

00164



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

SUPERVISION DE OBRA

CON UTILIZACION DE PREFABRICADOS DE
CONCRETO ARMADO Y COMPUTACION

TESIS CON
FALSA ORIGEN

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
ARQUITECTURA EN EL AREA DE TECNOLOGIA

PRESENTA

Arq. ALVAREZ MIRANDA JULIO CESAR
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MEXICO 1991





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

INDICE

PROLOGO

INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES
 - 1.1 Computación
 - 1.2 Prefabricación
- 2 TECNOLOGIAS DE LA PREFABRICACION-CONCRETO ARMADO
 - 2.1 Piezas ligeras, piezas medias, piezas pesadas
 - 2.1.1 Piezas ligeras
 - 2.1.2 Piezas medias
 - 2.1.3 Piezas pesadas
 - 2.2 Procesos de producción con refuerzo normal y prestozados
 - 2.2.1 Refuerzo normal
 - 2.2.2 Prestozados
 - 2.3 Dispositivos de transporte
 - 2.4 Conexiones
 - 2.6 Normas y especificaciones básicas
 - 2.6 Mantenimiento
- 3 DESCRIPCION DE PROYECTO
(Palacio de Hierro)
- 4 SUPERVISION
 - 4.1 Plan global
 - 4.2 Control del programa
 - 4.3 Control del presupuesto
 - 4.4 Control de calidad
- 6 FORMATOS
 - 6.1 Formatos para el control del programa
 - 6.2 Formatos para el control del presupuesto
 - 6.3 Formatos para el control de calidad
- 8 DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
(Producción, Transporte y montaje)
- 7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES
- 8 BIBLIOGRAFIA
- 9 APENDICE

PROLOGO

El primer capítulo expone antecedentes de la prefabricación y la computación, como factores importantes que intervienen en la evolución de la supervisión de obra, ambos nos darán una idea de su situación en México.

El capítulo segundo expresa un conjunto de características que se deben tomar en cuenta para la mejora en la construcción, transporte y uso de los elementos prefabricados de concreto armado en México, cabe recalcar que la aplicación de las recomendaciones que se vierten en este capítulo pretenden optimizar los tres puntos ya mencionados.

En el tercer capítulo es una descripción del proyecto en estudio, para este caso se tomó el Palacio de Hierro de Coyoacán, se describe las dimensiones generales por áreas y se menciona al grupo que contribuyó a su realización.

En el cuarto capítulo se resume toda la metodología aplicada a la Supervisión, orientando el camino correcto para el control de obras, inicialmente, previo a la iniciación de las obras, debemos recabar toda información planteada en el plan global, para luego iniciar los tres controles fundamentales: programa, presupuesto y calidad; los cuales se desarrollan en el transcurso de la obra, apoyados en el uso de la computadora, junto a estas se aportan otras experiencias que logran simplificar este proceso.

El quinto capítulo es utilizado como auxiliar en la comprensión del anterior capítulo, ejemplifica los formatos tipo necesarios para conducir una obra, estos en la práctica varían de una empresa a otra pero la información mencionada como requisito es la que prevalecerá en cualquier formato de ese tipo, y como apoyo se mencionan en cada uno de ellos los paquetes y lenguajes de computación utilizados en la obra en estudio.

El sexto describe superficialmente tanto el proceso constructivo que se siguió en fábrica como en obra y aporta algunas recomendaciones y sugerencias recabadas en las experiencias durante la obra.

En el séptimo capítulo se mencionan recomendaciones sobre temas tratados en la tesis y acaba con conclusiones de lo que se puede lograr si se sigue la supervisión con una estricta metodología desarrollada en esta tesis.

En el octavo capítulo se anexan las fuentes consultadas para su elaboración, comentada, para que de alguna manera contribuya a dar a conocer el contenido de todos estos materiales.

En el noveno capítulo maneja un apéndice, soldaduras en conexiones como material complementario que apoya al desarrollo del capítulo 2.4.

INTRODUCCION

En la industria de la construcción el proceso constructivo es un proceso dinámico, principalmente por la movilidad que tiene a través de una línea de producción de los recursos, esta dinámica hace que el proceso constructivo resulte algo complejo, pero sin ella ninguna acción podría culminarse, ayuda a culminar correctamente lo planeado, vigilando la producción y sobre todo a cumplir con los objetivos previamente establecidos.

El presente trabajo va dirigido a profesionales interesados en mejorar los medios y sistemas de Supervisión de obra con la intención de lograr una optimización de su metodología aplicada al control de obra, a la vez cumplir con los tiempos de ejecución y alcanzar una calidad.

El Supervisor de obra, tiene que integrar dinámicamente las funciones de planeación, organización, dirección y control de obra, para alcanzar un fin grupal, para lo cual tendrá que planear inicialmente toda actividad a realizarse en el plan global, para luego en función al tiempo, costo, calidad y recursos disponibles, determine por etapas las necesidades generales y parciales a utilizarse durante el proceso constructivo, logrando una similitud del avance real ejecutado con el avance programado y reprogramar cuantas veces sea necesario.

Para lograr una buena ejecución de todas estas funciones, considere un caso en estudio: El Palacio de Hierro, una edificación destinada a comercios, la que además de seguir desde un principio una planeación bien estudiada y una programación detallada, se complementa con el apoyo de tecnologías: prefabricación y computación, las cuales contribuyen a aminorar tiempos de trabajos que llevados de una forma tradicional hubiese abarcado un mayor tiempo utilizado en su realización.

Y para complementar más sobre este tema consideré necesario tomar información ajena a la obra apoyadas en experiencias de otras construcciones y bibliografía, conjuntando de esta manera experiencias, logrando una guía de apoyo para futuras administraciones, que se propongan superar en sus métodos de control de obras.

Los Arquitectos debemos estar conscientes de que nuestro trabajo no solo es el diseño y proyecto sino que también la construcción que algunos consideran únicamente para ingenieros, es parte de nosotros, conocer las técnicas del proceso constructivo, recursos como: materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, costos, cálculo... etc. que definitivamente es la única manera de demostrar que nuestros proyectos son justificables físicamente, a la vez integrando proyecto y obra con la finalidad de minimizar por completo los posibles errores.

La Supervisión es necesaria en cualquier obra, ya que con ella se garantiza a través de los controles, una alta probabilidad de éxito en los siguientes terminos: bajo costo, buena calidad y tiempo mínimo.

1. ANTECEDENTES

1 ANTECEDENTES.

1.1 ANTECEDENTES DE LA COMPUTACION

Muchas nociones que las remontamos a los tiempos más lejanos de la historia de la humanidad, han servido a los hombres de todas las épocas posteriores para enfrentar los problemas de sus días. De forma natural fueron surgiendo las máquinas que podían auxiliarlo a poner en práctica sus ideas. Así surgió primeramente el ábaco árabe y tablas que contenían los resultados de las operaciones que cada sociedad usaba más comúnmente.

En 1646 el matemático y filósofo francés Blaise Pascal, inventó una máquina capaz de llevar la cuenta automática de sumas y restas elementales. Por primera vez una máquina efectuó automáticamente el acarreo, hasta entonces ejecutado solamente en la mente humana, idea que se explotó durante 300 años para construir muchos de los instrumentos de cálculo.

Leibnitz (1646-1716) también hizo su propia calculadora, su aportación fue la de proponer el sistema binario.

En 1804 el francés Joseph-Marie Jacquard puso en práctica la idea de automatizar ciertas fases del funcionamiento de las máquinas de tejido textil que un siglo antes había insinuado el mecánico Falcon.

En 1822 el matemático inglés Charles Babbage ideó su máquina diferencial que podía realizar automáticamente operaciones aritméticas en secuencias diferentes.

Herman Hollerith inventó un sistema para representar datos de los ciudadanos estadounidenses en tarjetas y así procesar el censo de 1890 en dos años y medio mejorando lo sucedido en el censo de 1880 que duró más de 7 años; posteriormente en 1896 ya con el sistema mejorado se realiza el censo ruso.

De 1890 a 1940 estas máquinas de tarjetas perforadas fueron desarrolladas y dotadas de otras funciones que las hicieron más veloces.

En 1936 el alemán Konrad Zuse construyó el calculador electromecánico, el Z1, primeras máquinas que dejaron de ser cien por ciento mecánicas.

En 1944 el profesor Howard H. Aiken de la universidad de Harvard de los Estados Unidos, desarrolló después de 7 años de estudio un calculador automático en que se materializaron parte de las intuiciones de Babbage y la idea de la tarjeta perforada de Jacquard, máquina llamada MARK I y su funcionamiento se regía por instrucciones que se leían de una cinta de papel perforada.

P. Eckert, J.W. Mauchly y H.H. Goldstine realizaron el proyecto de un calculador, el cual empezó a funcionar en febrero de 1946 con el nombre de ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), secreto que se guardó durante la segunda guerra mundial y desarrollado en la Universidad de Pensilvania en los Estados Unidos que, sin embargo utilizaba válvulas electrónicas (bulbos) y conexiones de alambre semejantes a cualquier aparato televisivo.

Simultáneamente en 1952 la Universidad de los Estados Unidos, Princeton, el húngaro J. Von Neumann proyectó lo que hoy es reconocido como el prototipo de las computadoras modernas, la EDVAC, diseño basado en el concepto de "programa almacenado", significa que la máquina podía almacenar, además de los datos, las instrucciones que regirían su propio funcionamiento.

La ENIAC era una máquina nueva en la cual se eliminaron todas las partes mecánicas en movimiento que representaban los números sustituyéndose por bulbos activados mediante impulsos electrónicos. ENIAC podía efectuar multiplicaciones miles de veces más rápido que el calculador electromecánico más sofisticado.

Le siguió a la ENIAC la EDVAC que introdujo el concepto de programa almacenado, esta última junto a otras desarrollada en la misma época representan lo que se llama la primera generación de computadoras, la característica que las distinguió a estas de todas las máquinas anteriormente construidas, fue la capacidad de tomar decisiones lógicas o alterar su funcionamiento dependiendo del resultado de las operaciones y de los datos que ellas mismas manejaban.

La compañía Remington Rand desarrolló la UNIVAC I primera computadora de uso comercial, apareció en 1951, entre sus características, como Dispositivo de entrada y salida usaba la cinta magnética, se inició el procesamiento de datos alfanuméricos y el uso de un programa especial capaz de traducir en un lenguaje particular al lenguaje de máquina.

Aún así, después de las muchas mejoras de las computadoras, el uso de bulbos, su gran volumen de cada computadora, sus condiciones de funcionamiento, y la búsqueda de mayor rapidez, encaminaron a un cambio.

Los transistores sustituyeron a los bulbos, reduciendo las diferencias de las máquinas anteriores, surgieron las memorias de ferrita que permitieron reducir el tamaño, formando así la segunda generación de computadoras aproximadamente en 1960.

En 1964 apareció en el mercado la tercera generación de computadoras constituidas con circuitos integrados monolíticos, gracias a los cuales aumentó considerablemente la velocidad de operación incrementando a su vez su confiabilidad y disminuyendo su costo y tamaño, una característica fundamental de estos equipos fue la gran compatibilidad de sus componentes, permitiendo que hubiera una gran flexibilidad en la modificación o expansión de sistemas de cómputo sin alterar los sistemas básicos.

Las computadoras de esta generación se utilizaron tanto para fines científicos como comerciales, sin embargo eran caras y solo podían ser manejadas por personal especializado.

En la década de los setentas la manufactura de circuitos integrados llega a ser tan avanzada que se logran incorporar miles de componentes electrónicos en espacios de una fracción de pulgada.

Estos nuevos circuitos están más densamente integrados que los sistemas anteriores y a partir de este tipo de componentes surgen las computadoras de la cuarta generación; aquí aparecen los microprocesadores que son dispositivos electrónicos LSI (Large scale integration) que realizan las funciones de la unidad central de proceso de una computadora.

El desarrollo de la computadora se debe a tres aspectos diferentes pero relacionados entre sí: a) aspectos tecnológicos (hardware); b) aspectos de programación (software); c) aspectos del uso y aplicaciones de la computadora.

Por su tipo, existen dos tipos esenciales de computadoras, las digitales y las analógicas.

Las analógicas son aquellas que son utilizadas en experimentos científicos de gran complejidad y en las cuales entran un sin número de factores; este tipo de computadoras son poco utilizadas en las ramas de la industria.

Las digitales, son de uso más sencillo y se apegan más a las necesidades que se tengan dentro de un proceso productivo, sus características son:

Velocidad.- Operan secuencialmente, trabajan a velocidades superiores a las que un hombre o equipo de hombres podrían tener realizando la misma tarea, disminuyendo notablemente los tiempos.

Memoria.- Se puede consultar instantáneamente tanto los datos como las instrucciones que se le hayan almacenado, sin perder la exactitud de la información.

Automaticidad.- Una vez aceptadas las instrucciones del operador (con experiencia) podrá ejecutarlas sin necesidad de intervención humana, hará su trabajo con exactitud y velocidad increíble.

La computadora digital es básicamente un dispositivo para aceptar datos (en forma de números, caracteres alfabéticos o símbolos) y una serie de instrucciones para manipularlas y proporcionar con ellos una serie de respuestas en cualquier dispositivo de salida, a la serie de instrucciones se le llama programa.

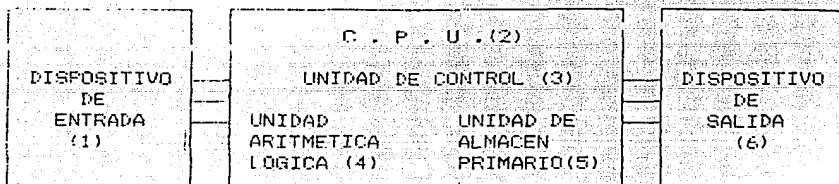
La computadora solo realizará un cierto número de instrucciones, constituidas por un patrón de ceros y unos (lenguaje de máquina o código binario). Existen lenguajes ensambladores que son más comprensibles al programador, que el lenguaje de máquina. Estos lenguajes son un gran avance ya que permiten la nemotecnia para las instrucciones que se le dan a la máquina, cada máquina tiene un lenguaje ensamblador específico que varía de acuerdo con las características de la máquina y la marca de ésta.

Han aparecido varios lenguajes de este tipo; algunos de ellos son: Cobol; Fortran; Algol; PL/1; Basic; Pascal... Para que la computadora realice el cálculo que deseamos se logra mediante instrucciones que obedecen ciertas reglas y métodos utilizando un vocabulario propio.

Una vez realizado el programa según las reglas del lenguaje, se le proporciona a la computadora por su unidad de entrada, las cuales son traducidas por su compilador al lenguaje de máquina.

El compilador es un programa suministrado por el fabricante del equipo, ya que para cada lenguaje diferente, debe haber un traductor o compilador que transforme las instrucciones al lenguaje de la máquina.

COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE LAS COMPUTADORAS DIGITALES



1.- Se usa para introducir información a la computadora que puede consistir en lectoras de tarjetas perforadas, cintas de papel o cintas magnéticas, pantallas de rayos catódicos, lectoras ópticas de caracteres, diskettes, etc.

2.- Es el centro de todos los cálculos, es en el C.P.U. donde se seleccionan instrucciones, se codifican, se extraen datos necesarios de la memoria, se realizan operaciones, se almacenan sus resultados y se controla la secuencia según, la cual se eligen las instrucciones.

3.- Es el supervisor de toda la máquina, toma instrucciones de la memoria en la sucesión apropiada, las interpreta y hace que los componentes de la máquina, efectúen las operaciones especificadas por las instrucciones.

4.- Hace operaciones aritméticas y lógicas (comparaciones de números o dos variables).

5.- Se compone de cualquier mecanismo que pueda retener información y se coloca temporal o permanentemente en el hasta que se necesite.

6.- A través de ésta, la máquina transmite información al usuario, por medio de cintas impresoras, tubos de rayos catódicos, graficadores... etc.

El sistema operativo es un programa que se encarga de administrar los recursos de la computadora, este tiene el control de todos los programas en cuanto a velocidad, compilaciones, uso de ensambladores, reducción de tiempos... etc.

Interiorizándonos más estrictamente a la relación supervisión de obra y computación, tenemos conocimiento de que la introducción de la computadora en la empresa constructora, data de poco más de 23 años, cuando las grandes compañías adquirieron equipos de cómputo (Service Bureau) esencialmente para procesar los grandes volúmenes de datos que manejaban en su área administrativa: contabilidad general, nóminas y almacenes. Después poco a poco, la fueron introduciendo en sus sistemas 'técnico administrativos': precios unitarios, presupuestos, ruta crítica y control de costos, ó cálculo y diseño de estructuras.

La llegada de la microcomputadora (computadora personal), con su bajo costo y su gran capacidad y poder, así como una extensa variedad de paquetes de programas (software), ha producido en los últimos 7 años un acercamiento inusitado de la computadora a un gran número de empresas constructoras en todo el país, que en su mayoría son empresas pequeñas, o de reducida organización; el no aprovechar de las computadoras hoy en día implicaría un rezago y una carencia. Y más cuando este desarrollo ha redundado en economía y versatilidad de los equipos.

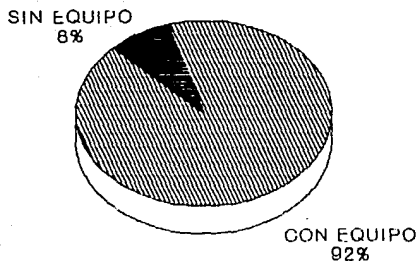
La mayor parte de la empresa agremiada en la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción son pequeñas y sólomente una pequeña porción son grandes (tomando en cuenta su volumen de obra). Hace unos 9 años sólomente estos últimos tenían la capacidad suficiente para adquirir y usar una computadora, pues el costo de los equipos, el de mantenimiento y el de programación (no existían paquetes específicos a la venta) eran muy elevados. Si bien es cierto que hace 9 años ya existían computadoras personales (básicamente Apple y Radioshack; apenas acababan de entrar al mercado la IBM en EU y en México era sólo posible adquirirlas por importación), éstas estaban provistas de pocos recursos (en memoria, impresión, etc.) y para usarlas era necesario contratar a un analista programador, cuestión cara y riesgosa, pues estos eran escasos y muchas veces improvisados.

Actualmente las computadoras personales tienen un costo accesible y se cuenta con paquetes de programas específicos para la construcción y con paquetes muy versátiles, que si bien no específicos, si son bastante fáciles de usar y adoptar a las necesidades que se tengan (hojas de cálculo, base de datos, procesadores de palabra, etc.). Además la calidad de los aditamentos usuales y de las mismas computadoras ha hecho que una gran cantidad de empresas desde constructoras casi de índole familiar hasta constructoras medianas han adquirido por lo menos una.

Según unas encuestas hechas a fines de 1988 a empresas constructoras para conocer su situación en materia de computación, se tomó una muestra de 50 empresas constructoras de diferentes dimensiones, distribuidas en todo el territorio nacional.

EMPRESAS CON EQUIPO DE COMPUTO. Proporción de empresas que cuentan con equipos de cómputo.

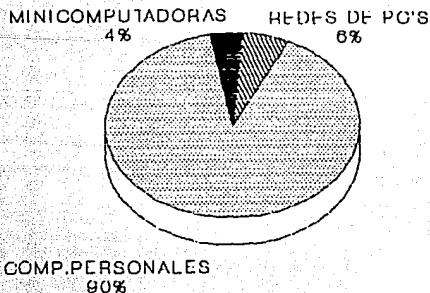
FIGURA No. 1-1 Empresas con equipo de cómputo



El 8 % de las empresas, que no cuentan con equipos de cómputo, lo atribuyen en primer término a falta de trabajo.

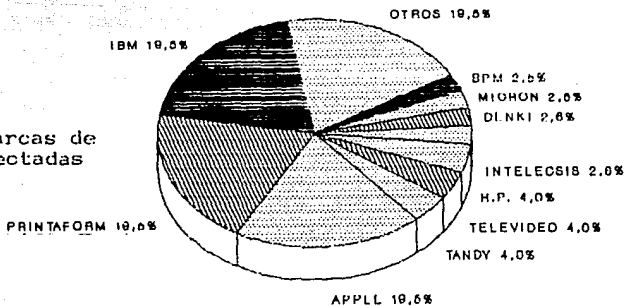
- TIPOS DE SISTEMAS DETECTADOS.- Nos muestra una gran parte de las empresas utiliza computadoras de tipo personal en modo monousuario y un 10 % del total cuenta con sistemas de tipo multiusuario, ya sea integrando sus computadoras PC en redes, o con equipos mayores que llevan a cabo un proceso centralizado.

FIGURA No. 1-2 Tipos de sistemas detectados



- MARCAS DE COMPUTADORAS DETECTADAS.- En computadoras personales, los resultados son lógicos si conocemos la manera en que penetraron estos equipos a México.

FIGURA No. 1-3 Marcas de computadoras detectadas



Existen cuatro rubros, por ejemplo el rubro 'otros' es voluminoso y se debe principalmente a dos razones: La primera es que antes de que entraran en vigor los requisitos de integración nacional no existían estándares en la industria y se introdujeron muchas marcas diversas a México. La segunda es que más amplia gama de marcas que entran al mercado.

Printaform_ Primera marca en ofrecer equipos económicos, sus equipos se llamaban columbia y en esa entonces ofrecían junto con un paquete de programas en una oferta atractiva, últimamente cambio de modelos de equipos causando oscilaciones en la calidad, y a la vez perdiendo distribuidores.

IBM_ De esta marca un 30 % de los equipos detectados son del estandar PC' y el 70 % de la nueva línea PS/2. Esto explica que antes IBM no vendía en México, donde únicamente se disponía de algunas marcas compatibles, que llenaron las necesidades del mercado por un tiempo. El éxito de las PS/2 se le atribuye primordialmente a que las empresas con posibilidades buscan tener un equipo de la mayor calidad, dada la baja capacidad técnica y nula responsabilidad de proveedores en cuanto a la atención. Después de la venta, lógicamente estos equipos son caros hasta a veces el doble de algunas marcas de similares rendimientos.

Aun así ni la IBM esta exenta de fracasos, como sucedió con la primera PS/2 modelo 50, que venía mal configurado con un disco fijo muy lento, que desperdiciaba la capacidad del microprocesador 80286.

Apple_ equipos opuestos a la IBM ya que el 30 % de los equipos detectados son de los nuevos "McIntosh" y el 70 % comprende el clásico y ya muy obsoleto modelo Apple II. En un principio se contaba únicamente con la compatible Franklin. Posteriormente decidieron apearse al plan de integración nacional de capital nacional mayoritario, pero por mucho tiempo siguieron ofreciendo solo la Apple II. Cuando empezaron a vender los nuevos equipos "McIntosh" ya antes vendidos en EU, un desacuerdo con socios mexicanos causó la desaparición de estos productos en México.

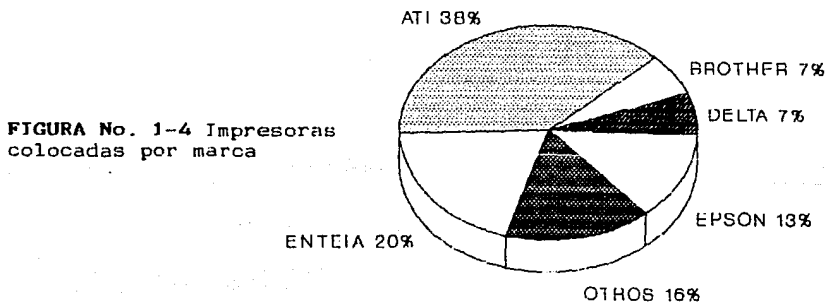
Hewlett-Packard_ A pesar de competir con la IBM, se le atribuye que tardó en hacerse suficientemente compatible con el estandar de la industria.

Tandy_ Misma que fabrica los equipos Radio Shack, fue importante en el mercado mexicano, misma que perdió y no recuperó.

Televideo, Micron, Denki, Intelecsis_ marcas de precio intermedio, mercado que en México es el menos favorecido, tienen variaciones de rango de calidad, de empresa a empresa.

BPM_ Intento en un principio competir con la printaform, pero tuvo problemas en calidad que le restaron méritos y posibilidades.

- IMPRESORAS COLOCADAS POR MARCA



ATI_Predomina siendo esta la primera empresa en entrar al mercado mexicano de las impresoras, tiene la variedad de modelos para diversas necesidades y precios competitivos. Las impresoras centronics que importaba Radio Shack eran superiores a la ATTJ pero no se integran a los requisitos.

ENTEJA_ En últimas fechas fue la competencia de ATTJ, con impresoras de buena calidad y precios ligeramente más altos. Su menor participación en el mercado se le atribuye a que ATTJ ofreció primero una mayor gama de opciones; la empresa fabricante Intelecsis, tiene su planta en Puebla.

EPSON_Marca de más éxitos en USA y dado lo reciente de su aparición, muestra un fuerte crecimiento.

BROTHER_distribuida por Printaform, si bien son equipos aceptables y que se vendan razonablemente en USA, es muy difícil encontrar refacciones en México.

DELTA_Estos equipos se vendieron básicamente con una estrategia de bajo precio y se mantienen así en el mercado.

OTROS_Este es importante, las razones son similares al rubro de PC's.

- PROGRAMAS EXISTENTES

Para la industria de la construcción encontramos programas o software, este nos permite comunicarnos con la máquina e indicarle que debe hacer con la información que nosotros le proporcionamos; dichos programas son vendidos por empresas dedicadas a su desarrollo y como también aquellos creados por las compañías constructoras dependiendo de sus necesidades y de sus recursos.

Dentro de los programas que se encuentran a la venta en el mercado nacional, se mencionaran algunos a continuación, cada uno con ligeras variaciones según la empresa que los desarrolla y vende. Ya sea para hacerlo más comercial o más adaptable a las diversas marcas de computadoras que tengan mayor aceptación en México.

- Análisis de precios unitarios
- Presupuestos de obra
- Programación de obras
- Explosión de materiales y mano de obra
- Costos horarios
- Estimaciones
- Nómina y listas de raya
- Análisis y diseño estructural
- Control de tiempos y costos
- Control de almacén
- Control de destajos
- Ruta crítica
- Cuentas por cobrar
- Inventarios
- Índices de escalación
- Control de chequeras
- Flujo de ingreso-egreso

Los programas a la venta en el mercado mundial, son los mismos encontrados a disposición de las constructoras nacionales, con la diferencia, de que son desarrollados por una gran variedad de compañías que los hacen adecuados para sus propias máquinas aprovechando al máximo las características que ellas presentan.

Sistemas operativos para los cuales funcionan estos programas son los siguientes:

IBM PC - APPLE - RADIO SHACK -- VECTOR GRAPHICS - CROMEMCO - ALTOS
- XEROX - CP/M - ACT SIRIUS 1 - MSDOS - TRS DOS - ALPHA MICRO AM-1000
- AMOS/I. - PET - COMODORE SYSTEM - DOS - OASIS - ZENITH - BURROUGHS -
TEXAS INSTRUMENTS.

Después de conocer más o menos cual es la situación en cuanto a la computación en nuestro medio, aún queda mucho camino por recorrer en computación aplicada a la construcción, existen computadoras portátiles que pueden usarse directamente en la obra y con capacidad para comunicarse directamente al banco de datos de la empresa y todo esto integrado en un sistema en línea por medio del cual las empresas tendrán la información casi instantánea sobre la situación real, resulta más práctico dirigir la mirada a los problemas actuales y darnos cuenta de que no se aprovechan al máximo las posibilidades existentes debido a la falta de un estándar en computación en la industria de la construcción, que permita desarrollar aquellas ideas que requieren de ello, como la de comunicación por vía electrónica y por medios magnéticos entre los constructores y sus clientes, que agilizarían increíblemente los tramites en esta época en que la relación costo-tiempo es crucial.

1.2 ANTECEDENTES DE LA PREFABRICACION

Sus inicios podemos situarlos hacia el año 3000 a.c con la aparición de las culturas urbanas donde el hombre cambia de su estado nómada a sedentario y de esta manera le da importancia a la vivienda.

En el periodo neolítico aparece la Arquitectura donde ponen empeño en la casa de los muertos buscando la eternidad, labrada en enormes bloques de piedra, constituye la arquitectura megalítica; entre otros podemos nombrar a las menhires, dolmenes. En Egipto y Mesopotamia debido a la escasez de piedra y madera, el material obligado para construir fue el adobe y más tarde el ladrillo estas prefabricadas son empleadas en el arco y bóveda sustituyendo al dintel y a la columna, típicos de la construcción de piedra y madera.

Con el cambio de muros de arcilla a muros de tabique cocido se llega a la producción en grandes series; número limitado de moldes; bajo costo, comparándolo con la extracción de piedras de canteras; producción en fábrica fija (Horno).

En Egipto hasta la época de la dominación romana, por falta de combustible (Escasez de madera) los ladrillos se cocían al sol, pero a estas se les atribuye el modulo al ladrillo, que condicionaba todas las medidas del edificio.

La argamasa solía contener puzolana para lograr mayor solidez; con el uso del horno definimos al ladrillo como elemento prefabricado, al adobe como premoldeado y al muro encofrado como construcción en sitio.

Dentro de las grandes obras Egipcias están las dedicadas a la vida de ultratumba y el culto que se profesaba a unos Dioses; Ejemplo las pirámides Cheops, Chefren y Micerinos, la 1ª de 145m (alto) y 232m (lado) compuesta de 2.300.000 m3 de piedra.

La Grecia clásica del Siglo V nos da bastantes conocimientos en cuanto a modulación, a cálculo anticipado de los elementos, a proyecto integral, a perfección de montaje y a producción de elementos en serie.

Los Griegos crean las ordenes, es decir una arquitectura sometida a principios, y aunque tuvieron una amplia evolución en el transcurso del tiempo, sus características principales se mantuvieron.

