripción, como primer objetivo.

- Elaboración de programa de trabajo y coordinación del mismo, a partir de la inscripción. Como consecuencia de las múltiples reuniones de trabajo, en las cuales se realizaban análisis detallados de las propuestas anteriormente presentadas, y las diferentes alternativas probables que pudieran presentarse, como el que alguna de las participantes presentara una propuesta muy económica, aunque quizás no fuera la más apropiada técnica y tácticamente, como había sucedido dos años antes, cuando la Dependencia tomo la decisión de adjudicarle el contrato a una empresa que presento la propuesta más baja, poco tiempo después tuvieron que rescindirle parte del contrato por no poder cumplir con la debida calidad y puntualidad con los trabajos, era necesario tomar en cuenta hasta estas consideraciones, y poder ir conformando los lineamientos a seguir para la conformación de la propuesta, para lo cual el Programa consistía en:
- Inicialmente se tuvo que realizar un estudio de mercado involucrando los materiales que se ocupan en la elaboración de los elementos, y con los resultados obtenidos los aplicábamos a nuestra matriz de precios, de tal forma podíamos establecer la incidencia de cada material con respecto al precio, con el que podíamos participar, y elaborar una explosión de materiales para determinar el costo de todos los materiales que íbamos a utilizar y obtener el porcentaje de participación en el importe de la propuesta.
- Como era del conocimiento de todos los involucrados, las Empresas que participarían en la convocatoria, dada la magnitud de ésta (por el volumen de obra, el mayor en una sola propuesta, que se había tenido hasta esa fecha), tenían que reunir ciertas condiciones para poder participar, además de la experiencia en los trabajos a realizar, un capital social, amplio, de manera que fueran de lo más solventes financieramente, esto de alguna manera sirvió para filtrar a sólo las empresas más sólidas y con ello la competencia sería más fuerte, razón que motivó a establecer como parte esencial de la propuesta el ofrecer las

mejores alternativas posibles en cuanto a los tiempos de ejecución de los trabajos, contemplar las mejores ventajas para la dependencia en función de sus programas particulares de trabajo, y sobretodo el mejor precio posible conservando nuestra máxima calidad.

- Realizar la visita de obra, para enterarnos los alcances del concurso, aclarar algunas dudas con respecto al empleo de los planos entregados en el paquete de concurso, solicitar información complementaria acerca de los destinos finales de los elementos por fabricar, y confirmar las especificaciones de los materiales a emplear, o si había algún cambio que afectara el catalogo de conceptos por presupuestar. (Anexo 2).
- Tomando en cuenta la información obtenida en la visita de obra, se implemento y realizo un estudio en el cual se propuso trasladar una planta Prefabricadora a la Ciudad de Guadalajara, Jal., debido a que en la Región Pacifico se encontraba la mayoría de los destinos finales de los pilotes octagonales, y al trasladarnos hasta allá acortábamos en tiempo y en distancia el acarreo de las piezas, provocando con esto algunas ventajas tanto para la empresa como para la dependencia, estos análisis de inicio se someterian a consideración de los dueños de la empresa, sin embargo para la elaboración de la propuesta no deberíamos de considerarlos.
- Como anteriormente lo comentamos, para la elaboración de estos elementos se ocupan materiales muy especiales, y específicamente en el caso de los pilotes, puesto que los materiales que mayor incidencia tienen en su precio unitario son el acero de presfuerzo (alambre de 7 mm.), el sonotubo, (cimbra interior para aligerar el peso del elemento y una vez hincado y descabezado para embeber dentro de el espacio hueco, que queda, las anclas que soportarán los cabezales del puente), y el concreto con una resistencia de 400 kg./cm², es decir que entre estos tres materiales formaban algo así como el 60 % del precio unitario del elemento dejando el resto para la mano de obra, los materiales complementarios, el equipo, indirectos y utilidades, y como los dos primeros, me refiero al sonotubo y al acero de presfuerzo exclusivamente existían en ese momento un sólo proveedor para cada material, implicaba que era muy probable que el costo que se manejara por parte de los contratistas en este elemento sería muy parecido. (Anexo 3).

Era entonces necesario manejar alternativas en los insumos complementarios, en los costos relativos a la maquinaria y al equipo, y sobretodo el costo por el uso de instalaciones y moldes, que nos permitiera asegurar un precio competitivo, ya que la partida correspondiente a este concepto sería de entre un 35 % y 40 %, del importe total del contrato.

Una vez que conocimos la lista de participantes sólo nos inquietaba la participación de un Grupo, el cual contaba al igual que nosotros con equipo de transporte y grúas para maniobras en patio y en la Estación del Ferrocarril para el embarque de los elementos en las Góndolas del Ferrocarril, esta razón era de suficiente peso puesto que dependía de la distancia entre la planta de producción y la estación del ferrocarril el costo de los trabajos del embarque, y a su vez repercutía en el precio final para cada elemento. Sin duda esta observación era importante, pero ninguno de los participantes contaba con una **espuela de Ferrocarril dentro de su Planta.**

- Otro importante dato por considerar para la elaboración de la propuesta eran las dimensiones y longitudes de los Elementos, pues de ello dependía el Programa de Producción, programa de inversiones, programa de suministro de materiales, programa de embarques, etc., todos ellos con sus respectivas acciones en particular, y este factor por lo descrito era de vital importancia pues de la capacidad instalada en la planta de producción dependía el tiempo de ejecución de los trabajos y sus consecuencias en la propuesta, como podrían ser el empleo de vapor para acelerar el fraguado del concreto y así poder transferir el presfuerzo, acortando con ello los ciclos de producción, pero aumentando el precio final por el uso del vapor.

Como se podrá observar, son muchos los factores que intervienen en la elaboración de una propuesta, pero el haber realizado constantemente este tipo de trabajos nos fue dando mucha experiencia para enfrentar este tipo de retos y éste en especial representaba demasiado para todos, lo que nos motivaba para realizar cada actividad con el mejor de los cuidados y la mejor de nuestra dedicación.

Era momento de tomar decisiones para la elaboración de la propuesta, al contar con las dimensiones de los elementos, sabíamos de que manera íbamos a emplear nuestras mesas de producción, nuestros moldes y nuestro programa de suministro de materiales sobretodo de acero de presfuerzo y sonotubo, y al proponer un programa general de producción podíamos establecer periodos particulares para cada partida, de este modo se podía plantear una propuesta en cuanto a tiempo de ejecución y costos indirectos por la duración de la obra.

- Como manifesté al inicio, la Empresa cooperaba constantemente con los Ferrocarriles en la implementación de este tipo de Sistemas de Construcción a base de elementos presforzados prefabricados, y como para poder fabricar esta clase de elementos es necesario contar con ciertas características en las mesas de producción en la planta, por la

cantidad de cables que deben de llevar los pilotes o las trabes según sea el caso, los muertos de anclaje deben de tener una capacidad suficiente para poder tensar determinado número de cables simultáneamente, y la misma posición de los cables respecto a los moldes y a los muertos, el siguiente factor por considerar era la distancia de la planta productora y el puente, razón que por mucho afectaba en tiempo y costo a los Ferrocarriles, fue por ello que en el año de 1900 se trato de poner en marcha dentro de las instalaciones del Ferrocarril una planta de producción de este tipo de elementos, proyecto que se llevó a cabo en la ciudad de Guadalajara, pero que por falta de seguimiento en el momento indicado, no tuvo los resultados esperados por la Dependencia, pero las instalaciones de esa planta le fueron cedidas en arrendamiento a la empresa que tanto los había apoyado y que ahora le fabricaba en sus mismas instalaciones para su inmediata ocupación, estas actividades no fueron del todo convenientes para ambas partes por lo que decidieron cerrar esa planta .

Al ser de nuestro conocimiento estas situaciones, (ahora podrían ser un factor muy importante, porque al hacer el recuento de las necesidades por División, dato obtenido de la información recabada en la visita de obra previamente a la elaboración de la propuesta, la Región Pacífico era una de las que más necesidades de elementos tenía), la alternativa propuesta al Grupo de trabajo, considerando las instalaciones que algunos años atrás ocupáramos, era la de rehabilitarlas, y trasladar hasta esa zona una planta Prefabricadora nuevamente, era necesario que valoráramos las ventajas y desventajas que pudiéramos tener de esta proposición.

No sólo supimos la gran cantidad de elementos, los que la Región Pacífico necesitaba, sino que conocimos las necesidades de todas las Regiones, y con ello podíamos establecer otro tipo de propuesta, puesto que el Grupo contaba con instalaciones en Tepeji del Río, Hgo., en Minatitlán, Ver., en el Distrito Federal y muy probablemente en Guadalajara, Jal., es necesario mencionar que en todas se tenían que hacer algunas adaptaciones de las ya mencionadas pero que finalmente estarían todas en condiciones de considerarse como parte de una solución para elaborar una mejor propuesta, al ofrecer una capacidad instalada muy por encima de cualquiera de los demás participantes.

Ahora, era necesario realizar en función de lo anteriormente descrito, una Planeación de forma tal que se considerara como un hecho, el probable uso de cuando menos tres de las cuatro plantas de producción, y claro considerando otros factores de sobre costo por los fletes de materiales y equipo hasta la planta de Guadalajara o Minatitlán. que en su momento

se manejarían como una solución alterna a las plantas del D.F. y Tepeji del Río, ante los Ferrocarriles Nacionales de México.

En otras palabras, en nuestra propuesta sólo consideraríamos fabricar en Tepeji y el D.F., pero induciríamos a la Dependencia en caso de ganar, a que nos ordenara rehabilitar la Planta de Guadalajara para fabricar allí la totalidad de los elementos que necesitaba sobre todo la Región Pacífico, y que representaba el 90 % del volumen total en lo que respecta a los Pilotes Octagonales y los trabajos de rehabilitación en este caso no implicaban muchos problemas, pero ¿Como lograrlo ?. Bien, ya hemos manejado a lo largo de este documento lo importante que es el ofrecer soluciones óptimas, en el menor tiempo posible y sobre todo al menor costo; pues bien es allí donde se formula el Planteamiento de solución a un problema específico, el arrastre de los elementos en todos los contratos manejados hasta este mismo, siempre eran realizados por los Ferrocarriles, desde la Estación del Ferrocarril más cercana al lugar de su Fabricación, y las distancias al destino final se veían afectadas de acuerdo a la distancia entre esos dos puntos. (Anexos 4 al 7).

Nuestra propuesta básicamente se fundamentaba en ofrecer las siguientes ventajas a los Ferrocarriles Nacionales de México;

- 1.- Acortar las distancias entre la Planta de producción y las estaciones del Ferrocarril, trasladando nuestro Equipo, moldes y todo lo necesario para poder fabricar los elementos que se necesitasen, en especial los de la Región Pacífico, dentro de esas instalaciones, que también debíamos de readaptar y en su caso reforzar o modificar de acuerdo a las necesidades, y con ello ahorrar los importes del arrastre desde México hasta Guadalajara, que por la cantidad de piezas que se tenían que enviar, significaba el movimiento de 8,600 toneladas de carga, considerando las tarifas de arrastre de marzo de 1990 a \$ 49,075.00 la ton-km. significaba \$425'000,000 aproximadamente, de ahorro muy digno de tomarse en cuenta.
- 2.- Disminución en tiempo de la llegada de las piezas a sus destinos finales por el ahorro de 500 kms. de traslado y el no deterioro de las piezas en este trayecto.
- 3.- La prontitud con la que podían emplear de una manera más eficiente su equipo (góndolas), y obtener beneficios adicionales por este concepto, al tener más pronto equipo disponible para transportar otro tipo de carga.
- 4.- Control en las órdenes de producción para cubrir las prioridades necesarias de la Región, así como la disponibilidad que podían tener de acuerdo al inventario en patio de los elementos, para programar sus trabajos en función de los avances que iban detectando en nuestra Producción.

Como se podrá observar, la solución propuesta era lo suficientemente atractiva para la Dependencia, que no teníamos duda de que nos fuera aceptada, de tal forma que esto jugó

un papel demasiado importante para la elaboración de nuestra propuesta económica, lo que aunado al trabajo de acopio de información, elaboración de programas, de suministro de materiales, utilización de equipo, Optimización en la mano de obra, y la planeación de la producción simultáneamente en tres plantas ocasionó que nuestra propuesta económica fuera la ganadora .

No con esto quiero decir que los otros participantes no hayan realizado actividades muy parecidas a las que nosotros ejecutamos, sólo que la diferencia, creo que esta bien explicada.

IV. 1.3 DELAJAROLLO

El primer paso ya estaba dado, el Contrato era nuestro, y ahora había que empezar a actuar en lo anteriormente planeado, al mismo tiempo que iniciábamos los trabajos de instalación de moldes en la Planta de Tepeji, para la fabricación de las trabes sección cajón, en la planta de Las Armas, en el D.F. se adaptarían los muertos de Anclaje y la colocación de moldes en dos líneas paralelas, una para fabricar Trabes sección cajón y de longitudes entre 6.50m. hasta 9.15m. ocupando un mismo molde para ello y por otra parte una línea para pilotes de sección cuadrada de 0.60 m. x 0.60 m. y de longitudes desde 6.00 m. hasta 12.00 m., ese paso era lo más sencillo y conveniente, pero por otra parte teníamos que elaborar el estudio comparativo entre acarrear las piezas, el 100 % de ellas desde México, y por otra parte descontando lo que se pudiera fabricar en la planta de Guadalajara para la Región Pacífico y los destinos más cercanos a la ubicación de la misma.

Otro trabajo que debía realizarse era hacer inmediatamente una visita a las instalaciones en Guadalajara y hacer un levantamiento general del estado en que se encontraban, realizar un estudio de mercado de los materiales a emplear, exceptuando el acero de presfuerzo y el sonotubo, puesto que los fabricantes de esos materiales sólo contaban con su planta productora en la Cd. de México, un insumo que resultaría definitivo en la fabricación, de los elementos, sería el concreto, y como estaba planeado realizar los primeros colados con concreto premezclado, era necesario realizar visitas a las diferentes empresas premezcladoras de la zona, llevándonos, la primera sorpresa; no trabajaban los concretos de alta resistencia, es decir, que no podían suministrarnos concreto de resistencia de 400 Kg./cm², y que a las 72 horas tuviéramos el 80 % de la resistencia, condición quizás demasiada especial, pero que de otra manera no era funcional y mucho menos económica, así que este era uno de los primeros problemas que había que superar.

Por lo que respecta a los demás materiales por el gran volumen de compras que se iban a manejar, resultaba inicialmente más económico comprarlo y habilitarlo en México y posteriormente enviarlo junto con todo el equipo que se tenía que mandar, por lo menos para los primeros colados, y en lo que se empezaba a acondicionar las instalaciones de la planta para poder establecer, inicialmente almacenes y bodegas y posteriormente los talleres de habilitado de acero y soldadura.

Como resultado de ésta primera visita, obtuvimos que para poder realizar el primer colado en la Planta, se tenían que hacer demasiadas mejoras entre ellas:

- Limpieza general y acondicionamiento de las cercas perimetrales, esto con el fin de darle seguridad a las instalaciones, ya que al encontrarse en pleno patio de maniobras de la Estación del ferrocarril de Guadalajara, el movimiento tanto de maquinaria como de gente era demasiado.
- Reforzamiento en los muertos de anclaje. Debido a que ya habían transcurrido bastantes años en ocupar las instalaciones, algunas de las placas de refuerzo de los muertos se encontraban deterioradas y en algunos casos hasta rotas, por lo que se decidió rehacer prácticamente los anclajes y los (peines), así se le nombra al conjunto de placas unidas entre sí con sólo un pequeño espacio por el que pasan los alambres, para posteriormente quedar anclados a los muertos.
- Construcción de un local para almacenes y otro para instalar el laboratorio de control de calidad del concreto, y habilitación de la pileta para conservar los cilindros de ensaye saturados.
- Habilitación de tanque para almacenamiento de agua para consumo en producción y servicios.
- Reinstalación o contratación de energía eléctrica, suficiente para las demandas que íbamos a tener con la planta de producción de concreto, mezcladora, soldadoras, gatos de tensado, equipo menor, consumo, etc.,.
- Dimensionamiento y trazo en las mesa de tensado para la instalación de moldes.
- Rehabilitación de la espuela de ferrocarril, esto era quizás una de las mayores ventajas con las que contaba la tan mencionada planta, además de las mesas de anclaje, porque en general el terreno del que disponía en realidad era pequeño, en comparación con cualquiera de las plantas prefabricadoras de cualquier empresa prefabricadora en México.
- Construcción de accesos para vehículos a la planta, ya que los que en alguna ocasión tuvo, habían quedado encerrados dentro de las tres vías que rodeaban a la planta, y no tan sólo necesitábamos ingresar automóviles sino que trailers y camiones con revoladora.

Como podemos ver, los trabajos por realizar eran bastantes, eso sin considerar los trabajos propios de la instalación de moldes y equipo de producción de concreto, así como de el equipo de curado a vapor.

Por otra parte, era necesario establecer un planteamiento general de la forma en que se tendría que distribuir, el equipo, tanto humano como material para poder alcanzar cada una de las metas fijadas, debido a que el programa de trabajo contemplado en la propuesta era muy justo y se necesitaba optimizarlo de manera tal que desde el inicio de los trabajos se pudieran establecer los tiempos límites de funcionamiento en cada uno de los frentes y los trabajos que se tendrían que realizar en cada uno de ellos, sobre todo si todavía no

contábamos con la aceptación de la propuesta realizada a los Ferrocarriles, con respecto a realizar los trabajos en las instalaciones de Guadalajara.

Finalmente después de varias pláticas y revisiones a los análisis de costos que le presentamos al Departamento de Contratos y Precios Unitarios de la Dependencia, el 26 de abril de 1990, nos autorizan a realizar las adecuaciones necesarias en las instalaciones de Guadalajara, para poder fabricar básicamente Pilotes de sección octagonal inicialmente con un molde doble y posteriormente ir aumentando la capacidad de producción mediante el empleo de otros moldes, ya fueran de traves de sección cajón, pilotes cuadrados o con la habilitación de otro molde para pilotes octagonales, trasladando hasta ese lugar todo lo necesario. (Anexo 8).

IV.1.4 EJECUCIÓN.

Paso a paso se iban cumpliendo, cada una de las metas trazadas dentro del Plan, y ahora era el momento culminante, había que trasladarse a Guadalajara, para instalar la planta de prefabricados, y poner en práctica todas las experiencias acumuladas con anterioridad, era necesario trazar un nuevo plan para poder empezar a fabricar en el menor tiempo posible, pero había de inicio que superar las desventajas que ya teníamos detectadas, en la visita realizada, para lo cual se establecieron las siguientes actividades.

De inicio se realizó una junta en la cual me designan como responsable absoluto de la Planta en Guadalajara (Anexo 9), después de haber hecho una evaluación del grupo, y por ser dentro de éste quien contaba con la capacidad y experiencia suficiente para tales fines, además de haber sido uno de los principales promotores de esa idea, decisión que sin duda, para mí, representaba un gran reto.

En función de los informes con que contábamos, se tomaron las siguientes decisiones:

- Selección de Personal. Debido a que sólo se contaba con personal especializado, para este tipo de trabajos en la Planta de México, para realizar los primeros trabajos se consideró que se integraría al equipo de trabajo de la planta de Guadalajara, el mínimo personal, uno o dos elementos, con experiencia suficiente para fungir como cabeza de grupo y complementar las cuadrillas de trabajo con personal que se contratara en la zona.
- Se decidió mandar un primer flete con los moldes de los pilotes Octagonales, estos moldes estaban diseñados, en secciones de 3.05 m. de longitud de tal forma que se pudieran ensamblar y formar una línea doble de producción de 100 m. de longitud, de manera tal que al programar los ciclos de producción estos en su mayoría debían de ser de 200 m. por ciclo de colado.
- Selección de equipo de producción. Como era lógico que al iniciar actividades, en una zona hasta cierto punto desconocida, se decidió llevarse los equipos vibrado y de tensado, que nos ofrecieran las mejores condiciones para trabajar, puesto que desconocíamos si existían refacciones o laboratorios especializados en la calibración de los manómetros, etc. sólo por mencionar algunos contratiempos, y en función del avance del contrato y el ritmo de producción en caso de necesitar equipo adicional se valoraría posteriormente lo que conviniera más.

En función de las prioridades iniciales de la Región Pacífico de los Ferrocarriles, se programaron los cinco primeros ciclos de Producción, y se instrumentó el Programa de habilitación de material que debían mandar desde México, para la realización de éstos,

mientras se contrataba personal en Guadalajara y se habilitaba la zona de talleres de habilitado dentro de nuestras nuevas instalaciones.

- Los dos puntos anteriores estaban vinculados con el contenido de un segundo flete que debían de mandar, incluyendo el complemento de moldes y cimbras que componían las líneas antes descritas , equipo de laboratorio , probetas para cilindros de ensaye, prensa hidráulica, etc.
- Se estableció con la Coordinación del Grupo en México un programa de envíos, de más equipo de Producción de concreto, silo para almacenamiento de cemento, dosificadora y mezcladora de concreto, en fin, quedo establecido el orden de los envíos, y por confirmar de acuerdo a los avances de los trabajos preliminares de adaptación para su instalación, las fechas en que se debían de realizar.
- El siguiente paso era el presentarse de inmediato en las instalaciones, lo cual se llevo a cabo una semana después de haber recibido la autorización, o sea el 2 de mayo de 1990 y empezar con los trabajos de:

Limpieza del terreno y la mesa de tensado.

Instalación de cerca perimetral para seguridad de la planta.

Rehabilitación y reforzamiento de los muertos de anclaje.

Fabricación de las placas de anclaje y peines.

Instalación del sistema de fijación y puentes para recibir los moldes.

Instalación, ensamble y nivelación del molde (línea doble).

La realización de estos trabajos, se llevó a cabo inmediatamente al llegar a la Planta pues gran parte de los módulos del molde y material para la habilitación de los muertos formaron parte del primer envío y cuando llegamos a la planta el equipo ya había llegado. El problema era contratar personal, situación algo complicada porque la gente en el lugar, era demasiado especial y conflictiva, sin embargo a base de estar participando activamente y en conjunto con ellos, poco a poco logramos ir integrando un equipo para realizar los primeros trabajos.

Simultáneamente a esta serie de trabajos, le siguieron:

La construcción de un local para acondicionar el laboratorio de control de calidad del concreto, y ensaye de los cilindros.

Construcción de losa de cimentación y bases para recibir el silo para almacenaje de cemento.

Construcción de mamparas para clasificación de agregados.