Para ellas la arquitectura es número, es proporción, es masa equilibrada, es armonía entre sus partes y el todo. Por ello el módulo griego tenía características y funciones propiamente diversas, pero la sola existencia de un riguroso sistema modular, que subordina todas las medidas del templo al radio de la columna, nos muestra una valiosísima lección de disciplina de modulación.

La arquitectura Griega estaba estudiada con anticipación para su perfecto equilibrio estático; la simplicidad de sus estructuras en templos de madera se tradujeron a la construcción de mármol, empleando

la columna y el dintel como únicos elementos estructurales además de necesitar un estricto proceso de organización de obra y de montaje y que todos los problemas eran resueltos en la fase de proyecto.

En los Siglos XII, XIII, XIV existían comunidades de artistas y artesanos empleados en la construcción de una gran Iglesia o Catedral formando grupos interdisciplinarios de trabajo, por ser obra tan grande que necesitaban de una rigurosa organización y una fuerte disciplina de las actividades particulares.

A la par que evolucionaba el estilo gótico se preparaba la vuelta al clasicismo con el renacimiento dándonos esta última grandes enseñanzas para la Prefabricación con los tratados teóricos de Paccioli, Alberti, Filarete, Fco de Giorgio, Palladio, Vignola, Escamozzi, etc.

Leonardo da Vinci fue uno de los más completos creadores del renacimiento, refiriéndonos con respecto a la Prefabricación vemos que en el siglo XVI proyectó por encargo de Francisco I de Francia la construcción de nuevas ciudades en la región de Loire aparte del orden urbano propuesto, Leonardo proyectó un tipo básico de casa de vecindad con el objeto de simplificar la construcción del conjunto (Organizada a base de unir un pequeño abanico de elementos), a la vez propuso la creación de una fábrica para hacer los elementos necesarios excepto la cimentación que se construiría en el sitio quedando la vivienda construida con una simple operación de montaje y ensamble de los elementos prefabricados.

La Revolución industrial trajo consigo una brusca producción durante el siglo XVIII por la introducción de trabajo organizado y mecánico, cambiando completamente el aspecto del mundo; se crearon núcleos de concentración demográfica en las zonas fabriles como la de Middlands en el área londinense en el sur de Gales, apareciendo una fuerte necesidad de locales de habitación, de higiene, sanidad, de reunión...etc.

Esta revolución de la práctica arquitectónica por la necesidad de construir nuevos tipos de edificios, tienen arquitectos revolucionarios como John Soave, E.L. Boullee, C.N. Ledoux y J.I. Durand, denominados Utopistas muchos de estos proyectos no se realizaron, se perdieron en el confucionismo y las polémicas de la época.

La revolución Industrial impuso la idea de industrializar la construcción estableciendo diferencias (Siglo XVIII) entre ciencia, técnica, arquitectura y las demás artes, la humanidad empieza a producir una arquitectura totalmente nueva que nace con la utilización de nuevos métodos creados por la industria.

Otras técnicas utilizadas se dan cuando se aplica a la construcción al utilizar el hierro fundido y el acero utilizando inicialmente en Inglaterra desde la segunda mitad del siglo XVIII, entre ellas están el puente sobre el río Severn, librería "Templo de las Musas", cocina del pabellón real de Brighton...etc.

A mediados del siglo XIX Enrique Labrouste construye el primer edificio, con la totalidad de su estructura realizada en hierro (Biblioteca de Sta Geneveva en París) de cuatro plantas sobre el suelo y una subterránea, esta tecnología se empieza a aplicar en Estados Unidos solo hasta 1848 con James Bogardus (1800-1874).

Aparecen los grandes almacenes como consecuencia del aumento de producción y la pérdida de contacto entre productor y consumidor; el ejemplo mas representativo de la época se supone el Palacio de Cristal

de Londres (1851) que cubría 62.000 m² construido en 6 meses, desmontado al final de la exposición y vuelto a montar en Sdynham 1854, posteriormente destruido por un incendio en 1937.

Desde los romanos el hormigón no vuelve a ser utilizado como material de construcción hasta 1774 año en que John Smeaton construye el faro de Eddyston en Inglaterra.

El hormigón armado nace con un espíritu de Prefabricación y de producción de grandes series, nace en Francia en 1854, el Industrial Lambot descubre el aumento de resistencia que se obtiene al armar el hormigón con acero.

En 1881 la empresa Ed. Coignet de Paris prefabrica vigas de hormigón armado para la construcción del casino Biarritz. En 1900 se promuevan en los Estados Unidos los primeros elementos de hormigón de gran tamaño para cubiertas, que eran colocadas sobre una estructura de entramado metálico.

A principios del siglo el déficit de vivienda era crítico a lo que surgen precursores como el Ingles Brodie, los Americanos Edison, Atterbury que intentan técnicas y procedimientos de fabricación capaces de paliar la necesidad planteada, lamentablemente no todos fueron aprovechadas.

El arquitecto Brodie experimenta el método francés Francis Hennebique en la construcción del puerto de Bilbao, empleando grandes piezas prefabricadas de hormigón colocadas con grúas, además desarrolla en Liverpool el primer sistema cerrado (Patentado); paneles de hormigón prefabricado formado de suelo a techo los elementos de pared cada uno era una placa de hormigón vertido sobre un molde en el que se colocaba una malla de acero, las uniones estaban resueltas por encajes de salientes y entrantes que prevenían en los elementos a lo largo de su perímetro; en cocinas los elementos tenían integrados los muebles y revestimientos; al igual que la carpintería, ventanas y puertas se colocaban en los moldes quedando incorporada a los elementos, para su posterior traslado a la obra para su montaje.

En EEUU Tomas A. Edison inventa y patenta en 1908 un sistema para construir edificios de 2 a 3 plantas mediante el vertido continuo en moldes metálicos, encofrados deslizantes; solo después de la Segunda Guerra Mundial R.G. LeComau y la compañía Ibe Housin Corporation empleó este método constructivo aunque se dificultad y costo de transporte de esas grandes moldes solo se hacían económicos en el uso con grandes proyectos.

La política de planificación a todos los niveles hizo que Francfurt fuera un modelo de ciudad entre las dos grandes guerras que continuaría en la reconstrucción después de la Segunda Guerra Mundial. Walter Gropius en los años 20 como director de la Bauhaus influenció en el campo teórico y educativo, formando así una nueva generación de arquitectura a los que se deben casi todas las nuevas aportaciones de la Arquitectura moderna. Gropius sus experimentos los comenzó en el barrio de Toerten, cerca de Dessau en 1926-1928 en el que las viviendas de dos plantas fueron realizadas con elementos normalizados.

Gropius desarrolla en EEUU junto con Konrad Wachsmann, el Packaged House System para la General Panel Corporation. El Sistema esta basado en una rigurosa coordinación modular con un modulo de panel de 100 cm. Los elementos de unión correctores que permiten cualquier acoplamiento vertical u horizontal, el tiempo de Prefabricación de una vivienda era de 20 minutos en taller y el montaje en 38 horas de trabajo.

En 1947 la fábrica podía producir máximo 10000 unidades/año, dicha producción fracasa por que la empresa no previó una organización de venta del producto; siendo cerrada dicha fábrica.

En Francia Le Corbusier, Perret, Sauvage, Lods y Bredouin realizan los primeros experimentos y tentativas de fabricación. Una de las soluciones que plantea Le Corbusier es la estructura DOM-INO en 1915. En 1921 tras múltiples proyectos para encontrar una solución propone la casa Citroham, intentando realizar una producción en serie de casas con idéntico sistema de fabricación que los automóviles. Lods y Bredouin construyen los primeros barrios prefabricados en Francia (1930 y 1933) en las que utilizaron estructuras metálicas que soportaba de suelo a techo los paneles de hormigón moldeado en fábrica, ya fueran de tabiquería o de elementos de fachada.

Sin duda la Unión Soviética fue el primer país que se propuso seriamente en resolver el problema de la vivienda, dando alojamiento a cada familia entre 1933 y 1948 se afrontó la construcción de más de 200 grandes ciudades nuevas.

En 1923 se patentó el sistema americano Tec-Stone es el precursor de los actuales métodos de construcción de escuelas, garages, edificios industriales y almacenes a base de elementos standard de hormigón pretensado.

Segun la producción podemos ver en Francia después de 1945 se desarrolla una importante industria de elementos grandes (placas o paneles) de concreto, con ayuda del Gobierno, esta corriente impulsada por institutos de investigación científica (Centre Scientifique et Technique du Batiment) y por las empresas privadas, su objetivo era bajar costos del mercado de la construcción. Aparecen sistemas revolucionarios como Camus, Coignet, Raretz, Foulquier, Estiot, Traboca y otros.

Jean Prouvé hace grandes aportaciones en el campo del diseño arquitectónico prefabricado.

Desde 1960 se instituye el certificado de idoneidad técnica (Agreement-Technique) para la aprobación de nuevos productos y soluciones constructivas.

Según Meyer Rohe nunca hubo una tradición artesanal rusa bien arraigada en el campo de la construcción por lo que la fase industrial llegó bruscamente sin transición. Así también en Rusia se promovió la serialización sistemática, la normalización de medidas y las primeras tentativas de grandes proyectos urbanos aplicando métodos de Prefabricación.

Los Ingleses han sido pioneros en el campo de la edificación escolar con sistemas tales como Clasp, Scola, Maco, Seac; casi el cien por ciento de las escuelas actuales inglesas se construyen a base de sistemas industrializados.

En los Estados Unidos se da gran énfasis a la racionalización general de la construcción, como no hay impuesto sobre la producción y las industrias individuales están mucho más especializadas que en el caso de otros países; predominan los sistemas abiertos. En 1970 se puso en marcha la operación Break Through, importante programa gubernamental para impulsar la construcción industrializada de la vivienda.

Actualmente las firmas diseñadoras más importantes del mundo mostraron intereses por la industrialización de la construcción, entre los que aportaron recientemente en el campo tanto teórico como prác-

llos tenemos a: Noriaki Kurokawa, el grupo Archigram de Londres, Moshe Safdi, Christopher Alexander, Kenso Tange, Paul Rudolph, Louis Kahn, ... etc.

Hemos visto como los prefabricados se desarrollaron en el mundo y en México, se nota que existen diferencias con nuestro medio; aquí en México a partir de 1966 se agrupan industriales dedicados al prefuerzo y prefabricación, eran pocas las empresas dedicadas a esta actividad y que introducían nuevas técnicas constructivas en México, ya en una segunda etapa se amplía notablemente el empleo del prefuerzo y la prefabricación, diversificándose así mismo su utilización, desde sus inicios la prefabricación creció pero aun no satisface a muchos, por una parte no hay una garantía de mercado y por otra no existe un respaldo en cuanto a su responsabilidad, ambos que justifiquen las enormes inversiones económicas; otro de los puntos que adolece es la falta de unificación de la industria de la construcción, es imperioso lograr la aplicación eficiente de criterios y de normas a nivel nacional, una prueba de ello, ANIPPAC como asociación nacional de prefabricadores expone en su catalogo los productos pero no los garantiza y ninguna otra entidad que nos de una garantía en su calidad, solo la misma prefabricadora.

2. TECNOLOGIAS DE LA PREFABRICACION **CONCRETO ARMADO**

2. TECNOLOGIAS DE LA PREFABRICACION EN CONCRETO ARMADO

2.1 PREFABRICACION DE PIEZAS: LIGERAS, MEDIAS, PESADAS.

2.1.1 PREFABRICACION LIGERA

Por los años 1905 los establecimientos Edmond Coignet, iniciaron la fabricación de piezas moldeadas de hormigón. Estas piezas comprendían principalmente elementos de escalinatas, capiteles para pilares, elementos para coronación de muros, balaustradas, umbrales de puertas, etc. ; todas éstas podrán competir con los elementos hechos de piedra por su proceso de obtención al no verse influenciada por los agentes atmosféricos como el tallado de piedra hechos a cielo abierto.

El periodo entre las dos guerras mundiales es cuando surgen más empresas dedicadas a este tipo de actividad; la arena que utilizaban era sin ningún análisis granulométrico, el cemento era dosificado en pequeñas cantidades para economizar, y el colado se hacía simplemente apisonado, lo que no aseguraba al producto obtenido una capacidad satisfactoria, posteriormente esta producción se perfecciona con la ejecución del concreto armado, el cual requiere hasta ahora una selección de la granulometría de los áridos, dosificación correcta del cemento, compactación por vibración, lo que logra una fabricación con calidad.

Los artesanos y pequeñas empresas, han perfeccionado:

Los tubos de saneamiento y drenaje, puntales y barandales para cercas, maceteros, pilas de lavar, fosas sépticas, elementos de forjados para suelos, losas para usos diversos, aglomerados macizos huecos utilizados en muros, pretilles colados para cercas y balcones, elementos para la construcción, tales como: dinteles de ventanas, umbrales de puertas, apoyos de ventanas, etc.

Dentro de los perfeccionamientos logrados están los vibradores neumáticos o eléctricos, permitiendo con esto amasar el concreto con una mínima cantidad de agua, ofreciendo la posibilidad de desencofrar en 24 horas y algunas veces inmediatamente después de verter el concreto; ya hacia 1925 aparece otro procedimiento de fabricación de tubos por centrifugación, eliminando así el mandril, únicamente utilizando el caparazón provisto de abrazaderas que permiten la rotación sobre un bastidor girado por un motor. La fuerza centrífuga proyecta el concreto sobre la pared interior del caparazón, el endurecimiento del concreto se produce en el espacio de (10 a 25 minutos según el diámetro), estos productos son de muy buena calidad, presentan la ventaja de ser impermeables al agua bajo débil presión.

La fabricación de otras piezas de pequeñas dimensiones se perfeccionaron notablemente con la utilización de mesas vibrantes, gracias a las cuales se pueden desencofrar inmediatamente, dejando solamente reposar la pieza de concreto sobre fondo de molde de madera, siendo recuperables inmediatamente las paredes del molde y reutilizables varias veces al día.

El concreto empleado en estas fabricaciones está formado por elementos finos, cuyos componentes más gruesos no pasan de 25mm., siendo el tamaño medio del orden de 10 a 15 mm. En estas condiciones es recomendable no usar concretas usuales, y es preferible utilizar mezcladoras de satélites, aparatos de eje vertical cuyo vaciado es por una trampa en el fondo; después de un tiempo suficiente de fraguado, generalmente 24 hrs. en verano y 48 hrs. en invierno, las piezas son recogidas manualmente y aplicadas para librar los fondos del molde, para su extracción de la fábrica solo se harán 15 días después como mínimo.

2.1.2 PREFABRICACION MEDJA

Llamada también Prefabricación industrial, entendemos ésta como la fabricación de elementos de grandes dimensiones, que se salen de las posibilidades materiales de los artesanos y de las pequeñas empresas, necesitan una organización y medios materiales que pertenecen a la escala de medianas y grandes empresas.

En general, se trata de piezas que no pueden ser fabricadas en mesa, sino principalmente sobre superficies de concreto, estos elementos surgieron gracias a los progresos en calidad de la Prefabricación.

Este desarrollo industrial ha repercutido en particular sobre las siguientes fabricaciones:

Los pilotes de concreto armado para cimentaciones; las tablas de concreto armado para contención; los tubos de medio y gran diámetro para traida de agua; las vigas de los techos y pisos; las losas de medianas y grandes dimensiones para suelos; los pilares de estructuras; los bloques y piedras artificiales; los bordillos de aceras y elementos de sumideros; las huellas y contrahuellas de escaleras; postes y candilabros para el alumbrado público.

Y muchos otros más en los cuales nos da una idea del desarrollo industrial de la prefabricación, cuyo punto de partida no ha sido más que una actividad artesanal.

En algunos casos es necesario instalar un taller sobre la obra a cielo raso en las proximidades del lugar de empleo, contribuyendo así al transporte de las piezas y a la vez en lo económico.

Dentro de las características más importantes de la industrialización están: la organización sistemática del proyecto y la realización, dentro de la cual trabajaran interdisciplinariamente Arquitectos e Ingenieros, en equipo con otros profesionales (Sociólogos, Vendedor, Economista, Publicista...etc.), todos estos también intervienen en la construcción no industrializada, pero no están en la fase de ejecución. En la fase de ejecución están los profesionales técnicos en (cálculo, Ingeniería, instalaciones, física en la construcción y técnicos de procesos de la empresa constructora.

Es típica en este trabajo en equipo la integración del proyectista y del realizador, siendo esta la única manera que funciona una organización.

En una producción en serie será posible cuando los elementos tengan una forma predeterminada (llamada tipificación), esta es otra característica principal de la construcción industrializada. Está claro que no existe un sistema constructivo que se pueda aplicar para todos los tipos de edificios, un sistema constructivo no tiene porque inte-

grar necesariamente instalaciones y acabados, sino que simplemente puede tenerlos en cuenta, a la vez la construcción por sistema no implica necesariamente industrialización.

Factores que influyen en la industrialización: Disposición del proyecto; conformación de la obra; técnica de realización; contratación.

2.1.3 PREFABRICACION PESADA

La prefabricación pesada es la última fase, la más reciente que ha surgido en los años que han seguido al fin de la segunda guerra mundial.

La evolución rápida de este producto debido a la necesidad, ha llevado a la concepción de grandes conjuntos de 10 a 12 plantas y con longitudes de fachada de 50 a 100 mts.

En estos grandes edificios, la repetición en gran número ha hecho que se recurra a la prefabricación. La técnica moderna en este campo, comprende la prefabricación de paneles de muros que tienen la altura de un piso y una anchura correspondiente a un múltiplo del modelo escogido; estos paneles son ciegos o con vanos. Para disminuir el número de juntas de estos paneles, se elige la anchura más grande posible, mientras sea compatible en volumen y peso con los medios de transporte y manipulación.

Las circunstancias económicas de nuestra época han conducido naturalmente a desarrollar esta técnica, primero por la dificultad de formación del obrero al que se exigen unos conocimientos y una habilidad especiales para asegurar la calidad de las obras y además con el uso de maquinaria de considerable tamaño y complejidad necesita de mano de obra especializada.

Esta prefabricación pesada empezó en el suelo, al pie mismo de las obras para edificar, con instalaciones de concretos rústicos. Pero el desarrollo y mecanización así como su protección de la interperio conduce a instalarse bajo cubiertas. Así aparecen las fábricas fijas dotadas de maquinaria extremadamente perfeccionada, que alcanza la escala de grandes empresas.

Además este tipo de prefabricación suprime las estructuras creando elementos de carga superpuestos los unos a los otros, distinguiéndose tres tipos de construcción de prefabricación pesada: El sistema longitudinal; El sistema transversal; El sistema cruzado.

En el sistema longitudinal, los elementos de carga son los muros de fachada y los muros de separación paralelos a la fachada. Estos elementos soportan la carga de la azotea y entrepisos, por lo que es preciso respetar una cierta relación entre anchura de las aberturas y la anchura de las entre ventanas.

En el sistema transversal, los elementos de carga son los muros de frontispicio y los muros perpendiculares de la fachada, siendo utilizados estos últimos en lo estético y para aislamiento.

En el sistema cruzado, los elementos de carga están dispuestos simultáneamente en el sentido longitudinal y en el transversal. La azotea y entrepisos se apoyan en general sobre sus cuatro costados y no es más que una parte de su carga total la que transmite a los muros de fachada, permitiendo así reducir la anchura entre ventanas y aumentar la anchura de los vanos.

Esta concepción de elementos de carga de grandes dimensiones se aplica corrientemente en los edificios cuya longitud de fachadas alcanzan más de 100 mts. y la altura más de 10 niveles.

El estudio de estas construcciones es complejo, porque aparte de las dimensiones de los elementos, hay que hacer un estudio de estabilidad ejercido por esfuerzos horizontales y verticales debido a la fuerza del sismo ó viento. Este estudio comprenderá el proyecto de arriostramiento que debe ser asegurado por muros rígidos longitudinales o transversales que existen en toda la altura de la construcción y por los suelos que trabajan como vigas-cortinas dobladas en su propio plano.

El perfeccionamiento de los aparatos de elevación de prefabricados permitió reducir al máximo el número de elementos por alojamiento, solo se encuentran problema de sus dimensiones por su transporte y forzosamente los aparatos de elevación.

La prefabricación también abarca los elementos tridimensionales, tales como los bloques funcionales y los tramos de escalera; ambos elementos contribuyen a la estabilidad por su indeformabilidad, constituyendo elementos de arriostramiento por toda la altura de la construcción.

Los bloques más usados:

- Bloque técnico "canalización principal" situado en la caja de la escalera, que contiene todas las alimentaciones o enlaces verticales (agua, gas, electricidad, teléfono, etc.).

- Bloque técnico "sanitario cocina" que permite servir a todos los aparatos de la cocina, baño completo, suministro de agua, gas, electricidad, evacuación de aguas negras. Permite asegurar la ventilación y evacuación de gases quemados cuando la ebullición de los alimentos o la producción de agua caliente hacen intervenir la combustión de gas o de combustible sólidos. Lleva con frecuencia el conducto vaciados de basuras y la salida de humos.

Las fabricas que realizan la prefabricación pesada comprenden:

- Nave de fabricación, donde funcionan las máquinas de moldear.
- Las instalaciones de producción de energía en sus distintas formas (corriente baja tensión, calefacción, aire comprimido, fluido a presión para gatos hidráulicos, vapor de curado).

- La central de concreto, que alimenta los equipos de moldear.

- El parque de almacenamiento de materias primas (agregados, aceros).

- El parque de almacenamiento de productos fabricados, sobre el que se efectúa el secado y endurecimiento del concreto hasta que los elementos sean transportables.

- Laboratorio de control de calidad.

- El almacén.

- El taller de reparaciones.

El transporte en el interior de las fabricas se hace por grúas puente y grúas torre que son máquinas móviles capaces de atender a grandes superficies con el mínimo de mano de obra.

2.2. PROCESOS DE PRODUCCION CON REFUERZO NORMAL, PRESFORZADOS (PRETENSADOS Y POSTENSADOS)

Dentro de estos procesos de producción tenemos en común algunos materiales a utilizarse: cemento, agregados, aditivos, acero; por lo que se explicará a continuación cada uno de estos además de dar recomendaciones para su mejor comprensión.

El cemento es primordial para la realización de elementos de concreto armado, de éste existe una variedad que se utilizarán de acuerdo a sus requisitos: ya sea por la rapidez de fraguado que se requiera; por la firmeza la cual adquiere resistencia a edades tempranas con mayor rapidez; por su resistencia a sulfatos y a elementos químicos; por el color como el cemento blanco; por el color generado al usarse en grandes cantidades; y por aquellos que son repelentes al agua.

por las distintas propiedades nombradas podemos clasificar cements como el cemento portland normal; cemento portland de endurecimiento rápido; cemento portland resistente a los sulfatos; cemento portland de escoria de altos hornos; cements portland blanco; cemento portland de bajo calor; cemento de albañilería; cemento portland repelente al agua; cemento portland hidrofobo; cemento con alto contenido de alúmina; cemento supersulfatado.

Los agregados sean finos o gruesos hay que tomarlos en consideración, puesto que la piedra y la arena juntas constituyen alrededor de las tres cuartas partes del concreto, por lo que es necesario ver que los agregados sean buenos.

Los agregados varían especialmente en la limpieza, la graduación y el contenido de humedad, variaciones que afectan al concreto.

La tierra o los finos presentes en los agregados gruesos es causa de un lavado insuficiente en el banco, producen concretos de resistencias bajas, al igual que este es importante que la arena este limpia, en México en los bancos no se lavan, únicamente en algunas prefabricadoras.

De acuerdo a su graduación tiene muchas clases, se conoce comúnmente como agregado fino menores 5mm, aquel agregado cuya mayor parte pasa a través de una malla con abertura de 5mm y la otra parte retenida es llamada agregado grueso de 5mm a 20mm, las diferentes variaciones de tamaños es conocida como granulometría, al variar esas proporciones de una a otra mezcla de concreto, la trabajabilidad y la resistencia del concreto variarían también. Según la forma se clasifican en redondeada, irregular, angular, escamosa y alargada.

Una porción de agregados húmedos hará más húmeda la mezcla de concreto, y una mezcla demasiado húmeda produce un concreto débil; la humedad del agregado debe tratar de conservarse constante, una manera de hacerlo es tener la mayor provisión de agregado y dejarlo reposar como mínimo 16 horas antes de emplearlo para que se escurra el exceso de agua; no ocurre lo mismo con la arena ya que pasado ese tiempo de

reposito aun contendrá aprox. 5% de humedad, generalmente las arenas son entregadas con un contenido de humedad del 7 al 15% lo que puede afectar seriamente la mezcla, se dejan de lado estas observaciones si se consideran los contenidos de humedad al preparar la mezcla, debemos saber que la resistencia del concreto depende de la relación agua/cemento.

Siempre se deben conservar a la mano muestras que han sido aprobadas por el ingeniero, con el fin de hacer comparaciones visuales en el momento de la entrega; posteriormente hacer que se descargue en un terreno seco y duro; caso contrario colar una capa de concreto pobre de 10cm. para dichas descargas y a la vez evitará que la draga levante tierra, en este firme de concreto colado darle una pendiente hacia los bordes exteriores para que escurra el exceso de humedad.

- Un aditivo es una mezcla de productos químicos, presentada comúnmente en forma de solución, que se añade a una porción de concreto durante la mezcla, con el propósito de modificar de alguna manera las propiedades del material fresco o endurecido.

Sus usos en el concreto fresco son: Aumentar la trabajabilidad sin incrementar la relación agua-cemento; mejorar la cohesión; reducir el sangrado; retardar el proceso de fraguado; acelerar el proceso de fraguado. En concreto endurecido son: aumentar la resistencia a las heladas; aumentar la velocidad de desarrollo de resistencia temprana; aumentar la resistencia; reducir la permeabilidad.

Existen 5 tipos de aditivos más conocidos: Acelerantes; retardantes; reductores de agua, normales; reductores de agua, acelerantes; reductores de agua, retardantes.

Recomendaciones:

1- Cerciorarse de que las especificaciones de obra permiten el uso.

2- Verificar que es el aditivo apropiado y cuidar de las etiquetas del envase, por sus instrucciones de uso.

3- Revisar que se conozca y se emplee la dosis correcta, ni más ni menos.

4- Para garantizar su distribución uniforme en el concreto, conviene mezclar antes en el agua que se vaya a utilizar en esa mezcla.

5- Verificar la granulometría del agregado en su entrega, ya que estos pueden alterar el efecto del aditivo, puede ser necesario hacer ajustes en el agua.

6- Los aditivos acelerantes que contienen cloruro de calcio no deben utilizarse en concreto pretensado o reforzado y acabados.

- El acero de refuerzo al quedar correctamente fijado en concreto dará éxito a una obra de concreto reforzado, y que tenga un recubrimiento apropiado. Si el acero no está debidamente fijado y se mueve durante el colado, el elemento no será tan resistente como debe ser, y el constante debilitamiento puede producir fallas bajo carga. Además, si el recubrimiento no es suficiente, el acero de refuerzo se oxida, se expande y finalmente descascara al concreto, lo que a su vez debilita la estructura y hecha a perder su aspecto.

Para lograr el espesor apropiado de recubrimiento, el corte y el doblado exactos del acero son importantes como su buena colocación: una varilla doblada en forma o ángulo incorrecto, o cortada a una longitud equivocada, no puede recibir el recubrimiento requerido.

El doblado y la fijación debe efectuarse con extremo cuidado; una vez que las varillas han sido fijadas, es esencial ver que no se muevan antes o durante el colado.

Los diferentes tipos de varillas se clasificaran en: Acero dulce, sencillo; varilla corrugada templada en caliente; varilla corrugada formada en frío; varilla torcida formada en frío.

Al ordenar las varillas, se debe informar al proveedor sobre el peso máximo que se puede manejar en la descarga, para que los atados sean apropiados, ya que puede ser costoso el deshacer los atados a su llegada, únicamente para descargarlos. También considerar el espacio de descarga y el buen acceso, separar por diámetros y longitudes, sin necesidad de doble manejo y cuidar de que no se contaminen con lodo, aceite o grasa, evitar la oxidación excesiva.

Algunas sugerencias respecto al doblado:

- Tener una mesa donde apoyar bien las varillas durante el doblado, para evitar dobleces equivocados.

- Hacer un dibujo a escala natural antes de doblar una varilla grande y complicada que podrá utilizarse para comprobación.

- Verificar con calibrador el diámetro antes de doblar o cortar y no visualmente.

- Regularmente dar servicio a la dobladora y cerciorarse de que se tienen y utilizar los mandriles de tamaño correcto. El radio interior del doblado no debe exceder de $2d$ para acero dulce y $3d$ para varillas de alta elasticidad siendo d el diámetro de la varilla, un radio demasiado pequeño debilita la varilla.

- Las varillas de alta elasticidad siempre deben doblarse en frío. Las varillas de acero dulce de diámetro grande deben calentarse hasta el rojo vivo, pero no deben introducirse en agua para que se enfrien, se debe obtener autorización del ingeniero para doblar en caliente.

En época fría, redúzcase la velocidad de doblado, especialmente con varillas de alta elasticidad, ya que el acero se hace más quebradizo a temperaturas inferiores a 5 grados centígrados. Esta reducción de velocidad también es aplicable a las varillas que ya se han doblado y que requieran ser enderezadas después de un colado parcial.

- utilizar planos actualizados y descartar los viejos en las revisiones.

2.2.1 REFUERZO NORMAL

En la actualidad es uno de los procesos más usuales en las construcciones, por lo que se hará un análisis del proceso básico desde su inicio a su acabado final.

En cuanto a los controles previos a la dosificación, se deben llevar sistemas de control de los agregados a utilizarse, así como del cemento con el objeto de manejar las correcciones en las dosificaciones a tiempo y controlar realmente la calidad.

Además de las correcciones básicas por contaminación granulométrica, así como por humedad, se debe revisar con periodicidad la densidad y el por ciento de limos, así como el contenido de material suave.

En el D.F. es común la contaminación de materiales ligeros, en la grava así como de limos de la arena, por lo que necesita revisión de estos materiales, con el objeto de corregir el consumo de cemento o suspender la recepción de este material.

Las cualidades que se buscan en el concreto, cuando éste se encuentra en el estado fresco o plástico, dependen principalmente de la características que se desea que tenga el concreto cuando éste ha endurecido. El concreto fresco deberá ser trabajable, con el tiempo de fraguado adecuado para que pueda colocarse y compactarse en forma correcta sin que se presente en el concreto ni segregación, ni sangrado.

Las pruebas normalmente se le hacen al concreto para conocer su calidad y que se limitan normalmente a la obtención de cilindros de concreto para su prueba de compresión, no representan las condiciones importantes que debe cumplir el concreto estando fresco para que las estructuras que se obtengan de él, sean las adecuadas y tampoco para que indiquen su comportamiento cuando éste haya endurecido; sin embargo, sirven de base para distinguir entre las mezclas que pueden ser capaces de dar condiciones de durabilidad, resistencia y vida útil adecuada, aquellas que tengan resistencias a la compresión alta; pero no olvidar las cualidades que deba tener el concreto en el estado fresco, pues de éstas dependerán las demás.

La preparación de la superficie donde se depositará el concreto es importante. Si va ser para cimentación deberá llegar hasta una superficie sana de suelo resistente o roca; si se tuvo que excavar más de lo indicado porque el material estaba suelto deberá rellenarse y compactarse con material adecuado hasta el nivel de desplante. Las superficies de roca deberán estar limpias, sanas y resistentes. Si hay agua en la excavación, ésta deberá drenarse hacia un cárcamo, dejando una cama de grava compactada en el fondo.

La superficie de concreto viejo deben limpiarse y picarse hasta descubrir el agregado. El método de chorro de arena es el más adecuado y económico.

Las superficies no deberán tener escarchas, hielo o nieve, si la superficie esta muy seca deberá humedecerse, para pilas y pilotes colados en el lugar, deberán revisarse las dimensiones de la perforación y la campana, calidad y resistencia del material.

Las cimbras son utilizadas para que los elementos estructurales tengan las dimensiones que les corresponden y estén a los niveles y a las inclinaciones indicados en los planos, éstas deben ser resistentes e impermeables para que no se pierda el mortero del concreto, suficientemente rígidas para no deformarse debido a la presión del concreto, el descimbrado debe ser fácil y diseñado para no maltratar al concreto, se puede lograr esto con un elemento desmoldante adecuado. Si es de madera se recomienda que no tenga nudos flojos o este torcida, ya que esto disminuye su capacidad y puede ser causa de una falla mayor en el concreto. Si el concreto va a quedar aparente deben incrementarse los cuidados; se recomienda mucho más el uso de placas metálicas que el de triplay y en ambos casos deberá tratarse la cimbra de manera que se despreque del concreto pero que no lo manche o decolore.

Estas placas deben alinearse y sellar las juntas con tiras de plástico, polietileno o papel, para no perder en absoluto mortero, deberán estar reforzadas las placas para no deformarse, limpiarlas

después de usarse, y las metálicas no pulirlas para evitar manchas por diferente oxidación; deberán ensamblarse para formar una superficie continua.

Las contraflechas que se dejan en las cimbras deben estar indicadas en los planos y basadas en la experiencia del calculista aproximadamente $L \div 200$ donde L es el largo de la pieza.

Dentro de algunas consideraciones en cuanto al diseño de cimbras tenemos que la precisión de sus medidas son importantes, hasta donde llegara el concreto, dependiendo del uso estructural que se le va dar. Se puede hablar de dos clases de cimbras para concreto arquitectónico, para concreto estructural, el primero debe tener medidas más precisas y dejar superficies que estén más tersas, en cambio en el estructural simplemente debe cumplir con las medidas que exige el cálculo. En ambos casos se debe buscar que estén suficientemente contraventados, acufadas y arregladas para evitar desplazamientos durante el tiempo de servicio.

La cimbra deberá estar diseñada para resistir todas las cargas (Concreto vibrado, personas ... etc) que sean aplicadas, sin someter a la madera a un esfuerzo excesivo sin doblarla demasiado y sin que se asiente, esto se evitaría poniendo cuñas en la parte inferior de los pies derechos debidamente apoyados para controlarlo los asentamientos durante el colado, nivelando desde abajo.

También se debe procurar a medida que se ponen cimbras para pisos superiores, que los pies derechos o puntales vayan coincidiendo por lo menos en tres niveles, es decir, los del tercer nivel coincidiendo con los pies derechos que se hayan dejado para resistir en el segundo nivel y también en el primer nivel.

Entre las presiones a las que se ven sometidas las cimbras están: La velocidad de colocación del concreto, a mayor rapidez mayor presión principalmente en la parte inferior, mientras que si se coloca en pequeñas capas prácticamente cuando se coloque la segunda, habrá fraguado un poco la primera y no empujará tanto a la cimbra.

El método de consolidación, ejerce mas presión al vibrarse por que el material se vuelve fluido y por lo tanto ejerce mayor presión que cuando únicamente se pique.

La temperatura influye, por que cuanto mayor sea ésta, se obtiene menor reventimiento y el concreto fraguará más rápido siendo así menor el empuje sobre las paredes; en cambio será todo lo contrario cuando la temperatura ambiental sea bastante más frío, porque se obtendrá un empuje casi el doble del que se daría a una temperatura normal.

Es importante considerar el número de usos a darle a la cimbra ya que cortes innecesarios nos puede llevar a una acumulación de leña; para hacer que rinda más es planear todo el uso de la cimbra para toda la estructura antes de empezar a construir, planear que tramos se pueden volver a usar, que tramos repetir; identificar tipos de elementos a utilizarse y fabricarlos en el orden que la obra lo esté pidiendo.

Para conservar las dimensiones exactas en los miembros de concreto, existen varios tipos de uniones y de dispositivos que sirven precisamente para mantener a la cimbra separada una cara de la otra a la distancia precisa y se logran con tubos, tornillos, pedazos de madera, alambre... etc, sin embargo pueden causar problemas los pedazos de madera embebidos que presentan discontinuidades por lo que se recomiendan los metálicos siempre y cuando puedan ser cortados antes de llegar a la superficie la cual se resana de manera que no quede

metal en contacto con el exterior para evitar su oxidación y por ende expansión que destruye al concreto a su alrededor aparte de genera manchas.

Deberán dejarse ciertos Dispositivos como agujeros, en la parte baja de las columnas y muros, para inspeccionar, limpiar, lavar y sacar cualquier cosa que haya caído, etc y luego iniciar el colado.

Esos dispositivos deberán tener mayores refuerzos que los demás, por que están precisamente en la parte baja y por que son móviles, para evitar fugas de lechada por las paredes de la cimbra y en la unión de ésta con la losa, mediante un relleno de mortero pobre que impida la salida de esa lechada.

Las cimbras metálicas se utilizan para poder colar elementos que se parecen mucho entre sí, no tienen las ventajas que pueden tener las cimbras de madera, pero para estructuras que son semejantes conviene usarlas, pues la textura que se obtiene es bastante buena, al limpiar no lijar hasta dejarlas demasiada lisa porque así se pegan al concreto y luego al sacarlas salen con pedazos de concreto. Si se tiene una zona pulida, basta permitir que se oxide para resolver el problema.

Las cimbras deslizantes son de gran ahorro económico ya que se usan muchas veces, muy útiles para colar silos, éstas se van subiendo a medida que se van colando, también se pueden utilizar para colar losas muy uniformes, se cuele un tramo, se bajan, se corren con malacate o tractor y se vuelve a subir, se troquelan y corrigen en las zonas de las columnas por que esos tramos no se pueden correr y se vuelve a colar.

Siempre es conveniente darle un tratamiento a las cimbras; echarles aceite o mantenerlas húmedas antes de colarlas para que no se peguen el concreto lo mas eficaz es aceitarlas ya que con ello impide que la cimbra absorba agua del colado y que no se pegue al concreto. Siempre debe aceitarse antes de que se coloque el acero, nunca cuando el acero esta colocandose o ya esta colocado ya que el acero perderá su adherencia al concreto.

El acero de refuerzo deberá estar libre de tierra, aceite, pintura, grasa u otras substancias que impidan la adherencia con el concreto.

Una oxidación leve no es perjudicial, sino que puede proporcionar mayor adherencia, sin embargo debemos conocer el tiempo en que ocurre esa oxidación y no permitir la colocación del acero que tenga más de seis meses oxidado e incluso en algunos casos, conviene reensayarla para conocer el detrimento experimentado por la corrosión.

El mortero que ensucia el acero y que llega a secarse antes de que el concreto llegue a ese nivel para cubrirlo, impide la buena adherencia y debe cepillarse vigorosamente con cepillo de alambre y si aun así no se limpió conviene dejarlo.

La localización de los traslapes deberá estar debidamente planeada para no cortar demasiadas varillas en una misma sección y esta zona debe ser de bajo esfuerzo de tensión, en caso de usar soldadura, ésta deberá realizarse con personal calificado y siguiendo las especificaciones que corresponden, se ensayarán periódicamente estas soldaduras para garantizar la continuidad en la estructura, necesita mayor cuidado cuando hay paquetes de varilla, estudiar ese traslape y soldadura para no tener una zona de baja resistencia y poder transmitir a través del concreto o la soldadura, toda la carga que llevan las varillas.

El supervisor auxiliado por un laboratorio debe revisar la calidad del acero de refuerzo antes de que éste se empiece a habilitar y una vez colocado, revisará su cuantía, dobleces, recubrimientos, ... etc., antes de que éste se amarre, con el fin de no frenar el avance de la obra.

El supervisor debe revisar los armados a medida que se van realizando, y no minutos antes del colado, confiar en el constructor para no entorpecer los programas, además no limitarse a revisar el armado, sino también permanecer durante el colado para revisar el cumplimiento de los sistemas de colocación, limpieza, ... etc. Durante el colado deberán permanecer en la obra carpinteros que revisen los niveles, rigidez y contraventeo de las cimbras, cjes, etc., y también fierros que revisen alturas de la varilla, alineación, ... etc., no es conveniente subir o bajar la varilla cuando el concreto ya está depositado.

En cuanto al transporte, para llevar el concreto de las revolventoras a las cimbras, se podrán aprovechar varios elementos tales como carretillas, bogues, canalones, camiones, cubos, tubos, transportadores de banda, a base de presión neumática o a base de bombas de desplazamiento.

El método que se utilice, tiene que ser el adecuado para el uso y la consistencia del concreto por emplear. Todos los manejos se harán sin segregación del concreto, esta segregación debe ser controlada, prevista y corregida constantemente.

Cuando el concreto se cambie de un elemento a otro, lo común es usar ciertos deflectores, laminas, etc., para que caiga siempre vertical, con lo cual se evitará la segregación.

Tomar en cuenta que el concreto enviado no será más húmedo que aquel que se requiera para evitar que durante la colocación no se produzca la segregación, secado o endurecimiento.

El bombeo del concreto es posiblemente la forma de colocación más rápida que existe, se desarrolló en México desde 1960. Su mayor uso se ha extendido a medida que se han buscado equipos más ligeros y más fácilmente transportables en camión dando servicio a varias obras al día, resultando así más económico que otros sistemas.

El volumen que manejan varía, existen bombas pesadas utilizadas en obras con volúmenes de concreto superiores a los 5000 m³. y dan perfectos resultados por su poco mantenimiento que requieren, con facilidad estas bombas manejan de 50 a 70 m³. por hora. Existen bombas que puedan transportar de 100-600 metros horizontales y de 30 a 150 metros verticales, con este sistema se reduce notablemente la mano de obra correspondiente a transportación y colocación al área de colado.

En México se utilizan bombas con tuberías de 15 cm. de diámetro y las más usuales con aquellas de 10 cm. de diámetro por supuesto que en éstas más pequeñas, el agregado máximo que puede transportarse sin tener problemas de taponamiento es el de 20 m.m., percatarse de que el revenimiento sea el solicitado por el calculista, generalmente el revenimiento es el propuesto por el constructor según el tipo de elemento a colar; cantidad de armado; sección; ... etc.

Vibración, el vibrado del concreto es de gran ayuda, puesto que ayuda a sacar todas burbujas de aire atrapadas logrando mayor resistencia, aumento de adherencia con el acero de refuerzo, mejor adherencia en las juntas, mayor durabilidad y reducción de los cambios de volumen o contracción; manejar siempre el vibrador vertical a la cim-

bra, evitar el excesivo vibrado que trae como consecuencia que una capa de pasta de cemento alcance la cimbra y que pueda crearse un agrietamiento durante el secado.

Dentro de los vibradores utilizados están: los vibradores interiores que penetran dentro de la masa de concreto; los que se apoyan en la cimbra y vibran a través de la misma; y los de superficie los cuales transmiten su vibración a través de la superficie del concreto; existen vibradores de gasolina, eléctricos y neumáticos.

Los neumáticos por su ligereza son bastante útiles y los eléctricos le siguen por su sencillez y los de gasolina son los menos recomendables ya que requieren más servicio.

En el caso de losas de concreto de pequeño espesor no se recomienda los vibradores de inmersión, porque provoca en impulso de las partículas pequeñas hacia el exterior, haciendo que el agregado grueso descienda, con lo cual ocasiona una segregación del concreto, que solo será recomendable el uso en losas superiores a 20 cm. de espesor.

El curado es una etapa muy importante, ya que la hidratación del concreto solamente tiene lugar cuando está en contacto con la humedad y temperaturas favorables, solo si se logra retener el agua original, se podrá lograr un curado perfecto, definido como: el medio para prevenir la evaporación del agua del mezclado.

Se recomienda proteger el concreto normal por lo menos 7 días y 4 si es de concreto de alta resistencia; mantener húmedo el concreto después de quitar las cimbras, el papel impermeabilizante o recubrimientos plásticos no requieren adiciones periódicas de agua, en algunos casos estas películas plásticas pueden carecer de coloración del concreto endurecido; las membranas químicas son compuestos que retardan o previenen la evaporación de la humedad del concreto, estas deben aplicarse inmediatamente después de que el concreto ha sido terminado, esta membrana no debe aplicarse en presencia de agua, solo se aplicará cuando el agua desaparece de la superficie del concreto terminado.

El curado con vapor es muy usual en la producción de unidades prefabricadas tales como bloques, tuberías, elementos presforzados, etc., donde es deseable acelerar el proceso de hidratación y endurecimiento de las unidades, para poder utilizarlas en pocas horas después de su fabricación; evitar el problema de almacenamiento y los retrasos que el curado normal exige. El curado a vapor los hay utilizando alta presión, baja presión continua y baja presión intermitente.

El descimbrado se hará tan pronto como el concreto alcance la resistencia, también para poder realizar los resacas que se requieran y que estos fragüen junto con la masa total. Las cimbras que cubren muros, columnas, laterales de vigas o la parte superior de superficies inclinadas pueden quitarse en poco tiempo de 3 a 7 horas.

Para las demás piezas hay que revisar que el elemento sea capaz de soportar las cargas que tiene e incluso su carga viva con su factor de seguridad adecuado, para esto se utiliza especímenes que son tratados de igual manera que el elemento, si la resistencia es inferior más del 15% a la de los cilindros de control, deberá mejorarse el sistema de curado.

No dejar la cimbra más de lo necesario porque impide el libre encogimiento del concreto ocasionando grietas de contracción o de el hinchazón de la madera por el humedecimiento.

En muchas especificaciones exigen 14 días para el descimbrado de losas o intervalos, mucho menores para muros y columnas; sin embargo, el grado de endurecimiento depende de la temperatura, de la humedad de curado, del tipo de cemento, de la relación agua-cemento; por lo que es necesario especificar ese tiempo para cada caso particular.

Existen otros medios que dan una aproximación buena como el esclerometro que determina la compresión a base de rebote de un martillo, para dar criterio de suspender el curado o descimbrar.

El rellenado con tierra en los muros de contención serán retardados hasta que el concreto haya adquirido la resistencia suficiente para soportar la carga, de lo contrario no trabajarán adecuadamente y a la vez evitar que se eche la tierra con impacto.

En el caso de querer desarrollar procedimientos de construcción más rápidos, tomar en cuenta la capacidad de servicio de cada elemento, como en el caso de el colado de una losa y su descimbrado respectivo sin que se haya considerado si las columnas son capaces de soportar tal peso, pudiendo ocasionar sin estas precauciones, lamentables sucesos.

2.2.2 PRESFORZADOS

INTRODUCCION AL PRESFUERZO:

Desarrollo histórico.- Se puede decir que el principio del presfuerzo se aplicó algunos cientos de años, cuando se enrollaban cables o cinchos metálicos en tiras separadas de madera para formar un barril o bien circundando ruedas de madera con cinchos metálicos, en ambos casos calentando el acero, deformándolo y colocándolo, para que al enfriarse se confine en la madera y acero.

Ya aparecido el concreto armado, surgen investigadores que pretenden evitar las grietas que aparecían en las piezas solicitadas a flexión, para ello pensaron en producir una compresión previa o presfuerzo en el concreto, por medio del acero de refuerzo; que al tensionarse y anclarse en los extremos producía dicho efecto.

En 1886 P.H.Jackson, Ingeniero de San Francisco, California (EEUU) obtuvo una patente para la construcción de pavimentos de concreto de mampostería artificial, en la que introducía el uso de barras de acero tensado, ancladas con tuercas o con cuñas, para eliminar el agrietamiento del concreto producido por las tensiones que aparecen bajo las cargas. Dos años después W.Doehring patentó en Berlín un sistema de construcción de losas, vigas y dinteles, en el que se introducía el uso de alambres tensados antes del colado de las piezas a fin de que la compresión producida en el concreto redujera su agrietamiento. Esta fue la primera idea de piezas precoladas de concreto presforzado, que por un tiempo no era funcional debido a la contracción del concreto y el bajo esfuerzo en el acero, por lo que pasado un tiempo se perdían.

En 1908 C.R.Steiner de los EEUU, patentó un sistema para romper la adherencia entre las barras de acero y el concreto y poder retensar las barras posteriormente a fin de contrarrestar las pérdidas del presfuerzo causadas por las deformaciones diferidas del concreto.

En 1928 los Ingenieros E. Freyssinet y J. Scailles patentaron en Francia y en otros países, la construcción de elementos de concreto presforzado con acero de alta resistencia, tensado a esfuerzos superiores a 4000 kg/cm²., antes del colado del concreto.

Además E. Freyssinet trabajo desde 1911 en la investigación del fenómeno de la deformación diferida del concreto; fue el primero en aclarar los fundamentos que gobiernan las deformaciones del concreto y en establecer que influencias tienen dichas informaciones en las estructuras del concreto presforzado.

Aprovechando la construcción del puente Plougastel (tres arcos de concreto armado de 172.6 m. cada uno), midió la deformación por contracción del concreto y pudo cercionarse de la magnitud de este fenómeno, insistió en el uso del concreto de alta resistencia y promovió la compactación del concreto por medio de un vibrado energético, indispensable en el concreto presforzado.

E. Freyssinet es considerado como el iniciador del desarrollo moderno del concreto presforzado, en 1929 construye unas prensas hidráulicas, de concreto presforzado para la forja del acero, con capacidades 2000 y 10000 ton. y durante los años 1932 a 1934 fabricó postes y pilotes de concreto presforzado.

En 1938 E. Boyer de Alemania, construyó una cama de tensado para emplear alambres delgados (0.5 mm. a 2.0 mm.) con alta resistencia para fabricar vigas de concreto presforzado en longitudes de 100 m. la que después de inducidas se cortaban a las longitudes deseadas. El anclaje de los alambre en las vigas se hacia por adherencia, hasta la fecha se emplea este sistema.

En 1939 E. Freyssinet patentó un sistema para la aplicación de presfuerzo a piezas de concreto, después de su endurecimiento. El sistema esta formado por un cable de 12 alambres de 5 o 7 mm. colocados alrededor de un núcleo constituido por un espiral de alambre de acero y colocado todo ello dentro de un tubo de lamina delgada.

Los doce alambres se tensan con un gato de doble acción y se anclan por medio de una cuña cónica de concreto contra la parte interior de un cilindro hueco de concreto.

El gato que opera con agua a presión, primero tensa los alambres que se fijan al cilindro exterior en parejas por medio de cuñas, y una vez que se alcanza la deformación del cable y la presión manométrica deseada, con otro pistón introduce la cuña macho a presión para anclar los alambres del cable.

Entre 1940-1942 G. Magnel, de Bélgica desarrolla el sistema de presfuerzo que lleva su nombre, formado por un cable de alambres paralelos, contenidos en un ducto con separadores y los cuales, tensados, se anclaban en sus extremos por pares, con cuñas de acero contra placas de acero. También fue el primero en señalar la diferencia que hay entre las cargas de ruptura con alambres adheridos al concreto y en aquellas que no se ligaban, como era usual en aquellos días. Aclaró el efecto especial del presfuerzo en las estructuras hiperestáticas, también fue el primero en aclarar el pandeo de columnas con cables de presfuerzo adheridos a la pieza.

En 1940, se construyeron en Pakistan los primeros cascarones presforzados, se trataban de bóvedas cilíndricas que se presforzaban por medio del sistema de Freyssinet.

En Inglaterra P. W. Abeles desarrollo durante los años 1942 a 1943 la fabricación de piezas de concreto precoladas en las que dejaba unas ranuras para colocar los alambres de acero de alta resistencia. una vez tensado los alambres, se llenaban las ranuras con concreto para adherirlos al resto de la pieza, sistema actualmente utilizado en la fabricación de vigas presforzadas de bloques.

En 1944 G. Magnel, inició en Bélgica del primer puente ferroviario de concreto presforzado, el puente "El ferroviario", debido a la guerra duró hasta 1948, de esta obra se obtuvieron bastantes conocimientos sobre la inyección de los ductos con lechada de cemento, la adherencia del acero de presfuerzo y la seguridad a la ruptura.

En 1946 se inicia la construcción de la primera pista de aterrizaje de concreto presforzado en el aeropuerto de Orly en París, según el proyecto del ingeniero E. Freyssinet. La losa tenía 6 m. de ancho y 420 m. de largo y un espesor de 16 cm., y está presforzado longitudinal y transversalmente, empleando solamente cables transversales. El presfuerzo longitudinal se logra introduciendo una serie de juntas móviles diagonales en 45 grados en planta y unos estribos extremos anclados en el terreno para obtener una compresión longitudinal al presforzar transversalmente.

Entre otros ejemplos tenemos en Alemania en 1947-1950 los puentes sobre el canal del puerto de Neckar, uno con un arco de tres articulaciones de 108 m. de claro y otro con un trabe continuo de 96 m. de claro central.

El concreto presforzado no solo se uso en puentes sino también en grandes bodegas y fabricas.

En 1948 en EEUU., la compañía Proload desarrolla una máquina para presforzar tanques cilindricos de concreto enrollando alrededor del concreto un alambre continuo de alta resistencia a tensión, en vueltas sucesivas. posteriormente ese acero se recubre con concreto.

Este mismo año Freyssinet construye unos tanques rectangulares para agua, en Orleans, y el primer puente de concreto presforzado en Sudamerica con 14 tramos de 37.5 m. de claro de traves precolados, cerca de Rio de Janeiro, Brasil (puente Galión).

En 1948 también el Ing. R. Morandi desarrollo el primer sistema Italiano para el anclaje de pares de alambres por medio de cuñas cónicas de acero.

En 1949 cuatro ingenieros suizos: M Bir Kenmiger, A. Brandestini, M. Ros y K. Vogt, patentaron el sistema de BBRV, en el que el cable se forma con alambres paralelos de acero de alta resistencia. El anclaje se realiza contra placas de acero por medio de las cabezas que se forman por estampado en frío en dos extremos de los alambres.

El mismo año la firma Dickerhoff Und Widmann, de Alemania, introdujo un sistema de presfuerzo usando barras de acero de alta resistencia (90 Kg/mm²), con anclajes por medio de rosca y tuerca, que favoreció además el uso del presfuerzo parcial, que tiene ventajas económicas sobre el presfuerzo total.

En 1950, V Finsterwalder construyó el puente sobre el rio Lahn con un claro de 62.1 m. La construcción del puente se hizo en doble voladizo colando las secciones de las traves en su sitio, a partir de ambos estribos por medio de una obra falsa soportada en las porciones previamente construidas.

Mismo año que en Inglaterra se introduce el sistema de presfuerzo [McC-Coll] (Stress-Steel) que usa barras de acero de alta resistencia, con anclaje por medio de una rosca especial y tuerca.

En México la primera obra de concreto presfuerzo que se construyó fue el puente "Zaragoza", en Monterrey, N.L., sobre el río Santa Catarina. Los 175 m de longitud del puente están cubiertos con cinco tramos libres de concreto presfuerzo de 34 m de claro cada uno. La superestructura del puente está formada por siete travesas presfuerzadas que se fabricaron en un sitio. El presfuerzo se dio con alambres de acero de alta resistencia que se anclaron por parejas con cuñas de acero. Las travesas, después de montadas en sitio, se ligaron transversalmente presfuerzando los diagramas y los patines superiores que forman la losa de la calzada. Su construcción se terminó en el año 1953. Mismo año que se ponen en servicio dos puentes más de 12 m de claro, construido con travesas de concreto y presfuerzadas con alambres de alta resistencia, en el camino vecinal Maravatio-Irimbo.

En 1956 se termina la reconstrucción del puente sobre el río Bravo entre Nuevo Laredo, Tamps. y Laredo, Tex. El puente tiene siete claros continuos, con claro máximo de 45.8 m. Las travesas se fabricaron en secciones para los dobles voladizos y travesas suspendidas de 27.5 m de claro, apoyados en los extremos de los dobles voladizos. La continuidad se logró introduciendo cables de presfuerzo a través de las juntas, el sistema de presfuerzo que se usó en su construcción fue RRRV.

En México fue hasta 1955 cuando se usa en forma constante en concreto presfuerzo, siendo que el sector tanto público como privado usan toda una tecnología para sistemas de concreto pretensado o postensado en todo el país.

Definición de presfuerzo. Según T.Y.Lin define el presfuerzo: "Presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o armadura, con el objeto de mejorar sus comportamientos y resistencia bajo diversas condiciones de servicio..."

Sabemos que el concreto trabaja bien a la compresión y no así a la tensión por lo que se buscó algún material que le ayudara a soportar los esfuerzos de tensión, naciendo así el concreto convencional, aun así esto no impide que bajo condiciones muy altas de carga se sigan presentando estados de agrietamientos y deformación considerable.

Según el Ing. Freyssinet el presfuerzo significa: "Crear en un elemento estructural, mediante algún procedimiento, antes o al mismo tiempo que la aplicación de las acciones exteriores, esfuerzos tales que, al combinarse con los correspondientes a las cargas exteriores, anulen los esfuerzos de tensión o los mantengan menores que los esfuerzos permisibles de los materiales empleados".

Según ACI "El concreto presfuerzo, es el concreto en el cual han sido introducidos esfuerzos internos de tal magnitud y distribución que los esfuerzos resultantes de las cargas externas dadas se equilibran hasta un grado deseado, siendo que en miembros de concreto reforzado, se introduce comúnmente, el presfuerzo dando tensión al refuerzo de acero".

Entre los materiales más usuales de tensado están los tensores de acero, también se estudian otros materiales como tendones de fibra de vidrio, se comprobó que no es necesario que el tendón este sumergido en el concreto, sino que se puede colocar en el exterior como tirante o arco atirantado.

CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO PREFORZADO:

- SEGUN EL TIPO DE PREFUERZO:

* **presfuerzo interior o exterior.** interior cuando se aplica a tendones sumergidos en el concreto o adyacentes a él. Exteriores como gatos sobresalientes localizados en los extremos de una viga o en puntos intermedios (cuando los extremos están restringidos por los apoyos, y que puedan producir compresión en las fibras inferiores o tensión en las fibras superiores sin emplear acero de refuerzo en la viga, sin embargo tendrá que reajustarse de vez en cuando por la contracción, el flujo plástico del concreto que eliminan por completo las deformaciones artificiales.

* **Presfuerzo lineal o circular.** circular es el que se aplica a tanques o silos redondos. Lineal empleada en elementos como vigas y losas, los cables de presfuerzo de éstos no necesariamente serán rectos, pueden ser o doblados o curvos pero no colocados en círculo.

* **Pretensado.** Es la aplicación de un presfuerzo por medio del tensado de los torones con gatos hasta un 75% de su resistencia última; en contra de las reacciones exteriores, efectuada antes del colado, dejando que fragüe con vapor a baja presión, hasta un alto porcentaje de su resistencia última, entonces los tendones se sueltan para transmitir el esfuerzo al concreto. Empleado generalmente más en elementos precolados y fabricados en planta como: losas de techo y piso, pilotes, postes, trabes, paneles de muro y durmientes de ferrocarril... etc.

* **Postensado.** Su aplicación se logra, presforzando y anclando tendones al concreto una vez que este ha fraguado. Comúnmente, los ductos se forman por medio de tubos dentro del cuerpo del concreto.

- Fraguado el concreto y una vez que alcanzó una resistencia suficiente, los tendones se insertan en ductos formados por tubos dentro del cuerpo del concreto y se alargan por medio de gatos, después se le colocan anclas para transmitir a través de estos la carga de los gatos a los extremos del miembro de concreto.

Comúnmente se aplica a los miembros de concreto precolado y a los que tienen curvaturas complejas, el postensado es versátil y casi sin limitaciones de tamaño, longitud o rango de esfuerzos. También se puede utilizar para productos fabricados en planta pero más caro que el pretensado si se requiere producir en serie.

* **Presforzado por etapas.** Utilizado para ejercer el presfuerzo en dos o más pasos para evitar el sobreesfuerzo o agrietamiento del concreto durante las fase de construcción antes de aplicar más carga muerta.