Habilitación de talleres para soldadura y mantenimiento de cimbras adicionales par las puntas y cabezales de los pilotes, que se hubieran deteriorado en los manejos de carga y descarga y traslado.

Para cuando esto ocurría los siguientes fletes ya habían llegado y traído también material habilitado, acero de presfuerzo, sonotubo etc. lo que implicaba que el primer colado, tendría que realizarse muy pronto, sólo que el problema detectado con respecto al concreto a pesar de haber realizado visitas a las plantas productoras de la zona, ninguna había fabricado hasta esa fecha concreto con las características solicitadas, a pesar de esto una de estas aceptó la responsabilidad de realizar inicialmente unos cilindros de prueba y posteriormente a suministrarnos el concreto para el primer colado.

Aparentemente ya se contaba con una solución, así que había que darle velocidad a la instalación del molde, al dimensionamiento del mismo de acuerdo a la primer orden de producción y en general a todas las actividades relacionadas con el armado del mismo, presentándose nuevamente el problema del personal, pues arte del equipo que se había formado inicialmente ya habían abandonado el trabajo, y no precisamente por cuestión económica, así que a buscar de nuevo gente, para enseñarles lo mínimo necesario de acuerdo a las necesidades que se iban presentado.

Cabe hacer mención que para la realización de estos trabajos sólo contaba con el apoyo y participación de una sola persona capacitada de las que se habían seleccionado en México, por lo que las actividades de mayor importancia para la realización de este primer colado fueron particularmente supervisadas y ejecutadas personalmente en su gran mayoría, realizándose en el siguiente orden:

- Instalación de molde. No sólo se trataba de ir ensamblando los módulos que lo constituían, sino que había que ir nivelando y alineándolo uno por uno, con respecto a un eje previamente trazado, de acuerdo a la posición de los muertos de anclaje, esto nos permitiría que a la hora de insertar los alambres de presfuerzo no fueran a quedar desviados, o con alguna placa de los muertos obstruyendo su paso, y por otra parte nos aseguraría que las piezas no salieran esviadas.
- Habilitado e insertado del presfuerzo. Ya en el punto anterior mencione la importancia que tiene el que los alambres de Presfuerzo no quedaran desviados, y en esta actividad al contar con las cimbras adicionales en la cabecera y en la punta de los pilotes, era necesario asegurarse que cada alambre se fuera insertando en el orificio indicado, es decir que no se fueran a enredar o a insertarlos equivocadamente, para esto en la placa de anclaje fija, colocada en la parte externa de los muertos se señalaba con un número a cada orificio y se insertaban en el mismo sentido de las manecillas del reloj, uno por uno hasta completar los trece de que consta cada pilote y se fuera insertando en cada cabecera y cada punta de cada pilote, posteriormente, se anclaba después de haber insertado en la última tapa, en otra placa colocada al otro extremo de la mesa con sus respectivos

barriles, cuñas y se procedía al corte del alambre, para proseguir con el insertado del siguiente alambre.

- Tensado del presfuerzo. Para realizar esta actividad es necesario primeramente, llevar a cabo una revisión detallada a lo largo del molde, asegurándose de que el insertado se haya hecho correctamente y el acuñamiento en el muerto de anclaje fijo. se encuentre bien asegurado con todos las mordazas o cuñas bien colocadas dentro del barril, si es necesario se pueden colocar dos barriles por cada cable, para mayor seguridad, posteriormente se procede al tensado, este se lleva a cabo una vez que se han tensado manualmente los alambres, se coloca el alambre en la lanza de gato de tensado, en seguida se asegura el alambre con otro barril, (se le conoce como "barrilete de jalón"), se acciona el gato y el alambre empieza a tensarse, una vez que ha alcanzado la tensión requerida, normalmente esta no excede del 75 % del (Esfuerzo de ruptura del acero de presfuerzo es decir 18,500 kg / cm²), lo que equivale a 13,000 kg./cm² (esfuerzo inicial), se procede a acuñar con otro barrilete (de anclaje), se deja de accionar el gato y se procede a retirar la lanza mediante el accionamiento del gato en sentido contrario al inicial. El tensado se realiza en forma de cruz, es decir inicialmente se tensan lo cable colocados al centro del eje tanto vertical como horizontal, y los siguientes se van alternando uno de cada la izquierdo, derecho, arriba, abajo, hasta completar el círculo.
- Armado complementario del pilote. Realizado el tensado se procede a distribuir a lo largo del pilote el zuncho de acero, previamente colocado en el interior del molde y del insertado de los cables de tal manera que el zuncho haya sido insertado por cada cable, se refuerzan las zonas de la cabecera y la punta, la cual también lleva un armado adicional el cual se coloca antes del tensado de los cables, al igual que la cimbra interior (sonotubo, material que también ya fue cortado a la medida según el tamaño del pilote y taponado en sus extremos para impedir el paso del concreto) este procedimiento se realiza para cada elemento.
- Una vez que se han realizado estos trabajos se cierra el molde, colocando seguros, separadores y la parte complementaria del molde, la que nos dará la separación de las piezas entre sí y las caras complementarias de la sección del pilote, quedando únicamente el espacio por donde se colocará el concreto y se realizará el vibrado del mismo.

Desde que iniciamos los trabajos , hasta el momento descrito, habían transcurrido 4 semanas, y después de haber presenciado el ensaye de los cilindros de prueba a los tres, siete y catorce días de edad, hacer el recorrido desde la planta de premezclados hasta nuestras instalaciones con el fin de tomar tiempo y distancias para la programación de las ollas revolventoras, realizamos nuestro primer colado con concreto premezclado, se solicitó, la

presencia de personal capacitado para realizar las pruebas de revenimiento del concreto y la toma de muestras, éstas eran de vital importancia para poder establecer la fecha en que podríamos transferir el presfuerzo lo cual sucedería cuando alcanzáramos el 80 % de la resistencia de proyecto solicitada $F'c = 400 \text{ kg./cm}^2$. (Anexo 10).

Conforme se iba vaciando el concreto se debía de ir vibrando para evitar que pudieran quedar vacíos en el elemento debido a que el concreto al tener un revenimiento muy bajo (8-10) también de proyecto, no era muy fácil que se colocara en la parte baja del molde debido en gran parte a lo cerrado del acero de refuerzo adicional, sin lugar a duda esta actividad era por lo anteriormente descrito otro trabajo de importancia y que no se le debía de confiar a cualquier persona .

Colocado y vibrado ya el concreto sólo faltaba venir puliendo la última cara del pilote, la única que quedaba expuesta, posteriormente se marcaban con un número progresivo cada elemento y al término del colado se empezaba a realizar el "curado" con agua mediante el riego constante de todos los elementos con regaderas de bote durante las próximas 48 horas.

A las 12 o 15 horas después de haber terminado el colado, se descimbraba una parte del molde y se empezaba a limpiar, para el inicio de un nuevo ciclo, sólo había que esperar el resultado de las pruebas de laboratorio.

Después de haber concluido los trabajos del primer colado, se revisaron una por una todas las actividades realizadas, era necesario corregir muchos detalles, dentro de los de mayor importancia se analizaron algunos con más detalle obteniendo las siguientes conclusiones :

a) Era necesario incrementar el personal capacitado (traerlo de México) puesto que las actividades de mayor importancia no se habían realizado de la forma más adecuada, debido a que el personal que se había contratado en la zona no tenía la suficiente experiencia en este tipo de trabajos. En especial los trabajos de vibrado y traspaleo de concreto, y en el acabado final.

b) La programación en la entrega del concreto no había sido la más óptima, de tal forma que llegamos a tener en espera a una unidad hasta 10 minutos, algo que no debió de suceder, ya que como el concreto tenía un revenimiento muy bajo, el tiempo de fraguado inicial se reducía y el manejo del concreto era más complicado para su vaciado. A pesar de que no era la primera vez que realizábamos un colado con concreto premezclado, en esta ocasión se presentaron situaciones tan especiales que debíamos de tomar inmediatamente las soluciones más convenientes para las próximas ocasiones, no podíamos arriesgar por un lado la interrupción del colado por falta de coordinación en la llegada de las unidades, ni el que se

empezara a presentar el fraguado inicial del concreto en el interior de la olla por la llegada casi simultánea de dos unidades, y por tratar de que el equipo no sufriera ningún daño, provocar el vaciado de una forma inadecuada, ya fuera a gran velocidad y sin uniformidad, o provocando grandes desperdicios de un material demasiado caro.

c) El tiempo de ejecución de los trabajos, no debía de ser muy prolongado, y la hora de programación del inicio de las actividades debía de ser de preferencia muy temprano puesto que si se empezaba a colar después de medio día al no tener todavía la suficiente habilidad, podíamos correr el riesgo que no tuviéramos la suficiente luz natural para realizar los trabajos y al no contar todavía con iluminación, en la planta el final del colado era muy difícil de realizar, además de los sobrecostos por tiempos extraordinarios, del personal, y por horarios de entrega nocturna en las plantas premezcladoras y unidades de transporte del concreto.

Adicionalmente a estas observaciones se decidió seguir buscando contratar personal en la zona, con la idea de capacitarlos en trabajos específicos, al tener contacto con personal de la premezcladora, se decidió contratar los servicios del jefe de su laboratorio para la implementación del nuestro, dentro de nuestras instalaciones.

Tres días después, al cumplirse las 72 horas de haber realizado el colado, acudimos a la realización del ensayo de los cilindros, obteniendo resultados totalmente bajos, el promedio de los resultados estaba abajo del 50 % de la resistencia final, no podíamos realizar la transferencia del presfuerzo, a pesar de ello las actividades en el acondicionamiento general de la planta y en la habilitación de talleres y bodegas continuaba, por otro parte, al contar con los servicios del jefe de laboratorio de la premezcladora, comenzamos a realizar pruebas con agregados de distintos bancos, para rediseñar el proporcionamiento del concreto, debíamos de alcanzar en menor tiempo una mayor resistencia en el concreto, que nos permitiera hacer la transferencia del presfuerzo.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de los agregados, nuestro problema radicaba en que los bancos de arena que le suministraban a todas las premezcladoras era el mismo y la granulometría y el alto contenido de finos, no eran los más indicados, se realizaron visitas a varios bancos hasta encontrar uno a casi 70 kms. de la planta, aparentemente este material al ser más denso y con menor contenido de finos nos podría servir mejor que las otras arenas.

Una vez más, nos presentamos a los 7 días a realizar otros ensayos, los resultados no mejoraban el comportamiento del concreto era muy confuso, ya que en lugar de aumentar su resistencia se mantuvo en el mismo orden que nos había mostrado a los tres días, para este momento la Supervisión empezaba a inquietarse, dudaba que en la próxima prueba alcanzáramos la resistencia necesaria para continuar con los trabajos. De inicio, nos ponen

como condición, curar los pilotes con vapor (Anexo 10), situación que ya teníamos contemplada, aunque no tan inmediata. Sin embargo al comprobar que en otra planta nos estábamos ocupando del diseño de un nuevo proporcionamiento, les dio tranquilidad, presenciaron la fabricación de muestras con diferentes arenas y con distintas condiciones, en cuanto a la relación agua -cemento e incluso con otro tipo de cemento, debido a que contábamos con los informes del concreto que nos habían suministrado, y en el cual habían empleado cemento Puzolánico, lo que nos dio la explicación del comportamiento del concreto, ya que al emplear este tipo de cemento normalmente la Resistencia inicial en un concreto a los tres primeros días aumenta de manera rápida luego se mantiene constante hasta los catorce y posteriormente va aumentando en forma gradual hasta los veintiocho.

Era lógico que teníamos que realizar muchas pruebas en el laboratorio, empleando diferentes tipos de cemento, arenas de diferentes bancos, ya que a la grava no representaba problema alguno, además de que en esta empresa, contaban con mejores instalaciones en su laboratorio, y mayor experiencia en el uso de aditivos y sobretodo mayor disposición por parte de los ingenieros jefes de laboratorio de control de calidad, tanto que dispusimos realizar con los materiales de la zona realizar muestras con el proporcionamiento que empleábamos en la planta de México, cabe mencionar que el uso de aditivos en el concreto, para colar elementos presfuerzados, debe realizarse con la condición de que no contengan cloruros, puesto que la presencia de estos compuestos químicos provocan en el presfuerzo reacciones que van degradándolo. Con consecuencias para el elemento muy considerables.

Retomando la situación que se nos estaba presentando con respecto a la transferencia del presfuerzo, ésta se realizó a los 14 días de haber realizado el colado, después de haber ensayado cilindros y haber obtenido mejores resultados, para asegurarse que la resistencia del concreto era suficiente para poder transferir el presfuerzo se practicaron pruebas en cada elemento con el esclerómetro cuyos resultados también fueron satisfactorios, aunque estas pruebas son consideradas menos confiables, finalmente se realizó también una prueba física, ésta consiste en tomar una referencia en uno de los alambres, con respecto a un punto fijo, proceder al corte de este y tomar la medida del alambre entre la referencia establecida en un principio, y el punto fijo, si el alambre no presenta un corrimiento hacia el interior del pilote mayor a 5 mm., se procede a la transferencia, (el resultado de la prueba física fue satisfactorio debido a que se puede concluir que el concreto había madurado lo suficiente como para no permitir el deslizamiento del alambre, al presentar una adherencia entre el concreto y el acero bastante considerable).

A pesar de haber reanudado trabajos relacionados con la producción, en lo referente a la desocupación del molde, extracción de los pilotes, y estiba de los mismos a un lado de la espuela, puesto que no habían llevado aún las góndolas para su embarque, y para recortar

las puntas de los alambres de presfuerzo, y el señalamiento en el elemento con su número particular a cada pieza y la longitud del pilote, con lo que cumplía el ciclo, se presentaba nuevamente el problema del concreto, puesto que el tiempo que había transcurrido entre la terminación del colado y la extracción de los pilotes había sido de 16 días, situación totalmente atribuible al concreto, básicamente por la calidad de los agregados y el tipo de cemento empleado, y que era necesario, no sólo cambiar de proporcionamiento, agregados, tipo de cemento, sino que además teníamos que aplicarles vapor.

Para poder llevar a cabo esta actividad, era necesario realizar una serie de trabajos, para la instalación de todo el sistema de curado con vapor, y por otro lado, los relativos a un nuevo ciclo de producción, de la siguiente forma:

- Primeramente se instaló un generador de vapor con capacidad de 40 h.p., suficiente para proporcionarnos la presión de vapor necesaria, entre 6.5 kg. y 7 kg.
- Se habilitaron tuberías con tubo tipo Flux especial para conducir vapor acoplado tubos con diámetros que iban de 1 "hasta 2.5" en forma ascendente y con perforaciones de aproximadamente 3/16 "a cada 25 cm de tal forma que la salida del vapor fuera uniforme a lo largo del molde y que se pudiera conservar también una presión constante durante el tiempo de curado, así mismo un sistema de regulación del vapor, este debía estar colocado al centro de la mesa con dos salidas, una para cada lado de la mesa y así poder enviar a ambos lado la misma presión.
- Se fabricaron unos aditamentos que permitieran que las lonas que se iban a emplear no se mantuvieran sobre los tubos que conducirían el vapor, pues obstruirían la salida del mismo y además debían de formar una cámara para mejor aprovechamiento del vapor.
- Era necesario contar con una deposito para agua cercano a donde se colocó el generador de vapor, así como los depósitos para el consumo de diesel para el generador y la planta de emergencia de luz, ya que el vapor se aplicaría en el transcurso de la noche.
- Por otra parte, ya se tenía el programa de producción para los primeros colados y el material habilitado también, de manera tal que para este segundo colado las actividades en general debían ser ejecutadas con mejor cuidado como consecuencia de las observaciones realizadas con respecto al primero, además de que para éste ya contábamos con el apoyo de otras tres personas con mayor experiencia, que los que habíamos contratado.
- Después de casi tres semanas de haber realizado el primer colado, se llevo a cabo el segundo, con un poco más de orden, al término de éste se empezaron a realizar los preparativos para la aplicación del vapor, la cual se empezaría cuatro horas después de haber terminado el colado, dejando ese lapso de tiempo a que se presentara el fraguado inicial de manera normal.

Una vez más, nos encontrábamos en una situación en la que era necesario manifestar lo que en otros tiempos y en condiciones totalmente distintas ya habíamos realizado con el apoyo del personal especializado en este tipo de actividades, ahora había que implementar el procedimiento a seguir para la aplicación del curado a vapor; ya se habían realizado los trabajos preliminares y también las pruebas de todo el sistema, corrigiendo las fugas en los conductos, y ahora los pasos a seguir eran los siguientes:

a) Inicialmente haríamos trabajar el generador de vapor el tiempo necesario para que se cargara hasta llegar a una presión de 9 Kgs. esto aproximadamente se lograría en 90 minutos.

b) Se colocarían los ductos a lo largo del molde, cuidando de que no hubiera contacto con las piezas, ni con las lonas que los iban a cubrir, y con ayuda de los accesorios que se habían fabricado, ir formando un cámara para provocar que el vapor no se escapara y reciclara cubriendo todo el molde.

c) Debíamos instalar por lo menos cinco termómetros, por la longitud del molde, uno al centro del mismo, uno en cada extremo de la mesa y los otros dos en lugares equidistantes entre sí, esto era con el fin de poder certificar que tuviéramos una temperatura, lo más constante posible a lo largo de todo el molde. Esto se debía de realizar porque se debe de aplicar el mismo tratamiento en todas las piezas.

d) Además de los termómetros, en la parte central de la mesa debía de estar colocado el sistema de regulación con un manómetro en cada lado para poder controlar la Presión de salida del vapor, ya que debía de ser igual en ambos sentidos.

e) A la salida del generador también se colocaría otro manómetro, este nos indicaría la presión de salida del generador, por si era necesario regular en más o menos la presión en el generador y la carga que debíamos necesitar para poder mantener constante la presión a lo largo del molde.

f.) Era necesario establecer el sistema de aplicación del vapor, este se realizaría de la siguiente manera:

Durante las dos primeras se elevaría la temperatura desde la temperatura ambiente hasta los 85 °C, regulando la carga desde 0 hasta 5.5 Kgs.

Las siguientes 6 horas se mantendrían presión y temperatura constantes, en 90°C y 7 kg.

A partir de la novena hora se apagaría el generador, se abriría el paso de los reguladores del generador y del sistema en general, tratando de ir descendiendo durante las siguientes dos horas, tanto la presión como la temperatura, y por último, dependiendo de las lecturas en los termómetros, ir regulando la salida del vapor que pudiera quedar e irlo

regulando hasta uniformizar el descenso en la temperatura gradualmente a lo largo del molde.

Por lo que se puede apreciar era necesario llevar un control muy detallado y constante a lo largo de aproximadamente 10 horas que duraría esta actividad, e ir registrando el comportamiento de presiones y temperaturas, a cada hora por lo menos, en cada punto del molde donde se habían colocado los instrumentos

g) Finalmente cabe hacer la observación de que a pesar de que el generador de vapor cuenta con alarmas, para anunciar la falta de agua o combustible, esa era otra actividad que debía de tomarse en cuenta para no sufrir algún contratiempo con los consumos, y se detuviera el proceso.

Una vez que se concluía con la aplicación del curado a vapor, se sacaban los cilindros de las probetas, se dejaban en reposo aproximadamente 4 horas para que se pudieran ensayar y ver que decisión se tomaba.

En este segundo colado, con la aplicación del curado a vapor, se pretendía, aumentar la resistencia del concreto en el menor tiempo posible, con el fin de ir acortando el ciclo de producción, sin embargo en esta primera oportunidad los resultados del laboratorio, de los ensayos de los cilindros no fueron lo suficientemente favorables como para poder transferir el presfuerzo, a las 24 horas, una vez más había que esperar, y nuevamente pruebas a las 48 horas y a las 72, y los resultados eran nuevamente desconcertantes, ya que no sólo ensayamos cilindros, "curados a vapor" sino que también "no curados", obteniendo mejores resultados en los segundos, otra vez, pruebas con esclerómetro, pruebas físicas, para poder transferir hasta los seis días.

Como conclusión de este segundo colado, podríamos establecer que nuestro problema era nuevamente el concreto, pero sobretodo el tipo de cemento, ya que el comportamiento observado con la aplicación del vapor, nos indicaba que la presencia, de la puzolana en el cemento nos estaba provocando reacciones que provocaban un aumento de resistencia en el concreto sólo mientras se presentaba el fraguado inicial, pero luego la retardaba o por lo menos no se manifestaba aumento en la resistencia hasta después de los 12 o 14 días, esto lo podíamos tratar de solucionar mediante el aumento de consumo de cemento, algo que significaba aumento en el costo de fabricación del concreto, pero que podría reducir el periodo de tiempo entre uno y otro ciclo de producción, habría que valorarlo.

El panorama no era nada claro, por lo que se decidió tomar otras decisiones que nos permitieran incrementar nuestra producción de pilotes, pues en ocho semanas que ya llevábamos en Guadalajara sólo habíamos realizado 384 mts de pilotes (Anexo 11), demasiado poco para lo programado, una de ellas, quizás la más importante fue la de

habilitar un molde igual al que teníamos instalado, es decir que en muy poco tiempo podríamos tener 400 mts. de moldes.

Realizamos otros tres colados con la misma empresa obteniendo cada vez mejores resultados pero todavía no los esperados, por lo que se decidió, al contar con los suficientes informes de laboratorio, y concluir que no teníamos las suficientes garantías para ofrecer la calidad que necesitan este tipo de elementos, que era necesario realizar una serie de pruebas, buscando incrementar la resistencia inicial del concreto, mientras nos solucionaban el suministro del cemento tipo I.

Por otra parte, en el laboratorio de Concretos Guadalajara, empresa filial de Carsa y Preconcreto, de México llevamos a cabo el ensaye de los cilindros a los tres días de haberlos fabricado y decidir con que proporcionamiento de materiales se fabricaría el concreto de resistencia $F_c = 400 \text{ kg./cm}^2$, y que a las 72 horas se alcanzara el 80 % de su resistencia para poder transferir el presfuerzo, finalmente después de analizar los resultados obtenidos, se decidió utilizar el mismo cemento puzolánico, debido a que Cementos Mexicanos, en Guadalajara no nos garantizaba el suministro del cemento tipo I, (mismo que utilizamos en México, con excelentes resultados), grava de la que normalmente se consumía y arena traída desde el banco que localizamos a 70 kms. de Guadalajara, además se le agregaría un aditivo reductor de agua, pero que al mismo tiempo hiciera más manejable el concreto, sin alterar la relación agua -cemento, otra propiedad del aditivo (Tecnocreto LM-32), era acelerar el fraguado inicial de tal forma que a las 72 horas pudiéramos alcanzar el 80 % de la resistencia, sin la necesidad de utilizar vapor, esto de alguna forma nos favorecía, por el costo de la aplicación del vapor contra el aumento del cemento en el proporcionamiento, y el consumo de aditivo, que aunque no era demasiado (3.5 lts X m^3) en costo si llegaba a incrementar el precio del concreto con respecto al precio cotizado en este concepto, sin embargo la garantía que poco a poco nos iba a demostrar justificaba el sobrecosto.