* **Presfuerzo parcial.** Son ideas de diseño la cual el gato de presfuerzo se mantiene intencionalmente bajo; por lo general, el propósito es suministrar una compresión residual (tensión nula), bajo cargas normales de servicio, pero permitiendo tensión y aún agrietamientos en menor grado bajo cargas ocasionales.

- SEGUN EL TIPO DE TENDONES:

* Tendones interiores._ Son aquellos que empoltran dentro de la sección transversal del miembro de concreto y pueden ser pretensados o postensados, por lo general se refiere a postensados, localizados dentro de ductos ahogados en el concreto.

* Tendones exteriores._ Son los que permanecen fuera de la sección transversal del miembro de concreto al tiempo de colarlo; puede ligarse después a dicho miembro por medio de concreto adicional o relleno de lechada de concreto. Estos exteriores pueden colocarse en ranuras o canales en los lados del miembro de concreto, por ejemplo en una trabe de cajón, se puede colocar en el hueco de esta.

* tendones por adherencia._ Son los que están totalmente adheridos al concreto en toda su longitud, generalmente son los tendones pretensados o postensados de tamaños pequeños que se colocan dentro de ductos con relleno.

* Tendones sin adherencia._ Son aquellos que cuya fuerza se aplica al miembro de concreto solo en los anclajes. Intencionalmente se evita la adherencia en toda su longitud; cuando un tendón postensado se introduce en un ducto, este se puede rellenar con un compuesto bituminoso, envolverse con papel y después colocarse en las cimbras, colando y curando a continuación el concreto y estirando por último el tendón. Este es considerado sin adherencia. Los cables no adheridos deben protegerse contra la corrosión, ya sea inyectando lechada, en grasando o por cualquier otro medio.

En general los tendones exteriores, colgantes, tirantes presforzados, ... etc. se consideran por lo general sin adherencia, excepto los sujetados en la pieza de concreto a intervalos cortos por medio de estribos y lechada de cemento.

- SEGUN LA FORMA DE ANCLAJE DE LOS TENDONES EN EL ELEMENTO:

* Tendones anclados en los extremos._ generalmente en el postensado, el anclaje en los extremos del elemento, una vez tensados, se sujetan por medio de dispositivos mecánicos que transmiten el presfuerzo al elemento.

* Tendones no anclados en los extremos._ Generalmente en pretensados, los tendones transmiten el presfuerzo al elemento de concreto por simple adherencia y a todo lo largo de la pieza; aunque puede existir zonas de adherencia nula.

- SEGUN LA FORMA DE FABRICAR EL ELEMENTO:

* Elemento precolado._ Elemento como éste incluye la colocación del concreto lejos de su posición final, colocándose el o los elementos en plantas permanentes o algo cerca del sitio de la estructura y eventualmente erigida en la localización final. El precolado permite mejor control en la producción en masa y con frecuencia es económico.

* Elemento colado en sitio._ Estos elementos necesitan más moldes y más obra falsa por unidad de producto, pero economizan el costo de transporte y erección. Es una necesidad tratándose de elementos grandes y pesados.

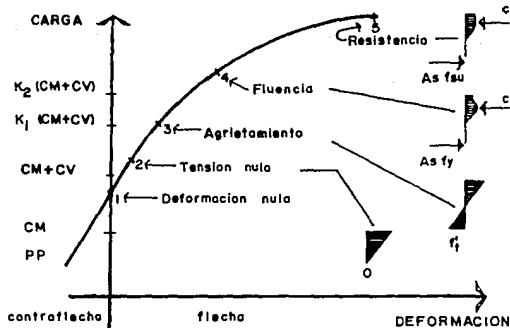
* Elemento de construcción mixta. A menudo es económico colar parte de un elemento, erigirlo y colar entonces la porción restante en el lugar.

Los precolados en una obra mixta puede unirse más fácilmente que los de una estructura totalmente precolada. Mediante la construcción mixta es posible economizar moldes y de la obra falsa que se requiere para una estructura totalmente colada en su lugar, sin embargo debe estudiarse convenientemente para condiciones particulares de estructura.

PRINCIPIOS DEL CONCRETO PRESFORZADO.-

Para presforzar una viga de concreto, se debe aplicar una fuerza cuya magnitud depende de la excentricidad de la fuerza de presfuerzo con respecto al eje neutro; a mayor excentricidad, menor será dicha fuerza.

La economía que resulta de aplicar la fuerza de presfuerzo excéntricamente es obvia, aunque una mayor economía se puede lograr cuando se permiten pequeños esfuerzos de tensión en las fibras superiores, estos esfuerzos de tensión pueden deberse al presfuerzo o a la combinación de él y cualquier otra carga externa actuando al mismo tiempo.



- A_s = Área del acero de presfuerzo
 pp = Peso propio
 CM = Carga muerta
 CV = Carga viva
 K_1 y K_2 = constantes
 f_t = Modulo de rotura a tensión del concreto
 f_y = Esfuerzo de fluencia
 f_{su} = Esfuerzo ultimo del acero

NOTA

Los diagramas de los puntos 2 y 3 representan variaciones de esfuerzos; los de los puntos 4 y 5 muestran las fuerzas del par interno.

FIGURA No.2-1 Curva carga-deformación en vigas de concreto presfuerzo con un presfuerzo excéntrico.

El tramo recto, que indica un comportamiento lineal, se inicia en la región de deformaciones negativas, lo que significa que, debido a la acción del presfuerzo, se producen deformaciones hacia arriba (contraflechas), que no se contrarrestan totalmente por el peso propio y algún porcentaje de la carga total.

Punto 1 de la curva representa la condición de deformación nula, en que las deformaciones correspondientes a las cargas exteriores quedan totalmente equilibradas por las producidas en el presfuerzo. La condición se da cuando la combinación de los esfuerzos debidos a cargas exteriores y al presfuerzo produce un bloque de esfuerzos uniformes en todas las secciones de la viga.

punto 2 de la curva, resulta cuando los esfuerzos de tensión son nulos en la fibra inferior de la sección crítica de la viga. Durante mucho tiempo, los proyectistas de elementos de concreto presfuerzo consideraron que no debería excederse esta condición.

Punto 3, se llegará a este si la carga se incrementa, llamada carga de agrietamiento, que se presenta cuando los esfuerzos de tensión en la fibra inferior de la sección crítica coinciden con el mo-

dulo de rotura de concreto. Este es un punto notable en el comportamiento de los elementos de concreto presforzado, debido a que corresponde a la iniciación del agrietamiento. Una vez sobrepasada la carga del agrietamiento, las deformaciones dejan de ser proporcionales a la carga y la curva carga-deformación exhibe un quiebre marcado.

Punto 4 corresponde a la carga que hace que el acero alcance su esfuerzo de fluencia.

Punto 5 representa la resistencia de la sección es decir, su capacidad máxima en flexión.

En la gráfica se indica sobre el eje vertical diversos estados de carga típicos, correspondientes a distintos estados de deformación y agrietamiento.

Idealmente el diseño de elementos de concreto presforzado debe basarse en el conocimiento de la curva completa carga-deformación, conociendo la relación entre estas dos para distintos niveles de carga, puede mantener las deformaciones probables de la viga dentro de valores convenientes. Análogamente puede lograr que el agrietamiento no exceda de los límites que se consideran aceptables.

Un problema de especial dificultad en el estudio del comportamiento de elementos estructurales presforzados, es la predicción de las variaciones que experimenta el presfuerzo inicialmente aplicado, al transcurrir el tiempo, como resultado de las características plásticas del concreto y del acero.

CONCRETO PRETENSADO.

En este, primero se tensa el acero entre los muertos de anclaje y posteriormente se hace el colado alrededor del acero y en moldes que dan la forma al elemento. Cuando el concreto ha alcanzado suficiente resistencia a la compresión, se libera el acero de los muertos de anclaje, transfiriendo la fuerza al concreto a través de la adherencia existente entre ambos.

FORMA DE APLICAR EL PRESFUERZO.

Los tendones de acero, generalmente consisten de alambre en piezas pequeñas y torones en piezas más grandes, se tensan entre las placas de anclaje situadas en cada extremo de una mesa larga de tendado (ver figura 2-2).

Dichas placas se encuentran soportadas por grandes secciones de acero ahogadas en un macizo de concreto o acero (muerto de anclaje) en cada extremo de la superficie de colado.

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 el diámetro de los alambres o torones utilizados.

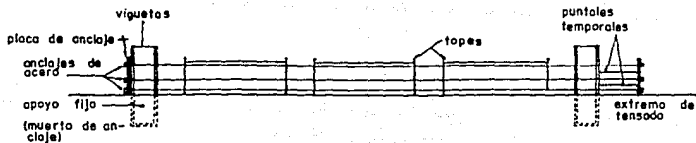


FIGURA No. 2-2 Disposición típica de una producción a gran escala.

Los cables se tensan para levantarse de la mesa y aplicar la carga, enseguida se ancla el alambre y se descarga el gato; esta operación se repite con todos los demás alambres. La secuencia del tendido no es muy importante en el pretensado, pero como acontece con todo el presforzado, es esencial un tendido preciso.

Una vez que se ha terminado el tendido o antes si así lo requiere, la pieza se arregla al refuerzo secundario en la posición debida y se ensamblan los moldes preparándolos para recibir el concreto.

Para obtener una compactación completa del concreto, se deben emplear vibradores, ya sean internos o externos.

El curado, es un proceso que se puede acelerar, mediante la introducción de vapor bajo una cubierta apropiada, obteniendo así una producción rápida, debido a la mayor utilización de la mesa.

En el procedimiento descrito 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, no proporciona el uso más eficiente de la fuerza de presfuerzo, en lo que respecta a miembros a flexión de sección constante. En las unidades grandes, donde es importante el peso propio, resultará ventajoso incrementar la excentricidad de los tendones cerca de la zona central del claro.

En el proceso de tendones no adheridos se reduce 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.

INSTALACIONES.

Los elementos de concreto precolado y pretensado se fabrican en una planta permanente, o en una planta provisional en obra.

Los principios son los mismos; la planta permanente se puede dotar de una forma económica, de maquinaria y equipo más complejo, con la flexibilidad para ajustarse a una variedad de productos, mientras que la planta en obra se ajusta a las necesidades específicas del proyecto particular.

En la planta de fabricación debe existir como mínimo los siguientes elementos.

- 1.- Suministro de concreto y distribución a las cimbras.
- 2.- Almacenamiento de torones de presfuerzo en rollos, con los

medios para tender los tendones en la cimbra.

- 3.- Almacenamiento de acero de refuerzo e instalaciones de fabricación.
- 4.- Camas en las cuales se esfuerzan los tendones; dichas camas deben tener capacidad para resistir las altas fuerzas de compresión, así como los momentos ocasionados por la distancia entre el tendón y la superficie de la cama y también por la deformación de los tendones.
- 5.- Medios para aplicar el presfuerzo (por lo general un equipo de gatos hidráulicos, mordazas y tornillos de apriete para los tendones).
- 6.- Mecanismos para dar curvatura a los tendones, en caso necesario.
- 7.- Címbros.
- 8.- Equipo para colocar y consolidar el concreto.
- 9.- Medios para aplicar un curado acelerado (generalmente, un sistema de vapor a baja presión).
- 10.- Equipo para izaje y manejo.
- 11.- Areas de almacenamiento.
- 12.- Equipo de transporte, camiones, barcazas, ... etc.
- 13.- Equipo para pruebas e inspección.
- 14.- Instalaciones para mantenimiento y reparación.
- 15.- Servicios (agua, corriente eléctrica, combustible, aire comprimido, ... etc.).
- 16.- Almacenamiento y fabricación de insertos, estobos, bloques separados, ... etc.
- 17.- Equipo de corte y soldadura.
- 18.- Servicios de ingeniería para dibujos de taller, de trabajo y cálculos varios.
- 19.- Dirección y administración del patio, registros de costos, contabilidad, compras, despacho de materiales, estimaciones, ingeniería de ventas e ingeniería de servicios.

MESAS DE COLADO Y MUERTOS DE ANCLAJE.

Las mesas de colado para la producción de elementos pretensados pueden tener características muy variables que dependen de la naturaleza de los productos por prefabricar, la magnitud de las fuerzas de presfuerzo para las que haya que proporcionar anclaje y las propiedades del suelo sobre las que deben apoyarse. Un aspecto fundamental es reducir al mínimo los movimientos diferenciales de las instalaciones, a fin de tener que hacer ajustes frecuentes para conservarlas debidamente niveladas.

El dimensionamiento de las mesas se basa en la aplicación de los principios en ingeniería estructural y de la mecánica de suelos.

La longitud de las mesas oscila entre 40 y 200 m., aproximadamente considerando como 100 m. como promedio.

Se distinguen tres tipos de mesas de colado:

I MESAS FIJAS:

A. Con muertos de anclaje que resisten por sí solos todas las fuerzas de presfuerzo; la losa no tiene más función que la de proporcionar una superficie de trabajo; sus inconvenientes están en

que la losa como los muertos pueden tener movimientos relativos entre si de importancia que pueden ocasionar dificultades en la producción, solo es conveniente este tipo de mesa en terrenos duros.

B. Con muertos de anclaje piloteados, varia del anterior porque proporciona mayor estabilidad a los muertos de anclaje por medio de pilotes, bueno en terrenos malos; la losa tampoco cumple una función estructural.

C. Con la losa que actúa como una columna, las dimensiones de los muertos pueden disminuir si se hace que la losa que forma la mesa actúe como una columna con capacidad suficiente para transmitir las cargas de presfuerzo. Debe investigarse los efectos de esbeltez bajo la acción de las fuerzas de presfuerzo.

D. Con una losa monolítica con muertos de anclaje. En este caso, la losa y los muertos de anclaje forman un conjunto monolítico, su ventaja se presenta por su rigidez, uso óptimo en terrenos malos.

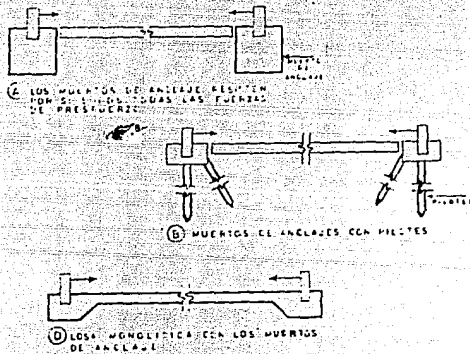
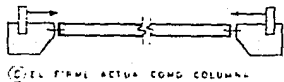


FIGURA No. 2-3 Mesas fijas



II MESAS PORTATILES:

Generalmente utilizadas en plantas provisionales, por no existir fábricas cercanas a la obra y cuando el volumen de la obra es lo suficientemente importante. Para que resulten económicas, estas plantas deben estar constituidas por elementos recuperables en el mayor grado posible con el fin de se puedan usar muchas veces en obras distintas y se reduzcan así los costos de amortización. Entre las muchas variantes de mesas portátiles están:

A. Mesas de elementos precolados que se unen por medio de tendones de presfuerzo. Las piezas o dovelas que constituyen las mesas, se hacen de un tamaño que pueda transportarse fácilmente.

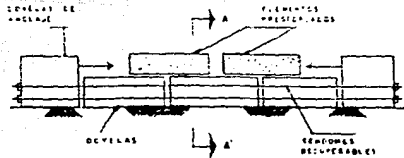
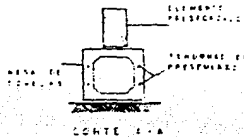


FIGURA No 2-4
Mesas portátiles de
elementos precolados



R. Mesas de estructuras de acero. Puede proporcionarse un anclaje a las fuerzas de presfuerzo por medio de bastidores formados por estructuras desarmables de acero, implica menos costo de transporte.

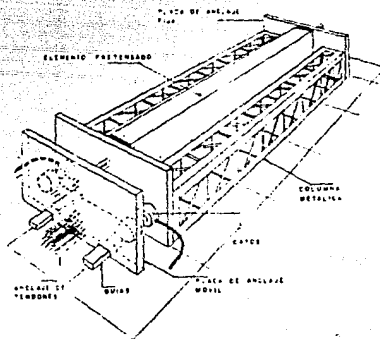


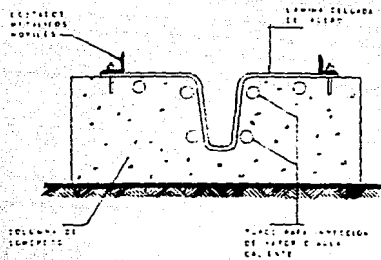
FIGURA No. 2-5
Mesas desmontables y
transportable de elementos
de acero.

III MOLDES CON CAPACIDAD PARA RESISTIR LAS FUERZAS DE PRESFUERZO:

Una solución que puede resultar conveniente en algunos casos consiste en utilizar moldes que tengan suficiente resistencia para que las fuerzas de presfuerzo puedan anclarse contra los moldes mismos. Dos posibles variantes serían:

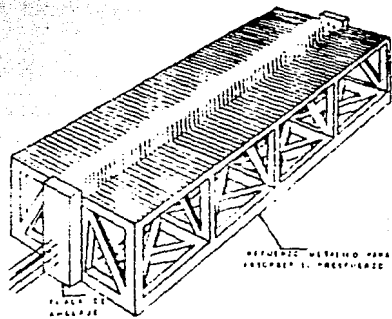
R1. Moldes de concreto forrado de lámina. Algunos elementos estándar pueden fabricarse en moldes de concreto formados de lámina. La lámina se utiliza únicamente para asegurar un buen acabado, puede ser de calibre relativamente bajo. Las fuerzas son resistentes por el concreto. Suelen preverse ductos para vapor o agua caliente a fin de acelerar el fraguado.

FIGURA No 2-6
 Molde de concreto forrado de lamina



R2. Moldes metálicos, son moldes rígidos que resisten las fuerzas de presfuerzo por si solas, solución cara, pero la ventaja es que puede ser desmontable y transportarse sin gran costo debida a su ligereza.

FIGURA No 2-7
 Molde metálico

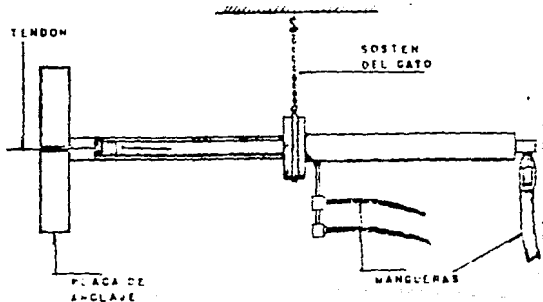


FORMAS DE TENSAR

Los métodos más utilizados para tensar los tendones, se basan en el empleo de gatos hidráulicos de distintos tipos.

Los gatos pueden ser de capacidad relativamente pequeña, cuando se tensan los tendones individualmente, o llegan a tener capacidad de varios cientos de toneladas, cuando se estira un grupo de tendones grandes. El control de presfuerzo aplicado se realiza midiendo la longitud estirada directamente y por medio de los manómetros que suelen estar adaptados a los gatos.

FIGURA No. 2-8
 Gato hidráulico para el tensado individual de tendones

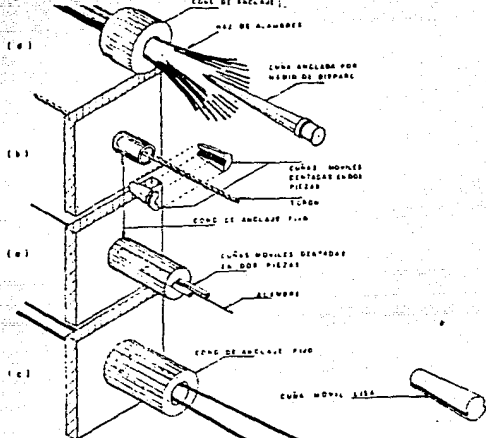


Algunas plantas emplean sistemas con gatos mecánicos de distintos tipos, basados generalmente en el principio de tornillo. En algunas instalaciones se recurre a sistemas de contrapesos.

DISPOSITIVOS DE ANCLAJE

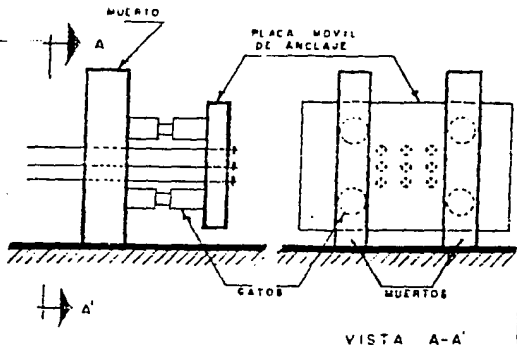
Los tendones se sujetan en los muerlos de anclaje por medio de mordazas que utilizando el principio de cuña, fricción o una combinación de ambos.

FIGURA 2-9
Dispositivos de anclaje para un solo alambre o torón (a y b), para dos alambres (c) o para un haz de alambres (d).



En la mayoría de las plantas de pretensado, los tendones se tensan individualmente. Sin embargo en algunos casos se estiran y anclan grupos de tendones simultáneamente.

FIGURA No. 2-10
Dispositivo de Tensado simultaneo de todos los tendones de una mesa con dispositivos como este.



CONCRETO POSTENSADO.

El postensado puede usarse en la producción industrial para grandes unidades prefabricada, tanto en la obra como fuera de ella.

Procedimiento.- En el postensado, primero se coloca el 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 si no se pueden dejar ductos en el concreto, pasando el acero a través de ellos una vez que ha tenido lugar el endurecimiento.

Cuando se alcanza la resistencia requerida del concreto se tensa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto en compresión. En la mayoría de los casos, una vez tensado los elementos y aplicada la deformación necesaria al tendón, se retiran los gatos, y los tendones se anclan mediante sistemas especiales, luego se inyecta lechada de concreto en los ductos, para proteger al acero contra la corrosión y para que exista adherencia entre los tendones y el concreto.

TIPOS DE ANCLAJE: Los tipos de anclaje de los tendones que se utilizan en los sistemas postensados pueden clasificarse según el procedimiento que utilizan.

- a.- Aprovechando el principio de la cuña, así como la función entre las cuñas y los tendones.
- b.- Apoyando directamente el tendón sobre una placa por medio de un engrosamiento formado en el extremo de los tendones.
- c.- Usando dispositivos a base de rosca.
- d.- Doblando los tendones

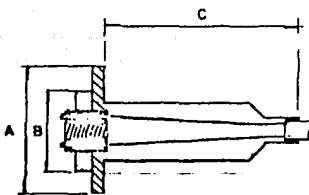
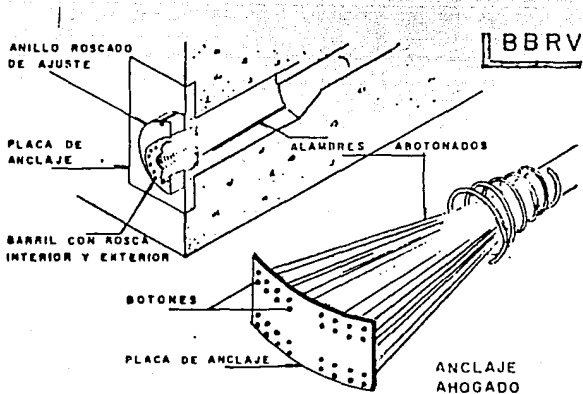
CARACTERISTICAS DE SISTEMAS MAS CONOCIDOS EN MEXICO.

SISTEMA BBRV.- Sistema de origen Suizo, fué el primero en el que se utilizó un anclaje a base de botones en los extremos de los alambres, en forma de cabezas de remache, apoyados directamente sobre un elemento de anclaje de acero, que a su vez descansa sobre una placa de distribución, también de acero, ahogada en el concreto. El ensanchamiento del extremo de los alambres se logra en frío, por medio de un equipo especial. Se deben tomar precauciones especiales para que todos los tendones tengan la longitud correcta. El sistema BBRV facilita notablemente el anclaje y permite tensar un gran número de tendones simultáneamente.

El ajuste de la fuerza de presfuerzo se logra mediante una rosca con el elemento de anclaje. En vigas tensadas por un solo lado, pueden usarse anclajes a base de placas, como el que se ve en la figura No.2-11.

SISTEMA CCL: Sistema inglés; utiliza el principio de cuña y fricción, pero anclado individualmente cada tendón por medio de un sistema de cuñas y cilindros. En este sistema se deben tensar uno por uno todos los alambres que forman el tendón. (Ver figura No. 2-12)

FIGURA No. 2-11 Características principales de los dispositivos de anclaje tipo BBRV.



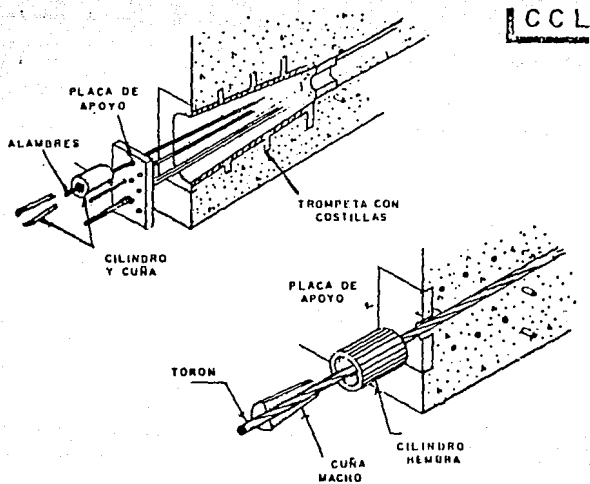
CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

CABLE	DIMENSIONES		
	A MM	B MM	C MM
M-50-22#5	160	144	500 x 600
M-100-44#5	220	156	500 x 660
M-150-66#5	270	181	500 x 660
M-50-12#7	160	144	500 x 600
M-100-24#7	220	156	500 x 600
M-150-34#7	270	181	500 x 600

CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES

NOMEN-CLATURA-DEL CABLE	NUMERO DE ALAMBRES	DIAMETRO COMERCIAL DEL CABLE	AREA MINAL DEL CABLE	NO. DEL CABLE	CAPACIDAD ULTIMA TONS.	PESO DEL CABLE POR ML EN KG	DIAMETRO INTERNO DEL DUCTO
M-90	22	5 MM	430	71.0	3.4	30	
M-100	44	5 MM	864	143.0	6.8	50	
M-150	66	5 MM	1205	199.0	9.9	60	
M-80	12	7 MM	462	68.2	3.7	30	
M-100	24	7 MM	940	141.0	7.3	50	
M-150	34	7 MM	1310	197.0	10.4	60	

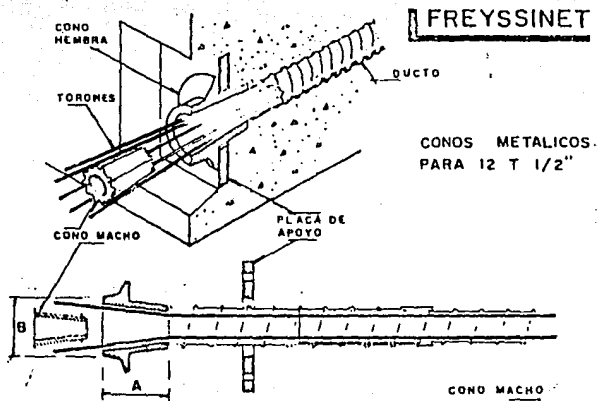
FIGURA No. 2-12 Características principales de los dispositivos de anclaje tipo CCL.



CARACTERISTICAS DE LOS CABLES

NOMENCLATURA DEL CABLE	NUMERO DE ALAMBRES	DIAMETRO COMERCIAL DEL CABLE	AREA NOMINAL DEL CABLE, MM ²	CAPACIDAD ULTIMA TONS.	PESO DEL CABLE POR ML. EN KG.
8 0 5	8	5 MM	156	25.7	1.23
8 0 7	8	7 MM	307	46.2	2.42
8 0 5/16"	8	5/16"	297	52.0	2.36
8 0 3/8"	8	3/8"	412	72.0	3.26
8 0 1/2"	8	1/2"	740	129.0	5.90
12 0 5	12	5 MM	235	58.8	1.85
12 0 7	12	7 MM	462	69.2	3.63
12 0 5/16"	12	5/16"	447	70.2	3.54
12 0 3/8"	12	3/8"	620	106.0	4.90
12 0 1/2"	12	1/2"	1120	196.0	8.80

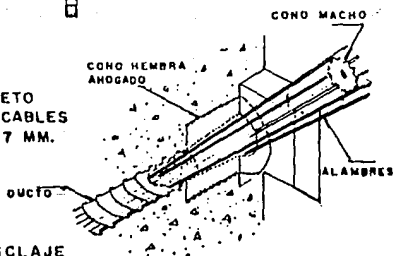
FIGURA No. 2-13 Características principales de los dispositivos de anclaje tipo FREYSSINET.



FREYSSINET

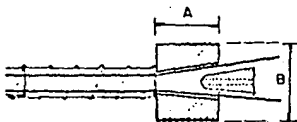
CONOS METALICOS.
PARA 12 T 1/2"

CONOS DE CONCRETO
ZUNCHADO PARA CABLES
12 # 5MM. y 12 # 7 MM.



CONOS DE ANCLAJE

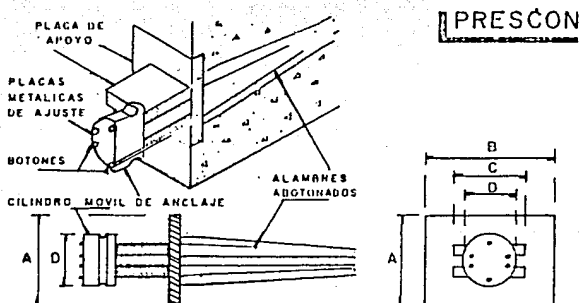
CABLE	DIMENSIONES			MATERIAL
	A MM	B MM	D MM	
12 # 5MM	100	96		CONCRETO
12 # 7MM	120	120		CONCRETO
12 1 1/2"	127	135		METALICO



CARACTERISTICAS DE LOS CABLES

HOMENCLATURA DEL CABLE	NUMERO DE ALAM. O TORNES DEL CABLE	DIAMETRO COMERCIAL DEL CABLE	AREA NOMINAL DEL CABLE	CAPACIDAD ULTIMA TONS.	PESO DEL CABLE POR ML. EN KG	DIAMETRO INTERNO DEL DUCTO
12 # 5MM	12	5 MM	235	38.8	1.9	27 MM
12 # 7MM	12	7 MM	462	69.2	3.7	37 MM
12 T 1/2"	12	1/2"	1120	196.0	9.2	58 MM

FIGURA No. 2.14 Características principales de los dispositivos de anclaje tipo PRESCON.



CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES

NOMENCLATURA CABLE * M G	NUMERO DE ALAMBRES	DIAMETRO COMERCIAL DEL CABLE	AREA NOMINAL DEL CABLE MM ²	CAPACIDAD ULTIMA TONS.	PESO DEL CABLE POR M EN KG.	DIAMETRO INTERIOR DEL DUCTO
4	4	7 MM	154	23.1	1.28	4.8
5	5	7 MM	192	28.8	1.60	4.8
6	6	7 MM	231	34.7	1.92	4.8
7	7	7 MM	269	40.3	2.24	4.8
8	8	7 MM	308	46.2	2.56	4.8
9	9	7 MM	346	52.0	2.88	4.8
10	10	7 MM	385	57.8	3.20	4.8
11	11	7 MM	423	63.2	3.52	4.8
12	12	7 MM	462	69.2	3.70	4.8
13	13	7 MM	500	75.0	4.16	5.0
14	14	7 MM	539	80.7	4.48	5.0
15	15	7 MM	577	86.3	4.80	5.0
16	16	7 MM	616	92.1	5.12	5.0

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

CABLE	DIMENSIONES				CABLE	DIMENSIONES			
	A MM	B MM	C MM	D MM		A MM	B MM	C MM	D MM
4	101	152	101	63	116	127	215	101	76
5	101	152	101	63	126	152	203	101	76
6	101	152	101	63	136	152	227	152	89
7	101	178	101	63	146	152	240	152	89
8	101	178	101	76	156	152	234	152	89
9	127	190	101	76	166	152	279	152	89
10	127	203	101	76					

* M=ALAMBRES NO INYECTADOS, PROTEGIDOS CON PAPEL
G=ALAMBRES CUBIERTOS CON DUCTO PARA INYECCION

SISTEMA FREYSSINET: Para los tendones formados por alambres, este sistema emplea cilindros y cuñas hechas de concreto. El interior de los cilindros es cónico, de tal manera que los alambres quedan sujetos por medio de una cuña cónica estriada, que se introduce en el cilindro mediante presión aplicada con el mismo gato empleado para tensar. Generalmente el cilindro se ahoga dentro del concreto, de manera que queda apañado con las caras extremas de los elementos presforzados. Para tendones a base de torones, se emplean cuñas y cilindros metálicos. (Ver figura No. 2-13)

SISTEMA PRESCON: Sistema desarrollado en Estados Unidos, es muy semejante al sistema BRRV; difiere de éste únicamente en el ajuste del presfuerzo, que se logra por medio de placas de acero en lugar de la rosca empleada en el sistema suizo. (Ver figura No. 2-14)

COMPARACION ENTRE EL CONCRETO PRETENSADO Y POSTENSADO.

PRETENSADO.— El uso del método pretensado es más favorable cuando se va a fabricar un elevado número de elementos uniformes, ya que se pueden tensar mediante sistemas altamente industrializados, que pueden significar una economía muy grande; además el método se adapta mejor a elementos de sección transversal pequeña, donde los cables y ductos de postensado no se pueden acomodar.

Entre las ventajas del método se puede incluir las atribuidas a la industrialización, donde existe un mayor control de calidad tanto de los agregados, como del proceso, además de que no se requiere anclajes especiales.

Entre las principales desventajas del método que hacen más limitado su uso, tenemos que se requiere una inversión muy costosa en las instalaciones, además que se necesita hacer un número considerable de piezas, y el tamaño de las mismas queda muy limitado tanto por el transporte como por el manejo en planta. Además en la obra se incrementan los costos por transporte y montaje, y las conexiones se complican mucho más.

POSTENSADO.— El método del postensado se presta para aplicarse a elementos más grandes y complicados, generalmente utilizado en obra y no así en fabricas.

Las principales ventajas tenemos que, dado que el postensado es más flexible en cuanto a colocación de tendones, existe un uso más eficiente de las fuerzas de presfuerzo, y por lo tanto de los elementos. Por ejemplo el hecho de dar la curvatura hacia arriba en los apoyos, aumenta la resistencia al cortante y es más eficiente en cuanto a la flexión.

Las desventajas son los costos adicionales por concepto de anclaje, ductos inyección de los mismos, además de que estos son permanentes.

PERDIDAS POR:	PRETENSADO	POSTENSADO
	%	%
- Acortamiento elástico y flexión del concreto.....	3	1
- Contracción del concreto.....	7	6
- Flujo plástico.....	6	5
- Relajación del concreto.....	2	3

2.3 DISPOSITIVOS DE TRANSPORTE

Durante el manejo, transporte y colocación de elementos prefabricados de concreto, es posible que estos sufran cargas más críticas que las que soportarán después de su instalación. Esto se debe a resistencias menores del concreto, a la dirección de las cargas aplicadas, a la succión del lecho de colado, o las cargas de impacto durante el transporte y su colocación, a la localización de los puntos de izaje y a los ángulos de los apoyos de izaje. Cada uno de estos factores debe ser considerado para que los productos prefabricados se manejen en forma segura y económica.

Uno de los aspectos a considerarse es el tamaño, peso y forma de cada pieza, por ser factores limitantes de la capacidad para colar, transportar, manejo (tipo de izaje), refuerzos, y donde se instalará, una vez que se decidieron cada uno de estos puntos se debe establecer las cargas precisas para el análisis de esfuerzos del concreto y la colocación de accesorios de izaje.

TRANSPORTE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO.

En nuestro medio se ha encontrado que llegar a ser competitivo prefabricar elementos de concreto en una planta situada en ocasiones hasta 1000 kms. de distancia, pero también hay que considerar que será una desventaja si la distancia es excesiva, los fletes serán altos, llegando a anular las ventajas de la prefabricación, en cuanto a los elementos existen aquellos con longitudes hasta de 30 mts. y con pesos hasta de 40 tons.

Uno de los transportes más económico es el ferrocarril, pero también no hay que descartar el costo que representa el transportar las piezas prefabricadas a la estación, cargarlo sobre góndolas, (que generalmente son de 13 mts. de longitud) y posteriormente transportarlo a la obra.

En el caso de los elementos menores de 12 mts. de longitud se transportan usualmente en plataformas convencionales muy usuales en el medio de las compañías de transporte. (ver figura No. 2-15)

Los transportes por carretera de elementos grandes requieren de permisos especiales para circular y es importante además analizar las carreteras sobre las cuales se va a llevar la pieza para verificar el ancho y las alturas de puentes sobre las mismas.

El sistema más usual de transporte de elementos con exceso de largo como en el caso de vigas del orden de 15 a 20 mts. y hasta 25 ó 30 toneladas de peso usado en México. (ver figura No. 2-16) consiste en un tractocamión que tiene una pequeña plataforma giratoria en la que se apoya un extremo del elemento, y un "diablo" formado por 1 ó 2 ejes que soportan la plataforma fija de aproximadamente 3.5 mts. de largo la que a la vez recibe el otro extremo del elemento.

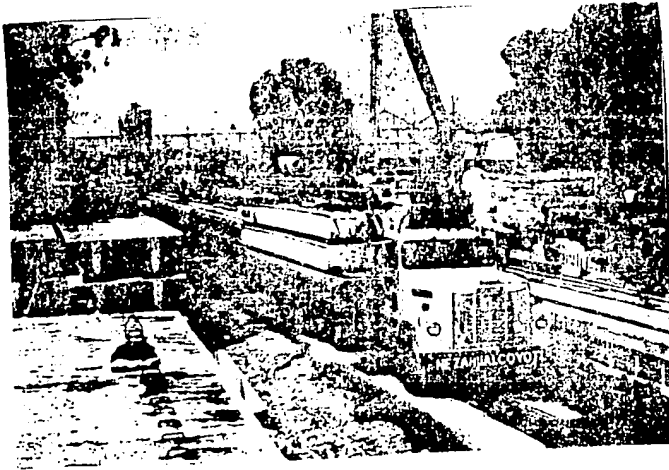


FIGURA No. 2-15

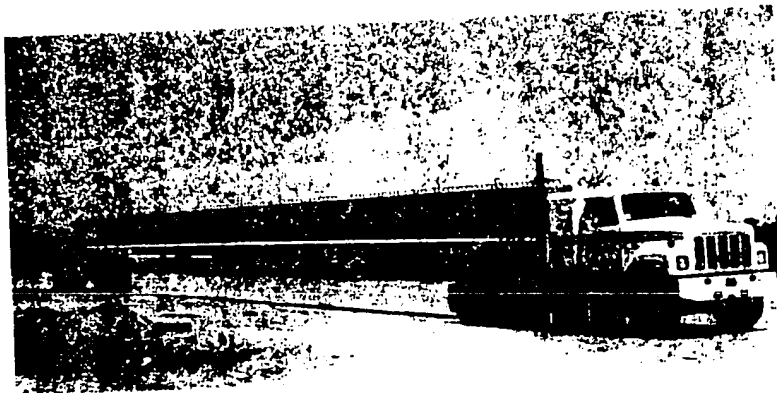


FIGURA No. 2-16

En este caso, el sistema de frenos del vehículo es neumático y se lleva a cabo conectando por medio de mangueras el "tractocamión" con el "diablo".

La sujeción del elemento por transportar se realiza con arneses que con dispositivos metálicos que evitarán el volteo de la pieza pero que no le deben inducir esfuerzos adicionales no contemplados en el diseño del elemento.

Otro sistema también usado en nuestro medio es el de "plataforma de extensión" que se pueden alargar y acortar dentro de ciertos límites, de acuerdo a las dimensiones de los elementos por transportarse. (ver figura No. 2-17)

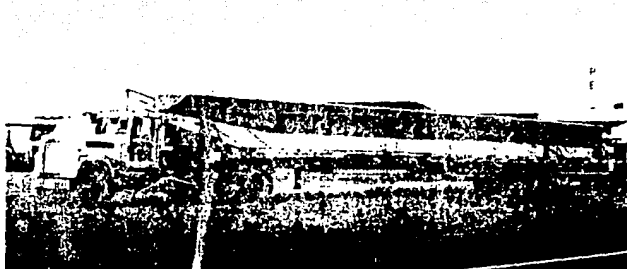


FIGURA No. 2-17

Un sistema que también podría usarse en el transporte de elementos prefabricados con pesos mayores de 40 tons. puede ser el formado por un tractocamión ligado a una plataforma baja, comúnmente llamado "low bed" ó "low boy" en la que apoyaría un extremo del elemento y en el otro extremo un diablo de 3 ejes. (ver figura No. 2-18)

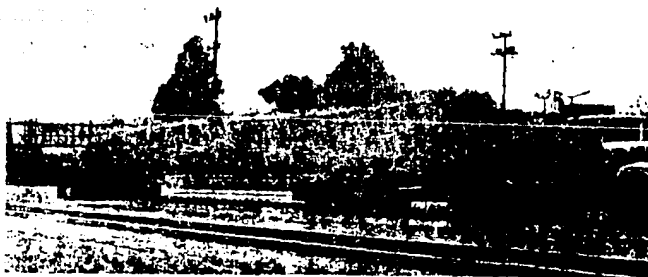


FIGURA No. 2-18

Por último cabe mencionar que hay sistemas de 3 ejes con dirección hidráulica en todas las ruedas y que por medio del mismo sistema hidráulico, permiten igualar la carga en todas ellas y también permiten nivelar la carga al gusto del operador en caso de curvas sobreelevadas o caminos desnivelados. (ver figura No. 2-19)

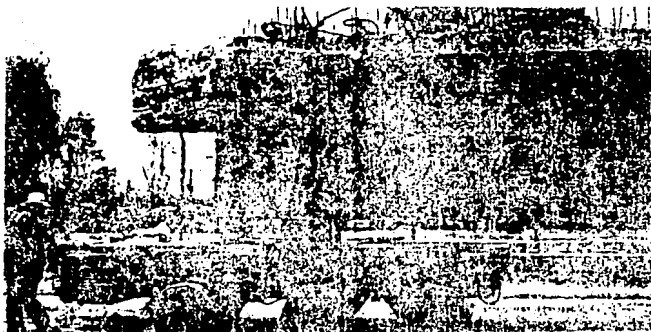


FIGURA No. 2-19

En el caso de transporte de paneles de fachada, en los que el problema no es el exceso de largo sino el exceso de alto o bien altas condiciones de manejo del mismo, se pueden usar también plataformas bajas ("low bed" o "low boy") con dispositivos que habiliten el acomodo de los elementos. (ver figura No. 2-20)

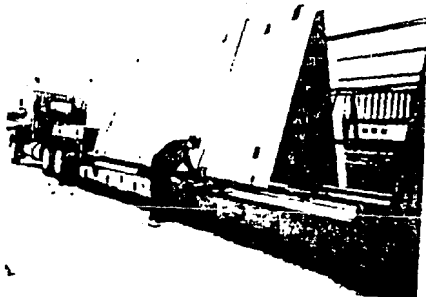
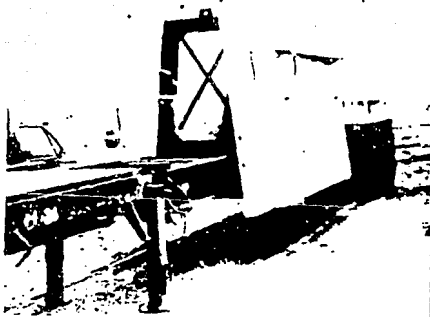


FIGURA No. 2-20

MONTAJES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO.

Actualmente existen en México un número limitado de equipos que pueden realizar satisfactoriamente las necesidades de montaje de elementos prefabricados de concreto; sobre todo si se trata de elementos de dimensiones y peso significativo.

Este punto lo podemos clasificar en:

A) Equipos formales para el izaje.

B) Tecnología de elevación.

A) EQUIPOS FORMALES PARA EL IZAJE:

1.- GRUAS TORRE

Es una de las máquinas más útiles en la industria de la construcción. Se emplea en primer lugar para el transporte vertical de materiales de edificación y para elevación de piezas prefabricadas, pero es también adecuada para cualquier otra operación de elevación y colocación, así como para el transporte horizontal.

Las grúas de torre exigen una vía de pesados rieles descansando sobre cimientos apropiados. Esta es una seria desventaja de estas máquinas, así como su montaje, desmontaje y transporte que son caros y que llevan tiempo. Por consiguiente, el empleo de grúas de torre es económica solamente si hay que elevar un gran número de piezas.

La capacidad de carga de las grúas torre, en comparación con las de otros aparatos de elevación, no es demasiado grande (usualmente 6 tons.) por lo que son adecuadas principalmente para la elevación de piezas pequeñas. Naturalmente dentro del peso límite dado, pueden también emplearse para la elevación y colocación de grandes piezas.

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

Para edificios muy altos se emplean las grúas de torre ascendentes. Estas grúas no cambian de posición sino la pluma giratoria y su altura se aumentan paralelamente a la del edificio. (ver figura No. 3-21)

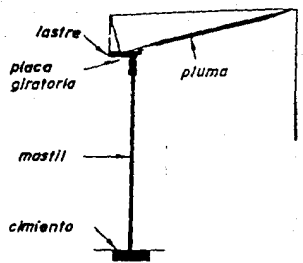
Existen grúas torre ligeras automontables como la que indica en la figura No. 2-21.

También en nuestro medio existen grúas torre montadas en camión, las que se pueden armar la pluma en la obra, agregando extensiones sobre el piso, para que después la misma grúa pare la torre y maneje el brazo según se requiera desde la posición horizontal hasta formar aproximadamente un ángulo de 70° con el horizonte. (ver figura No. 2-22).

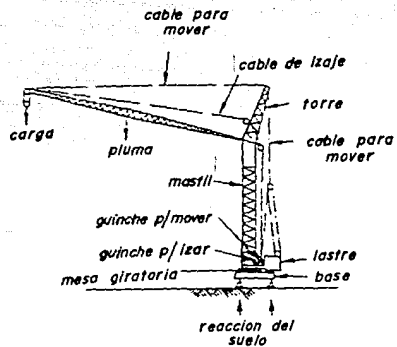
2.- GRUAS TORRE CAMION

Como su nombre lo indica, constan de un camión sobre neumáticos que transporta una caseta giratoria con una pluma acoplada.

Las hay de pluma estructural, (ver figura No. 2-23) a la cual se le puede añadir o quitar extensiones según se requiera y de pluma telescópica, (ver figura No. 2-24) en las que la pluma puede extenderse o recortarse por medio de pistones hidráulicos acoplados.

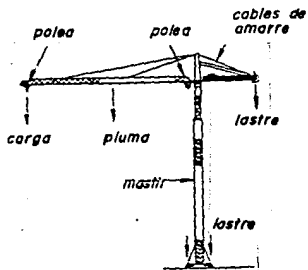
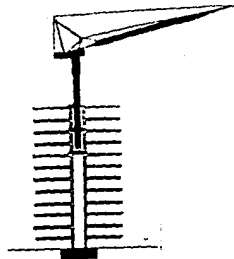


- CON LASTRE EN EL MASTIL -

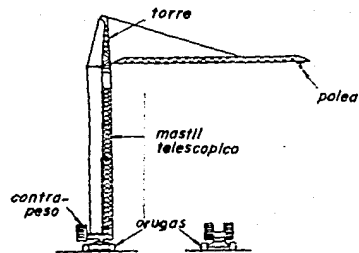


- CON MESA GIRATORIA -

- DE ELEVACION -

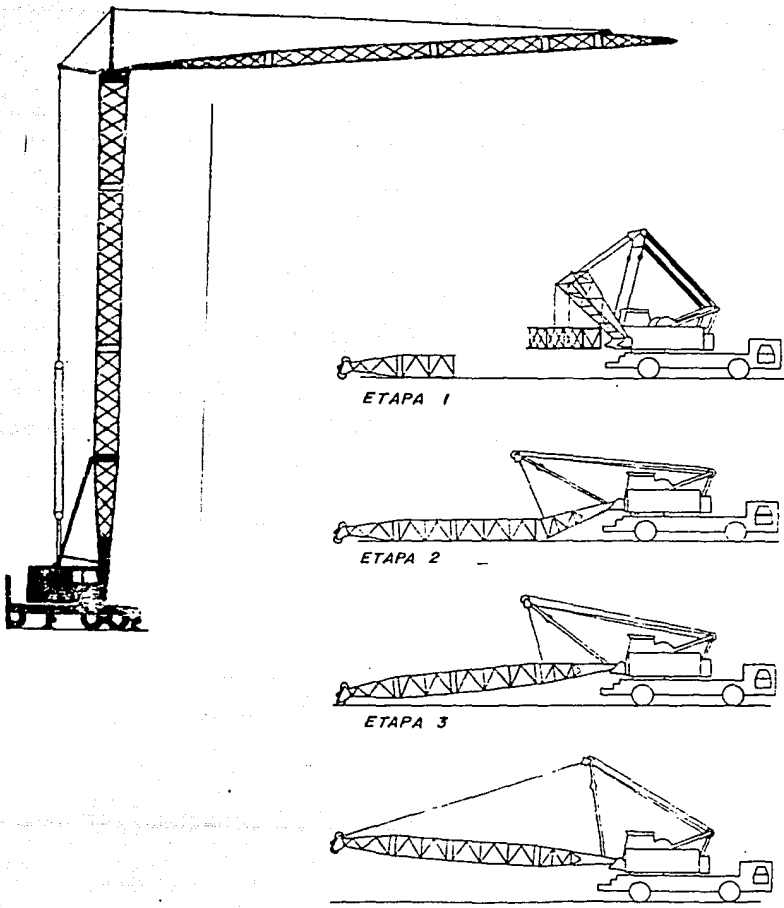


- HORIZONTAL O CON POLEA -



- MOVIL -

FIGURA No. 2-21 Gruas torre.



ETAPA 1

ETAPA 2

ETAPA 3

ETAPA 4

MONTAJE DE UNA PLUMA ESTRUCTURAL

FIGURA No. 2-22 Grúa torre montada en camion.

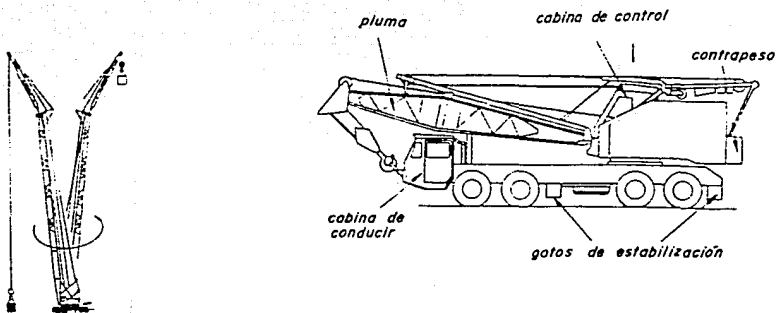


FIGURA No. 2-23 Grúa estructural sobre camion.

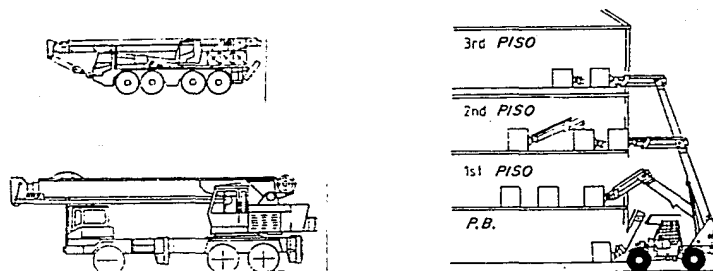


FIGURA No. 2-24 Grúa telescópica sobre camion.

Estas grúas tienen la enorme ventaja de su transportabilidad, ya que puede moverse fácilmente de un sitio a otro situado a 500 kms. de distancia, llegar a éste último y en un tiempo relativamente corto estar listas para trabajar.

El camión de estas grúas dispone a su vez de 4 brazos metálicos denominados comúnmente estabilizadores y que una vez que la grúa se coloca en la posición en que va a trabajar, se apoyan directamente en el terreno relevando a las llantas de la carga que levantará la grúa y aumentando su capacidad considerablemente.

Generalmente el operador se encuentra sentado en la caseta giratoria que contiene a la pluma y de esta manera le permite observar permanentemente la carga y objeto que se maneja.

La diferencia básica entre las plumas estructurales y las telescópicas estriba en la forma de soportar la carga, en las primeras la carga se descompone en una tensión en las riendas o tirantes de la pluma y una compresión en la misma y en las segundas la pluma trabaja a flexo-compresión sin ninguna sujeción en su extremo lo que va en contra de su longitud de pandeo.

Las grúas de pluma estructural tienen la desventaja de que es necesario armarlas y desarmarlas siempre que se requiera una pluma más larga de la que el camión pueda transportarla cuando transite por la calle.

Sin embargo, las grúas de pluma estructural se fabrican con longitudes de pluma mucho mayores debido a que sus plumas son más ligeras y de sección transversal mayor, así como por la forma de trabajo de las mismas.

Las grúas de pluma telescópicas tienen la ventaja de la disponibilidad de usar la longitud de pluma más óptima que se requiera en un montaje dado, dentro de sus límites y de que pueden introducirse más fácilmente en lugares complicados.

En nuestro medio se encuentran grúas de pluma telescópica hasta de 140 tons. de capacidad y con longitud de pluma desde 13.9 mts. hasta 52.8 mts.

En cambio las de pluma estructural de que disponemos pueden llegar a 300 tons. de capacidad y con longitud de pluma hasta de 100 mts.

3.- GRUAS SORRE ORUGAS

Son semejantes a las grúas de pluma estructural pero se diferencian en que la unidad transportadora tiene base de orugas.

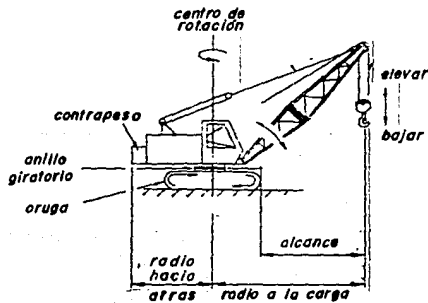
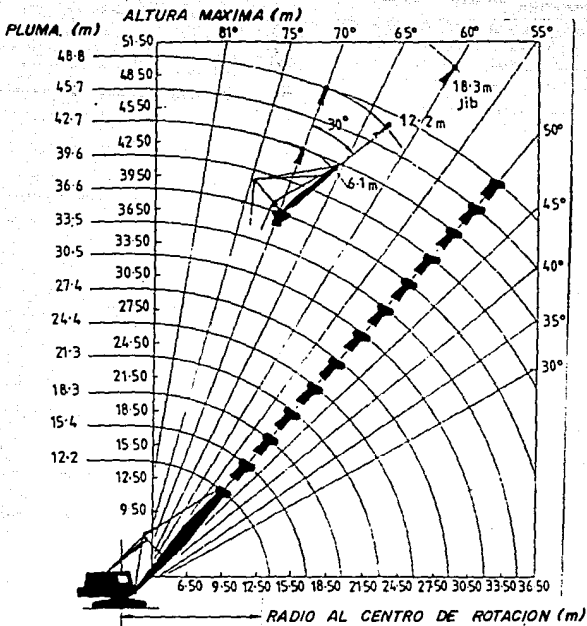
Tienen la ventaja de que pueden transitar con la carga con mayor facilidad que las otras pero en cambio es necesario de transportarlas de un sitio a otro por medio de trailers y dependiendo de su tamaño, llega a ser necesario desarmarlas para su transporte. (ver figura No. 2-25).

Por su incomodidad de transporte, se emplean más comúnmente en trabajos que se requiera una permanencia de tiempo mayor.

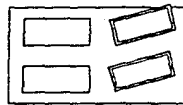
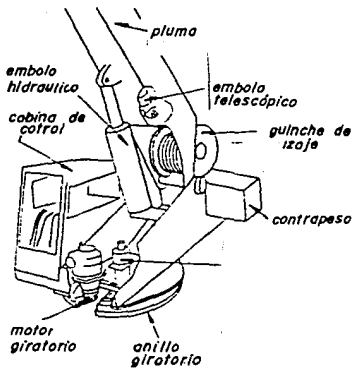
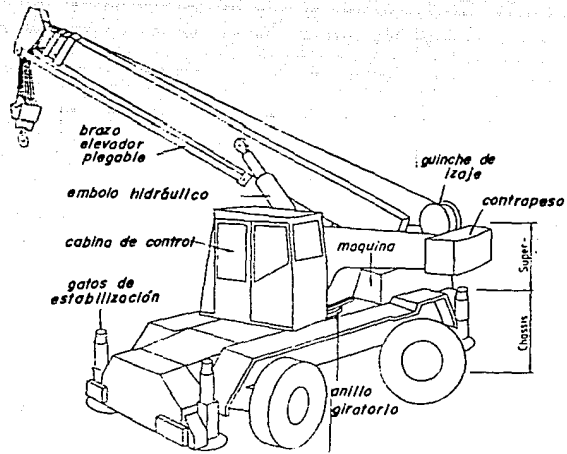
Si se comparan en costo de adquisición dos grúas de la misma capacidad, una montada en camión y otra de orugas, las primeras son más caras.

4.- GRUAS DENOMINADAS PARA TERRENO AGRESTE

Este tipo de grúas es el de más reciente creación, aproximadamente 24 años, y es similar al de grúas telescópicas montadas en camión, sólo que la unidad transportadora difiere en que en lugar de



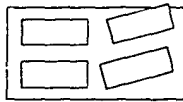
.FIGURA No. 2-25 Grúa estructural montada en oruga.



Dirección en ruedas delanteras

Tracción en ruedas traseras

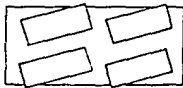
(a)



Dirección en ruedas delanteras

Tracción en cuatro ruedas

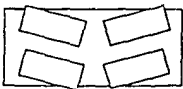
(b)



Dirección circular

Tracción en cuatro ruedas

(c)



Dirección en cuatro ruedas

Tracción en cuatro ruedas

(d)

ALTERNATIVAS DE DIRECCIÓN

FIGURA No. 2-26 *Gruas telescópicas montadas en camión.*

ser camión es un sistema de 4 ruedas, las cuales todas tienen dirección, lo que le da una gran manejabilidad aún en espacios muy reducidos. (ver figura No. 2-26)

Tienen la desventaja de que no son hechas para transitar en carretera, por lo que es necesario moverlas por medio de otro vehículo para llevarlas de un sitio a otro a distancias mayores.

Son las grúas ideales para patios en plantas de prefabricación por su manejabilidad.

5.- PLUMAS CONTRAVENTEADAS SENCILLAS

Este dispositivo, (ver figura No. 2-27a), es un equipo mucho más económico y rudimentario pero muy usual y práctico. Esta formado por perfiles estructurales de acero en celosía que integran una columna y se contraventea con cables de acero en 4 direcciones aproximadamente octogonales entre sí ancladas en lugares adecuados.

Uno de los contraventeos comúnmente es el que resultará con la carga principal debido a que es el que ocupa la posición opuesta al cable que levanta la carga.

El cable de levante generalmente es accionado por un malacate mecánico que proporciona el tirón necesario para mover la carga.