Establecido el proporcionamiento a utilizar, más un factor de seguridad, se programó el primer colado con esta nueva empresa, observándose inmediatamente el cambio en el concreto desde su apariencia, el control de su revenimiento y su mayor maleabilidad para depositarlo en el molde, esto debido al aditivo que se le agregaba en la obra de acuerdo al comportamiento del concreto, durante el periodo de colado, una ventaja más la observamos, en que debido a la mejor manera en que podíamos depositar el concreto, casi era nulo el desperdicio del mismo.

A los tres días se realizaron las pruebas de los cilindros correspondientes obteniendo resultados que en promedio alcanzaban un 75 % de la resistencia final, sin aplicarles vapor, (debido a los resultados no tan óptimos que veníamos obteniendo, por una parte y por otra

porque era necesario saber el comportamiento del concreto con el nuevo proporcionamiento), aunque de inicio por los resultados obtenidos, sabemos que eran pequeños ajustes los que se tenían que realizar al mismo proporcionamiento.

Para el siguiente colado se aumentó un 3 % el consumo de cemento, y se mantuvieron los demás componentes con la misma cantidad, al momento de la dosificación en planta y en obra, el aditivo se aumentó de 3.5 a 4 lts, por m³, para mantener la relación agua -cemento, igual que en el primer colado. De esta manera logramos obtener, a partir de éste colado las condiciones requeridas en el concreto, el 80 % de la resistencia a las 72 horas y a los 28 días una F'c = 400 kg. / cm² con revenimiento de 10 cms., sin curarlos con vapor.

Al haber obtenido tan buenos resultados, con este nuevo proporcionamiento, y al establecer un sistema de vaciado de concreto directamente de la olla revolvedora al molde, por medio de canalones adicionales, se había logrado establecer un tiempo de colado muy corto, de tal manera que cuando se contara con las dos líneas de producción podríamos incrementar considerablemente nuestro ritmo de producción.

Diez días después de haber realizado este colado contábamos con nuestra segunda mesa ya habilitada al 100 %, es decir teníamos capacidad instalada en moldes para producir 400 m. lineales de pilotes (Anexo 12), y además un proceso de colado cada vez más eficiente, debido a la constante capacitación del personal por parte de la gente llevada de México.

Al integrar cuadrillas de trabajo encabezadas por el personal de México poco a poco, íbamos logrando, incrementar los rendimientos generales del personal de producción, aunados al cumplimiento en tiempo de los programas de suministro de materiales especiales desde México y los que ya empezábamos a adquirir en la zona, así como a la implementación de programas de habilitación de material, y de los mismos talleres de habilitado con todos sus accesorios, dio como resultado que llegáramos a contar con el suficiente material habilitado hasta para tres o cuatro colados, anticipadamente.

El funcionamiento en general de la planta iba en ascenso conforme transcurría el tiempo, ya se habían establecido las cuadrillas de trabajo, integradas para trabajos determinados, habilitado de acero de refuerzo adicional para el cuerpo de los pilotes, para la elaboración de las puntas, para el insertado de los cables, para el acuanamiento y tensado del presfuerzo, para el embarque de las piezas e incluso ya se había capacitado a una persona como auxiliar del jefe del laboratorio, quien ya había establecido sus controles de calidad y programas de ensaye para 3,7,14y 28 días, de los cilindros que ellos mismos elaboraban.

Cabe hacer la siguiente aclaración con respecto a la fabricación del concreto, debido a que esta actividad es una de las de mayor importancia para los prefabricadores, sobretodo

al tratarse de un concreto de alta resistencia y con especificaciones muy especiales para poder implementar programas de producción basados en la obtención del porcentaje de resistencia del concreto, y por lo mismo de esta actividad depende mucho la utilidad que pueda llegar a obtenerse.

Por lo citado anteriormente era necesario realizar un análisis comparativo entre comprar el concreto premezclado y fabricarlo en obra para poder establecer si resultaba conveniente consumir el concreto premezclado o fabricarlo en obra;

- Primero debíamos establecer las ventajas que teníamos al colar con concreto premezclado:

VENTAJAS :

1.- Los tiempos de duración del colado no excedían las 3.5 horas, debido a la rapidez con que se vaciaba el concreto directamente desde la olla al molde. Dadas las características tan especiales en la que se encontraba la ubicación del molde, su altura y la altura de la descarga de la olla. Esta actividad se desarrollaba con la participación de 15 personas, las mismas que al terminar el colado se integraban a sus respectivas actividades relacionadas con la habilitación de los materiales para el siguiente ciclo de producción.

2.- Mayor control de calidad puesto que la dosificación en la planta premezcladora se realizaba en una sola pesada de cada material, el tiempo de revoltura estaba controlado por el número de revoluciones y tiempo directamente en la olla revolvedora, de tal forma que uniformizaba la calidad del concreto en un volumen considerable, de hasta 6 ó 7 m³.

3.- Al contar con la olla revolvedora como medio de transporte, hasta depositarlo en el molde nos estaba ahorrando el uso de dos equipos, por lo menos, conforme al sistema tradicional de colado empleado por la mayoría de la prefabricadoras (utilizan un medio de transporte para acarrearlo y otro para elevar la bacha depositando el concreto dentro del molde). Además de que en caso de que sea necesario agregarle aditivo al concreto por estar ya muy seco, y poder hacerlo más manejables, se puede realizar en el momento que se desee y de forma homogénea, de la otra forma se tiene que regresar la bacha y volverlo a depositar en la mezcladora o depositarlo en el molde pero con el aumento en tiempo para poder acomodarlo a lo largo del molde.

4.- El porcentaje de desperdicio era muy bajo, por la razón de que la descarga era en forma directa de la olla al molde y lo que ya no alcanzaba a salir era un porcentaje mínimo.

DESVENTAJAS :

1.- Su precio era elevado con respecto a lo contemplado en los precios unitarios de concurso, a pesar de la valoración hecha considerando un sobre costo por el incremento de los insumos que lo componen.

2.- Si no se programaba con tiempo el suministro del concreto, se podían retrasar todas las actividades inherentes a la producción.

3.- En caso de presentarse algún contrat tiempo a la hora de estar realizando el colado, algún desperfecto en los equipos de vibrado, un torón que se revienta o que pierde tensión por fallas en los anclajes o algún error en el insertado de los cables, de tal forma que se interrumpa el vaciado constante del concreto, o se suspenda, provocaría grandes pérdidas por el material desperdiciado, por lo menos el sobrante de la olla en turno y otro, la que viniera en camino, según el estado de avance en que se encontrara el colado.

4.- Por ser el concreto un material importante junto con el acero de refuerzo, y su participación de incidencia dentro del precio unitario representaba un porcentaje considerable, lo que significaba que al lograr una calidad aceptable a un precio considerable, se podría tener una utilidad mayor, sin embargo el diferencial entre los cargos realizados por la fabricación y la colocación del concreto incluyendo los insumos y el equipo necesario para su total realización y el precio al que comprábamos el concreto premezclado, era muy pequeño, de tal manera que en realidad la utilidad esperada por este concepto estaba en función de los tiempos de ejecución, es decir, que haciendo un análisis en conjunto de todas las actividades con su respectivo costo contra el precio unitario de venta del pilote nos representaba entre un 8 y 9 % de diferencia a favor, y esta se podría incrementar en la medida que acortáramos el Programa General de Producción.

Después de hacer estas consideraciones, se decidió realizar los colados con concreto premezclado, y al mismo tiempo hacer ajustes en los programas de producción, con todo lo que representaba, en reprogramación de suministros de materiales especiales, en programas de habilitación de acero de refuerzo, programar el suministro de góndolas, para realizar los embarques de las piezas a su destino final oportunamente, para no tener demasiados elementos en estiba en planta, que nos impidieran el libre acceso de las unidades con el concreto, reprogramación de órdenes de producción, todo estaba encaminado a reducir el tiempo de ejecución de los trabajos.

Al trasladar a Guadalajara parte de la ejecución del Contrato, no sólo implicaba lo referente a la producción sino a todas las actividades que se derivaran tanto técnicas como administrativas, incluyendo situaciones contractuales, así mismo la implementación de controles técnicos y administrativos que nos permitieran, generar los documentos para poder

soportar las estimaciones y cerrar con ello el ciclo de actividades encomendadas, que bien podemos resumir en :

ASPECTO TÉCNICO

- A) Integración de grupo de análisis para la elaboración de la propuesta.
- B) Establecer lineamientos y políticas de concurso.
- C) Elaboración y balanceo del concurso.
- D) Ejecución y desarrollo de propuesta para la instalación de una Planta Prefabricadora en la Ciudad de Guadalajara.
- E) Instalación de la planta Prefabricadora en Guadalajara incluyendo todos sus sistemas productivos:
 - a) acondicionamiento y limpieza general de las instalaciones
 - b) Reforzamiento de muertos de anclaje
 - c) Instalación y fabricación de moldes para pilotes octagonales (400 m. lineales, en dos moldes)
 - d) Diseño de proporcionamiento, acopio de materiales, realización de pruebas, para obtener un concreto de $F'c = 400 \text{ kg./cm}^2$. a los 28 días y el 80 % de esa resistencia a las 72 horas.
 - e) Instalación de sistema de curado a vapor para líneas de 100 m. de longitud
 - f) Selección y capacitación de personal de la región.
 - g) Rehabilitación de espuela y programación de embarques.
 - h) Implementación de Sistema de producción a nivel industrial alcanzando 2000 m. lineales/mensuales.
 - i) Implementación de laboratorio de control de calidad de concreto. (ensayos de cilindros, programación, controles).

ASPECTO ADMINISTRATIVO.

- A) Establecimiento de oficinas en Guadalajara, Jal.
- B) Control administrativo del contrato, a base de elaboración de informes técnicos indicando avances y necesidades de materiales para su suministro desde México.
- C) Control del personal. Contrato, I.M.S.S., nómina, sindicato.
- D) Informes Financieros, diferenciando gastos directos e indirectos de producción.
- E) Programas de producción, suministros, embarques, generadores de obra, contratación de personal.

- F) Selección de proveedores, contrato de servicios.
- G) Bancos. Control financiero de las partidas requisadas de acuerdo a necesidades y avances.
- H) Informes fotográficos.
- I) Capacitación a nivel Técnico-Administrativo, de residente de obra, contratado en la zona.

Después de haber establecido y puesto en marcha los programas anteriormente descritos, sólo quedaba vigilar su desempeño, de tal forma que no se evidenciara algún retraso, o falta de calidad, pues la plantilla de trabajo se había conformado con el mínimo de trabajadores de México y ya en su mayoría dominaba más de dos actividades, debido a la rotación que se les había dado dentro de la misma planta, en las diferentes áreas de trabajo, de tal forma que transcurridos casi ocho meses, cuando el programa de producción se encontraba a un 65%, con el apoyo de otra persona, cuyo contacto con la obra, debido a que trabajaba con Concretos Guadalajara, en el departamento de control de calidad, como sabía de la importancia que tenía la calidad del concreto, así como del sistema que se venía desarrollando en la Planta, se integro rápidamente al sistema, por lo que después de acordar lo referente a los trabajos de orden administrativo, y programas que debía de llevar a cabo e informes que tenía que mandar a la coordinación en México, podía quedarse al frente de la planta, y permitirme desplazar a la ciudad de México, para estar al frente de otra planta, programando visitas de supervisión y apoyo, cada tres semanas como máximo, o si fuera necesario ante cualquier imprevisto importante realizarlas antes.

De alguna manera al contar con el apoyo de personal experimentado en las actividades principales, como lo son el tensado de los cables de prefuerzo y el vibrado del concreto, nos daban la tranquilidad suficiente para realizar ese movimiento pues al tener, cubiertos estos puestos, se tenía confianza de mantener el ritmo de producción implantado.

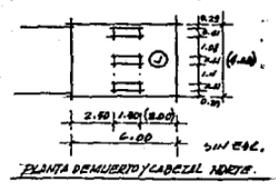
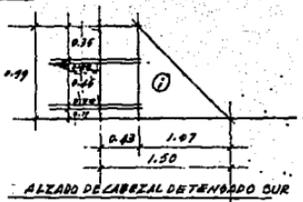
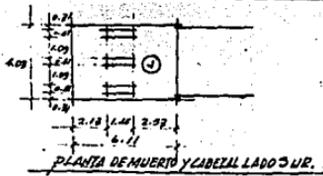
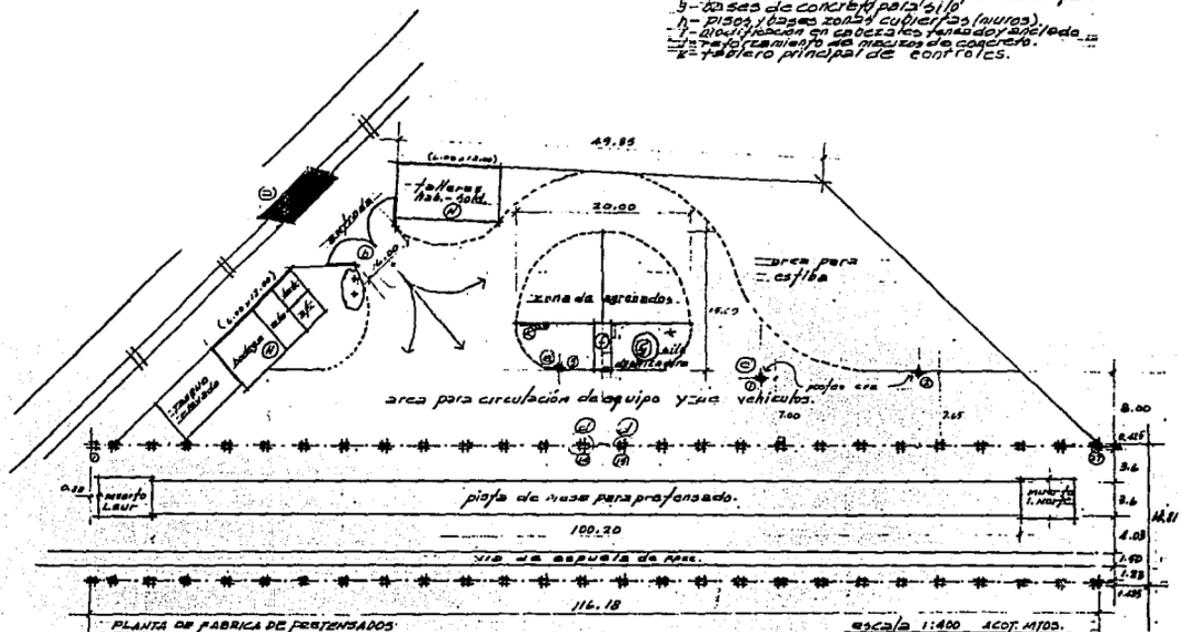
Para terminar con lo referente a la planta de Guadalajara, cabe aclarar que en esas instalaciones se llevaron a cabo 84 colados con longitud promedio de 200 mts., totalizando la cantidad de 16,790 m.l. de pilotes octagonales, para todo el sistema y que el último colado se realizó el 26 de septiembre de 1991, casi 15 meses de producción continua, superando grandes obstáculos, pero obteniendo también grandes logros, como el de fabricar pilotes con la suficiente calidad y resistencia que antes de los 28 días ya se estaban hincando, con un comportamiento del elemento bastante favorable.

Es necesario hacer hincapié que no obstante, haber establecido una planta de prefabricación desde su planeación hasta su funcionamiento, involucrando su problemática y la operación de algunos sistemas productivos, el hecho de no haber producido en planta nuestro propio concreto no nos deja del todo satisfechos de la labor que desempeñamos, sin

embargo esta misma situación ha provocado no sólo en nuestro grupo prefabricador sino en la mayoría de los prefabricadores, la utilización, el ajuste de nuestra misma experiencia, o en función de ésta la creación de nuevas alternativas para el sistema de producción de concreto, su transporte al molde, y su depósito dentro de éste, ya que de no ser así las utilidades que pudieran resultar en beneficio del prefabricador, se verían afectadas en favor de los premezcladores del concreto, puesto que al tener prácticamente monopolizado el mercado, establecen precios para los concretos de alta resistencia y calidad, bajo su libre arbitrio, provocando con ello un encarecimiento de este concepto en los presupuestos que involucran el uso de este tipo de concretos y que cuando el prefabricador decide el empleo de este material, por no justificar el volumen de concreto a producir el traslado hasta la obra de su equipo productor de concreto, tiene que negociar esos precios tan elevados.

Podemos concluir que en este caso muy en especial y debido a las características y condiciones de la obra por ejecutar, el uso del concreto premezclado resulto benéfico.

- a- acceso sobre via
- b- puerta de acceso
- c- cambio de lugar de poste CTR
- d- refino columna #15 #15
- e- ubicación de poste
- f- base de concreto para planta + concreto.
- g- 20 sacos de concreto para #11
- h- pisos y bases zonas cubiertas (muros)
- i- elevación en cañales y tendidos de cables
- j- reforzamiento de muros de concreto.
- k- tablero principal de controles.



Al mismo tiempo en la ciudad de México, en la planta de "Las Armas", y en la Planta de Tepeji, ubicado en el estado de Hidalgo, se llevaban a cabo los trabajos relativos a la fabricación de traveses de Sección cajón, en Tepeji y pilotes cuadrados y traveses cajón de longitud hasta de 7.20m en México.

Ya anteriormente habíamos comentado, acerca de los trabajos de reforzamiento y adaptaciones que se tenían que hacer en ambas plantas y la conclusión de algunos trabajos de instalación de moldes y accesorios complementarios, para la fabricación de los elementos ya mencionados.

Una vez que fue comprobado que en Guadalajara, el uso del concreto premezclado, y sobretodo después de haber realizado las pruebas necesarias y encontrado el proporcionamiento del concreto adecuado para poder transferir a las 72 horas el presfuerzo, en función de ésta se adecuó a los materiales de la ciudad de México por parte inicialmente de Carsa, para los primeros suministros en Tepeji y para algunos colados en la planta de Las Armas.

Al contar ya con algunos colados de experiencia, con concreto premezclado, para los dos primeros colados que se realizaron en Tepeji, tuve la suerte de poder establecer el mismo sistema de control de envíos desde la planta premezcladora hasta la planta prefabricadora, sólo que en este caso al tratarse de traveses cajón y contar con un sistema de aligeramiento, distinto a los pilotes, se tenía que colar de diferente forma, pero al contar con mayor apoyo por parte del personal con el que se contaba, no representó mayor problema el hacer algunos ajustes al sistema de colado que ya dominábamos.

Posteriormente a mi regreso de Guadalajara, los programas de producción que se venían desarrollando en las plantas mencionadas, no estaban siendo ejecutados dentro de los tiempos planeados, por lo que fue necesario hacer una reestructuración tanto en los programas de producción, como en el empleo de personal, en los que una vez más se me hace responsable de estas actividades, para lo cual establecemos las siguientes soluciones:

De inicio establecimos las metas de producción para cada planta, y con la participación en conjunto con los directivos de la empresa, los programas de suministros de recursos tanto materiales como humanos, quedando de esta manera.

En la Planta de Tepeji, sólo se fabricarían traveses de sección cajón de longitudes mayores a 9.00m, debido a que en la planta de las armas se contaba con un molde de esta sección, aunque de menor longitud. Y adicionalmente a ello el uso de una de las mesas estaría en función de los ajustes que se tuvieran que hacer, por la sección del elemento que se colaría de acuerdo a las necesidades requeridas por los ferrocarriles.

En la otra mesa se manejarían las órdenes de producción que involucrarán la misma sección aunque distinta longitud, conservándola el mayor tiempo posible con esa misma sección, para ahorrar tiempo con las adaptaciones.

Se estableció un programa de colado complementario de las traves de orilla, de tal manera que se pudieran ir completando los juegos de traves (constaban de 2 traves de centro y dos traves de orilla cada juego), y optimizando los juegos de cimbra, para los guardabalastos.

A diferencia de Guadalajara, al extraer las piezas del molde, estas tenían que ser estibadas en los patios de la planta, era necesario definir áreas de estiba de tal manera que no se fueran bloqueando las zonas de circulación, ni dejando muy juntas las traves de orilla para poder hacer los colados complementarios.

Se realizaría una selección de personal que se mandaría a la planta de México para reanudar trabajos, ya que se habían interrumpido después de haber realizado, algunos colados de traves sección cajón, de 8.00 m hasta 9.00 faltando algunas piezas que se habían modificado y todas las de 6.00 hasta 7.50 m.

Para la planta de México se implementó continuar en una mesa los colados de las traves faltantes de sección de .70 cms x 0.915 m, de las longitudes faltantes y posteriormente empleando el mismo molde colar las traves de menor sección ya mencionadas. (Anexo 13).

Paralelamente, a estos trabajos, aumentar la longitud del molde de pilotes cuadrados, de 78m. lineales a 140m. casi se aumentaba al doble la capacidad de producción, estos trabajos iban precedidos de las actividades preliminares a ello y deberían de realizarse como siempre en el menor tiempo posible, para que la solución propuesta fuera más favorable.

A diferencia de Guadalajara, en esta planta se podía fabricar el concreto en la planta, pero debido al aumento del volumen de producción pretendido se podrían alternar el sistema del suministro de concreto, entre el premezclado y el fabricado en la planta, lo que nos representaría la reprogramación de todas las actividades, pretendiendo como principal objetivo reducir el periodo de ejecución de los trabajos, ya que estábamos retrasados conforme a lo programado originalmente.

Eran ambiciosas las metas pero la confianza que traía después de haber superado problemas tan o más difíciles, ahora con personal más experimentado se podían emprender mayores retos con la seguridad de que las metas fijadas se alcanzarían.

No pasaron dos semanas cuando se empezó a ver el resultado de lo planeado, y empezar a alternar colados con ambos sistemas, hasta llegar a producir los 3584m lineales de pilotes cuadrados y las 92 traves sección cajón de 7.00m. de longitud, completando 23 juegos para sumar 644 m. lineales de estos elementos.