La longitud de estas plumas se puede modificar agregando o quitando injertos según sea necesario.

Ocasionalmente se llegan a usar dos plumas gemelas trabajando en paralelo, dividiéndose la carga entre las dos. (ver figura No. 2-27b).

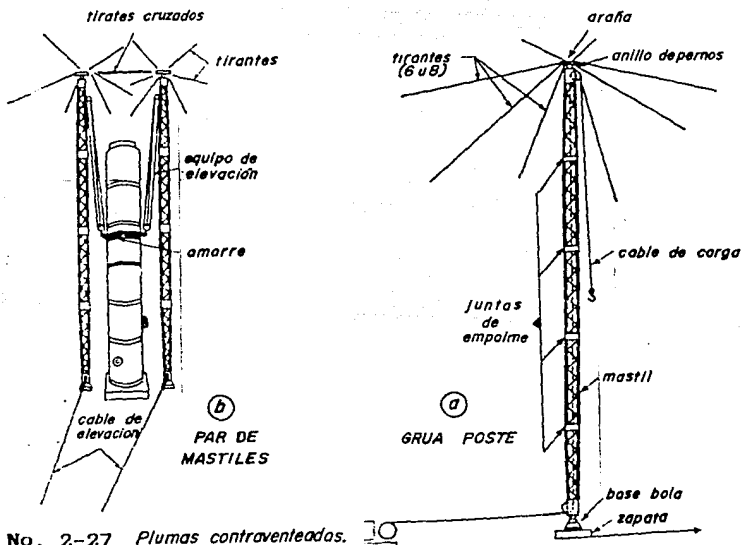


FIGURA No. 2-27 Plumas contraventeadas.

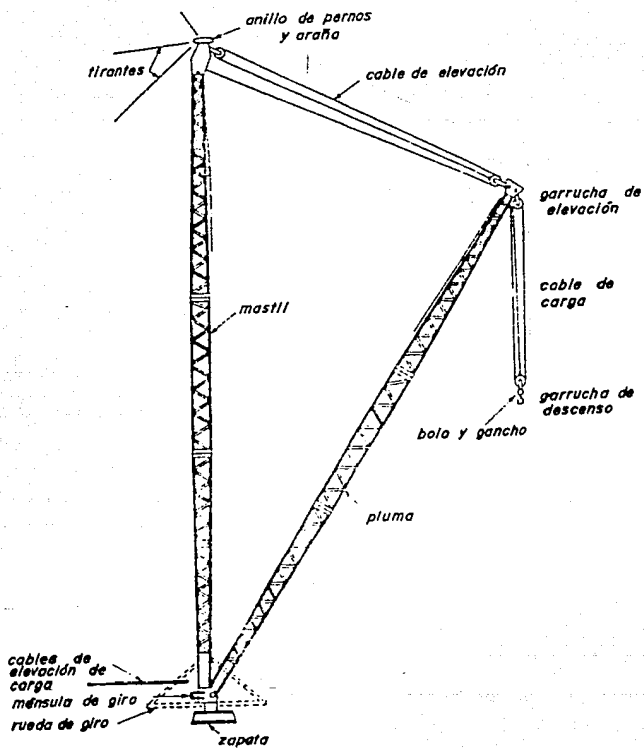


FIGURA No. 2-28 Plumas fijas con mastil, brazo y tirantes.

6.- PLUMAS COMPUESTAS POR MASTIL Y BRAZO

Este dispositivo ha sido desarrollado con objeto de dar mayor alcance horizontal a las plumas sencillas. (Ver figura No. 2-28).

Consiste en un mástil formado por una pluma vertical contraventeada en varias direcciones (mínimo 4) y que soporta una pluma denominada brazo, la cual puede levantar o bajar a voluntad, girando sobre una articulación que se encuentra en la parte inferior del mástil.

Todo el sistema puede girar alrededor de un eje vertical.

B) TECNOLOGIA DE ELEVACION.

Si los productos prefabricados se instalan con rapidez y seguridad, el trabajo será exitoso y rentable. La comprensión y planificación de todas las fases de este proceso son fundamentales para su éxito, incluyendo la planeación con el arquitecto, ingeniero y contratista general.

Las decisiones estéticas hechas por el arquitecto en cuanto a la forma del producto normalmente se pueden negociar para utilizar una que facilite su montaje. Por ejemplo, engrasar una porción del elemento prefabricado para que se facilite la colocación del mecanismo de izaje en el lugar deseado (como puede ser el centro de gravedad transversal, dejando que el producto cuelgue a plomo), esto puede beneficiar al contratista y no tiene ninguna consecuencia real para el arquitecto.

El tipo de elevación (de un extremo o una cara) y el método de colado (con la cara interior o exterior hacia arriba) determinará el tipo de accesorios de izaje requeridos. Al comparar el peso con las cargas permisibles para el aparejo seleccionado, se establecerá el tamaño y cantidad de puntos de izaje.

En general es más sencillo minimizar el número de puntos de izaje, pero para evitar que el panel gire, el número mínimo es dos.

Generalmente es conveniente colocar cuatro puntos de izaje en un panel que se va a levantar horizontalmente o que se descimbra del lecho de colado: esto simplifica su movimiento, evita que se incline y permite obtener un refuerzo de izaje uniforme en cada esquina. Los paneles más pesados pueden requerir de más puntos de izaje y los paneles que tienen partes que se proyectan en el molde pueden necesitar puntos adicionales cerca de estas piezas para facilitar su desprendimiento del molde.

Para colocar correctamente los accesorios de izaje, se debe determinar el centro de gravedad del panel, puesto que los paneles no siempre tienen un peso uniforme debido a las aberturas y sus características arquitectónicas, las localizaciones de los accesorios de izaje se ajustan para compensar cualquier desplazamiento del centro de gravedad. Si se va a levantar horizontalmente los puntos de izaje deben estar colocados simétricamente respecto al centro de gravedad en dos direcciones. Si el panel se va a inclinar para sacarlo del lecho de colado, entonces los puntos de izaje se tienen que colocar simétricamente respecto al centro de gravedad en una dirección.

El ángulo en que se quedará colgado el panel en el aire está determinado por la distancia a la que se colocan los accesorios de izaje respecto al centro de gravedad. Si los paneles tienen que pender perfectamente a plomo para su colocación final, entonces deben colocarse los puntos de izaje en uno de los extremos.

Con frecuencia, los puntos de izaje caen dentro de las aberturas para complicar todavía más su colocación. Si hubiera que desplazar un punto de izaje en dirección horizontal, el punto simétrico generalmente debe desplazarse en la misma magnitud en la dirección contraria. En algunos casos, hay que desplazar los puntos de izaje horizontal y verticalmente, y esto requiere que los puntos simétricos se desplacen en la misma cantidad en direcciones opuestas.

La movilización de los puntos de izaje simétricamente alrededor del centro de gravedad son generalidades y no reglas absolutas. Mientras el centro de gravedad de todas las fuerzas de elevación coincida con el centro de gravedad del panel, éste penderá correctamente.

Para determinar los esfuerzos se aplica como carga el peso del panel repartido a lo largo de su longitud, considerada como viga imaginaria apoyada en los puntos de izaje.

Las cargas en los puntos de izaje y los esfuerzos de cortante y flexión en el panel se determinan de acuerdo con la estática. Se analizan los ganchos, poleas y varillas distribuidoras y se determinan las cargas respectivamente en cada punto de izaje.

En el caso de los paneles que giran, será necesario hacer este análisis en varias posiciones durante el proceso de elevación porque las cargas en los puntos de izaje cambian y los esfuerzos de flexión varían de tal forma que los esfuerzos críticos pueden no presentarse en el momento de iniciar el izaje del panel.

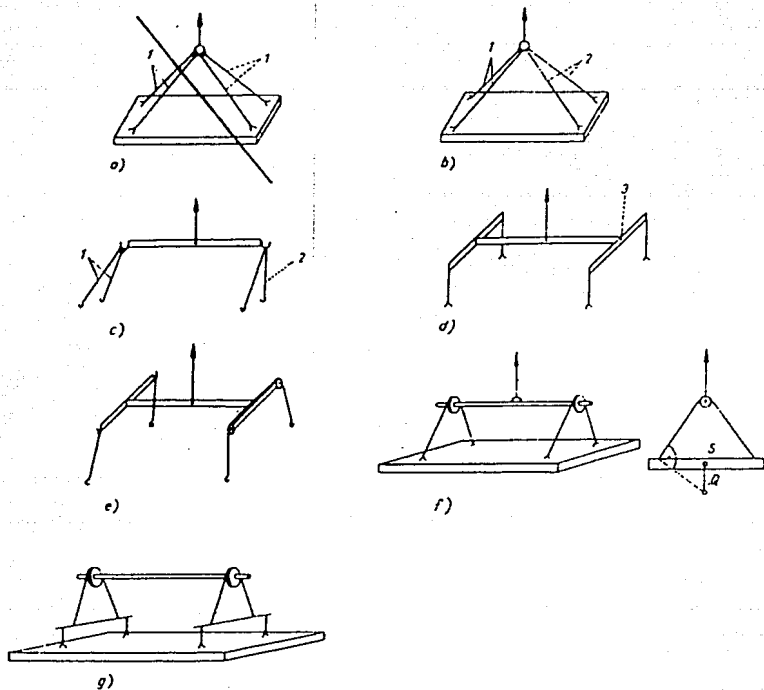
El factor de amplificación del ángulo de los cables a los puntos de izaje se debe investigar para asegurar que dichos puntos no estén sobrecargados. Si la resistencia a la flexión permisible del concreto (64f'c.) se excede, será necesario relocalizar los puntos de izaje, para obtener esfuerzos menores, o reforzar internamente el panel con varillas o agregar largueros de refuerzo.

Manejo de piezas planas y en posición horizontal empleando balancines, (ver figura No. 2-29 a-g).

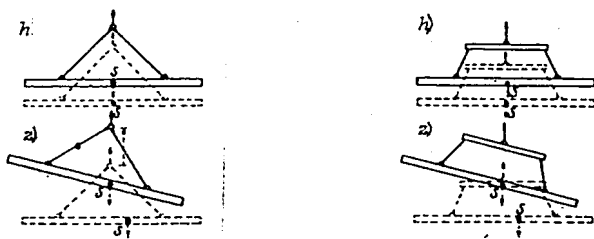
Si la pieza hay que elevarla por más de tres puntos, debe usarse un balancín de cable que por sí mismo tome la posición debida. Las piezas no pueden elevarse sin balancín, a menos que se empleen diferentes cables de la misma longitud, pero en la práctica no pueden colocarse los ganchos de elevación con perfecta exactitud, por lo tanto, se pondría en peligro la pieza pues se originarían grietas desfavorables para la misma.

Quando se emplea un balancín de cables, la suspensión debe disponerse de modo que, un par de cables, pasando por un gancho o una polea, que pueda moverse en cualquier dirección. En este caso el balancín de cables se coloca automáticamente, de modo que la pieza queda realmente suspendida por cuatro puntos. (ver figura No. 2-29b). El otro par de cables debe ser fijo, pues de otro modo la pieza podría voltear desequilibrándose. (Ver figura No. 2-29 f-g)

Quando se emplea un balancín rígido de más de dos brazos, éstos deben unirse mediante articulaciones. (ver figura No. 2-29 d-e).



Balancines empleados para piezas planas: a) y b), balancines de cable (a inadecuado); c), f) y g) balancines compuestos por cables y piezas rígidas; f) inestable: 1, cable fijo; 2, cable que desliza por un gancho; 3, unión articulada.



Elevación mediante un balancín de cable o con piezas rígidas: h) el centro de gravedad cae bajo el punto de elevación; z) el centro de gravedad no cae sobre el punto de elevación.

FIGURA No. 2-29 Manipulación de elementos prefabricados.

El balancín se suspende siempre por un solo punto superior. Al elevar la pieza se coloca automáticamente, de tal modo que su centro de gravedad está en la vertical del punto de suspensión del balancín. (ver figura No. 2-29 h, z).

Para una elevación por seis puntos de la pieza, se usa generalmente un balancín rígido de una dirección y balancines de cable suspendidos de él (ver figura No. 2-30 a). Las fuerzas que actúan en los cables h-h, prescindiendo del rozamiento, son iguales y lo mismo ocurre en los cables z-z. Si la pieza es simétrica, las fuerzas que actúan en los cables h-h son iguales a las que actúan en los cables z-z. Para piezas asimétricas las longitudes de los cables h-h y z-z deben ser diferentes para poder colocar horizontalmente la pieza que se trata de elevar. El punto de elevación del balancín debe colocarse siempre verticalmente sobre el centro de gravedad de la pieza.

La figura No. 2-30 b, muestra un ejemplo de elevación por seis puntos. Conviene generalmente que los momentos máximos, que se producen en la pieza como consecuencia de la suspensión, sean iguales es decir que : $M_A = M_B = M_C$

La elevación por ocho puntos se logra, en general, utilizando un balance rígido triple. (ver figura No. 2-30 c)

En este caso es también ventajoso que los momentos que se producen en los puntos de suspensión sean iguales, es decir que

$$M_A = M_B = M_C = M_D \quad \text{y} \quad A = B = C = D \quad \text{figura No. 2-30 d}$$

En la figura No. 2-30 e, se ilustra un balancín frecuentemente usado para girar y levantar paneles de muro.

Una precaución importante que debe hacerse antes del montaje es la verificación de longitudes en la obra y de las piezas prefabricadas, para comprobar que las diferencias existentes entre unas y otras, estén dentro de los límites tolerables, para evitar pérdidas de tiempo y prever en casos particulares, la solución a una discrepancia importante.

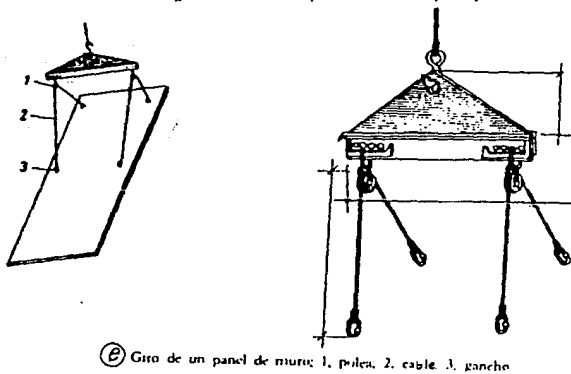
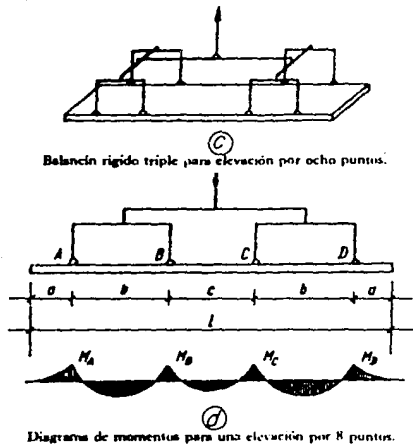
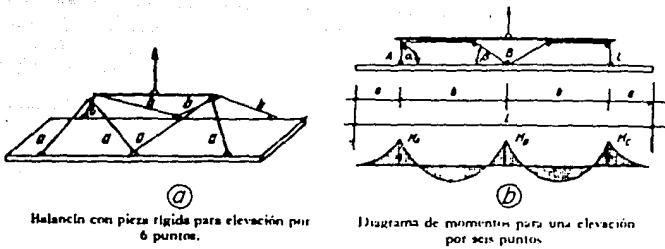


FIGURA No. 2-30

2.4 CONEXIONES

El diseño inteligente y económico de las conexiones de concreto prefabricado, pretensadas; requiere una comprensión de la producción de concreto prefabricado, erección de prefabricados, procedimientos generales de diseño, tolerancias, todos los sistemas posibles de carga o de fuerzas, los factores de carga y los requisitos del comportamiento de las cargas de servicio.

Para un buen diseño es imprescindible considerar los requisitos de la producción. El entendimiento de la producción del prefabricado no solo produce economía en las conexiones, sino también sugiere formas en las cuales el detalle de las conexiones trabajará como se pretende, satisfaciendo de esta manera los requisitos estructurales, haciendo que favorezcan las condiciones de obra y de erección.

En cuanto a las tolerancias que se requieren para las conexiones de concreto prefabricado son una función del tamaño y tipo del miembro que vaya a conectarse. no deben confundirse las tolerancias con los espacios libres.

El "Manual for quality control for plants and production of precast, prestressed concrete products" MNL 116-77, proporciona las tolerancias recomendadas para los miembros estructurales prefabricados. El "Manual for quality control for plants and production of architectural precast concrete products" MNL 117-68T, proporciona las tolerancias recomendadas para los miembros arquitectónicos de concreto prefabricado. Ambos manuales son publicados por el instituto de concreto pretensado.

La selección de tolerancias para conexiones es tan importante como el análisis estructural; deberá preverse suficiente espacio para soldar o un espacio para colocar una llave que apriete un tornillo.

Todas las conexiones deberán preverse con la tolerancia máxima que sea factible, tanto estructuralmente como arquitectónicamente. (ver tolerancias figura 2-31). Si se necesita una tolerancia de 25 mm., pero una tolerancia de 50 mm. no crea problemas ni estructurales ni arquitectónicos, deberá seleccionarse la tolerancia de 50 mm.

Los detalles de conexión deberán considerarse si las superficies de apoyo están desalineadas o alabeadas de los planos deseados, podrán hacerse ajustes usando mortero estabilizador de volumen o amortiguadores elastoméricos si el alabeo o la desalineación del plano horizontal no excede de ± 6 mm. (ver figura 2-38b).

El concreto en la obra puede estar a una elevación inadecuada, y no es raro que se tenga una superficie que quede 40 mm. arriba de su posición de proyecto. Los pernos de anclaje pueden estar fuera de su posición hasta 25 mm así como estar fuera de plomo.

Partida	Tolerancias Recomendadas (mm)
Pernos de anclaje colocados en campo con tránsito o plantilla)	±6
Elevación de zapatas y pilas colocadas en la obra	±16
<i>Concreto estructural prefabricado</i>	
Posición de las placas	±25
Ubicación de los insertos	±13
Ubicación de las placas de apoyo	±13
Ubicación de los desbastes	±13
Longitud	±20
Peralte total	±6
Ancho del alma	±3
Ancho total	±6
Desviación horizontal respecto a la escuadra en los extremos	±6
Desviación vertical respecto a la escuadra en los extremos	±10 por metro de altura
Desviación del apoyo respecto al plano	±3
Posición de ductos post tensados en miembros prefabricados	6
<i>Concreto arquitectónico prefabricado</i>	
Longitud o ancho	±5 por 10 m pero no menos de ± 10
Espesor	±6, -3
Ubicación de los desbastes	±13
Ubicación de las anclas e insertos	±10
Alabeo o descuadrado	±16 en 10 m
Ancho de las juntas	
— especificadas	10 a 16
— dimensiones mínimas y máximas	6 y 20

FIGURA No. 2-31

Cualquier unión que requiera lechada sin contracciones, para la terminación definitiva no deberá tener menos de 40 mm. de la dimensión prevista entre las dos superficies. Sin embargo, una dimensión de 75 mm. es más deseable especialmente para placas de base lechadeadas bajo columnas prefabricadas.

El sistema de fuerzas en una conexión no es más que la suma total de todas las cargas transmitidas a ella, clasificadas como:

Cargas típicas. - Son las que comúnmente se consideran en el diseño como cargas de gravedad resultantes de las cargas vivas y muertas, las cargas por viento, cargas sísmicas, todas estas consideraciones nos darán como resultado conexiones que resisten fuerzas de tensión, de compresión, cortante, torsión o momentos flexionantes.

Cargas de cambio de volumen. - La omisión de cargas debidas a cambios de volumen puede dar por resultado el subdiseño de una conexión, y es potencialmente peligroso. Los cambios de volumen en los elementos prefabricados, son ocasionados por cambios de temperatura, fluencia o contracción.

Fuerzas de montaje. - Es posible que reciba cargas superiores que cuando está terminado el montaje y soporte solamente las cargas típicas. Estas cargas especiales incluyen vientos (de 160 km/h y sus efectos de presión y succión) con un mínimo a considerarse será 150 kg/m² durante la construcción, fuertes cargas de construcción, impactos, cargas excéntricas resultantes de torsión o variaciones temporales en la posición prevista de las cargas.

APLASTAMIENTO

Las relaciones de diseño por resistencia última para el aplastamiento del concreto, dependen del tipo de carga, las fuerzas dentro del área de aplastamiento y la magnitud del esfuerzo de éste, el diseño se modifica, cuando se trata de amortiguadores de apoyo con base a la carga de servicio como:

Amortiguadores elastoméricos. - Todos los materiales deberán ser nuevos de material sin usar, de grado no comercial, sin ningún material regenerado incorporado al amortiguador terminado del apoyo y que contenga solamente neopreno, como el polímero crudo para el compuesto elastomérico.

Las especificaciones elastoméricas son:

Esfuerzo máximo a la compresión	70 Kg/cm ²
Resistencia máxima a la compresión, en función de forma* y nominación de durómetro.	15 %
Máxima deformación uniforme por cortante	50 %
Módulo de cortante, G	9 Kg/cm ²
Módulo de cortante a largo plazo, Gt=G/2	4.5 Kg/cm ²
Resistencia mínima a la tensión	175 Kg/cm ²
Estabilidad máxima a la compresión	35 %

Los valores anteriores pueden excederse cuando se justifiquen por medio de un análisis más refinado.

* El factor de forma es el área del amortiguador de apoyo dividida entre el producto del perímetro y el espesor del amortiguador.

Amortiguadores de tela laminada. - El esfuerzo a la compresión en los amortiguadores de tela preformada consistente de capas múltiples de lona de algodón de 227 gr. impregnada y unida con hule natural de alta calidad de materiales equivalentes, no deberá exceder de 140

Kg/cm², con cargas de servicio. La deformación unitaria en compresión a 70 Kg/cm² no deberá exceder el 2 %, y a 140 Kg/cm² no deberá exceder el 14 %. Las deformaciones unitarias por cortante no deberán exceder el 50 %, con cargas de servicio. El esfuerzo último a la compresión, perpendicular a las laminaciones no será menor de 700 Kg/cm², el módulo al cortante G debe suponerse igual a 40 Kg/cm² para un amortiguador de 13 mm. a falta de datos específicos.

- Amortiguadores laminados de hule-tela.- Los esfuerzos a la compresión en los amortiguadores de tela preformada consisten de fibra sintética sin usar y un cuerpo de hule hecho de hule nuevo, crudo y colocados en la proporción debida para mantener resistencia y estabilidad, no debiendo exceder de 105 Kg/cm² con cargas de servicio, ni tampoco deberá exceder la deformación unitaria a la compresión, del 15 %. El amortiguador deberá tener una dureza de superficie de 80 shore de durómetro A, y 10 % las deformaciones unitarias por cortante, no deberán exceder el 50 % con cargas de servicio. La resistencia última a la compresión no deberá ser menor de 700 Kg/cm².

- Amortiguadores sin fricción.- Los amortiguadores de apoyos de tetrafluoretileno (TFE) se suponen generalmente como carentes de fricción, aunque en realidad poseen un coeficiente de fricción entre 0.03 y 0.07. El esfuerzo de aplastamiento no deberá exceder 70 Kg/cm² a menos que el amortiguador de TFE virgen esté reforzado con fibra de vidrio o un material similar. Si el amortiguador de apoyo de TFE está reforzado, el refuerzo de aplastamiento con cargas de servicio no deberá exceder 140 Kg/cm². Los coeficientes de fricción de los amortiguadores de fibra reforzada deberán revisarse para asegurarse que la fibra de refuerzo no incrementa el coeficiente de fricción bajo movimientos repetidos. Si las rotaciones dentro del área del apoyo crean esfuerzos mayores de los permisibles, deberán incorporarse en la conexión, amortiguadores elastoméricos o amortiguadores de bola, combinados con el amortiguador de TFE.

El TFE podrá pegarse a las placas o a otros materiales amortiguadores en los apoyos.

- Amortiguadores de otros materiales.- Para las condiciones de esfuerzos nominales en los apoyos, podrán usarse materiales tales como asbesto-cemento, cartón endurecido templado, fieltro pesado, plomo o plásticos, a criterio del ingeniero.

Se puede considerar la existencia de dos tipos de sistemas de conexiones "duras y suaves" para resistir las diversas fuerzas que se aplican a ellas.

Una conexión dura puede definirse, como aquella que tiene placas de acero o perfiles estructurales en los mismos miembros que van a conectarse, con la conexión hecha a base de soldadura. Una conexión dura puede hacerse también con concreto vaciado en el lugar.

Una conexión suave puede definirse, como la que tiene dos miembros que sencillamente descansan uno sobre la parte superior del otro con un material amortiguador elastomérico o de otro tipo, entre ellos.

La diferencia fundamental entre ambas deberá ser que se permitan o no rotaciones limitadas o movimientos dentro de las conexiones.

Una conexión que permite movimientos y rotaciones menores sin provocar distorsiones en la conexión, tiene diversas ventajas, especialmente si pueden incorporarse los detalles apropiados que proporcionen una superficie lateral satisfactoria contra el efecto de sismos o cargas por viento.

Existen muchos arreglos posibles y una variedad de detalles para conexiones, a continuación se proponen diversos arreglos de conexiones típicas, estas ideas presentadas para determinada categoría pueden aplicarse para un tipo diferente de conexión que de por resultado arreglos diferentes.

BASE DE COLUMNA (CR)

Los detalles CR-1 hasta CR-5 presentan cinco arreglos comunes para la conexión de una columna a una pila de cimentación, una cimentación de muro, una zapata extendida o una cabeza de pilotes, todos los detalles usan lechada de cemento sin contracciones y un sistema de doble fuerza. Si la conexión se hace en la parte superior del muro o de la pila vaciada en la obra, es obligatorio que se coloquen suficientes estribos en la parte superior de la pila o del muro, para confinar los pernos de anclaje. (ver figura No. 2-32).

CR-1. Este detalle tiene una placa de base de dimensiones mayores que la sección transversal de la columna. típicamente, se usan cuatro pernos de anclaje con doble fuerza, y existe una separación de 50 a 55 mm. para la lechada de cemento sin contracciones, entre la parte superior de la placa de base. Los pernos de anclaje están colocados ya sea en las esquinas o en el centro de los lados, dependiendo de los requisitos de montaje. Los esfuerzos de la columna están soldados a la placa base.

CR-2. El detalle de la llamada placa de base interna tiene una placa que es del mismo tamaño o menor que la sección transversal de la columna y tiene huecos para los pernos de anclaje o rebastes en la base de la columna. Es similar a CR-1, usando el sistema de doble fuerza, lechada de cemento sin contracciones y unión soldada del refuerzo de la columna a la placa. Las dimensiones de la placa de base, son generalmente menores que las de la columna cuando se necesita el tratamiento arquitectónico de la junta. Después del montaje, normalmente se rellenan con lechada los huecos para los pernos de anclaje.

CR-3. Este detalle es un refinamiento de CR-2 debido a que no se usa una placa completa inferior de la base. Un ángulo, generalmente de 13 mm. de espesor se deja embebido en las esquinas con una placa de base de 20 mm. o mayor, soldada al ángulo. Para impedir que el concreto llene el hueco formado por el ángulo, se suelda una placa de 3 mm. como tapa, en la parte superior del ángulo. Las barras de refuerzo pueden soldarse en la placa inferior o en los lados interiores de los ángulos, y traslaparse con las barras de refuerzo de la esquina de la columna que se alinean aproximadamente con la línea central de los pernos de anclaje. Una ventaja de este tipo de detalle es que permite que una placa de base "normal" se ajuste a muchos diversos tamaños de columnas.

CR-4. Los ángulos están unidos con soldadura de refuerzo principal o espigas que traslapan con el refuerzo principal. En ocasiones se requiere la instalación de placas planas de base entre los ángulos. Para impedir la rotación, pueden unirse pernos soldados a las patas verticales de los ángulos, o los ángulos pueden sujetarse por medio de atiesadores.

CR-5. En este detalle, las barras principales de refuerzo de la columna sobresalen de la parte inferior de la columna y se insertan en el ducto metálico pulido, flexible, relleno de lechada de cemento.

empotrado en el cimiento. Es necesario un apuntalamiento temporal de la columna hasta que la lechada haya obtenido su resistencia deseada. Un método de contraventear es atornillar un ángulo a los insertos colocados dentro de la columna y la base, tal como se muestra en el dibujo.

VIGA A COLUMNA (VC)

Las conexiones de tipo VC-1 hasta VC-7 son sólo unas cuantas combinaciones de conexiones que se usan para las vigas a columna. Por sencillez, todas las vigas que se muestran son rectangulares, aunque pueden ser traveses de repisa doble, vigas "T" o doble "T". (ver figura No. 2-33).

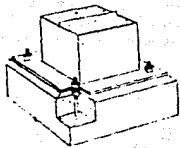
VC-1. Este detalle muestra una cornisa o ménsula sin usar una viga con el extremo rebajado como se muestra en VC-3. En este diseño se requieren ángulos de confinamiento y/o amortiguadores de apoyo. El detalle que se muestra es para una condición simplemente apoyada. Puede también usarse para una conexión para momentos que use lechada sin contracciones entre el extremo de la viga y la columna, y que proporcione la transferencia de tensión en la parte superior de la viga.

VC-2. Esta es una variación de VC-1 con la ménsula de concreto reforzado que sobresale de la columna, se muestra con amortiguador elastomérico de apoyo y placas tanto en la ménsula como en la viga. Como en VC-1, este detalle se muestra para una condición de apoyos simples, pero puede desarrollarse a una conexión para momentos, en caso deseado. Los amortiguadores de apoyo son opcionales, de acuerdo con los requisitos del diseño.