Finalmente al concluir con los trabajos del mencionado contrato se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- a) Logré participar activamente y como principal responsable en las tres plantas de producción que se plantearon poner en marcha, como parte de una solución propuesta desde la elaboración de la cotización del concurso.
- b) Pude comprobar que técnicamente se realizaron grandes avances en los procesos de producción de estos elementos, realizamos algunos cambios en los proyectos originales como parte de una solución por no contar en su momento con los suministros oportunos de materiales especiales como el acero de presfuerzo, con muy buenos resultados. (Anexo 14)
- c) Corregimos y aumentamos la versatilidad en el uso de los moldes propios y con los que se contaba en la planta de las armas.
- d) La herencia en infraestructura que le queda a cada una de las Plantas las hace estar dentro de las más completas, y por lo consiguiente de las más importantes, del mercado de prefabricación.
- e) La depuración de la tecnología empleada en las diferentes etapas que vivimos en el desarrollo del contrato, hizo que pudiéramos cumplir con este compromiso, por una parte y por otra fincó las bases para las adecuaciones a los planes de desarrollo de las plantas prefabricadoras del grupo.
- f) Después de estas experiencias vividas, considero que es necesario poder hacerlas extensivas a todas aquellas personas que de algún modo se vean involucradas de alguna manera en la prefabricación, para su apoyo e información, y por qué no?, para tratar de evitar situaciones que yo no tome en cuenta y que de alguna manera se manifestaron en forma negativa a los objetivos planteados.

Para concluir con este capítulo es necesario a manera de justificación que los procesos de producción empleados en Las Armas y en Tepeji, no han sido descritos tan detalladamente debido a que al establecer los mismos procedimientos en Guadalajara, considero que sería muy reiterativo, además de que en estos casos sobre todo en el de los pilotes cuadrados el procedimiento es prácticamente igual sólo que el molde en lugar de ser doble es más largo, y en el de las trabes que se colarían en Tepeji, el cambio consistía en las cimbras interiores (casetones) los cuales eran utilizados en lugar del sonotubo.

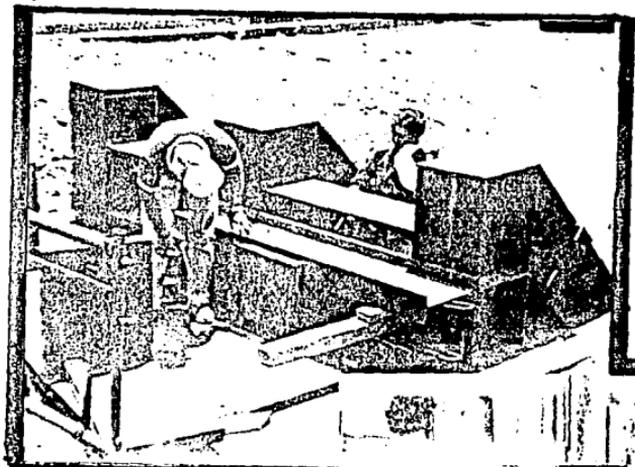
Los volúmenes de insumos que se manejaban, desde luego que estaban en función de la cantidad de elementos, por producir y dependiendo de las secciones de los mismos, por lo que de ello dependía el tiempo de colado de cada orden de producción, y a su vez durante el transcurso del contrato, en función de los períodos de transferencia se decidía el uso del premezclado para lograr una producción mayor. De tal forma que en ocasiones había

semanas en las que lográbamos dos colados de trabes y uno de pilotes, o dos de pilotes y uno de trabes, en México, y en Tepeji, eran obligatorios dos por semana, logrando en ciertas ocasiones producir tres.

A diferencia de Guadalajara, que nos dejaban las góndolas, prácticamente a unos metros de los moldes, evitando el movimiento de estiba y acarreo, en los casos de Tepeji y México, se tenían que organizar programas de embarque, para ir trasladando las piezas a las respectivas estaciones de Ferrocarril, en Tlanepantla, para la de México y en Huehuetoca, para la de Tepeji, para solicitar unidades en función de los destinos, longitud de los elementos, y cantidad de piezas por enviar.

Posteriormente para concluir con los envíos se documentaban y se generaban para estimaciones, una vez realizadas estas actividades, se concentraba todo en las oficinas centrales ubicadas en México.

De esta manera a grandes rasgos he tratado de comentar una a una, las actividades más relevantes de este contrato que tanto aprendizaje me ha dejado, además de las oportunidades de desarrollar la experiencias acumuladas.

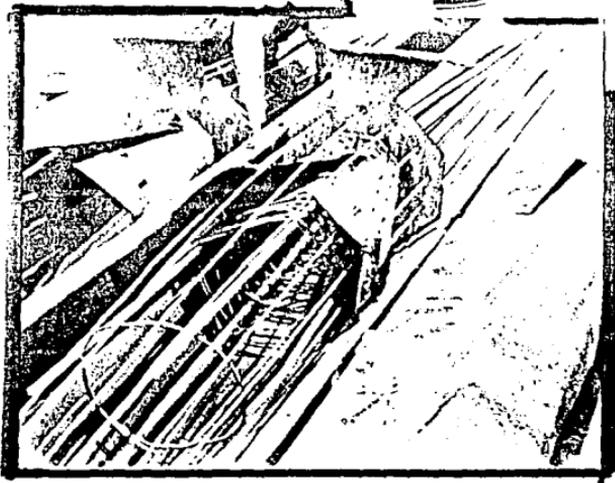


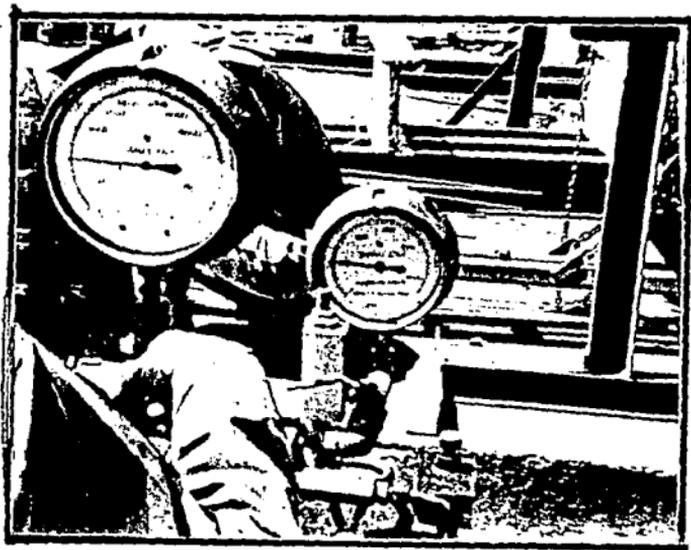
REFORZAMIENTO Y
ADAPTACION DE
CABEZALES

INSTALACION
DE MOLDES

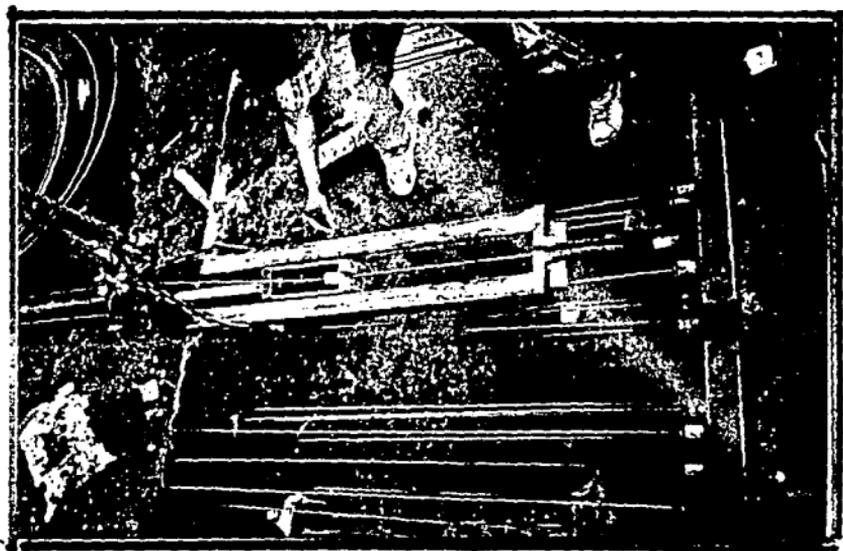


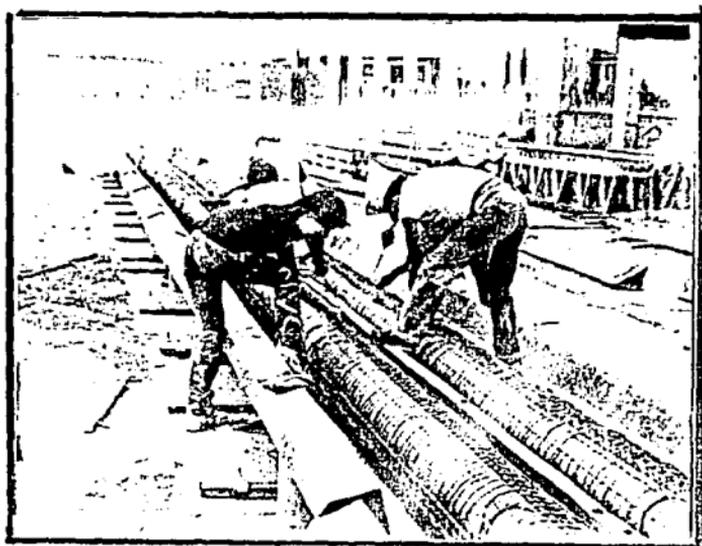
INSERTADO
DE CABLES





TENSADO DE PRESFUERZO



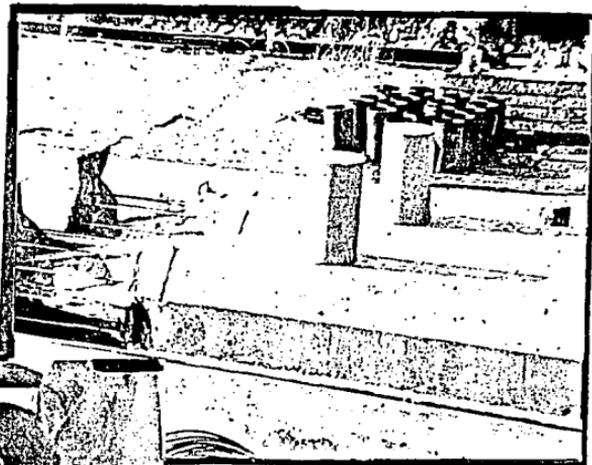


ARMADO DE PILOTES

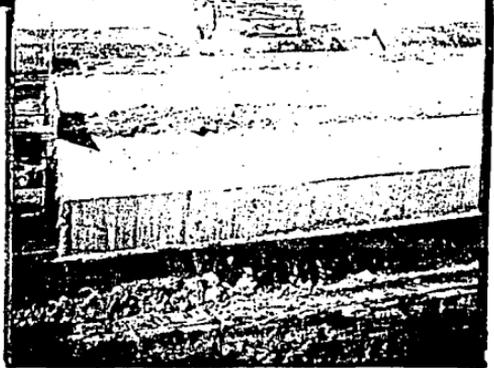


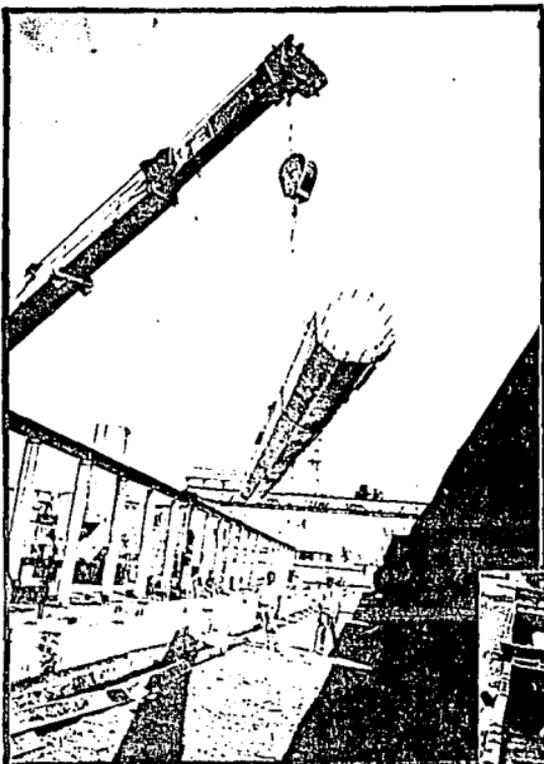
PROCESO DE COLADO

PRUEBAS DE
RESISTENCIA DEL
CONCRETO



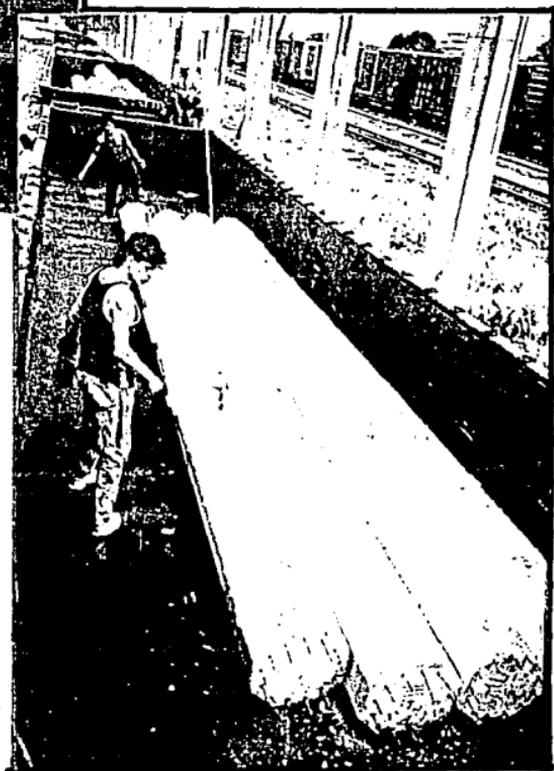
TRANSFERENCIA DEL
PRESFUERZO





EXTRACCION DE ELEMENTOS
DEL MOLDE

EMBARQUE A
DESTINO FINAL



RELACION DE ARCHIVOS

- 1.- CONVOCATORIA PUBLICA AL CONCURSO FCMN-CT-015-90
- 2.- RELACION DE LONGITUDES DE PIEZAS Y DESTINOS FINALES
- 3.- PLANOS DE ELEMENTOS PRESFORZADOS PARA PUENTES .
- 4.- CATALOGO DE CONCEPTOS CON PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS
- 5.- ACTA PRIMERA. (APERTURA DE PROPUESTAS)
- 6.- ACTA SEGUNDA. (ADJUDICACION DE FALLO)
- 7.- OFICIO DE PROPUESTA PARA FABRICAR EN GUADALAJARA
- 8.- MINUTA EN DONDE NOS ACEPTAN PROPUESTA DE OFICIO (anexo 7)
- 9.- MINUTA INTERNA.(ASIGNACION DE PLANTA EN GUADALAJARA)
- 10.- NOTAS DE BITACORA. (VISITA DEL JEFE DE DEPTO. DE PUENTES F.M.N.)
- 11.- OFICIO DE F. N. M. , INTENTO DE RESCISION DE CONTRATO
- 12.- OFICIO DE RESPUESTA A F.N.M. anexo 11. JUSTIFICACION DE TRABAJOS
- 13.- MINUTA COMO RESIDENTE DE PLANTA EN MEXICO D.F. CON F.N.M.
- 14.- SOPORTE TECNICO DE CAMBIO DE PROYECTO

ANEXO I



CONVOCATORIA PUBLICA



SECCION
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

En cumplimiento a la Ley de Obras Públicas en vigor, se convoca a las personas físicas o morales que cuenten con tarjeta en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, y que estén en posibilidad de firmar y bajo la (a) obra (s) descrita (s) a continuación a participar en el (los) concurso (s) para la adjudicación del (los) contrato (s) de obra respectivo (s).

Esta convocatoria se formula con base en el oficio número RPP-288, de fecha 18 de enero de 1960, de la Secretaría de Programación y Presupuesto en relación al Presupuesto de Egresos de la Federación para 1960.

FECHAS		CAPITAL COSTO DE LA OBRA	
NÚMERO DE OFERTAS	ESPECIALIDAD REQUERIDA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	MONEDA
			CIEN MIL DÓLARES (\$)
FCM-CY-014-90	123 y/o 125	CONSTRUCCION DE ARMADURAS DESMONTABLES PARA LANZAMIENTO EN CASO DE RESTITUCION DEL TRAFICO POR ACCIDENTES O DESLAVES EN EL KM. 1-822+49, DIVISION SINALOA.	350' 200
FCM-CY-015-90	114	CONSTRUCCION DE TRABES DE CONCRETO PREFORZADO-SECCION CAJON, VARIAS LONGITUDES, PILOTES OCTAGONALES Y CUADRADOS DE CONCRETO PREFORZADO, VARIAS LONGITUDES, SISTEMA.	1,050' 250

REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS INTERESADOS PARA SU INSCRIPCION

Presentar solicitud de inscripción señalando el (los) concurso (s) en que pretenden participar, a la cual se agregarán los documentos que se indican a continuación, y que se entregarán de las 9:00 a las 14:00 horas, a más tardar el día señalado como fecha límite de inscripción, en el Departamento de Concursos y Fideicomisos de Ferrocarriles Nacionales de México, sito en Avenida Jesús García No. 160, 2o. piso, ala "B", Edificio Administrativo.

- 1.- Documentación comprobatoria del capital contable mínimo requerido, avalado por un auditor externo.
- 2.- Copia del registro completo en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas de la Secretaría de Programación y Presupuesto, incluyendo el recibo de pago de derechos correspondiente a 1960, con su o sus especialidades; o en su caso, declaración de que se encuentra en trámite, acompañada de los documentos a que se refieren los artículos 19 y 20 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas vigente.
- 3.- Testimonio notarial del Acta Constitutiva y de sus modificaciones, en su caso, cuando se trate de persona moral; o copia certificada del acta de nacimiento si se trata de persona física.
- 4.- Copia del Registro actualizado ante la Cámara Nacional de la Industria correspondiente.
- 5.- Relación de los contratos de obras en vigor que tengan celebrados tanto con la administración pública federal y/o estatal como con los particulares señalando el importe total contratado y el importe por ejercer, desglosado por anualidades.
- 6.- Documentación que acredite su capacidad técnica y experiencia en trabajos similares a los que son motivo de esta convocatoria y para los que pretenden concursar específicamente.
- 7.- Declaración escrita y bajo protesta de decir verdad de no

encontrarse en los supuestos del Artículo 37 de la Ley de Obras Públicas en vigor.

- 8.- Cheque certificado a nombre de Ferrocarriles Nacionales de México, por el importe equivalente al costo de la documentación del o de los concursos en que pretendo participar.
- 9.- La Entidad se reserva el derecho de rechazar una solicitud de inscripción hasta tres días después de haberse recibido, decisión que será comunicada por escrito al solicitante.

PRESENTACION DE LA PROPOSICION Y FALLO

- 1.- La presentación y apertura de sus proposiciones para cada concurso se efectuará en la fecha y hora indicadas en el mismo domicilio señalado anteriormente para la inscripción.
- 2.- La entidad se reserva el derecho a rechazar las proposiciones que no reúnan las condiciones establecidas en el pliego de requisitos.
- 3.- La entidad con base en el análisis comparativo de las proposiciones admitidas en su propio presupuesto de la obra, emitirá un dictamen que servirá como lineamiento para el fallo, mediante el cual, en su caso adjudicará el contrato respectivo a la persona que de entre los proponentes reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas, garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato y cuente con la experiencia suficiente para la ejecución de la obra. Si una vez considerados los criterios anteriores resultara que dos o más proposiciones satisfacen los requerimientos de la entidad, el contrato se adjudicará a quien presente la postura más baja. Contra la resolución que contenga el fallo, no procederá recurso alguno.
- 4.- Se otorgará un 10% (DIEZ POR CIENTO) de anticipo para el inicio de los trabajos y el 20% (VEINTE POR CIENTO) para la compra de materiales y mano de obra de instalación permanente.

México, D. F., 12 de febrero de 1960

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE VÍA Y TELECOMUNICACIONES.

FALLA DE ORIGEN

ANEXO 2

FERRROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
 GERENCIA DE VIA Y ESTRUCTURAS
 SECCION DE PUENTES

Obra
 1990

PROGRAMA DE INVERSIONES 1990
 RELACION DE PILOTES Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO CON SU APLICACION EN LOS PUENTES INDICADOS

DIVISION	LINEA	LOCALIZACION	D E S T I N O	TRABES DE CONC. PRESFORZADO	PILOTES DE CONCRETO PRESFORZADO	
					CUADRADOS	OCTAGONALES
TORREON	A	1209+79	PERONAL, DGO.	2 de 7.00m=56ml X		
	A	1241+14	YERMO, DGO.	2 de 7.00m=56ml X		
	A	1246+34	YERMO, DGO.	2 de 7.00m=56ml X		
	A	1262+62	CEBALLOS, DGO.	1 de 7.00m=28ml X		
	A	1264+67	CEBALLOS, DGO.	1 de 7.00m=28ml X		
	A	1275+89	CEBALLOS, DGO.	2 de 7.00m=56ml X		
	A	1339+39	CORRALITOS, CHIH.	2 de 7.00m=56ml X		
SURESTE-PA	K	179+50	TONALA, CHIS	2 de 10.00m=80ml X		30 de 8.00m=240ml.
	K	180+28	TONALA, CHIS.		2 de 8.00m=96ml	
	K	181+71	TONALA, CHIS.		15 de 7.00m=105ml.	
	K	182+23	TONALA, CHIS.		9 de 7.00m=63ml.	
	K	183+29	TONALA, CHIS.		12 de 7.00m=84ml.	
TORREON	M	810+16	BENAVIDES, COAH.	1 de 13.50m=54ml X		
	M	868+05	ABELARDO RODRIGUEZ, COAH.	1 de 11.50m=46ml X		20 de 10.00m=200ml.
	M	890+86	GENERAL BANDA, DGO.	1 de 10.00m=40ml X		16 de 8.00m=128ml.
SONORA	T	130+17	LLANO, SON.	3 de 15.00m=225ml X		48 de 12.00m=576ml.
	T	136+71	LLANO, SON.			16 de 8.00m=128ml.
	T	138+32	NORIA, SON.			12 de 8.00m=96ml.
	T	139+38	NORIA, SON.			16 de 7.00m=112ml.
	T	140+31	NORIA, SON.	2 de 15.00m=150ml X		36 de 11.00m=396ml.
	T	141+50	NORIA, SON.			16 de 8.00m=128ml.
	T	144+45	NORIA, SON.	1 de 15.00m=75ml X		24 de 9.00m=216ml.
	T	148+79	BENJAMIN HILL, SON.	2 de 11.00m=88ml X		30 de 13.00m=390ml.
	T	165+05	JUEROBABI, SON.	3 de 12.00m=144ml X		20 de 10.00m=200ml.
	T	197+32	POZA, SON.	1 de 9.15m=36.6ml X		
	T	205+99	CARBO, SON.	1 de 9.15m=36.6ml X		
	T	207+61	CARBO, SON.	1 de 9.15m=36.6ml X		
	T	208+32	CARBO, SON.	1 de 9.15m=36.6ml X		
	T	212+01	CARBO, SON.	3 de 10.50m=126ml X		40 de 10.00m=400ml.
T	227+38	GELVA, SON.	1 de 9.15m=36.6ml X			

ANEXO NO. 2

ERC/clr.

13.50 — 54
 15.00 — 450

7.0 = 336
 9.15 = 183
 10.0 = 120

10.50 — 126
 11.00 — 88
 11.50 — 46

348 HL

3210

ANEXO No. 2

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
GERENCIA DE VIA Y ESTRUCTURAS
SECCION DE PUENTES

PROGRAMA DE INVERSIONES 1990.

Protecciones en puentes
Defectivos

RELACION DE PILOTES Y TRABES DE CONCRETO PRESTRESADO CON SU APLICACION EN LOS PUENTES IRVICADOS.

DIVISION	LINEA	LOCALIZACION	DESTINO	TRABES CONC PRESTRESADO	PILOTES DE CONCRETO PRESTRESADO	
					CUADRADOS	OCTAGONALES
SINALOA	T	753+94	ALGODON, SIN.		16 DE	9.00 m. = 144 m ²
"	T	760+68	ALGODON, SIN.		8 DE	10.00 m. = 80 " "
"	T	765+07	ZEPHERINO P., SIN.		16 DE	10.00 m. = 160 " "
"	T	773+86	ZEPHERINO P., SIN.		16 DE	10.00 m. = 160 " "
"	T	785+30	HARANJO, SIN.		8 DE	15.00 m. = 120 " "
"	T	800+16	ZOPILOTE, SIN.		32 DE	12.00 m. = 384 " "
"	T	1040+38	ABUYA, SIN.		24 DE	10.00 m. = 240 " "
"	T	1048+34	ABUYA, SIN.		16 DE	15.00 m. = 240 " "
"	T	1066+77	LA CRUZ, SIN.		8 DE	9.00 m. = 72 " "
"	T	1068+15	LA CRUZ, SIN.		32 DE	12.00 m. = 384 " "
"	T	1083+54	LA CRUZ, SIN.		8 DE	10.00 m. = 80 " "
"	T	1084+26	OLAJE, SIN.		16 DE	12.00 m. = 192 " "
"	T	1085+24	OLAJE, SIN.		8 DE	10.00 m. = 80 " "
"	T	1086+42	OLAJE, SIN.		48 DE	15.00 m. = 720 " "
"	T	1086+84	OLAJE, SIN.		8 DE	10.00 m. = 80 " "
"	T	1087+36	OLAJE, SIN.		8 DE	12.00 m. = 96 " "
"	T	1087+87	OLAJE, SIN.		8 DE	12.00 m. = 96 " "
"	T	1090+21	OLAJE, SIN.		16 DE	15.00 m. = 240 " "
"	T	1092+81	OLAJE, SIN.		8 DE	12.00 m. = 96 " "
"	T	1099+05	DIMAS, SIN.		8 DE	10.00 m. = 80 " "
"	T	1116+64	POZOLE, SIN.		16 DE	9.00 m. = 144 " "
"	T	1155+08	REDO, SIN.		24 DE	10.00 m. = 240 " "
"	T	1160+12	REDO, SIN.		72 DE	15.00 m. = 1080 " "
"	T	1184+42	MAZARLAN, SIN.		24 DE	8.00 m. = 192 " "
"	T	1220+86	MATADERO, SIN.		40 DE	8.00 m. = 320 " "
"	T	1223+09	MATADERO, SIN.		16 DE	8.00 m. = 128 " "
"	T	1226+53	MATADERO, SIN.		8 DE	9.00 m. = 72 " "
"	T	1276+69	GACHO, SIN.		8 DE	9.00 m. = 72 " "
"	T	1295+43	PALMAR, SIN.		24 DE	8.00 m. = 192 " "
"	T	1313+21	CONCHA, SIN.		16 DE	9.00 m. = 144 " "

DIVISION	LINEA	LOCALIZACION	DESTINO	TRABE CONC. FRESFORZADO	PILOTES DE CONCRETO FRESFORZADO	
					CUADRAUCS	OCTAGONALES
SINALOA	T	1363+42	BONITA, HAY.		8 DE 15.00 m.	= 120 ml. ✓
"	T	1417+43	NANCHE, HAY.		8 DE 10.00 m.	= 80 ml. ✓
"	T	1418+80	NANCHE, HAY.		8 DE 10.00 m.	= 80 ml. ✓
"	T	1475+23	MORA, HAY.		8 DE 10.00 m.	= 80 ml. ✓
"	T	1475+34	MORA, HAY.		8 DE 10.00 m.	= 80 ml. ✓
"	T	822+49	CAPONAS, SIN.		52 DE 12.00 m.	= 624 ml. ✓
					1064	

	Paquetes de	720.	ML	
	10.0	152	1520	20.5 % ✓
☒	12.0	156	1872	25.3 % ✓
☒	15.0	168	2520	34 % ✓
✕	7.0	72.0	840	8.7 % ✓
✕	8.0	104	832	11.2 % ✓
		<u>652</u>	<u>7392</u>	<u>100 % =</u>

TOTAL 7392 ML

VOLUMEN x ML = 0.133

PESO x ML = 0.320 kg. x 7392 = 2365 kg. Ton.

Obra
1991

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
GERENC. DE VIA Y ESTRUCTURAS
SECCION DE FUENTES

PROGRAMA DE INVERSIONES 1990

RELACION DE PILOTES Y TRABES DE CONCRETO PREFORZADO CON SU ALICACION EN LOS PUENTES INDICADOS.

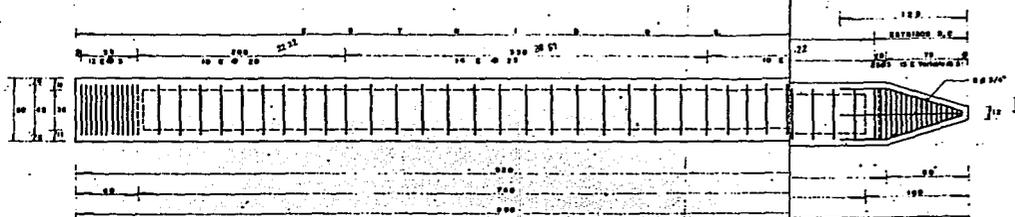
DIVISION	LI- NEA	LOCALI- ZACION.	D E S T I N O	TRABES CONCRETO PREFORZADO	PILOTAS DE CONCRETO PREF. RASADO.		
					CUADRADAS	OCTAGONALES	
CARDENAS	XX	3+28	FEDERNALES, VER.	13 de 9.00m.=468ml X		112 de 10.00m.=1120ml.	
	XX	6+80	FEDERNALES, VER.	3 " 10.50m.=126" X		32 " 10.00m.= 320ml.	
	"	XX	7+72	FEDERNALES, VER.	3 " 8.00m.= 96" X	12 de 9.00m.=108ml.	
	"	XX	10+05	FEDERNALES, VER.	1 " 8.50m.= 34" X	6 " 7.00m.= 42" -	
	"	XX	10+81	FEDERNALES, VER.	3 " 8.50m.=102" X		32 " 10.00m.=320 "
	"	XX	11+44	FEDERNALES, VER.	2 " 9.50m.= 76" X		24 " 10.00m.= 240"
	"	XX	13+76	FEDERNALES, VER.	3 " 8.00m.= 96" X		32 " 10.00m.= 320"
	"	XX	16+25	FEDERNALES, VER.	3 " 7.50m.= 90" X		32 " 10.00m.= 320"
	"	XX	18+53	FALACHO, VER.	3 " 8.00m.= 96" X		32 " 10.00m.= 320" -
	"	XX	19+21	FALACHO, VER.	2 " 9.50m.= 76" X		24 " 10.00m.= 240" -
GUADALAJARA	I	245+93	LADRILLERA, JAL.	1 " 9.15m.=36.6ml. X			
GOLFO	M	231+46	CP. VICTORIA, TAMPS.		9 de 6.00m.=54ml. ✓		
	"	M	261+45	STA. ENGRACIA, TAMPS.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	M	267+38	STA. ENGRACIA, TAMPS.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	M	267+72	STA. ENGRACIA, TAMPS.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	M	312+90	CARRIZCO, TAMPS.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	H	332+76	GARCIA VALDEZ, TAMPS.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	M	396+25	HUERTAS, N. L.		9 " 7.00m.=63ml. ✓	
"	M	607+58	PARDOCN, COAH.		9 " 6.00m.=54ml. ✓		
OAXACA (SUBDIVH.)	E	18+53	AMOZOC, PUE.	1 de 7.50m.=30ml. X			
	E	30+29	TRES JAGUEYES, PUE.	1 " 8.50m.=34ml. X			
PACIFICO	N	8+95	TACUBA, MEX.	1 " 9.50m.=38" X			
	"	N	8+96	NAUCALFAN, MEX.	1 " 10.00m.=40" X		
	"	N	10+38	NAUCALFAN, MEX.	1 " 10.00m.=40" X		
	"	N	12+78	MOLINITO, MEX.		6 de 9.00m.=54ml. ✓	
	"	N	13+94	MOLINITO, MEX.		12 " 6.00m.=72ml. ✓	
	"	N	14+36	RIO RONDO, MEX.		15 " 12.00m.=180ml. ✓	
	"	N	14+87	RIONONDO, MEX.	2 " 10.50m.=84" X		

DIVISION	LI- NEA	LOCALI- ZACION.	D E S T I N O	TRABES CONCRETO PRE-FABRICADO		PILOTES DE CONCRETO PRE-FAB. ADU	
						CUADRADOS	OCTAV. MILCS
PACIFICO	N	15+84	RIO HONDU, MEX.	2 de	7.00 m. = 56ml. X		
"	N	16+41	RIO HONDU, MEX.	1 "	13.00 m. = 52" X		
"	N	17+87	RIO HONDU, MEX.	1 "	11.00 m. = 44" X		
"	N	23+49	HOCTE, MEX.	1 "	8.00 m. = 32" X		
"	N	24+01	DOS RIOS, MEX.	1 "	7.00 m. = 28" X		
"	N	25+16	DOS RIOS, MEX.	1 "	7.50 m. = 30" X		
SONORA	T	10+79	AGUA ZARCA, SON.			.5 de	6.00m. = 3'
"	T	131+35	LLANO, SON.			.76 "	8.00m. = 26'
"	T	131+87	LLANO, SON.			46 "	8.00m. = 26'
"	T	132+02	LLANO, SON.			36 "	9.00m. = 32'
"	T	143+53	NORIA, SON.			5 "	12.00m. = 6'
SONORA	TA	3+36	FORTEZUELO, S.J.		12 de	7.00m. = 84ml.	
"	TA	3+69	FORTEZUELO, SON.		12 "	7.00m. = 84"	
"	TA	12+49	MASCARENAS, SON.	2 de	15.00 m. = 150ml.		36 de
"	TA	17+0	MASCARENAS, SON.		54 de	7.00m. = 378"	9.00m. = 32'
"	TA	17+34	MASCARENAS, SON.		12 "	7.00m. = 84"	
"	TA	17+78	MASCARENAS, SON.	5 "	10.50m. = 210 1X		60 "
"	TA	21+06	STA. BARBARA, SON.		12 "	7.00m. = 84"	8.00m. = 43'
"	TA	22+57	STA. BARBARA, SON.	3 "	7.00m. = 84" X	12 "	7.00m. = 84"
"	TA	24+28	STA. BARBARA, SON.	4 "	7.00m. = 112" X	15 "	7.00m. = 105"
"	TA	25+32	STA. BARBARA, SON.	2 "	10.50m. = 84" X		30 "
"	TA	26+01	STA. BARBARA, SON.	2 "	10.50m. = 84" X		30 "
"	TA	27+08	STA. BARBARA, S.H.		12 "	7.00m. = 84"	9.00m. = 27'
SONORA, B.C.	U	407+37	CABRCA, SON.	1 "	9.00m. = 36" X	6 "	7.00m. = 42"
"	U	422+59	LA VENTANA, SON.			6 "	8.00m. = 48"
"	U	424+42	LA VENTANA, SON.	1 "	9.00m. = 36" X	6 "	9.00m. = 54"
SURESTE N.T.	Z	51+58	ALUPAERA, VER.		6 "	7.00m. = 42"	
SURESTE P.A.	K	193+69	EMERUALDA, CHIS.		12 "	7.00m. = 84"	
"	K	198+73	AMATES, CHIS.		6 "	7.00m. = 42"	
"	K	199+21	AMATES, CHIS.		9 "	7.00m. = 63"	
"	K	200+23	AMATES, CHIS.		9 "	8.00m. = 56"	
"	K	201+05	AMATES, CHIS.		9 "	7.00m. = 63"	
"	K	201+21	AMATES, CHIS.		9 "	7.00m. = 63"	
"	K	201+40	AMATES, CHIS.		9 "	7.00m. = 63"	
"	K	204+33	AMATES, CHIS.		6 "	9.00m. = 48"	

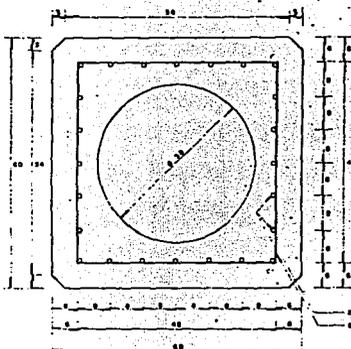
DIVISION	LI- NEA	LOCALI- ZACION	D E S T I N O	TRABES CONCRETO PRE-FORADO	PILOTOS DE CONCRETO PRE-FORADO	
					CUADRADOS	OCTAGONALES
SUR-LSTE P.A.	K	205+71	ANATES, CHIH.		9 de 7.00m. = 63ml. -	
"	K	206+46	MOJARRAS, CHIS.		6 " 7.00m. = 42ml. -	
"	K	207+27	MOJARRAS, CHIS.		6 " 8.00m. = 48" -	
"	K	208+67	MOJARRAS, CHIS.		6 " 8.00m. = 48" -	
"	K	208+97	MOJARRAS, CHIS.		6 " 8.00m. = 48" -	
"	K	210+44	MOJARRAS, CHIS.		9 " 7.00m. = 63" -	
"	K	211+02	MOJARRAS, CHIS.		6 " 7.00m. = 42" -	
"	K	222+36	TRES PICOS, CHIS.		6 " 7.00m. = 42" -	
"	K	222+99	TRES PICOS, CHIS.	2 de 9.00m. = 72ml. X		24 de 10.00m. = 240ml. -
"	K	228+41	INDALECIO, CHIS.	2 " 9.00m. = 72" X		24 " 10.00m. = 240" -
"	K	229+99	INDALECIO, CHIS.	1 " 10.00m. = 40" X		16 " 9.00m. = 144" -
"	K	232+44	LOS PATOS, CHIS.	2 " 10.00m. = 80" X		24 " 9.00m. = 216" -
"	K	236+44	LOS PATOS, CHIS.		6 " 8.00m. = 48ml. -	
"	K	236+76	LOS PATOS, CHIS.		6 " 9.00m. = 54" -	
"	K	238+99	LOS PATOS, CHIS.		6 " 8.00m. = 48" -	
"	K	245+54	SAN ISIDRO, CHIS.		6 " 8.00m. = 48" -	
TORREON	P	42+16	BACA, CHIH.	1 " 7.00m. = 28" X		

72.0 BCS	9.0	152	16	225.	10
	=	612	=	68	
	80	-	288	=	36
	8.5	-	136	=	16
	7.5	-	90	=	12
	9.15	-	366	=	4

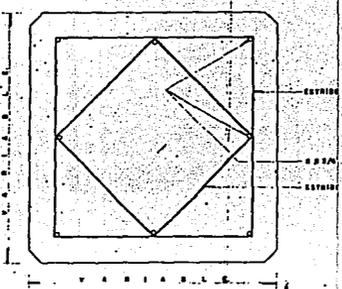
ANEXO 3



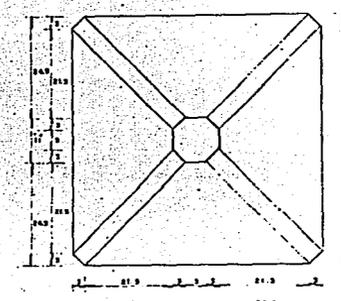
—CORTE LONGITUDINAL— ESC. 1:20



—SECCION PILOTE— ESC. 1:0



—SECCION PUNTA— ESC. 1:0



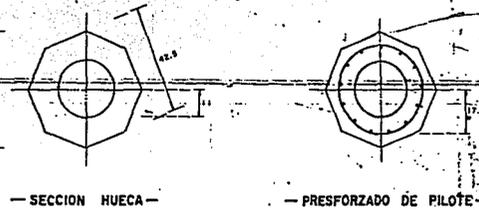
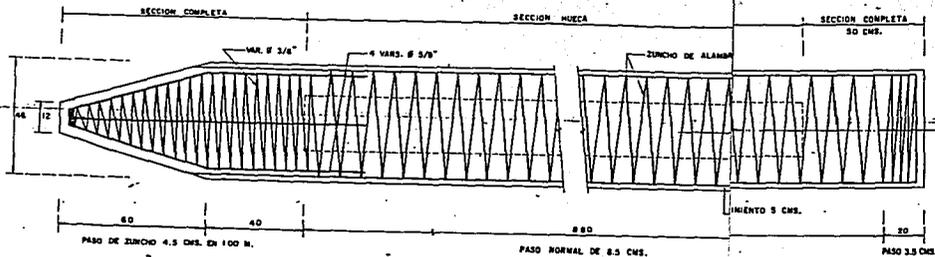
—VISTA FRONTAL— ESC. 1:0

TIPO	"#"	LONGITUD	PESO/M	Nº PZAS	PESO TOTAL
FIERRO $f_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$					
A	3/8		1.24	47	58.28
B	3/8		0.89	16	11.04
C	3/8		0.52	16	8.32
D	3/8		2.08	16	33.28
E VARILLAS LONGITUDINALES DE PUNTA: 0.30 3/4"					25.20
PESO TOTAL DE FIERRO DE REFUERZO					136.12
ACERO DE PRESFUERZO $f'_c = 18,500 \text{ Kg/cm}^2$					
3/8					3.68 24 88.32
PESO TOTAL DE ACERO PRESFUERZO					88.32
VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO $f'_c = 400 \text{ Kg/cm}^2$					2.34

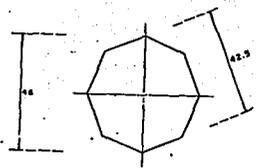
—NOTAS—

- LOS ESTRIBOS "D" SIRVEN PARA ALINEACION DEL SONOTUBO Y SE INTERCALARAN A 50 CM. DE SEPARACION APROXIMADA.
- EN LA SEPARACION DE LOS ESTRIBOS "A" NO SE T. AMAN EN CUENTA LOS ESTRIBOS "D"

INSTITUTO NACIONAL DE VIAL
 PILOTE PRESFUERZADO
 SECCION CUADRADA DE
 LONGITUD DE 9.00 Mts.
 11-412



ESC: 1:10



— PUNTOS DE IZADO DEL PILOTE —

— SECCION COMPLETA —

NOTAS:—
 CONCRETO $f_c = 400 \text{ Kg./Cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO A-15-SBT (A.S.T.M.)
 TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO 19.3 MM. (3/4")
 ACERO DE PREESFUERZO: $f_{pu} = 18,500 \text{ Kg./Cm}^2$ (ESFUERZO DE RUPTURA)
 $f_t = 11,000 \text{ Kg./Cm}^2$ (ESFUERZO DE TRABAJO)
 $f_m = 13,000 \text{ Kg./Cm}^2$ (ESFUERZO DEDAL)

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
 COMISIÓN DEL GALIPLAVO
 AMPLIACIÓN DE PUENTE EN KM. 4-487+604 DE LA DIVISION DE-PA PARA OBRAS DE IRRIGACION
 WILEY S. M. TRS.
FERROVIARIAS NACIONALES
 DE FERRILES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE CONSTRUCCION
 OFICINA DE SUPERVISION DE OBRAS
PILOTE
 PLAN
 1957

FALTA PAGINA

No. 131 a la 133

ANEXO 4

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
SUBDIRECCION GENERAL DE VIA Y TELECOMUNICACIONES

CCUAVATO

FORMA CC-6
CONCURSO
H.C. FORM-013-70

OBRA Y LOCALIZACION: 01.- INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA.- 04.- MODERNIZACION Y AMPLIACION.- 02.- REFORZAR Y CONSERVAR PUENTES FERROVIARIOS.- CONSTRUCCION DE TRABES DE CONCRETO PRETENSADO, SECCION CUADRO, VARIAS LONGITUDES, PILOTES OCTAGONALES Y CUADRADOS DE CONCRETO PRETENSADO, VARIAS LONGITUDES.- SISTEMA

CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA PROPOSICION DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 82
2/2

C O N T E N I D O				PRECIO UNITARIO			
NÚM.	DESCRIPCION	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	CON LETRA	CON NUMERO	IMPORTE
2	7-1	Acero de $f_u=51,500$ kg/cm ² , para postensado transversal con alambre de 7mm, (3/32") de diámetro, se incluyen en este concepto el suministro de alambre y accesorios, para anclaje, herrajes, cuñas y placas metálicas con 5 taladros, para entregarse libre a bordo en la Estación de Ferrocarriles más próxima al lugar de su fabricación.	Kg	---			
3		Geopreno dúrcos shore 65-70 para apoyos en placas de 1,225m x 0.452m a 0.045m (6" x 1/4"), para entregarse libre a bordo en la Estación de Ferrocarriles más próxima al lugar de su fabricación.	kg3	---			
		<u>PARTIDA I-PE</u> <u>PILOTES CUADRADOS</u>					
1	1-1, 1-10, 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15, 1-16, 1-17, 1-18, 1-19, 1-20	Construcción de pilotes de concreto pretensado de $f'_c=400$ kg/cm ² de diferentes longitudes, sección cuadrada de 0.60 x 0.60m, armados con 2 cables de acero de alta resistencia de $f_u=18,500$ kg/cm ² , de 9.52mm, (3/8") de diámetro, estribos de varilla corrugada de $f_u=400$ kg/cm ² , del número 3, 9.52mm, (3/8") de diámetro para armado longitudinal de la punta, según proyecto de Ferrocarriles, para entregarse libre a bordo en la Estación de Ferrocarriles más próxima al lugar de su fabricación.	PI	3,954	Cinco mil noventa y cuatro 3/1000 y otros pesos 289 kg.	164 845.58	642 215 770.74
		<u>PARTIDA II-PO</u> <u>PILOTES OCTAGONALES</u>					
1	1-1, 1-10, 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15, 1-16, 1-17, 1-18, 1-19, 1-20	Construcción de pilotes de concreto pretensado de $f'_c=400$ kg/cm ² , de diferentes longitudes, sección octagonal de 0.46m, de diámetro entre aristas, armados con 12 alambres de acero de alta resistencia de $f_u=18,500$ kg/cm ² de 7.25mm, (5/16") de diámetro, zuncho de alambre número 3 es el cuerpo en la punta cuatro varillas número 3, 9.52mm, (3/8") de diámetro, (5/8") de diámetro de $f_u=400$ kg/cm ² (número 3), 9.52mm, (3/8") de diámetro de $f_u=400$ kg/cm ² , según proyecto de Ferrocarriles, para entregarse libre a bordo en la Estación de Ferrocarriles más próxima al lugar de su fabricación.	PI	16,976	Dieciséis mil novecientos setenta y seis 1/1000 y otros pesos 169 kg.	78 571.35	1340 425 434.06
				IMPORTE TOTAL	DE NUESTRA PROPOSICION:		3 522 332 204.76
				TERCER VALOR CONCEPTOS CANTIDADES Y DEL MILLAR DE FERROCARRILES, CANTIDAD DE TRABES DE CONCRETO PRETENSADO, SECCION CUADRO, VARIAS LONGITUDES, PILOTES CUADRADOS Y OCTAGONALES DE CONCRETO PRETENSADO, VARIAS LONGITUDES.			