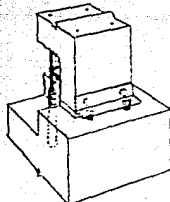
VC-3. Este detalle se llama frecuentemente una conexión de extremo rebajado y normalmente requiere ángulos de confinamiento debido a los elevados esfuerzos. Para desarrollar este detalle en una conexión que resiste momentos, se requiere lechada no contractil en dos superficies de contacto diferentes. Lo cual en un procedimiento difícil en la obra. La colocación del refuerzo en este detalle es probablemente el más crítico de todos los detalles de viga a columna que se muestran; en ningún lugar debe presentarse un plano de contacto sin reforzar entre el refuerzo de la conexión y el acero principal a la flexión.

VC-4. Este detalle se usa frecuentemente cuando se desea ocultar la conexión de viga a columna. Se muestra una sección del patín ancho que sobresale de la columna. Pueden usarse otros perfiles de acero estructural, empotrado como vigas-T, canales dobles o placas dobles. Nuevamente, como en VC-3 la viga rebajada requiere cuidado en su detalle y colocación del refuerzo. Deberán colocarse estribos bastante cercanos, en la columna inmediatamente arriba y abajo del perfil de acero estructural empotrado.

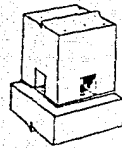
VC-5. Esta es una conexión por medio de espigas con varillas que sobresalen de la columna dentro de ductos o tubos de acero colocados dentro de la viga. Después se llena el tubo, con lechada. Para impedir restricción contra la rotación por cambio de volumen puede colocarse vermiculita, arena u otro material suelto en la parte interior del tubo, antes de colocar la lechada. En temperatura de congelación, es importante impedir que el agua penetre a los tubos antes de la inyección de lechada. En las superficies de apoyo se usan amortiguadores de apoyo, placas de acero o ángulos confinados.



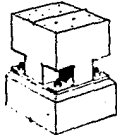
CB-1



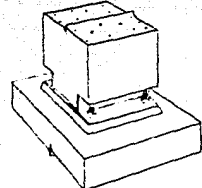
CB-5



CB-2

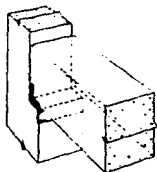


CB-3

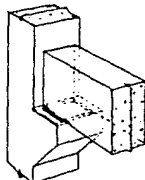


CB-4

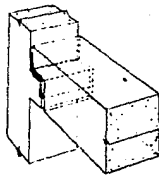
FIGURA No. 2-32 COLUMNA A BASE (CIMENTO).



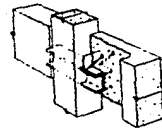
VC-1



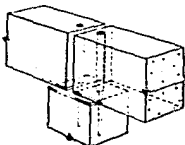
VC-2



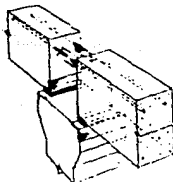
VC-3



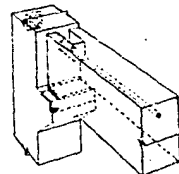
VC-4



VC-6



VC-5



VC-7

FIGURA No. 2-33 VIGA A COLUMNA.

La conexión puede hacerse continua colocando refuerzo a la tensión traslapado o soldado similar al que se muestra en VC-6. Las varillas de tensión pueden también colocarse en la parte superior, o en los debastos superiores de las vigas.

VC-6. Este detalle es una variación de conexión para momentos de VC-5, logrado por varillas de refuerzo soldadas a ángulos. Tiene la ventaja de permitir una extensión futura de la columna, colocando un perno de anclaje o insertos en el concreto vaciado en la obra entre los extremos de las vigas. Cuando se hace esto, las varillas confinadas con estribos de la columna, deberán sobresalir al cerramiento vaciado en la obra de la columna de abajo.

VC-7. Este detalle muestra una varilla recta para postensado que se tensa después de la colocación. La lechada no contractil, entre la columna y el extremo de la viga. Esto requiere un buen anclaje mecánico para impedir pérdida del esfuerzo de postensado, debido a deslizamiento o asentamiento. También requiere la colocación apropiada de los estribos de confinamiento para impedir un refuerzo excesivo del apoyo bajo el anclaje extremo. El tendón podrá también curvarse y anclarse en la parte inferior de la viga, o hacerse continuo a través de ella.

COLUMNA A COLUMNA (CC)

Los detalles CC-1 hasta CC-5 presentan algunas uniones de columna. En la mayoría de las uniones de columna se usa lechada sin contracciones entre las superficies de contacto de los miembros para evitar las variaciones dimensionales debido a tolerancias de la construcción. Cuando se usan placas de base o superiores, éstas pueden tener el mismo tamaño de la columna o remeterse de 25 a 30 mm, dependiendo de los requisitos arquitectónicos. Deberán colocarse estribos de confinamiento muy cercanos en las columnas inmediatamente arriba y abajo de la junta.

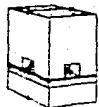
Pueden hacerse las conexiones con pernos de anclaje, barras de refuerzo con rosca o insertos. Deben tomarse providencias para el montaje y la alineación, como usar el sistema de doble tuerca. (Ver figura No. 2-34).

CC-1. Este detalle usa cavidades para pernos de anclaje similares a CB-2. El refuerzo principal de la columna o las espigas que traslapan el acero de la columna están soldados a la placa de base. Las cavidades pueden colocarse en las esquinas o en los lados, tal como se muestra en el diseño.

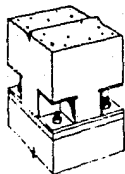
CC-2. Esta es similar a CR-4, y usa los mismos detalles de refuerzo y amarre. El ángulo que se muestra remetido para propósitos arquitectónicos y de protección contra incendios, está cubierto con lechada sin contracciones.

CC-3. Este detalle es similar al detalle CR-3. Como se muestra aquí, se usa una placa de base de tamaño completo en vez de placas más pequeñas soldadas a los ángulos como se muestra en CR-3. También se muestra una placa superior en la parte de arriba de la columna abajo de la junta.

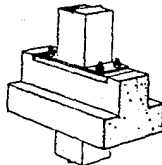
El uso de placas superiores en las uniones de columnas dependen de los requisitos de diseño.



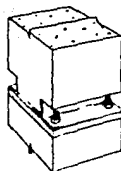
CC-1



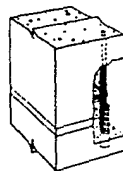
CC-3



CC-6

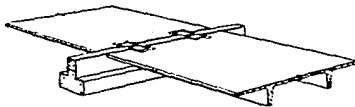


CC-2

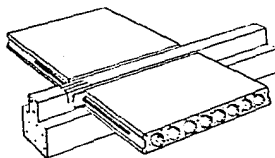


CC-4

FIGURA No. 2-34 COLUMNA A COLUMNA.



LV-1



LV-2

FIGURA No. 2-35 LOSA A VIGA.

CC-4. Esta es similar a CC-5 y requiere todas las mismas consideraciones de detalle. Sin embargo, se han diseñado otros esquemas de unión temporal cuando las columnas que se unen tienen la misma sección transversal.

CC-5. El detalle que se muestra en CC-5 es una de las muchas variaciones para una columna unida a través de una viga continua. Pueden usarse todos los detalles CC-1, CC-2, CC-3 y CC-4 cuando las columnas están separadas por una viga. Es importante proveer refuerzo dentro de la viga para transmitir las cargas entre las columnas. Deberá usarse lechada sin contracciones de 50 a 65 mm. de espesor, bajo la placa de base para asegurar la transferencia de las cargas axiales de la columna.

LOSA A VIGA (IV)

El diseño de todas las conexiones de losa a viga, ya sea para pisos o techos, debe considerar los efectos de cambio de volumen y la transferencia de fuerzas horizontales de la losa a la viga cuando se asume que el piso o techo actúan como un diafragma. Los movimientos en la conexión entre losas de techo y las vigas pueden dañar el techado, por lo que debe considerarse un detalle especial de expansión. En pisos con recubrimiento vertido en la obra, deberá colocarse un refuerzo o malla adicional a través de la viga para disminuir el agrietamiento. (ver figura No. 2-35).

IV-1. Este detalle muestra un marco de miembro de techo sobre un larguero. Usando las placas superiores soldadas y amortiguadores de apoyo, se transfieren las cargas laterales, pero se permite cierto movimiento por cambio de volumen. Las placas superiores soldadas pueden no necesitarse en todos los miembros ni en cada una de las espigas.

Son posibles diversas variaciones de este detalle. Por ejemplo, los extremos peralte de las patas de la "T" pueden rebajarse para acomodarse a un mayor peralte de construcción, o si se requiere continuidad por el diseño, puede ser deseable soldar las espigas, considerando plenamente los efectos de cambio de volumen. Para pisos con recubrimientos, pueden eliminarse las placas soldadas. Sin embargo, deberá revisarse el efecto de los amortiguadores de apoyos ya que ellos permiten cierto movimiento y esto puede ser suficiente para ocasionar grietas en el recubrimiento.

IV-2. Este detalle muestra una forma para desarrollar la acción de diafragma en una viga en un sistema de techo de núcleo hueco si la fricción no es suficiente para transferir las fuerzas laterales por lo tanto se requiere una conexión positiva. Las placas se emboben en la posición superior del larguero y las espigas soldadas de varilla corrugada, se prolongan dentro de la unión rellena de lechada entre las losas. Las consideraciones de montaje pueden dictar un detalle diferente, como tener la parte superior de la viga más baja que la parte superior de losas para permitir la colocación de varillas de refuerzo continuo en los cuñeros de la losa. Los detalles deben limitarse a los recomendados por los fabricantes locales siempre que correspondan a los requisitos de diseño. Los pisos con recubrimiento no requieren usualmente ninguna conexión adicional a la viga.

LOSA A MURO (I.M)

Los detalles muestran algunas de las combinaciones de losas apoyadas sobre muros. También se muestra la conexión de una losa de techo a un muro paralelo. En la mayoría de los diseños se requiere cierto grado de continuidad en la conexión de losa a muro. Sin embargo, en general no es deseable una conexión completamente fija, especialmente con las losas en forma de "T", de claros mayores y esto se impide usando los amortiguadores de apoyos. (ver figura No. 2.36).

IM-1. Este detalle presenta una instalación típica de losas de núcleo hueco sobre muros de mampostería. Se ha provisto una viga unión directamente abajo de las losas y la unión entre los extremos de éstas se rellena de lechada. En construcciones de pisos múltiples, es necesario asegurar que los extremos de las losas pueden transmitir las fuerzas verticales de compresión. En construcciones de muros múltiples, que deberá tomarse en consideración las fuerzas desarrolladas debido a la restricción de cambio de volumen.

IM-2. En este detalle se produce el anclaje positivo de las unidades de núcleo hueco al muro, insertando varillas en forma de horquilla en la viga de unión y empotrándola en la ranura para lechada entre los extremos de las losas. De ser necesario, pueden dejarse varillas empotradas en forma de L dentro de la viga de unión y dentro de los núcleos llenos de mortero del bloque, como se muestra, con objeto de transferir las fuerzas al muro. Para una acción positiva de diafragma de techo, o cuando no se use recubrimiento en los pisos, puede empotrarse en lechada una varilla de refuerzo dentro de los cuñeros entre las losas de núcleo hueco. Esta varilla también sirve para amarrar entre sí las losas previniendo los problemas en las juntas.

IM-3. Este detalle muestra una estructuración de "T" sencilla dentro de una cavidad en un muro vaciado en la obra. En este tipo de conexión, es importante hacer la cavidad de un tamaño suficientemente amplio para evitar problemas al colocar los miembros. Si se usa recubrimiento, las espigas con cosca dentro de los insertos embobidos en el muro amarrarán las unidades del a éste. Pueden usarse amortiguadores elastoméricos de apoyos para reducir los efectos de momento negativo.

IM-4. Este detalle muestra un piso de doble "T", apoyado en un muro de mampostería con una viga de unión vaciada en la obra. En la construcción de edificios múltiples se usan frecuentemente rellenos prefabricados entre las almas de la "T" como moldes para el concreto colocado entre ellas. Los refuerzos pueden colocarse en el recubrimiento como se muestra para disminuir el agrietamiento en el muro.

IM-5. Los miembros de piso y techo frecuentemente se apoyan en ménsulas vaciadas a unidades de doble "T" o "T" sencilla que se usan como tableros de muro. Los amortiguadores elastoméricos bajo las patas se usan para impedir la formación de pares de momento. Las conexiones atornilladas ranuradas verticalmente, sirven para amarrar los miembros a la flexión en forma positiva a los tableros que conducen la carga, pudiendo usarse placas y ángulos soldadas como se indica.

IM-6. Para conectar una losa de techo a un muro paralelo, es importante reconocer que la losa puede tener cambios cíclicos en la contraflecha, y podrán sufrir deflexiones conforme se colocan recubrimientos, techado y otras cargas. Esto requiere una conexión que pueda

acomodar los movimientos verticales. Los ángulos ramurados con rondanas de baja fricción permiten este movimiento proporcionando simultáneamente un soporte un soporte lateral al muro y al mismo tiempo transfieren las cargas laterales.

Otro detalle que se usa frecuentemente, es el de soldar el patín de la losa directamente al muro. La rotación de la losa alrededor de la soldadura acomoda la mayoría de los movimientos verticales de ella. Cuando se solda la losa al muro, deberán considerarse los efectos de los cambios volumétricos axiales de la losa.

MURO A CIMENTACION (MC)

Es esencial proporcionar dos partidas en cualquier conexión de un tablero de muro prefabricado a un muro de cimentación o una zapata continua: (1) un método de unión a la zapata o a un piso capaz de tomar el cortante en la base en cualquier dirección; y (2) un método para nivelar y alinear el tablero del muro. Los siguientes detalles describen algunas de las formas para manejar estos requisitos. Las características que se muestran en los diferentes detalles pueden combinarse con objeto de cumplir con ambos requisitos. (Ver figura No. 2-37).

MC-1. El tablero de muro está unido a la base por medio de ángulos soldados a placas embobidas en el tablero del muro. Los ángulos están unidos a la base con pernos de anclaje empotrados o taladrados dentro. La nivelación y alineación se hace a través del uso de calzas. El espacio entre el tablero y la zapata, se empaca con lechada no contráctil después de la unión, con objeto de transmitir la carga de diseño a la zapata.

MC-2. La placa ramurada se une a la base por sídeco o una placa embobida en el interior y a los tableros del muro por medio de puenos dentro de los insertos embobidos en los muros. Las calzas abajo de las nervaduras, de las "T" proporcionan la nivelación y la lechada no contráctil, proporciona la transferencia uniforme de la carga.

MC-3. En detalle, se ha previsto un anclaje entre la unidad del muro y la losa del piso por medio de barras con rosca en espiral dentro de los insertos colocados en los tableros. Para nivelar se usan calzas y lechada, análogamente a MC-1 y MC-2, se debe proporcionar un contraventeo temporal hasta que el piso está vaciado y alcance el nivel requerido de resistencia.

MC-4. En este detalle, se coloca un perno de vástago cuadrado, de cabeza redonda, en un inserto que se emboba y se taladra dentro de la base de un tablero de muro. Las cabezas se apoyan entonces sobre placas de acero embobidas dentro de los cimientos y los ajustes de nivelación se efectúan simplemente haciendo girar los pernos. También se proporcionan estribos similares a los que se muestran en los detalles anteriores y el espacio entre los tableros y los cimientos deberá llenarse con lechada no contráctil.

Toda información sobre soldaduras en conexiones ver cap. 9.1, apéndice A

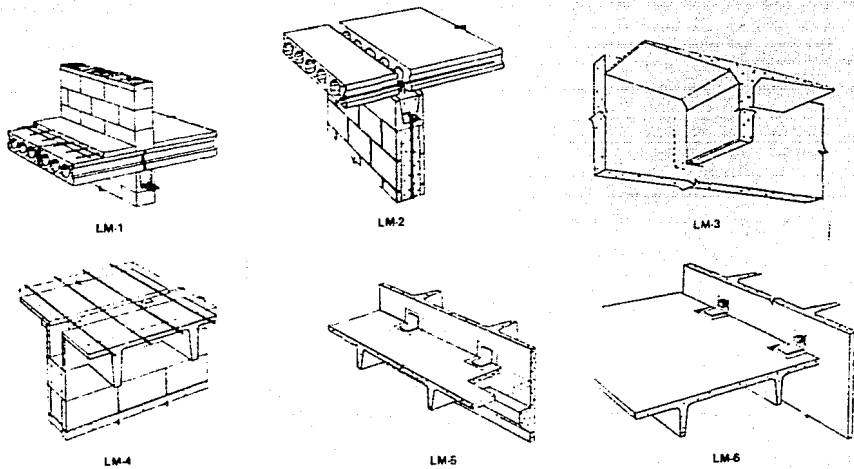


FIGURA No. 2-36 LOSA A MURO.

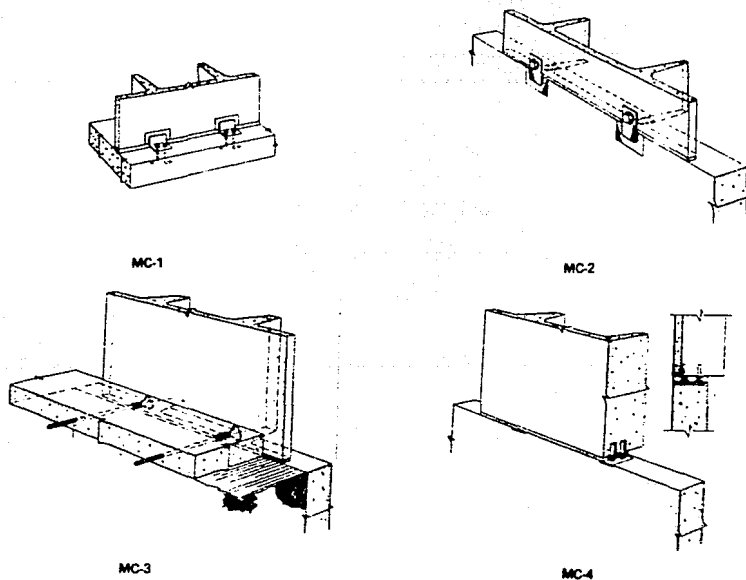


FIGURA No. 2-37 MURO A CIMENTACION.

2.5 NORMAS Y ESPECIFICACIONES BASICAS

ELEMENTOS PREFABRICADOS DE TIPO ARQUITECTONICO (NOM-C-247-1978)

Segun las normas mexicanas los elementos prefabricados de tipo arquitectónico deben cumplir ciertas especificaciones, para su correcta aplicación en la construcción; según las siguientes normas:

NOM-C-155	NOM-C-1	NOM-C-2	NOM-C-175	NOM-R-6
NOM-B-18	NOM-B-281	NOM-B-32	NOM-B-282	NOM-B-254
NOM-B-285	NOM-B-283	NOM-B-284	NOM-B-290	NOM-B-294

Clasificaciones.- Para efectos de esta norma los elementos prefabricados de concreto hidráulico se clasifican en:

- Piezas sin acabados aparentes en colados horizontales.
- Piezas con acabados aparentes en colados horizontales.
- Piezas sin acabados aparentes en colados verticales.
- Piezas con acabados aparentes en colados verticales.

ESPECIFICACIONES

Tolerancias en las dimensiones.- En los elementos precolados, las tolerancias en sus dimensiones fuera del molde son las siguientes:

	LARGO Y ANCHO medidas en m	TOLERANCIAS ±
largo y ancho de	0 a 0.49	± 2.0 mm
largo y ancho de	.50 a 0.99	± 2.5 mm
ancho	1.00 a 1.49	± 3.5 mm
ancho	1.50 a 1.99	± 4.5 mm
ancho	2.00 a 2.49	± 5.5 mm
ancho	2.50 a 2.99	± 6.5 mm
largo	3.00 a 3.99	± 7.0 mm
largo	4.00 a 4.99	± 7.5 mm
largo	5.00 a 5.99	± 8.0 mm
largo	6.00 a 6.99	± 8.5 mm
largo	7.00 a 7.99	± 9.0 mm

(y se agregará 1 mm en la tolerancia por cada 1 m adicional)

En espesores, largo o ancho:

En piezas con o sin acabados aparentes y colados horizontales:
± 6 mm.

En piezas con o sin acabados aparentes verticales:

altura L	0.00 a 0.30 m	± 2 mm.
	0.31 a 0.50 m	± 3 mm.
	0.51 a 0.70 m	± 4 mm.
	0.71 a 1.00 m	± 5 mm.

(ver FIGURA No. 2-38a)

EN VANOS: para ventanas, puertas y otros vanos, la tolerancia tanto vertical como horizontal y en el descuadre debe ser de ± 6 mm. (ver FIGURA No. 2-38 b)

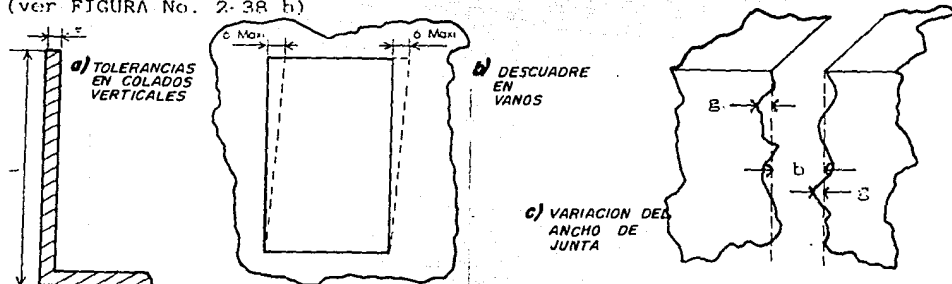


FIGURA No. 2-38 Tolerancias en piezas y vanos

En la posición para los insertos o barriletes dejados "ahogados" en el precolado para descimbrado, transporte y montaje en obra, la tolerancia de los insertos en su posición dentro del elemento es de ± 12 mm.

En las entrocaldas o muescas, dejadas en los elementos precolados para rematar el sistema de impermeabilizante, la tolerancia en su posición debe ser ± 10 mm.

En molduras la localización de los huecos o muescas dejadas en el elemento para recibir empaquetaduras o marcos para cristales, el desfaseamiento horizontal y vertical entre dos elementos puede ser de ± 3mm. (ver FIGURA No. 2-38c)

En el ancho (b) y en el alineamiento (g) de los huecos y muescas referido al inciso anterior puede ser de ± 2 mm. (ver FIGURA No. 2-38c).

EN FLECHAS: Para obtener las flechas máximas permitidas en los elementos se debe emplear la siguiente fórmula:

$$F = \frac{L}{360} \quad \text{Donde: } \begin{array}{l} F = \text{Flecha, milímetros.} \\ L = \text{Longitud del precolado,} \\ \text{en milímetros.} \end{array}$$

Para obtener flechas máximas permitidas en los elementos con apoyo intermedio se debe emplear la siguiente fórmula:

$$F = \frac{L}{360}$$

TOLERANCIAS EN EL MONTAJE DE ELEMENTOS PRECOLADOS.

Preparaciones y verticalidad en obra - En las preparaciones necesarias dejadas en obra para recibir posteriormente elementos precolados las tolerancias deben ser las siguientes:

- Sobre planos verticales ± 25 mm
- Sobre planos horizontales ± 25 mm
- Preparaciones perpendiculares al plano de la fachada, tolerancia en ± 15 mm

En estas tolerancias deben tomarse en consideración errores permisibles en cuanto a desplome en las estructuras de acero y concreto.

Ancho de las juntas debe ser el indicado en la tabla siguiente:

CON ESPACIAMIENTO HASTA	JUNTAS
1.50 m	5 a 8 mm
3.00 m	7 a 13 mm
4.50 m	10 a 20 mm
6.00 m	14 a 26 mm

La profundidad de los selladores debe ser la señalada en la siguiente tabla:

PROFUNDIDAD (en mm)	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11
ANCHO (en mm)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Fijaciones.- El sistema empleado para la fijación de elementos precolados debe tener la calidad y resistencia debida para cumplir con su función. (Estos sistemas podrán ser soldados, colados, mecánicos o pegados).

Materias primas.- Las materias primas, utilizadas en los elementos precolados de tipo arquitectónico, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas correspondientes señaladas anteriormente.

ELEMENTOS DE CONCRETO PREFORZADO (NOM-C-248-1978)

Las especificaciones indicadas en esta norma, se refieren a los sistemas de presfuerzo del concreto, donde el tendido del acero se realiza dentro de los límites que se señalan para producir elementos aceptables de concreto pretensado y postensado, o la combinación de ambos.

Como complemento de esta norma tenemos las siguientes normas oficiales mexicanas en vigor:

NOM-C-1 NOM-C-2 NOM-C-112 NOM-C-175 NOM-C-155 NOM-C-255
 NOM-B-6 NOM-B-18 NOM-B-32 NOM-B-292 NOM-B-293 NOM-B-294
 NOM-B-267

Toda la terminología utilizada en elementos de concreto esforzado lo encontramos en la NOM-C-112.

ESPECIFICACIONES

El elemento de concreto pretensado 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.

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

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.

Ancho.- Las tolerancias en el ancho de las piezas deben ser las señaladas en la tabla 1.

Peralto.-

a) En piezas con peralte mayor 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.

Flechas y contraflechas.- Las tolerancias en las flechas y contraflechas en los elementos de concreto pretensado, 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.

Distribución del acero de pretensado.- Debe estar distribuida de tal manera que asegure la correcta colocación del concreto.

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 dos veces mayor al 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 o DE LAS PIEZAS PREFABRICADAS EN PLANTAS INDUSTRIALES

PIEZAS AJUSTADAS O SEPARADAS

para: $b < 20$ cm	± 0.5 cm.
para: $20 < b < 70$ cm	± 0.8 cm.
para: $70 < b < 200$ cm	± 1.1 cm.
para: $200 < b < 300$ cm	± 1.3 cm.

PIEZAS TRANSVERSALMENTE UNIDAS ENTRE SI (*)

para: $b < 20$ cm	± 0.3 cm.
para: $20 < b < 70$ cm	± 0.5 cm.
para: $70 < b < 200$ cm	± 0.8 cm.
para: $200 < b < 300$ cm	± 1.0 cm.

(*) Estas tolerancias se aplican a las piezas individuales.

Cable dentro de ductos (concreto postensado). Los espacios mínimos horizontal y vertical entre ductos o grupo de ductos se indican en la figura 2-39. La distancia libre mínima entre grupos de ductos y las paredes del elemento se indican en la figura 2-40.

RJ agrupamiento máximo se indica en la tabla 2.

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	⊙ ⊙

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

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

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

TABLA 3. - CURVATURA DE CABLES

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.

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 que se mida.

TOLERANCIAS EN LA COLOCACION DE CABLES

d (cm)	Tolerancias (cm)
"d" < 10 cm	± 0.5
10 < "d" < 20 cm	± 1.0
20 < "d" < 50 cm	± 1.5
50 < "d"	± 3.0

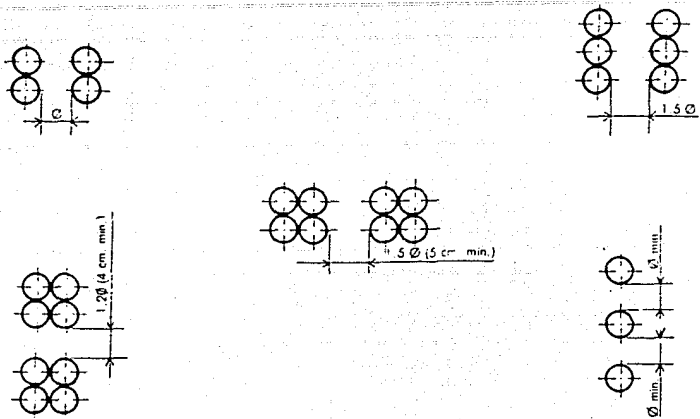


FIGURA No. 2-39 Espacios mínimos entre ductos.

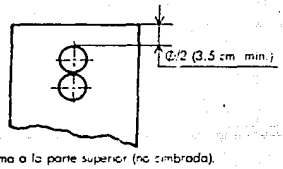
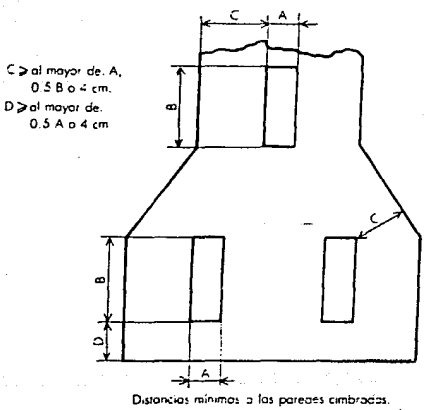


FIGURA No. 2-40 Espacio mínimos entre ductos y paredes.

MATERIALES

Concreto.- Para la fabricación de elementos presforzados puede ser concreto premezclado o concreto elaborado por el fabricante.

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 refuerzo.

Cemento.- Este 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 y C-2 y C-175 respectivamente.

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.

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

Lamina de acero para ductos.- Para ductos flexibles, corrugados y engargolados en frío para postensados debe utilizarse lámina de tipo troquelado profundo con calibre mínimo número 21; debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-R-267 en vigor.

2.6 MANTENIMIENTO

El deterioro y la conservación de las obras son un motivo constante de preocupaciones, que lleva consigo gastos considerables y causa graves perjuicios a la industria y a los usuarios.

El Arquitecto debe tomar en consideración este problema en dos aspectos fundamentales: prevenir y reparar. Aparte de conocer en ambos casos la naturaleza de los daños; estos dos aspectos son diferentes.

Prevenir.- Este aspecto es el de mayor importancia; es muy importante tomar en cuenta en las fases de proyecto y de ejecución (Supervisión), en algunos de los detalles sus efectos pueden tener consecuencias graves; por esta razón el Arquitecto proyectista debe escoger los materiales adaptados a las condiciones atmosféricas y al emplazamiento de la obra debe estudiar la obra de manera que impida que se produzcan deterioros graves; y por intermedio del personal de Supervisión debe exigir que la ejecución sea correcta. Esta claro que: la calidad de los materiales, calidad de los planos de detalles y calidad de ejecución; exigen el conocimiento de lo que hay que evitar y de las diversas formas de deterioros posibles y de sus cargas.