LUGAR Y FECHA
MEXICO, D.F. 9 MARZO 1990

CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS,
S. DE C.V.
LIC. FRANCISCO LOPEZ PEREZ

C. S. RAMON ESTEBAN PALACIOS
COORDINADOR DE LA OBRA Y DE CONCURSO
CONTRATOS Y PRECIOS UNITARIOS

MR. JOAQUIN HERRERA CASTRO
COORDINADOR DEL SE VÍA
CONTRATOS Y PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 5

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
SUBDIRECCION GENERAL DE VIA Y TELECOMUNICACIONES
ACTA PRIMERA

TECNICAS EN SISTEMAS DE
PREFABRICACION, SA. DE CV.

\$ 4,333'614,418

CONSTRUCTORA INDUSTRIAL AJER,
S.A. DE C.V.

\$ 3,800'149,782.00

Se cita a los concursantes a las dieciocho horas treinta minutos del día dieciseis de marzo del presente año para que acudan a este mismo lugar, en donde se dará a conocer el fallo de este concurso en presencia de quienes asistan y que firmarán el acta que al efecto se formule.

Para constancia y a fin de que surta los efectos legales que le son inherentes, a continuación firman el presente documento los que intervinieron en el acto en presencia del Ingeniero Francisco Mariel González, Coordinador de la Comisión de Concursos, Contratos y Precios Unitarios, quien lo presidió en nombre y representación del Ingeniero Carlos Orozco Sosa, Director General de Ferrocarriles Nacionales de México.

POR FERROCARRILES NACIONALES
DE MEXICO

POR LA COORDINACION DE LA
COMISION DE CONCURSOS,
CONTRATOS Y PRECIOS
UNITARIOS

Ing. Francisco Mariel G.

Ing. Romualdo Ruiz Castro
Subdirector Gral Via y
Telecomunicaciones

POR GERENCIA DE VIA Y
ESTRUCTURAS

POR SUBDIRECCION GENERAL
DE FINANZAS

Ing. Eduardo Samuarez Cato.

POR DEPARTAMENTO DE CONCURSOS
Y PRECIOS UNITARIOS

POR CONTRALORIA INTERNA

Ing. Juan M. Bafrancos Paniagua

Ing. Jesus Hernandez A.

POR GERENCIA GENERAL DE ASUNTOS
JURIDICOS.

POR SECODGEF.

Lic. Eduardo Guzmán Montesinos

POR C.N.I.C.

POR S.C.T.

Ing. Ignacio Estrova Dehesa

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
ACTA PRIMERA

ING. HECTOR VALDEZ PINO ALANIZ
RDSAL CONSTRUCCIONES, S.A.

ING. FRANCISCO BELGADO TERRAZAS
PRETENCRETO, S.A. DE C.V.

ING. HECTOR CERVANTES LOPEZ
CONCRETOS PRESFORZADOS DE
BAJA CALIFORNIA, S.A.

LIC. FRANCISCO LOPEZ PEREZ
CONSTRUCCIONES E INGENIERIA
ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V.

ING. MANUEL PINTADO C.
PRET, S.A. DE C.V.

ING. JAIME VILLALUN MAGANA
TECNICA EN SISTEMAS DE
PREFABRICACION, S.A. DE C.V.

ING. ALFREDO ORNELAS CARRILLO.
CONSTRUCTORA INDUSTRIAL AJER, S.A. DE C.V.

NOTA* LA PROPUESTA DE LA CIA. PRETENCRETO, S.A. DE C.V., PRESENTA UN ANALISIS DE COSTO HORARIO QUE DENOMINA "CARGOS POR PLANTA" QUE INCLUYE LA MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA QUE UTILIZARA EN LA FABRICACION DE LAS TRABES Y PILOTES. LA SOLVENCIA DE ESTA PROPUESTA QUEDARA CONDICIONADA A QUE ESTA DEPENDENCIA CON BASE EN LA REVISION DETALLADA DE ESTE CONCEPTO, CONSIDERE PRUCEDENTE ESTA INFORMACION.

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, scattered across the bottom half of the page. Some are large and stylized, while others are smaller and more compact. They appear to be personal or professional marks of the individuals mentioned in the text above.

ANEXO 6

FALLA DE ORIGEN

CONTRATO
A-39364

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO SUBDIRECCION GENERAL DE VIA Y TELECOMUNICACIONES.

ACTA N.º 1 del Concurso de Licitación Pública número FCNN-CT-15-90, relativo a: CONSTRUCCION DE TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO SECCION CAJON, VARIAS LONGITUDES, PILOTOS OCTAGONALES Y CUADRADOS DE CONCRETO PRESFORZADO. VARIAS LONGITUDES. SISTEMA.

En la Ciudad de México Distrito Federal, siendo las dieciocho horas treinta minutos del día dieciseis de marzo de mil novecientos noventa, de acuerdo con la cita hecha y notificada a los interesados que participaron en el acto celebrado el día nueve de marzo del presente año, para conocer el Fallo de Ferrocarriles Nacionales de México, se reunieron en la Sala de Juntas de la Subdirección General de Vía y Telecomunicaciones, las personas físicas o morales y funcionarios cuyos nombres, representaciones y firmas figuran al final de esta Acta.

Al analizar las diversas proposiciones recibidas se tuvo en cuenta no solo el monto total de cada una de ellas, sino todas las circunstancias que concurren en esta Obra, formulándose el Dictamen correspondiente.

Atendiendo a lo anterior, el Ingeniero Francisco Mariel González, Coordinador de la Comisión de Concursos, Contratos y Precios Unitarios, en nombre y representación de Ferrocarriles Nacionales de México, hizo saber a los presentes el resultado del Concurso y Fallo inapelable de dicha Entidad, por lo que se designa como concursante seleccionado para ejecutar la obra objeto del Concurso a: CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V., a quien se le adjudica el Contrato relativo a la obra: CONSTRUCCION DE TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO SECCION CAJON, VARIAS LONGITUDES, PILOTOS OCTAGONALES Y CUADRADOS DE CONCRETO PRESFORZADO. VARIAS LONGITUDES. SISTEMA. correspondiente al concurso de Obra Pública FCNN-CT-15-90, por haberse considerado su proposición con un monto corregido de \$3,552,352,342.76 (TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 76/100 M.N.) como la que reúne las condiciones necesarias que mejor garantizan el cumplimiento del contrato y la ejecución satisfactoria de la obra. La Entidad será escrupulosamente cuidadosa en exigir que el contratista cumpla con los requisitos de calidad de obra y plazo estipulado. La presente Acta surte para CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V., efectos de notificación en forma y por ello se compromete y obliga dentro de los plazos y en las fechas que se indican, a cumplir con los siguientes requisitos: Firmar el contrato y sus anexos el día veinte de marzo de mil novecientos noventa, a las doce horas en las Oficinas que ocupa la Coordinación de la Comisión de Concursos, Contratos y Precios Unitarios.

**FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
ACTA SEGUNDA**

Entregar a la firma del Contrato, el Programa de ejecución de los trabajos detallados por conceptos, consignando por períodos las cantidades por ejecutar y los importes correspondientes.
Obtener y entregar dentro del plazo de quince días hábiles contados a partir del día siguiente a la fecha de la adjudicación, la garantía de cumplimiento del act.

Entregar los análisis de Precios Unitarios que complementen la totalidad de los conceptos del Catalogo proporcionado, en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de esta fecha.

Iniciar las obras objeto del contrato a más tardar dos días después de recibir el anticipo correspondiente, quedando apercibido de que si no cumple con tales obligaciones se hará efectiva la garantía de la proposición a título de pena convencional por el simple retardo en su cumplimiento y la presente adjudicación dejará de surtir efecto.

Conforme a la Base Décimo Tercera del Pliego de Requisitos respectivo, se procede a devolver las garantías entregadas por los demás concursantes.

La Secretaría de la Contraloría General de la Federación ha tomado conocimiento de la celebración de este concurso de acuerdo con las facultades que le confiere la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Para constancia y a fin de que surta los efectos legales que le son inherentes, a continuación firman el presente documento las personas que intervinieron en este acto de adjudicación en presencia del Ingeniero Francisco Mariel González, Coordinador de la Comisión de Concursos, Contratos y Precios Unitarios, quien lo presidió en nombre y representación del Ingeniero Carlos Orozco Sosa, Director General de Ferrocarriles Nacionales de México.

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

Ing. Romualdo Ruiz Castro

DEPARTAMENTO DE CONCURSOS Y PRECIOS UNITARIOS.

Ing. Juan M. Rufrancos P.

GERENCIA GENERAL DE ASUNTOS JURIDICOS

COORDINACION DE LA COMISION DE CONCURSOS, CONTRATOS Y PRECIOS UNITARIOS

Ing. Francisco Mariel G.

GERENCIA DE VTA Y ESTRUCTURAS

CONTRALORIA INTERNA

FALLA DE ORIGEN

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
ACTA SEGUNDA

SECOGEF

C.N.I.C.

PRETENREDO, S.A. DE C.V.

TECNICAS EN SISTEMAS DE PREFABRICACION, S.A. DE C.V.

S.C.T.

CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS SA DE CV

PRET, S.A. DE C.V.

CONSTRUCTORA INDUSTRIAL AJER S.A. DE C.V.

FALLA DE ORIGEN

ANEXO 7

construcciones
e Ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.

Bosques de Duraznos 65-101 A
Bosques de los Llanos
1700 México, D.F.
Tels 251-7581 251-6673
251-1552



México, Distrito Federal. Abril 20 de 1990.

ING. FRANCISCO MARIEL GONZALEZ.

Ferrocarriles Nacionales de México.

Coordinador de la Comisión de concursos y precios unitarios.

P R E S E N T E.

En relación al Contrato número A-39364 suscrito por esta empresa mediante licitación pública, relativo a la construcción de pilotes y traveses de concreto varias longitudes, sistema. Me permito informar a usted que de acuerdo al estudio de los destinos finales de dichos elementos creamos conveniente para esa Dependencia las alternativas de producción que proponemos a continuación:

Debido a que nuestra propuesta original de concurso contempla la producción general de piezas en la Ciudad de México, específicamente en las instalaciones de CIMBRACRET que, tenemos contratada para dichos fines y en virtud de que el volumen total de arrastre de piezas es de aproximadamente 12,700 Ton., con su consecuente cargo Ton/Km. y sus complicaciones en el suministro oportuno de gondolas, lo cual evidentemente altera sustancialmente el programa de modernización de puentes de esos Ferrocarriles, se propone:

- 1) Fabricar pilotes octagonales y traveses necesarias para la Región Pacífico en el terreno que esta dependencia tiene en la "Y" ubicada en Ingleterra y Sauce en la Ciudad de Guadalajara, Jal., en la cual se fabricarán aproximadamente 8,600 Ton. con un ahorro a esos Ferrocarriles de \$425,000,000.00 pesos, considerando la Ton-Km. según tarifa de marzo de 1990 a \$49,075.00 pesos además con los beneficios directos expresados en:
 - a) Control en órdenes de producción de elementos para cubrir prioridades necesarias en esta región, esto obviamente, modifica nuestro programa original de trabajo, debido a que en nuestra evaluación de concurso se desconocían las necesidades urgentes de elementos, longitudes y destinos.
 - b) Distribución en tiempo de llegada de piezas a destinos finales por el ahorro de 500 Km. de traslado y el no deterioro de las piezas en este trayecto.

construcciones
e Ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.

bosques de duraznos 65-101 A
bosque de las lomas
1770 México, D.F.
tels. 251-7261 251-6666
251-1776



- c) Creación de fuentes de empleo y ubicación de una planta prefabricadora para uso exclusivo de la Región Pácfico, la cual podría atender las necesidades extraordinarias de elementos que se presentan en casos de desastre.
- 2) Fabricar Pilotes cuadrados y traveses pretensadas mayores en las instalaciones de nuestra empresa ubicadas en la ciudad de Minatitlán, Veracruz, debido a que la mayoría de estas corresponden a los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas, lo que produciría un ahorro en el transporte de 4,100 Ton. con un beneficio costo de \$250'000,000.00 pesos, además de las ventajas ya enumeradas en el punto número 1.

Como observará nuestra intención es la de ofrecer un apoyo irrestricto en sus programas de modernización para lo cual únicamente solicitamos a usted si se aprueba nuestra propuesta, la reprogramación de los trabajos de referencia y los ajustes a los precios unitarios efectuados por nuestra empresa, conjuntamente con el personal del Departamento de Precios Unitarios de esa Dependencia, en la que tomarán en cuenta los sobrecostos básicos que se desprendan en nuestra petición, los cuales son mínimos en relación de los beneficios.

Agradeciendo las atenciones que se sirva dar a la presente y en espera de que su respuesta sea satisfactoria, le reitero mis más cordiales saludos.

A t e n t a m e n t e .

LIC. FRANCISCO LOPEZ PEREZ.
DIRECTOR GENERAL.

ANEXO 8

MINUTA DE LA REUNION CELEBRADA EL DIA 26 DE ABRIL DE 1990 A LAS 14:00 HRS. EN LA SALA DE JUNTAS DE LA GERENCIA DE VIA Y ESTRUCTURAS, PARA ACORDAR LA AGILIZACION Y SEGUIMIENTO DE LAS ACCIONES RELATIVAS A LA CONSTRUCCION DE PILOTES Y TRABES PRESFORZADAS, ADJUDICADAS A LA COMPANIA CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V., MEDIANTE CONTRATO No. A-39364 Y CONVOCADO POR CONVOCATORIA. PUBLICA PARA EL CONCURSO FCNM-CT-015-90.

Ferrocarriles Nacionales de México a través de la Gerencia de Vía y Estructuras, manifestó a la CIA. CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S.A. de C.V., la urgente necesidad de contar con los elementos contemplados en el Contrato en cuestión, asimismo se planteó la necesidad del inicio inmediato de los trabajos en los siguientes términos:

1. Ferrocarriles Nacionales de México ha considerado conveniente que las piezas, objeto de este Contrato, se fabriquen en la planta con que cuenta en Guadalajara, Jal., para lo cual propone a la CIA. Construcciones e Ingeniería Especializadas, S.A. de C.V., que los trabajos se realicen en ella, aceptando esta última que se harán ajustes a los precios, en los términos en que se analicen conjuntamente con el Departamento de Concursos y Precios Unitarios.
2. Ferrocarriles Nacionales de México dará a la CIA. Construcciones e Ingeniería Especializadas, S.A. de C.V., un plazo de 15 días para que en las instalaciones citadas, esta última tenga preparados para la prefabricación los moldes de pilotes octagonales (que son los que más urgen), así como acondicionados los aditamentos de presfuerzo y la planta en general para las maniobras necesarias dentro de ella para la prefabricación. Posterior a la fabricación inicial de pilotes octagonales, Ferrocarriles Nacionales de México indicará a la CIA. Construcciones e Ingeniería Especializadas, S.A. de C.V., los elementos que requiera en función de sus programas de construcción de puentes en el Sistema.
3. En caso de que los avances mencionados en el punto anterior, a juicio de Ferrocarriles Nacionales de México, no sea satisfactorio, se procederá a la rescisión del Contrato.

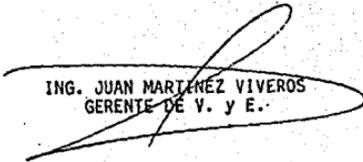
Una vez escuchados los planteamientos hechos por Ferrocarriles Nacionales de México, la CIA. Construcciones e Ingeniería Especializadas, S.A. de C.V., aceptó en su totalidad los puntos expuestos.

Para debida constancia firmaron los que intervinieron en la reunión, en el lugar y fecha mencionada al inicio de esta minuta.

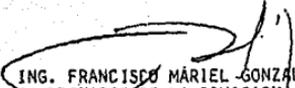
. . .

The bottom of the page contains several large, handwritten signatures and scribbles in black ink. There are approximately five distinct marks, including a large circular scribble on the left, a signature in the center, and a large, complex scribble on the right. The text "# . . ." is printed above the central signature.

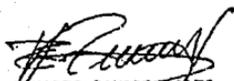
POR FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO



ING. JUAN MARTINEZ VIVEROS
GERENTE DE V. Y E.



ING. FRANCISCO MARIEL GONZALEZ
COORDINADOR DE LA COMISION DE
CONCURSOS, CONTRATOS Y PRECIOS
UNITARIOS



ING. EDUARDO RAMIREZ CATO
AYDTE. JEFE DEPARTAMENTO

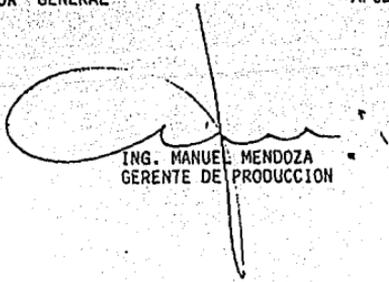
POR LA CIA. CONSTRUCCIONES E INGENIERIA
ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V.



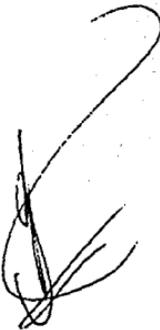
LIC. FRANCISCO LOPEZ PEREZ
DIRECTOR GENERAL



LIC. RAUL PEREZ CHAHO
APODERADO GENERAL



ING. MANUEL MENDOZA
GERENTE DE PRODUCCION



ANEXO 9

construcciones
e ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.



REF-014-90.

México, D. F. 11 de Junio de 1990.

MINUTA DE TRABAJO QUE CELEBRAN EN LAS OFICINAS DE CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S. A. de C. V. PARA ESTABLECER REQUERIMIENTOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE PREFABRICADOS EN LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JAL. CON LA RESPONSABILIDAD EN LA MISMA DEL ING. ALFREDO GARZON SOSA.

1.- ASUNTOS ADMINISTRATIVOS:

Se establece el día Miércoles de cada semana, para que el Ing. Garzón, informe a México sus necesidades materiales y financieras, para resolver sus problemas de la semana en curso, dichas necesidades estarán desglosadas por partidas y los comprobantes de los mismos serán entregados semanalmente por mensajería apropiada.

2.- Se acordó que en los días de visita del Ing. Garzón a la Cd. de México, informará de forma específica por medio de controles técnicos y administrativos de los trabajos realizados en los intervalos de cada visita, en caso de que él no viniera personalmente en su requerimientos debidamente firmados y solicitados.

3.- Los informes específicos que se le solicitan al Ing. Garzón son los siguientes:

- a) Informe fotográfico.
- b) Programa de producción, de acuerdo a las condiciones realizadas de la obra.
- c) Avisos físico financieros desglosados por partidas, es decir - separados los gastos directos de producción y los indirectos de producción.

Se establece como norma de control económico la apertura de cuenta Bancaria en la Ciudad de Guadalajara, Jal. para lo cual se le apoyará con los documentos necesarios para tal fin.

RECURSOS HUMANOS

Se acordó el envío del máximo personal obrero posible con el objeto de tener el mejor criterio en su política de salarios y resultados de producción. en caso de que alguna de estas personas resultara inconveniente para sus programas tendrá la completa libertad para regresarlos a la Ciudad de México, o aplicar las sanciones y decisiones correspondientes

El C. Ingeniero Daniel Muñoz Rodríguez, fungirá como su auxiliar general en la residencia.

Sin embargo la absoluta responsabilidad de los trabajos y los informes - requeridos serán del Ing. Garzón.

El arquitecto Antonio Avila apoyará la instalación de la planta de concreto y silo de cemento e implantación del sistema de colado, dicha visita será el día martes 19, del presente.

Se acordó el envío del trailer con los aditamentos de planta de concreto caldera y tanques de agua para el día miércoles 13 del presente.

ASPECTOS TECNICOS

Se acordó que acordó que las prioridades inmediatas en dicha planta son las siguientes:

- A) Instalación de planta de concreto en un plazo no mayor de 15 días.
- B) Instalación de sistema de fuerza en 15 días mientras tanto se seguirá utilizando la planta de luz exclusivamente en el tensado de los cables. (verificar C.F.E. cable)
- C) Instalación del sistema de fijación de la línea sencilla de pilote octagonal y la longitud y faltante del mismo que será necesario maquillar en Troquelados y Perfiles

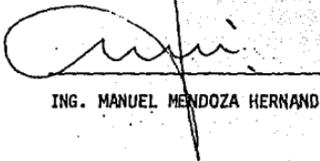
Se acordó contratar a Laboratorista contactado para efectuar pruebas de arenas y agregados y cementos (concreto) para la resistencia solicitada en proyecto. y cemento.

Se acordó que el proceso de producción sera terciado es decir, una línea - ~~triple~~ ^{doble} y una sencilla a la semana, toda vez que los problemas de fraguado se resuelve y se implemente el sistema de cerrado con vapor.

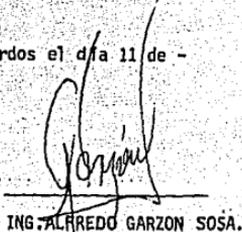
Se conviene en que el Ing. Garzón entregará a la brevedad posible su programa de producción adecuado a circunstancias reales y satisfactorias de producción.

Se acordó que toda la comunicación ^{en Mex y Paredón} que se establezca será la más ^{oficial} rápida posible para lo cual se habilitará a la residencia de Guadalajara de máquina de escribir y papelería adecuada para tal fin.

Leído lo anterior se firman los presentes acuerdos el día 11 de Junio de 1990.



ING. MANUEL MENDOZA HERNANDEZ



ING. ALFREDO GARZON SOSA.

ANEXO 10

FALLA DE ORIGEN

CONVENIOS.

FF. C. C. N de M.
DEPARTAMENTO VIA, Y ESTRUCTURAS.

CONTRATO N° A-39364
INICIO DE OBRA _____
TERMINA OBRA _____
SECCION _____

OBRA: CONSTRUCCION DE TRABES Y LUGAR: _____
PILOTES DE CONCRETO PRESFORZADO, GUADALAJARA, D.F. DIVISION: SINALOA

INSPERV. N°	FECHA	CONCEPTOS Y CROQUIS
1	14-VI-90	<p>Visita de inspección por parte de FFCC, los Ingenieros Juan Martínez Viveros Gerente de Via y Estruct., Abel Manuel Martínez Roldán Subgerente de Via y Telecom., y Celsalino Vela Torres, jefe Depto. Ptas., Talleres y Materiales, y por Cía. Constructora e Ingenieros Estructa Ing. S. A. de C. V. Lic. Francisco López Pérez y Sup. Alfredo Garza Sosa Residente en el trabajo.</p> <p>Observándose los siguientes aspectos relevantes derivándose de los mismos, los acuerdos que se indican:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- La Contratista se compromete a entregar a ferrocarriles hoy mismo por escrito sus programas de producción semanales y en la primera semana la reprogramación general de la obra. 2.- Se observaron la presencia de fisuras transversales en los pilotes N° 90007 y 90008 mismos que esta supervisión les da por rechazados. 3.- La Contratista admite que su actual equipo de personal es reducido por lo que en función de lo estipulado en punto N° 1 respecto a la producción debiera incrementar la misma. 4.- Los pilotes rechazados serán probados en un punto cercano a estas instalaciones, con objeto que la Contratista certifique a sus gerentes, tanto Facción el motivo del rechazo, en la inteligencia de que si los mismos son aceptables serán considerados para sus pago respectivo. 5.- Se establece de conformidad que lo concerniente a proveer de agua y o cualquier otro material servicio e instalaciones, en reprobación de las mismas y absoluta del Contratista.

Las notas de esta Bitácora se firmaran por el Supervisor de Autorizada y por Contratista de Entero El contratista debere dirigirse a la Seccion Correspondiente para aclaraciones necesarias.

FALLA DE ORIGEN

FF. C. C. N^o de M.
DEPARTAMENTO VIA Y ESTRUCTURAS.

CONTRATO N^o 4-39364
INICIO DE OBRA _____
TERMINA OBRA _____
SECCION _____

OBRA: CONSTRUCCION DE TRABES Y ANCHOS DE CONCRETO PREFORZADOS. LUGAR: GUADALAJARA, JAL. DIVISION: SINALOA

SUPERV. N^o _____ FECHA _____ CONCEPTOS Y CROQUIS

6.- No se aceptara en lo sucesivo ningun elemento que no sea durado a vapor.

7.- La supervisión sera completamente estricta y en lo sucesivo los elementos deberan presentar un aspecto de acabada terso las finislas del tipo del molde focalizado, es decir, el virado del concreto debera ser el correcto.

8.- Se acuerda que la supervisión a partir de la fecha arriba a cargo de la Region Pacifica y para tal efecto la comite de estudio con supervisión de obra al Sr. Ing. Guillermo Peña Lopez, ayudante Brian Sinaloa quien permanecerá en Guadalajara durante la obra, a partir del día 15 de mayo-70.

9.- Los Ferrocarriles procederán por su cuenta al retiro del fango, alvados o reforzamiento de la estructura.

Por Ferrocarriles Nacionales de México
Comandante

Jos. Juan Masferrer Vivar
Gerente de Obra y Art.

Jos. Abel M. Gonzalez Roldan
Subgerente Obra y Telecom.
Región Pacifica

Jos. Celestino Peña Torres
Jefe Depto. Mat., Tubos y Equip.

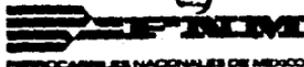
Por la Contratación

Jos. Francisco Lopez Piza
Gerente General

Jos. Alfredo Oaxaca Sosa
Asistente de Obra

ANEXO II

FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE VIA Y ESTRUCTURAS

DR. JESUS GARCIA No. 140, PISO 8 ALA "C" COL. INDEPENDENCIA
DELEGACION CUAHTEMOC, C.F. OBBE, MEXICO, D.F.

ING. JUAN MARTINEZ VIVEROS -
GERENTE

Julio 9 de 1990.

EXP.- GvYE -- JMV -- 224/90.

CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, S.A. DE C.V.
JAIME BALDEMES 11
TORRE C. DESPACHO 4-5
COL. CHAPULTEPEC MORALES. C.P. 11570
MEXICO, D.F.

"AT'N. ING. FRANCISCO LOPEZ P."

Me refiero a mis dos visitas de inspección a la obra que vienen ejecutando en Guadalajara, Jal., de acuerdo al Contrato A-39354 que tienen celebrado con estos Ferrocarriles para la construcción de traveses y pilotes de concreto prefabricado, los días 14 de Junio y 2 de Julio de 1990, de las que se derivó el compromiso por escrito de la entrega de 40 pilotes octagonales de 12 metros de longitud cada uno durante la segunda quincena del mes de Junio ppdo., así como también la entrega de 400 metros lineales de pilotes octagonales por semana durante el mes de Julio del presente año.

De acuerdo a mi última visita y según consta en el Acta que se levantó en el sitio de la obra, sólo han entregado a estos Ferrocarriles con fecha 2 de Julio de 1990, 16 pilotes octagonales de 12 metros de longitud cada uno, estando en proceso de desmoldado de otros 16 pilotes de igual dimensión y 2 de 7 metros de longitud cada uno, y considerando que el siguiente colado se efectuará entre el 9 y 10 de Julio y su desmoldado entre el 18 y 19 del mismo mes de 1990, se desprende que han incurrido en retraso e incumplimiento a los compromisos establecidos, además es posible deducir que su capacidad de producción mensual es de 600 metros lineales de pilotes octagonales, por lo que la terminación de los mismos se realizará dentro de 27 meses, esto sin considerar la fabricación de pilotes cuadrados y traveses, comprendidos en el Contrato arriba mencionado.

Por todo lo anterior, esta Gerencia considera necesaria la rescisión del Contrato A-33354 que estos Ferrocarriles tienen celebrado con ustedes.

Atentamente

ING. JUAN MARTINEZ VIVEROS
GERENTE DE VIA Y ESTRUCTURAS

- cc:- Sr. Ing. Romualdo Ruiz Castro,
Subdirector Gral. Via y Telecoms.- EDIFICIO.
- cc:- Sr. Ing. Francisco Mariel González,
Coordinador de la Comisión de Concursos,
Contratos y Precios Unitarios.- EDIFICIO.
- cc:- Sr. Ing. Eduardo Ramírez Cato,
Ayudante Jefe de Departamento.- OFICINA.

*copy MDP/11/1
10/12/90*

ANEXO 12

FALLA DE ORIGEN

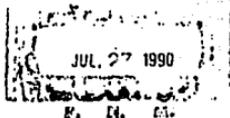
**construcciones
e Ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.**

jaime balmes 11
torre c. despacho m 5
col chapultepec morales
11570 México, d.f.
tel 395-2661

Domicilio:
ROSEDAL NUM. 59.
COL. REFORMA SOCIAL.
DELEG. MIGUEL HIDALGO.
MEXICO, DISTRITO FEDERAL.
Tel. 565.82.67
565.82.67



COORD. COMISION CONG.
CONT. Y P. UNITARIO



JULIO 26 DE 1990.

C. ING. JUAN MARTINEZ VIVEROS,
GERENTE DE VIA Y ESTRUCTURAS.
FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.
P R E S E N T E.



ESTIMADO INGENIERO:

EN RELACION A SU ATENTO OFICIO EN EL QUE SE NOS INFORMA QUE POR CONSIDERAR QUE EXISTE UN ATRASO SIGNIFICATIVO EN EL CONTRATO A-37364 Y POR NO HABER CUMPLIDO CON LOS COMPROMISOS CONTRAIDOS EL DIA 14 DE JUNIO CON USTED, ESA GERENCIA A SU DIGNO CARGO, CONSIDERA CONVENIENTE LA RESCISION ADMINISTRATIVA DEL CONTRATO DE REFERENCIA, AL RESPECTO ES DE SUMA IMPORTANCIA INFORMAR A USTED, LAS CONSIDERACIONES TECNICAS Y LEGALES QUE SOPORTAN NUESTROS ARGUMENTOS FUNDAMENTALES, QUE DEMUESTRAN QUE NUESTRA EMPRESA NO HA INCURRIDO EN MORA DELIBERADAMENTE Y QUE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL AVANCE FISICO-FINANCIERO CORRESPONDEN A LAS CIRCUNSTANCIAS REALES DEL CONTRATO.

1.- EN REFERENCIA A LOS SEÑALAMIENTOS QUE NACE ESA GERENCIA, RESPECTO A QUE NUESTRA CAPACIDAD MENSUAL DE PRODUCCION ES DE 600 MTS. Y QUE EN ESAS CIRCUNSTANCIAS LA PRODUCCION TOTAL DE PILOTES OCTAGONALES SE REALIZARIA EN 27 MESES, ES CONVENIENTE INFORMARLE QUE:

A) LA PRODUCCION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS NO PUEDE MEDIRSE LINEALMENTE TAL COMO OCURRIRIA EN UNA OBRA TRADICIONAL, YA QUE EN LA PREFABRICACION INTERVIENEN FACTORES QUE MODIFICAN LOS RENDIMIENTOS, Y MULTIPLICAN LA PRODUCCION, COMO PUEDEN SER, EL USO DE UN MAYOR NUMERO DE MOLDES, LA OPTIMIZACION DEL HABILITADO DE LOS INSUMOS Y EVIDENTEMENTE, EL USO DEL VAPOR.

B) EN LAS OBRAS DE PREFABRICACION TAL COMO OCURRE EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES, SE PRESENTA UNA INERCIA INICIAL COMO CONSECUENCIA DE LA IMPLEMENTACION DEL METODO MAS EFICAZ DE PRODUCCION, EL CUAL SE UTILIZARA DE MANERA REPETITIVA, TAL ES NUESTRO CASO; DEBIDO A QUE EN LA FECHA DE SU VISITA EL PROCESO DE PRODUCCION NO ALCANZABA LA META PREFIJADA.

POR TAL MOTIVO, SEGURAMENTE USTED ESTARA INFORMANDO QUE A LA FECHA EL TIEMPO DE COLADOS ES MENOR Y QUE ANTES A ESTO, PANDAMOS A FABRICAR ESPECIALMENTE, UNA LINEA ADICIONAL DE MOLDES DE SECCION OCTAGONAL CON UNA LONGITUD DE 200 MTS. EL CUAL YA SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE INSTALADO Y EN VISPERAS DE UTILIZACION CON LO QUE NUESTRA CAPACIDAD DE PRODUCCION SERA DE 400 MTS. A LA SEMANA SIN CONSIDERAR EL USO DEL VAPOR, NI LA LINEA DE MOLDES SEMILLA DE 100 MTS. QUE SE USARA EN LA CIUDAD DE MEXICO; CADA SEMANA QUE A LA FECHA NUESTRA PRODUCCION ES DE 400 MTS. CADA 6 DIAS.

**construcciones
e ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.**

joime balmes 11
torre c. despacho m 5
col chapultepec morales
11570 méxico, d f
tel 395-2661



Domicilio:
ROSEDAL NUM. 59.
COL. REFORMA SOCIAL.
DELEG. MIGUEL HIDALGO.
MEXICO, DISTRITO FEDERAL.
Tel. 565.82.67
565.27.82

- C) EN LO QUE SE REFIERE AL INCUMPLIMIENTO EN EL SUMINISTRO DE LOS 40 PILOTES DE 12 MTS. POR ENTREGARSE EN EL MES DE JUNIO, COMO USTED SABRA, SE FABRICARON SOLAMENTE 32 PIEZAS, HABIENDO UN ATRASO DE 8 - PIEZAS, DE MÍNIMA IMPORTANCIA COMO PARA TOMAR UNA DECISION TAN DRASTICA COMO ES LA RESCISION.
- D) RESPECTO A SU DUDA SOBRE NUESTRA CAPACIDAD DE PRODUCCION PARA TERMINAR EL CONTRATO DE OBRA EN TIEMPO, LE INFORMAMOS QUE A PARTIR DEL MES DE AGOSTO EMPEZARA NUESTRA PRODUCCION DE TRABES Y PILOTES - CUADRADOS EN LAS INSTALACIONES DE CIMBRACRET, S.A. UBICADA EN LA CALZADA DE LAS ARMAS #100 ATZCAPOT ZALCO, QUE TENEMOS RENTADA PARA TAL FIN, EN DONDE ACTUALMENTE USTED PODRA CONSTATAR LOS AVANCES QUE SE TIENEN EN LA COLOCACION DE MOLDES Y HABILITADO DE MATERIALES. ADICIONALMENTE LE INFORMAMOS QUE A PARTIR DE LA SEGUNDA QUINCENA DE SEPTIEMBRE, SE TIENE PREVISTA - LA CONSTRUCCION DE TRABES MAYORES EN NUESTRA PLANTA UBICADA EN TEFEJTL DEL RIO, HIDALGO, EN DONDE - ACTUALMENTE SE REALIZAN TRABAJOS EN LA PISTA DE FABRICACION Y EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DOSIFICADORA Y SILO DE CEMENTO. ES IMPORTANTE RECALCAR QUE CONTAMOS CON LA INFRAESTRUCTURA DE EQUIPO Y MOLDES SUFICIENTES PARA TALES FINES, ADEMAS DE QUE SE HAN OTORGADO A NUESTROS PRINCIPALES PROVEEDORES LOS ANTICIPOS NECESARIOS QUE GARANTIZAN EL SUMINISTRO OPORTUNO DE LOS INSUMOS BASICOS.
- E) EN REFERENCIA AL NO CUMPLIMIENTO A LOS ACUERDOS PACTADOS EL DIA 14, ES PRECISO COMENTARLE, QUE SE TOMARON DECISIONES RESPECTO AL USO DEL VAPOR Y SE INSTALO Y PUSO EN FUNCIONAMIENTO UNA CALDERA ADQUIRIDA EXPROFESO PARA ELLO, Y CON FECHA 20 DE JUNIO PRESENTAMOS MEDIANTE OFICIO, LOS ARGUMENTOS NECESARIOS Y LA REPROGRAMACION GENERAL DE LOS TRABAJOS, TODO ESTO EN EL TIEMPO CONVENIDO CON USTED.

TAL COMO LE INFORMAMOS EN NUESTRA CARTA DEL 20 DE JUNIO, LOS ARGUMENTOS FUNDAMENTALES QUE AVALAN NUESTRA SOLICITUD DE REPROGRAMACION SON LOS SIGUIENTES:

- RETRASO DE 40 DIAS EN EL COBRO DEL ANTICIPO, POR LO QUE DE ACUERDO A LA NUEVA REGLAMENTACION DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS, DEFASA LA TERMINACION DE LOS TRABAJOS AL 12 DE NOVIEMBRE DE 1990.
- SOLICITUD EXPRESA DE ESA DEPENDENCIA PARA QUE INICIALMENTE SE FABRIQUEN PILOTES OCTAGONALES LO QUE MODIFICO NUESTRO PROGRAMA FISICO-FINANCIERO DE CONCURSO, AL LIMITARNOS A LOS ELEMENTOS DE MENOR COSTO, LO QUE EVIDENTEMENTE INDUCE A UN ATRASO FINANCIERO INICIAL, DEBIDO A QUE CON EL MISMO NUMERO DE METROS PRODUCIDOS HASTA LA FECHA SE TENDRIA UN AVANCE FINANCIERO 5 VECES MAYOR EN TRABES Y 2.5 VECES CON PILOTES CUADRADOS.

**construcciones
e Ingeniería
especializadas,
s.a. de c.v.**

Jaime Balmes 11
torre c. despacho m 5
cal chapultepec morales
11570 México, d.f.
tel. 395-2661



Domicilio:
ROSEDALE NÚM. 59.
COL. REFORMA SOCIAL.
DELEG. MIGUEL HIDALGO.
MEXICO, DISTRITO FEDERAL.
Tel. 66576267
565.27.82

DE ACUERDO A LA REUNION CELEBRADA EL DIA 26 DE ABRIL EN LA GERENCIA A SU DIGNO CARGO CON EL COORDINADOR DE CONCURSOS Y PRECIOS UNITARIOS, ING. FRANCISCO MARIEL GONZALEZ EN LA QUE SE CONVIÑO TRASLADAR NUESTRO EQUIPO DE PRODUCCION, PERSONAL, ETC. PARA FABRICAR LOS PILOTES OCTAGONALES EN EL TERRENO DE ESA DEPENDENCIA EN LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO, TAMBIEN SE MANIFESTO QUE ESTE CAMBIO MODIFICARIA EL PROGRAMA ORIGINAL DE TRABAJO DEBIDO A QUE ERA NECESARIO HABILITAR NUESTRAS INSTALACIONES, TRASLADAR EQUIPO DE PRODUCCION, PERSONAL TECNICO ESPECIALIZADO Y MATERIALES BASICOS PARA PODER INICIAR NUESTRO CICLO DE FABRICACION, PARA LO CUAL TUVINOS QUE EFECTUAR TRABAJOS DE LIMPIEZA, - NIVELACION Y ACCESOS AL TERRENO ASI MISMO REFORZAR LOS MUERTOS DE TENSADO, BASICOS PARA NUESTROS TRABAJOS Y LOCALIZAR LOS BANCOS DE MATERIALES QUE CUMPLIERAN LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO, - TODO ESTO PROVOCO UN RITMO LENTO EN EL INICIO DE LOS TRABAJOS YA QUE EL TIEMPO ENTRE EL PRIMERO Y EL SEGUNDO COLADO FUE DE 19 DIAS.

DEBIDO A LO ANTERIOR APELAMOS A SU COMPRESION PARA RECORRER EL PROGRAMA DE OBRA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1990. EN LA INTELIGENCIA DE QUE PRIORITARIAMENTE SE FABRICARAN LOS PILOTES OCTAGONALES Y CUADRADOS.

POR TODO LO ANTERIOR NOS CAUSA DESCONCIERTO LA INTENCION DE RESCINDIR ADMINISTRATIVAMENTE EL CONTRATO DE OBRA, DEBIDO A QUE ESTAMOS PONIENDO NUESTRO MEJOR ESFUERZO PARA CUMPLIR DEBIDAMENTE CON LOS COMPROMISOS CONTRAIDOS, ADEMAS DE QUE EL MISMO CONTRATO SEÑALA LAS PENAS CONVENCIONALES POR ATRASO DE LOS TRABAJOS EN CUESTION, Y EXISTEN LAS GARANTIAS NECESARIAS LEGALES Y ETICAS DE NUESTRA EMPRESA PARA PODER CUMPLIR DEBIDAMENTE CON EL CONTRATO DE REFERENCIA.

CREEMOS QUE ESTA DECISION FUE TOMADA CONSIDERANDO EL RETRASO QUE EXISTE RESPECTO AL PROGRAMA DE DE CONCURSO POR LO QUE ES DE SUMA IMPORTANCIA LA REPROGRAMACION GENERAL QUE ANEXAMOS A LA PRESENTE DEBIDO A QUE EN ELLA ESTAN INVOLUCRADOS LOS FACTORES YA MENCIONADOS QUE FUERON AJENOS A NUESTRA EMPRESA.

ESTAMOS CIERTOS DE QUE UNA RESCISION A ESTAS ALTURAS NO ES CONVENIENTE NI PARA NUESTRA EMPRESA NI PARA LOS INTERESES GENERALES DE ESOS FERROCARRILES, POR LO QUE APELAMOS A SU COMPRESION PARA QUE SE VALOREN NUESTROS ARGUMENTOS, SE TOQUE EN CUENTA NUESTRA PROPUESTA Y SE LE DE CURSO A NUESTRA PRIMERA ESTIMACION PARA ENMARCARNOS DE ESTA MANERA EN LAS CONDICIONES REALES DEL CONTRATO EN VIGOR.

AGRADECIENDO LAS ATENCIONES A LA PRESENTE Y EN ESPERA DE SU MEJOR DECISION LE REITERO MIS MAS CORDIALES SALUDOS.

ATENTAMENTE.

LIC. FRANCISCO LOPEZ PEREZ.
DIRECTOR GENERAL.

ANEXO B



**construcciones e ingeniería especializadas,
s.a. de c.v.**

rosedal 59, col. reforma social, c.p. 11650, méxico, d.f.
tel. 390-62-84

MINUTA DE TRABAJO QUE SE CELEBRA EL 6 DE AGOSTO DE 1991. POR UNA PARTE LA COMPAÑIA CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALIZADAS, POR CONDUCTO DEL --- ING. ALFREDO GARZON SOSA EN SU CARACTER DE RESIDENTE DE PLANTA EN MEXICO, D. F. Y POR LA OTRA EL INGENIERO JORGE TERCERO ORTIZ EN SU CARECTER DE SU PERSIVOR DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO, PARA VERIFICAR FISICA Y ADMINISTRATIVAMENTE LOS AVANCES DEL CONTRATO A-39364, RELATIVO A LA CONS-TRUCCION DE TRABES Y PILOTES CUADRADOS.

PUNTO NUM. 1.- SE VERIFICO QUE LA PLANTA DE REFERENCIA SE ENCUENTRAN: --- 867 METROS LINEALES DE PILOTES SECCION CUADRADA LISTOS PARA EMBARCARSE A SU DESTINO FINAL, SIENDO DE LAS SIGUIENTES LONGITUDES:

DE 6.00' MTS. ---	69 PZAS. =	414 MTS.
7.00 MTS. ---	50 PZAS. =	350 MTS.
8.00 MTS. ---	5 PZAS. =	40 MTS.
9.00 MTS. ---	7 PZAS. =	63 MTS.

S U M A . 867 MTS.

PUNTO NUM. 2.- SE VERIFICO QUE EN LA ESTACION DE TLALNEPANTLA SE ENCUEN-TRAN 493 METROS LINEALES DE ELEMENTOS DE LAS SIGUIENTES LONGITUDES:

DE 7.00 MTS. -	44 PZAS. =	308 MTS.
6.00 MTS. -	1 PZA. =	6 MTS.
9.00 MTS. -	11 PZAS. =	99 MTS.
8.00 MTS. -	10 PZAS. =	80 MTS.

S U M A . 493 MTS.

SUMANDO LOS PUNTOS UNO Y DOS = 1,360 METROS.

147

1507

Alfredo Garzon Sosa
2/11/91
JHU



**construcciones e ingeniería especializadas,
s.a. de c.v.**

roscetal 59, col. reforma social, c.p. 11650, méxico, d.f.
tel. 390-62-84

SE LE INFORMO AL ING. JORGE TERCERO, QUE NO OBTANTE DE CONTAR C⁰ EL FC - PARA 13 GONDOLAS HASTA EL MOMENTO ES DIFICIL COMPLETAR LOS EMBARQUES DEBIDO A LA ESCASEZ DE DICHAS GONDOLAS EN LA ESTACION DE TALNEPANTLA, NO SE HAN PODIDO SITUAR LOS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PLANTA DE PREFABRICACION, PORQUE LO HA PROHIBIDO EL JEFE DE ESTACION DEBIDO A QUE ESTORBAN PARA SUS MOVIMIENTOS COTIDIANOS.

AL MOMENTO SE REPORTA UN TOTAL DE METROS LINEALES FABRICADOS DE 3,282 QUE CORRESPONDEN A UN 89 % DE LA PRODUCCION TOTAL, QUEDANDO FALTANTE POR PRODUCIR AL DIA DE HOY 407 METROS LINEALES Y TENIENDO UN AVANCE DE 171 METROS LINEALES CON RESPECTO A LOS ESTIMADOS POR ESTA COMPANIA HASTA EL CERTIFICADO NUMERO 10.

DICHA SUPERVISION COMPROBO QUE AL RITMO DE PRODUCCION QUE SE TIENE EN ESTE MOMENTO, A MAS TARDAR EN 15 DIAS SE TERMINA TOTALMENTE LA PRODUCCION, ADEMÁS SE CUENTA CON MATERIALES COMPLEMENTARIOS HABILITADOS COMO SONOTUBO, VARRILLA Y PRESFUERZO PARA TERMINAR TOTALMENTE LA PRODUCCION FALTANTE.

<u>C O N C E P T O .</u>	<u>M.L.</u>	<u>PRECIO UNIT.</u>	<u>IMPORTE.</u>
PRODUCIDO A LA FECHA	3,282	184,868.58	\$ 606'738,680.00
ESTIMADO A LA FECHA	3,111	184,868.58	575'126,152.00
DIFERENCIA POR EST. A FAVOR C.I.E.S.A.			\$ 31'612,528.00

IMPORTE DE MATERIALES HABILITADOS:

SONOTUBO	100 %	2'700,000.00
A. PRESFUERZO	100 %	5'400,000.00
PUNTAS	100 %	1'560,000.00
A. PRESFUERZO	100 %	17'170,000.00

		\$ 26'830,000.00



**construcciones e ingeniería especializadas,
s.a. de c.v.**

roscat 59, col. reforma social, c.p. 11650, México, d.f.
tel. 390-62-84

SE LEVANTA ESTA MINUTA A LOS SEIS DIAS DEL MES DE AGOSTO DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UNO. CONSTANDO DE TRES HOJAS LAS CUALES QUEDAN FIRMADAS.

POR:
FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

ING. JORGE TERCERO ORTIZ
SUPERVISOR.

POR:
CONSTRUCCIONES E INGENIERIA ESPECIALI
ZADAS, S.A. DE C.V.

ING. ALFREDO GARZON SOSA.
RESIDENTE.

ANEXO 14

~~MEMORIA DE CALCULO PARA ALTERNATIVA DE ARMADO TRANSVERSAL~~
PILOTE REFORZADO ALIGERADO.

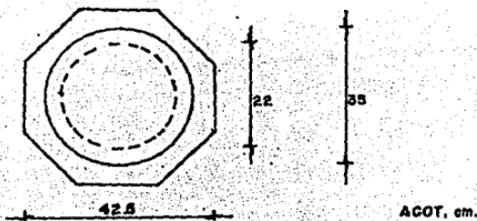
DISEÑO ORIGINAL:

ZUNCHO DE 3/8 DE PULGADA CON 4.5 CM DE PASO EN UN METRO A PARTIR DE LA PUNTA.

ZUNCHO DE ALAMBRE # 5 CON 5.5 CM DE PASO EN LA SECCION HUECA.

ZUNCHO DE ALAMBRE # 5 CON 3.5 CM DE PASO EN LA CABEZA DEL PILOTE.

GEOMETRIA SEGUN PROYECTO ORIGINAL:



PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA PUNTA:

$P' = 0.018$

PARA ALAMBRO N SERIA $P' = 0.0326$

PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA SECCION ALIGERADA:

$P' = 0.0044$

PARA ALAMBRO N SERIA $P' = 0.0080$

PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA CABEZA DEL PILOTE:

$P' = 0.0064$

PARA ALAMBRO N SERIA $P' = 0.0116$

DISEÑO PROPUESTO:

ZUNCHO DE 1/4 DE PULGADA CON 2.5 CM DE PASO EN UN METRO A PARTIR DE LA PUNTA.

ZUNCHO DE 1/4 DE PULGADA CON 4.5 CM DE PASO EN LA SECCION HUECA.

ZUNCHO DE 1/4 DE PULGADA CON 2.5 CM DE PASO EN LA CABEZA DEL PILOTE

LA GEOMETRIA Y EL PRESFUERZO LONGITUDINAL SERAN LOS ORIGINALES.

PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA PUNTA:

$P' = 0.0146 < 0.0326$

PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA SECCION ALIGERADA:

$P' = 0.0134 > 0.0080$

PORCENTAJE DE REFUERZO HELICOIDAL EN LA CABEZA DEL PILOTE:

$P' = 0.0146 > 0.0116$

EN LA SECCION HUECA DEL PILOTE SE PUEDE PONER UN PASO DEL REFUERZO HELICOIDAL DE 6.5 CM., MIENTRAS QUE EN EL CABEZAL, DE 3.0 CM.

CONCLUSION:

SE REQUIERE QUE EN LA PUNTA NO SEA MODIFICADO EL DISEÑO INICIAL; EN LO REFERENTE AL CUERPO DEL PILOTE Y CABEZAL LA ALTERNATIVA PROPUESTA ES ADECUADA.

REFUERZO TRANSVERSAL DEFINITIVO:

ZUNCHO DE 3/8 DE PULGADA CON 4.5 CM DE PASO EN UN METRO A PARTIR DE LA PUNTA.

ZUNCHO DE 1/4 DE PULGADA CON 6.5 CM DE PASO EN LA SECCION HUECA.

ZUNCHO DE 1/4 DE PULGADA CON 3.0 CM DE PASO EN LA CABEZA DEL PILOTE.

LOS TRASLAPES DEBERAN TENER UNA VUELTA Y MEDIA POR LO MENOS.

MEMORIA DE CALCULO PARA ALTERNATIVA DE ARMOZO LONGITUDINAL

PILOTE PREFORZADO ALIGERADO.

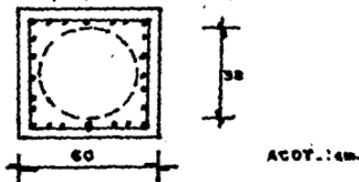
DISEÑO ORIGINAL:

24 CABLES DE PRESFUERZO DE 3/8 DE PULG. CALIDAD 170 K. CON CAMISA SEGUN LA NORMA ASTM A 416.

DATOS DE DISEÑO:

CARGA DE RUPTURA 10430 KG.
CARGA INICIAL DE PRESFUERZO 7300 KG.
RANGO DE CARGA DE DISEÑO 5850 A 6210 KG.

GEOMETRIA Y PRESFUERZO INICIAL:



TOMANDO LA CARGA EFECTIVA SUPERIOR DE DISEÑO:
24 CABLES * 6210 KG. = 149040 KG.

ESFUERZO EN LA ZONA NO ALIGERADA:
 $F = 149040 \text{ KG.} / (60 * 60) \text{ CM}^2. = 41.40 \text{ KG/CM}^2.$

ESFUERZO EN LA ZONA ALIGERADA:
AREA NETA = 2465.89 CM².
 $F = 149040 \text{ KG.} / 2465.89 \text{ CM}^2. = 60.44 \text{ KG/CM}^2.$

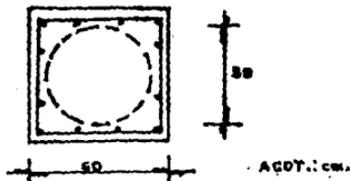
DISEÑO ALTERNATIVO:

12 CABLES DE PRESFUERZO DE 1/2 PULG. CALIDAD 270 K. CON CAMISA SEGUN LA NORMA ASTM A 416.

DATOS DE DISEÑO:

CARGA DE RUPTURA 18730 KG.
CARGA INICIAL DE PRESFUERZO 13100 KG.
RANGO DE CARGA DE DISEÑO 10470 A 11150 KG.

GEOMETRIA Y PRESFUERZO PROPUESTO:



TOMANDO LA CARGA EFECTIVA SUPERIOR DE DISEÑO:
12 CABLES * 11150 KG. = 133800 KG..

ESFUERZO EN LA ZONA NO ALIGERADA:
 $F = 133800 \text{ KG.} / 3600 \text{ CM}^2. = 37.17 \text{ KG/CM}^2.$

ESFUERZO EN LA ZONA ALIGERADA:
 $F = 133800 \text{ KG.} / 2465.89 \text{ CM}^2. = 54.26 \text{ KG/CM}^2.$

CONCLUSION:

SE OBSERVA UN DECREMENTO DE EFICIENCIA DE 10%. CONSIDERANDOSE APROPIADO EL PRESFUERZO PROPUESTO, POR NO SER SIGNIFICATIVA LA DEFICIENCIA Y EN VIRTUD DE QUE EN EL DISEÑO ORIGINAL SE TOMARON DATOS DE TORÓN DE 3/8 DE PULG. CALIDAD 250 K.

EN CASO DE CONSIDERAR NECESARIO CUALQUIER AJUSTE, FAVOR DE PROPORCIONAR LA NUEVA GEOMETRIA Y PRESFUERZO DE LA SECCION.

FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Cierto es, que atravesamos por una de las etapas más difíciles que ha vivido nuestro País, en su ya tan sacudida Historia, y la consecuencia de ello se ve reflejada en la industria de la construcción, que en todas partes del planeta, sin duda refleja el desarrollo particular de cada Nación.

En la época actual el uso de Elementos Prefabricados de Concreto Presforzado, es muy común en todas partes del mundo y en especial en México, debido a las grandes ventajas y versatilidad. El concreto es un material que reúne las más amplias características estéticas, ofrece una ilimitada libertad de concepción de formas y, con la ayuda de la Industria de la Prefabricación, permite conjugar los sistemas constructivos más avanzados, con el fin de lograr además de funcionalidad y belleza plástica, economía en costo y tiempo de ejecución, factores en muchos casos, decisivos.

Pensando en la industrialización, es conveniente la tipificación o estandarización de los diseños, que permitan ofrecer seguridad, calidad, y sobretodo funcionalidad, factores sin duda importantes, para poder desarrollar y perfeccionar sistemas de producción, equipo de manejo y montaje, así como también nuevas técnicas de moldeo, haciendo posible la fabricación de nuevos elementos con mayor libertad de diseño, fomentando la Industria del Presfuerzo y la Prefabricación, contribuyendo económicamente a satisfacer las necesidades de construcción del futuro.

Al brindarme la oportunidad de poder manifestar mis experiencias en esta **Industria de la Prefabricación**, y en especial de los **Elementos Presforzados para Puentes de Ferrocarril**, adquirí el compromiso de poder hacer de este documento un informe que contuviese lo más veraz de las realidades vividas, es por ello que al plantearse una solución específica, para un problema tan especial y que de alguna forma, podría decirse fui autor intelectual y ejecutor de dicha solución, y que a partir de esa fecha se instituye como requisito indispensable para los pocos concursos de obra que se vienen realizando en este sexenio que acaba de terminar, en especial en la modernización del Sistema Ferroviario del País, concluyo que el esfuerzo realizado en beneficio de la Dependencia y de mi Empresa están bien justificados, y que en lo sucesivo se llevaron licitaciones a nivel regional, requiriendo la entrega de los elementos en alguna estación del ferrocarril perteneciente a la

Región que convocaba al concurso, y que las experiencias acumuladas a lo largo de estos años me han permitido fortalecer los conocimientos y enseñanzas recibidas.

Adentrándonos al documento aquí presentado he de mencionar que si me permití incluir una serie de anexos, de documentos oficiales, fotografías, normas de calidad para los materiales más importantes y base de este sistema, fue sólo con el fin de demostrar que estas situaciones allí plasmadas motivaron a tomar decisiones a problemas reales y de alguna manera coadyuvan en la información necesaria de este documento.

El propósito inicial era el de demostrar de manera lógica y sencilla lo concerniente, a **La Prefabricación de Elementos Pretensados para Puentes de Ferrocarril**, y el de mostrar las grandes ventajas que nos brinda la Industria de la Prefabricación, y el presfuerzo en la Industria de la Construcción y en especial el desarrollo incluyendo las problemáticas que se presentaron a lo largo de su ejecución.

Para mí ha representado una gran satisfacción, el hecho de haber visto nacer este proyecto desde su convocatoria hasta su acta de entrega-recepción y más cuando apareció una convocatoria, por parte de la misma Dependencia, tomando en consideración las observaciones realizadas en el desarrollo del contrato mencionado en este informe, lo que nos lleva a una conclusión más: los ahorros que le pueden representar a las regiones, particulares del Ferrocarril, al realizar sus convocatorias a nivel nacional pero con la condición de entregar en las estaciones más cercanas a nivel región, han permitido establecer programas de modernización más eficientes y en menor tiempo.

Establecer una planta en las instalaciones de la Dependencia puede ser un logro que nunca pensaron obtener, y con ello una opción más para poder cumplir con sus programas, y sobretodo habiendo sido testigos de la gran capacidad de producción que se puede llegar a obtener de ese espacio que por años mantenían en el total abandono.

La calidad de los Elementos que se fabricaron en este Contrato ha sido de lo más importante de hacer notar, puesto que en toda la historia de los Ferrocarriles, no se había conseguido poder estar hincando pilotes para alguno de sus puentes a una edad de madurez del elemento tan corta, es decir que no tan sólo se ahorro tiempo en fabricación, embarque y arrastre, sino que también en la disponibilidad de poder contar con ellos para las soluciones a problemas imprevistos, lo que de alguna manera significa un gran reto personal para poder seguir implementado sistemas más óptimos, para la fabricación de cualquier elemento, ya sea pretensado o postensado en colaboración con concreto de alta calidad.

Cabe señalar que no tan sólo el Grupo de Empresas para el cual colaboro, ha participado en el desarrollo de los Sistemas de prefabricación de estos elementos, sin embargo, es a partir de muchas de sus ideas o sistemas de producción, que se ha venido perfeccionando la Tecnología empleada dentro de esta gran Industria hasta establecer condiciones tanto de fabricación como de manejo e hincado o montaje según sea el caso, para obtener como resultado Elementos de mejor calidad, mayor manejabilidad, con una resistencia que permite su disponibilidad en menor tiempo, y sobre todo a un muy bajo costo, y poder solventar con mayor atingencia las demandas que trae consigo la modernización y mantenimiento de la Red Ferroviaria Nacional.

Finalmente, espero que la información aquí presentada de alguna manera contribuya en ampliar el acervo con el que cuenta la Escuela y así pueda concluir que los objetivos planteados al principio de este documento se han cumplido.

GLOSARIO

ALAMBRE PARA PRESFUERZO

Elemento de acero que, tensado y anclado, se emplea para impartir presfuerzo al concreto.

ANCLAJE

Dispositivo para mantener los tendones bajo tensión.

ANCLAJE DE POSTENSADO

Dispositivo colocado en forma permanente en los extremos del tendón por el cual se transmite al concreto endurecido la fuerza presforzante.

ANCLAJE DE PRETENSADO

Dispositivo temporal que mantiene la fuerza de tensión en el acero de presfuerzo hasta la transferencia.

BACHA

Coloquialmente así se le denomina al recipiente en donde se traslada el concreto, para su depósito en el lugar donde se está colando

BANCO

Cama, mesa, pista en donde se instalan los moldes para producción, cuenta con muerdos de anclaje en ambos extremos.

BARRILETE

Componente del anclaje en cuyo interior se alojan las cuñas que sujetan el extremo del tendón de presfuerzo.

CABLE

Tendón formado por varios alambres o torones que generalmente van dentro de un ducto.

CAMA

Sitio, con las instalaciones adecuadas, donde se fabrican los elementos pretensados, por vaciado del concreto en los moldes o por procedimiento de extrusión.

CANDELERO

Orificio o cavidad en la mesa de tensado que se prepara para recortar las dimensiones de la longitud de moldes de acuerdo a los proyectos, para hincar viguetas que funcionan como apoyos fijos.

CONCRETO PRESFORZADO

Concreto en el cual se aplica una fuerza de compresión que produce esfuerzos internos de magnitud y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas de (servicio) se contrarrestan hasta un nivel deseado.

CONCRETO PARCIALMENTE PRESFORZADO

Concreto en el cual se han introducido esfuerzos internos de magnitud y distribución tales que los esfuerzos resultantes de las cargas de (servicio) se contrarrestan parcialmente hasta un nivel deseado, tomándose el remanente de tales esfuerzos con acero de refuerzo.

CONTRA-FLECHA.

Deflexión hacia arriba que se presenta en un elemento estructural presforzado.

CUÑAS.

Parte del anclaje que sujeta el tendón dentro del barrilete.

DEFLECTOR.

Dispositivo que se emplea en la fabricación de elementos pretensados, colocado en el sitio donde se requiera cambiar la trayectoria de los tendones.

DEFLECTOR.

Perfil tubular metálico que se emplea en elementos de concreto postensado dentro del cual se alojan los tendones.

ELIMINADOR DE ADHERENCIA.

Material o producto que recubre determinada longitud de un tendón, para evitar que el concreto se adhiera.

FLUJO PLASTICO.

Deformación diferida, que se presenta en los elementos de concreto presforzado bajo la acción de la carga permanente y que modifica la fuerza presforzante.

FRICCION POR CURVATURA.

Es la que resulta de la curvatura en el perfil especificado de los cables de postensado.

FRICCION POR DESVIACION.

Es la provocada por una desviación no intencionada del cable de presfuerzo fuera de su ubicación especificada.

INYECCION DE LECHADA EN LOS DUCTOS.

Operación de introducir la lechada requerida mediante bombeo a presión, dentro de los ductos de los tendones.

MUERTO DE ANCLAJE.

Estructura voluminosa y pesada, de concreto, que sirve para equilibrar los esfuerzos temporales producidos por los dispositivos de anclaje de los tendones de presfuerzo.

PEINE.

Se conoce también como sandwich al aditamento conformado por un juego de placas de acero de espesores considerables, colocadas una encima de otra con un separador de por medio, a través del cual se insertan los tendones para su tensado.

POSTENSADO

Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan después de que el concreto ha adquirido la resistencia del proyecto.

PRESFUERZO EFECTIVO.

Esfuerzo que persiste en los tendones después de que han ocurrido todas las pérdidas.

PRETENSADO.

Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de que se cuele el concreto.

RESPIRADERO.

Conducto tubular, generalmente de plástico, conectado herméticamente al ducto de postensado con salida al exterior para permitir la expulsión del aire o agua. Sirve también como un indicador de que la inyección de la lechada ha sido completa.

TENDON

Elemento o conjunto de elementos de acero, que tensados y anclados en común le imparten al concreto la fuerza presforzante. Puede estar constituido por un alambre, un torón y un cable formado por varios alambres o varios torones.

TENDON ADHERIDO.

Es aquel en el que se provoca su adherencia al concreto ya sea directamente o con una lechada.

TENDON NO ADHERIDO.

Es aquel en el que se evita su adherencia con el concreto.

TENSION INICIAL.

Fuerza presforzante máxima aplicada al tendón al tensar.

TENSION FINAL.

Fuerza presforzante que permanece en el tendón después de que han ocurrido todas las pérdidas.

TORON

Tendón compuesto generalmente de siete alambres o hilos, de los cuales el central es recto y los otros seis longitudinalmente siguen una trayectoria helicoidal.

TRANSFERENCIA.

En concreto pretensado, es la acción de transferir la fuerza del tendón al concreto del elemento estructural, al ser elevado el tendón de sus anclajes temporales extremos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALAMO NEIDHART, Raúl
Concreto Presforzado.
México, I.M.C. Y C.A.C. 1978
148 p.

- 2.- GERWICK Jr, Ben C.
Construcción de Estructuras de Concreto Presforzado.
(tr. José Luis Comba Castañeda).
México, Ed. Limusa . 1980
455 p.

- 3.- LIN, T.Y.
Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado.
(tr. Roberto Martínez Guerra).
México, 2a. Edición .C.E.C.S.A.. 1969.
701 p.

- 4.- **MEMORIA XII JUNTA REGIONAL DEL INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO**
A.C.I. Celebrada en Noviembre de 1959 ,en Ciudad Universitaria , México
353 p.

- 5.- **FOURTH CONGRESS OF THE**
FEDERATION INTERNATIONALE DE LA PRECONTRAINTÉ
ROME-NAPLES 1962
VOLUME 2
GENERAL REPORTS AND DISCUSSION
553 p.