Reparar.- Si no se ha conseguido impedir el deterioro, conviene abandonar, sustituir o reparar la obra, normalmente las obras se reparan.

La ejecución de una reparación de este género necesita una técnica minuciosa que lleva consigo 5 etapas fundamentales:

- Encontrar el deterioro.
- Determinar su causa.
- Evaluar la resistencia de la obra en su estado actual.
- Evaluar las reparaciones a hacer.
- Elegir y detallar lo máximo de un método de reparación.

Si ha escogido una forma de reparación con todo el cuidado y reflexión deseables y fiándose de la experiencia propia o de otros, el Arquitecto podrá ser firme y no vacilar en decir que tal procedimiento ha sido elegido en función de la experiencia, habrán muchos otros métodos que serán rechazados por no haber sido experimentado anteriormente.

Salvo para los trabajos como revestimientos, sustitución de secciones o pintura, es bueno hacer ensayos, o sea, efectuar una parte del trabajo a escala reducida y en condiciones reales.

Por ejemplo: considerando un valor Z como el costo de las reparaciones se concluye que:

- costo del tratamiento preventivo _____	0.30 Z
- costo de la reparación inmediata _____	1.00 Z
- costo de las reparaciones posteriores _____	1.20 Z
- costo de la reparación diferida por la aplicación inmediata de un tratamiento preventivo _____	0.70 Z

En este capítulo considero importantes algunos temas desde el punto de vista de mantenimiento, que deben ser tomados en cuenta con la intención de prevenir posteriores deterioros.

RECUBRIMIENTOS

Los acabados que se aplican en las superficies de las paredes varían desde revocos en paredes estructurales, hasta la pintura sobre los recubrimientos de las mismas, igual a cualquier tratamiento de acabado, están sujetos a los efectos inherentes a las peculiaridades del material en concreto, a los defectos del soporte que los recibe y a los defectos que surgen como fruto de la incompatibilidad entre el acabado y el soporte.

En los recubrimientos de concreto se tienen tres síntomas principales de deterioro: Fisuras, disgregación y las desagregaciones (pérdida de cemento y liberaciones de agregados), los cuales son causados por:

1- Causas de desagregación que se producen durante la construcción.

- a) Asientos localizados de las superficies sobre las que se hace el concreto.
- b) Desplazamientos de las cimbras
- c) Vibraciones
- d) Segregación del concreto fresco
- e) Retracción de fraguado del concreto
- f) Descimbrado prematuro

2- Retracción durante el endurecimiento

3- Efectos térmicos

- a) Variaciones de la temperatura atmosférica
- b) Variaciones de la temperatura interna

4- Reacciones químicas

5- Alteraciones atmosféricas

6- Erosión (abración)

7- Mala concepción de los detalles constructivos

- a) Angulos entrantes (ver figura 2-41)
- b) Variaciones bruscas de sección (ver figura 2-42a)
- c) Juntas rígidas tanto en losas como en fachadas (ver figura 2-42b)
- d) Deformaciones (precisión)
- e) Fugas por juntas en el momento de colado
- f) Sistema de desagüe mal proyectado
- g) Drenaje insuficiente
- h) Juego insuficiente de las juntas de dilatación
- i) Tensiones tangenciales no previstas en soportes
- j) Incompatibilidad de materiales o secciones
- k) Efectos de fluencia no previstos

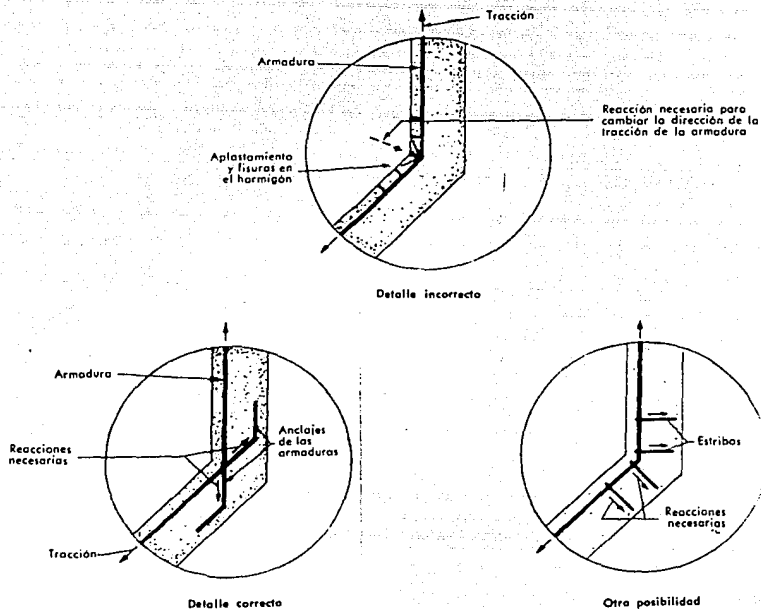


FIGURA No 2-41 Causa del aplastamiento y fisuración de un ángulo entrante.

En los recubrimientos dados a los elementos prefabricados son de más cuidado aquellos dados a las fachadas (precolados), en el cual hay que considerar aspectos como texturas y colores.

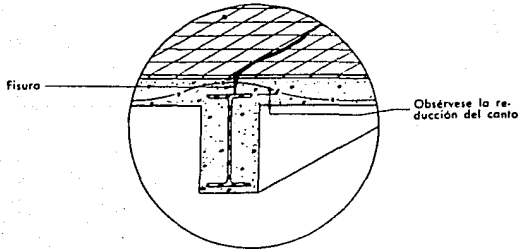
TEXTURAS.- Las más comunes basadas en las técnicas para su obtención tenemos:

- **ANTES DEL MOLDEO.**- este es el acabado del prefabricado cuando el elemento se saca del molde, no requiere tratamiento superficial adicional, excepto un posible lavado o limpiado.

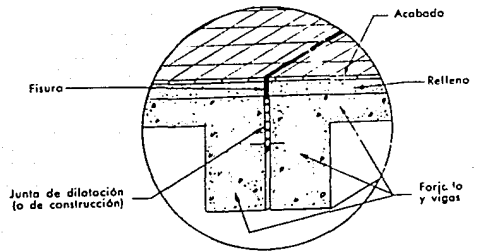
1- Liso, logrado con uso de moldes lisos.

2- Uniforme con figura geométricas, pueden ser acanaladas, acabado en tablero, o impresiones con relieve en las superficies del molde, dentro de estos moldes pueden ser de madera, uso de planchas de goma, resinas termoplásticas (goma uretano, fibra de vidrio... etc.) y crear diseños en espuma plástica, argamasa, arena, piedra labrada... etc.

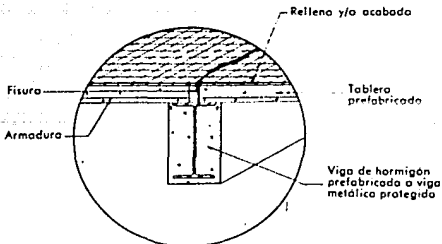
FIGURA No 2-42 a) Fisuras debidas a cambios bruscos de sección.
 b) Fisuras debidas a la deformación de elementos prefabricados de forjado



Viga metálica recubierta



Junta de dilatación no prevista a través del relleno y del acabado del forjado



b) Fisuras debidas a la deformación de elementos prefabricados de forjado.

- TRATAMIENTO DESPUES DEL MOLDEO- Tratamiento después del moldeo, esto se consigue durante las operaciones de fabricación. Estas operaciones se hacen sobre la superficie del concreto prefabricado:

1- Contra el molde (cara inferior) en el cual se utilizan retardadores químicos, o descimbrantes como el rugasol c ó rugasol f, para exponer los agregados sobre las caras inferiores o laterales del concreto prefabricado durante el proceso de fabricación. Los acabados varían desde un ataque muy ligero hasta un a profundidad de revelado de 1.5 cm., debiendo estar en relación con el tamaño de los agregados.

2- Cara vista (cara superior) se puede conseguir muchos aspectos decorativos diferentes sobre la cara superior del elemento prefabricado durante la fabricación, pudiendo lograr un agregado visto (concreto lavado), una cara superior decorativa utilizando una mano de obra especializada o un acabado uniforme.

- ACABADO DESPUES DEL FRAGUADO-Acabado después del fraguado; este tipo de acabado se realiza después de que el concreto ha conseguido casi su resistencia definitiva según la superficie:

- Superficies relativamente uniformes logradas con métodos como:

1- Ataque con ácido.- Con este se consigue una textura fina, se logra mediante la inmersión del elemento en un tanque con solución, tener cuidado con los elementos metálicos, uniones y hasta elementos aislantes.

2- Chorreo ligero con arena.- Se utiliza arena o algunos agregados abrasivos, elimina la lamina superficial del concreto produciendo un acabado rugoso, para mejorar su uniformidad puede obtenerse chorreando con materiales más suaves que la arena silicea, lógicamente será más costoso.

3- Bruñido o pulido.- La superficie bruñida luego se sellará todos los agujeros superficiales, y el frotamiento producirá una superficie altamente pulida, los agregados deben tener una dureza en relación con las herramientas, los agregados de mármol o el onix son mucho más fáciles de tratar que el granito o cuarzo.

4- Pintura.- El cemento de alta resistencia no necesita pintarlo, en estos productos prefabricados deberán usarse productos adecuados de desmoldeo.

- Superficies de relieve relativamente groseras, los acabados en estas se pueden lograr con métodos de:

1- Chorreo de arena.- Logrando cualquier profundidad del agregado visto.

2- Martelinado.- Acabado realizado picando la superficie con la martelina cuantas veces se crea conveniente.

3- Ataque con ácido.- En este caso deben utilizarse agregados resistentes al ácido como el cuarzo y el granito.

4- Acabado de estrias martelinadas.- Esta se logra fracturando todos los resaltes previamente logrados con el molde.

Para precolados económicos, los elementos con superficies alisadas deberían fabricarse sin un tratamiento superficial adicional después del desmoldeo, esto a su vez, exige las siguientes precauciones: Atención a los detalles como esquinas, drenajes adecuados, otros detalles contra los fenómenos atmosféricos; moldes bien contruidos evitando imperfecciones, estudio de la mezcla de concreto que combine mínimo de cemento y una baja relación agua/cemento con una densidad alta, con el fin de minimizar la fisuración capilar y las burbujas de

aire, consolidación y curado apropiados para lograr una buena uniformidad en especial con mezclas de concreto gris.

COLORES.- Cuando se empleen pigmentos para obtener color, es importante considerar:

- Calidad y cantidad de color
- Características de decoloración de algunos colores
- Dosificación y mezcla con el concreto
- Calidad libre de impurezas, de los agregados
- Cantidades uniformes y graduación de los materiales finos que pasen el tamiz # 50 incluyendo el cemento
- Atención cuidadosa al curado y a la duplicación uniforme de ciclos de curado
- Tipos y color del cemento
- Contenido constante de agua en la lechada
- Consideración de los factores que puedan contribuir a la eflorescencia

Los colores debidos a los agregados gruesos son los más seguros y la manera más económica de conseguir colores en un elemento prefabricado.

Si la uniformidad del color es esencial, debe especificarse cemento blanco (de un solo suministrador). El cemento gris está generalmente sujeto a variaciones de color incluso cuando lo facilita un solo suministrador, por lo que es conveniente hacer el pedido por toneladas.

Como vemos la coloración del concreto puede obtenerse, bien con agregados de color natural --arenas y gravas-- o por adición de un color a la pasta de cemento.

Los agregados de color existen en gran cantidad, los más usuales para obtener efectos decorativos son los mármoles, las calizas, los granitos, y sílice. Los mármoles se encuentran en colores blanco, negro, azul, rojo y gris, entre otros; las calizas proporcionan en general, ocres y amarillos en variadas tonalidades; las areniscas aparecen en colores oscuros bastantes atenuados como: verde oscuro, ocres azules, con extensa variedad de tonos; el granito se utiliza para el azul y el negro; y el cuarzo para el blanco, blanco amarillento y blanco rojizo.

Los mármoles conviene utilizarlos para interiores porque a la interperie pierden viveza.

Las calcarcas si son resistentes y mejor aún la sílice, en sus variedades de cuarzo y sílex.

Los agregados en general no presentan poder de coloración, pero mediante el pulido permiten realzar el aspecto de la superficie, proporcionan un color vivo.

Cuando se requieren colores más acusados, se utilizan agregados especiales como: el vidrio de color, el ladrillo triturado, la cerámica y la piedra artificial coloreada y triturada.

El cemento portland blanco se emplea para hacer resaltar el color de las piedras naturales o artificiales utilizadas como agregados.

Conviene únicamente los óxidos y las sales minerales, naturales o artificiales que sean químicamente inertes con relación al cemento y a los agregados y al mismo tiempo sean estables e insolubles, pudiendo ser molidos a la finura igual a la del cemento y presentar buen poder de cubrición.

Entre otros colorantes de masa tenemos a:

COLOR	OXIDOS
Rojo y rosas	rojo de hierro
amarillos y Naranjas	amarillo de hierro
Verdes	de cromo de 98% de pureza
Pardos	pardo de hierro
Negros y grises	negro de hierro
Negros	de manganeso
Blancos	de titanio
Azules	azul de cobalto de 98% de pureza libre de sulfatos

Tales mezclas de cemento portland y color pueden utilizarse en el mismo concreto y también para la confección de morteros y enlucidos, pero únicamente con una dosificación próxima a la del cemento.

Con el sulfato ferroso se obtiene una coloración ocre, y con una solución de bicromato potásico, ácido sulfúrico y glicerina resulta una coloración verde.

Para la selección de estas pinturas considerar las Características más convenientes para la utilización deseada (ver la siguiente tabla).

Tipo general de pintura	Paredes exteriores				Paredes interiores; tabiques	Pisos		Superficies expuestas al agua
	Elevadas		Subterráneas			Contra el terreno	Sin contacto con el terreno	
	Superf. exter.	Superf. inter.	Superf. inter.	Superf. contra tierra				
Al aceite	X				X			
Barnices		X				X		
Lacas	X				X		X	
Al agua	X	X	X					
Transparentes	X							
Bituminosas				X			X	

TABLA 4.- Aplicación de las pinturas orgánicas.

Para limpiar la superficie del cemento prefabricado cuando la suciedad es muy resistente es conveniente utilizar perclorotileno o naftas de alto punto de inflamación, tomar las debidas precauciones. Debe tenerse cuidado de que tales disolventes no contaminan zonas más amplias que las propiamente sucias a limpiar.

Ha de recurrirse a la preparación química de la superficie si resulta impracticable la limpieza mecánica logrando resultados aceptables, el uso del ácido clorhídrico diluido sobre la superficie de un concreto reciente es más eficaz que si se aplica sobre un concreto viejo, en este último limpiar antes de los productos resistentes a la solución ácida y luego aplicar la mezcla de ácido clorhídrico comercial 1P.vol y de agua 2P.vol, se recomienda utilizar en casos corrientes unos 800 cm³ / m², posteriormente pasados unos 10-15 minutos lavar el área con un chorro de agua.

REPARACION DE FISURAS

Las grietas en las paredes exteriores, al margen de que sean visibles desde el interior del edificio, son en primer lugar los que requieren mayor atención que cualquier defecto. Toda grieta es signo

de que el edificio comienza a no ser seguro, a pesar de que el coeficiente de seguridad para paredes de carga es afortunadamente elevado y que la importancia relativa de las grietas es reducida.

Hay considerar que parte de la fisuración que aparece en el período inicial de vida del edificio es totalmente inevitable y es a consecuencia de las fuerzas internas que se generan durante el proceso de secado del agua de obra. Generalmente esta fisuración es superficial, tiene fácil reparación y a la larga no origina defectos graves.

Las grietas por lo general tienen una acción negativa allí donde aparecen aunque pase mucho tiempo desapercibido, por lo que es necesario tomarla con una cierta prevención.

Las grietas pueden aparecer como fruto de algunas causas aunque de su presencia no deba concluirse que inevitablemente se producirán, las causas pueden ser:

- Movimiento del terreno
- Exceso de carga
- Efectos derivados de los gases, líquidos y sólidos
- Efectos derivados de las oscilaciones térmicas
- Inadecuado transporte o estibado
- varios: vibraciones de maquinarias, el tráfico, estallidos sónicos... etc.

Causa principal	Síntomas principales observados			Situación probable del agente causante de la degradación.
	Fisuras	Disgregación	Desagregación	
1. Causas que se producen durante la construcción.	x			Inactivo
2. Retracción durante el endurecimiento.	x			Inactivo
3. Efectos térmicos. a. Variación de la temperatura ambiente.	x			Activo
b. Variación de la temperatura interna.	x	x		Activo o inactivo
4. Absorción de agua por el hormigón.	x			Activo
5. Corrosión de las armaduras. a. Origen químico.	x	x		Activo
b. Origen electrofítico.	x	x		Activo.
6. Reacciones químicas.	x	x	x	Activo
7. Alteración atmosférica.		x	x	Activo
8. Onchas de choque.	x	x		Inactivo
9. Erosión.			x	Activo
10. Detalles mal proyectados.	x	x		
11. Errores de cálculo.	x	x		

TABLA 5 Causas identificables fácilmente según el síntoma detectado en el concreto y la situación del agente causante.

El procedimiento a seguir en una reparación de las fisuras es la siguiente:

Etapa 1.- Determinación de la actividad de las fisuras.

La acción de una fisura se controla por medio de observaciones periódicas, utilizando testigos (ver la siguiente figura), muestras como se puede detectar el movimiento señalando el extremo de la fisura. La prolongación de la fisura más allá de la señal indica la continuación probable de la acción del factor que la produjo. La insuficiencia de esta técnica es que no pone de manifiesto cualquier tendencia eventual de la fisura a cerrarse, y no proporciona datos cuantitativos del movimiento.

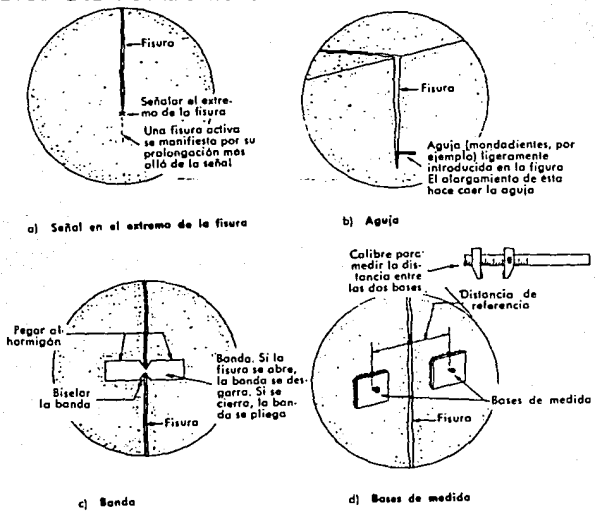


FIGURA No 2-43 Testigos.

Es la amplitud de movimiento lo que permite saber si las fisuras son activas o estabilizadas; los testigos permiten poner de manifiesto la diferencia. Si la amplitud del movimiento, medida en un periodo de seis meses o un año, permite un desplazamiento visible de los testigos o se evidencia de forma indiscutible, la fisura se considerará activa. Si los movimientos son más débiles, la fisura se considerará estable.

Etapa 2.- Localización de la causa.

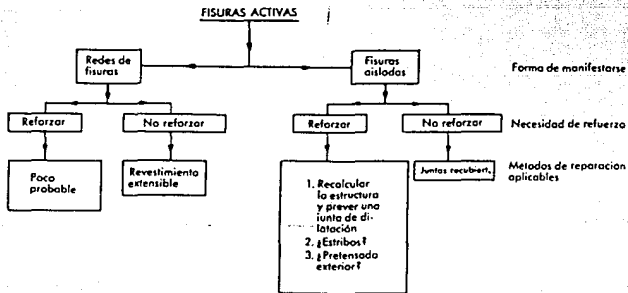
Se buscará errores de proyecto, establecer una relación entre las posibles causas y los tres síntomas fundamentales (ver tabla 5).

Etapa 3.- Elección de un método de reparación.

Para la elección de un método adecuado, previamente responder al siguiente cuestionario.

- a) Las fisuras son activas o estabilizadas?
- b) Porque reparar?
 - se trata simplemente de disminuir las filtraciones, o hay que suprimirlas?
 - hay que reforzar la obra?
- c) Como se producen las fisuras?

- se presentan en forma de red (un gran número de fisuras relativamente finas?
 - o son aisladas y de fuerte espesor?
- d) Cuales son la amplitud y dirección de los probables movimientos futuros?
- Para elegir seguir los diagramas de la figura 2-44.



-El signo de interrogación significa que el método no es recomendable más que si la reparación es provisional y las condiciones de servicio no son severas.

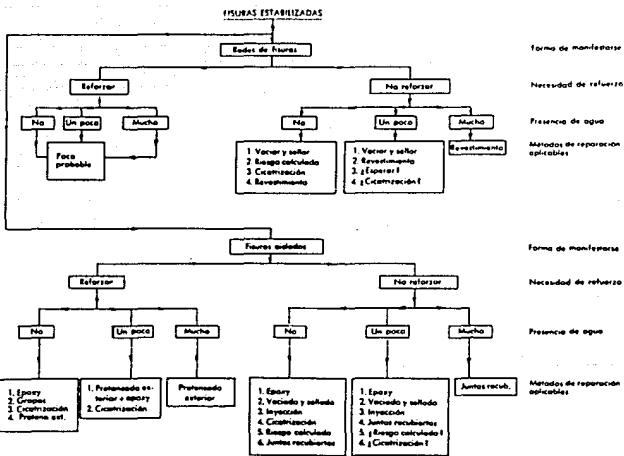


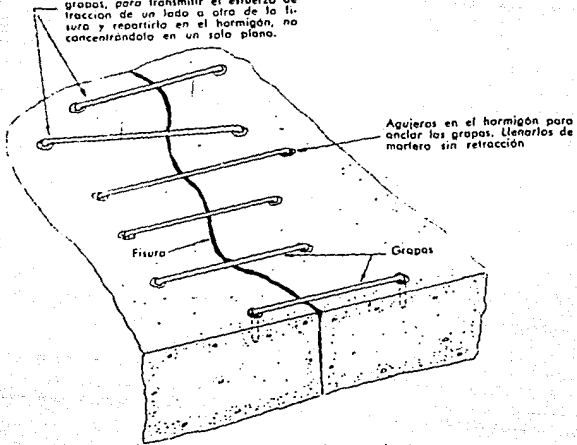
FIGURA No 2-44 Fisuras activas y estabilizadas.

Tener en cuenta que:

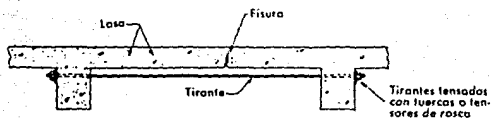
- a) En las fisuras activas ver si se presentan como defectos aislados o si forman una red coherente; después decidir si hay que restituir o no al concreto fisurado su resistencia a tracción.

FIGURA No 2-45 Reparación de fisuras.

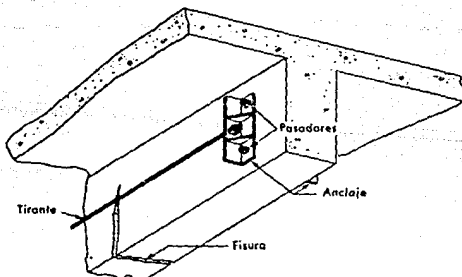
Notense las variaciones de longitud, orientación y espaciamento de las grapas, para transmitir el esfuerzo de tracción de un lado a otro de la fisura y repararla en el hormigón, no concentrándola en un solo plano.



- Reparación de una fisura mediante grapas.



a) Reparación de fisuras en una losa



b) Reparación de fisuras en una viga

a y b. Ejemplos de pretensado exterior.

Red de fisuras.- Las redes de fisuras generalmente no pueden relacionarse con la aparición de tensiones superiores a las tensiones admisibles, y es frecuentemente inútil reforzar. En este caso la reparación debe ser hecha con un revestimiento elástico.

Fisuras aisladas.- Si es aislada y activa, tratar de devolver al concreto su resistencia a tracción en la zona fisurada no hará más que trasladar la dificultad y hacer resurgir la fisura en otra parte de la obra. Si la obra no puede admitir la fisura por razones de resistencia, hay que considerar una junta de dilatación en el punto en que se ha producido la fisura, o en sus proximidades y por lo tanto la reparación debe prever su instalación, si es necesario calcular de nuevo la estructura; cuando no es posible una junta, se puede mejorar la situación con grapado o aplicación de esfuerzos externos (ver figura 2-45)

b) Las fisuras estabilizadas es inútil reforzarlas, hay que hacer constar que la aplicación de tensiones externas no se recomienda cuando se trata a la vez de reforzar y de asegurar la estanqueidad y que una reparación por esta técnica debe acompañarse del sellado de las fisuras. Una resina epóxica es buena solución, contribuyendo a devolver a la sección su resistencia a tracción perpendicularmente a la fisura, cerrándola.

PROCEDIMIENTOS

1.- Uniones con resinas epóxicas.- Las fisuras en el concreto pueden resellarse por inyección a presión de resinas epóxicas. La técnica consiste en hacer agujeros en la fisura, a intervalos regulares, inyectar agua o un disolvente para quitar capas defectuosas, dejar secar, tapar las fisuras en superficie entre las juntas de inyección e inyectar la resina hasta que filtre a las secciones adyacentes a la fisura o comience a hinchar la junta de superficie; el trabajo se efectúa como en el caso de una inyección de lechada de cemento.

Se propone agrandar la parte exterior de la fisura de 6 a 7 mm. de ancho y 12 cm. de longitud para rigidizar la unión, la resina se inyecta por orificios de unos 18 mm de diámetro y otro igual de profundidad, espaciados de 15 a 30 cm. entre ejes, 15 cm. para fisuras finas, mantener la presión durante varios minutos para que la resina alcance las zonas más estrechas de la fisura.

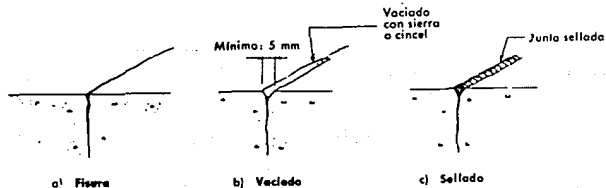


FIGURA No 2-46 Vaciado y sellado.

2.- Vaciado y sellado.- Este método necesita el agrandamiento de la fisura en su parte visible y después el relleno y sellado con un material apropiado (ver figura 2-46), sin el vaciado la reparación dura menos. Además la superficie del material de relleno sobresaldrá.

Es preciso se establezcan las fisuras, salvo si son de tal espesor que puedan recibir un relleno importante; será entonces conveniente utilizar un recubrimiento (ver figura 2-47).

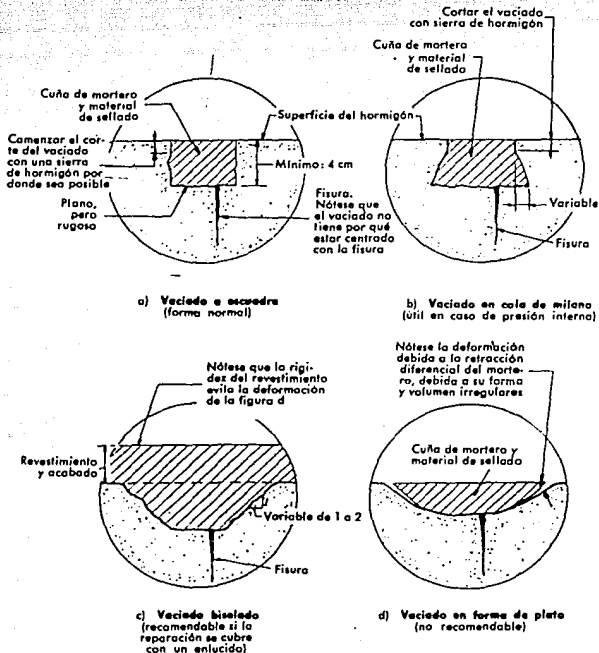


FIGURA No 2-47 Reparación de fisuras según el vaciado.

3.- Grapado.- Con este método se puede devolver al concreto su resistencia a tracción colocando grapas (ver figura 2-45).

CONSIDERAR:

- Se obtendrá todo el esfuerzo que se requiera, pero tomar en cuenta que todo esfuerzo tiende a aumentar localmente la rigidez de la obra a la que se aplica, incrementando las tensiones y provocando fisuras.
- Si se decide engrapar la fisura, ver si se necesita reforzar las zonas adyacentes de la obra, para que absorban las tensiones suplementarias resultantes. En particular las barras utilizadas para grapas deben tener longitudes y orientaciones diferentes y colocarse de un modo que el esfuerzo transmitido de un lado a otro de la fisura no se ejerza en un solo plano, sino que se reparta ampliamente.
- Sellar las grapas para evitar su corrosión.
- Los agujeros que reciban las patillas de las grapas deben llenarse de lechada.

- Si los movimientos de la fisura son en ambos sentidos conviene aumentar la rigidez de las grapas y reforzarlas.

4.- Aplicación de esfuerzos externos.- La fisuración del concreto se debe a tensiones de tracción, cesarán si estas tensiones desaparecen. Las fisuras también pueden cerrarse creando un esfuerzo de compresión superior al de tracción.

La fuerza de compresión se aplica por medio de barras o cables como los utilizados en elementos pretensados, tener las mismas precauciones que los del grapado. (ver figura 2-45).

La compresión también se puede aplicar por ensanchamiento de la fisura e inyección de un mortero expansivo.

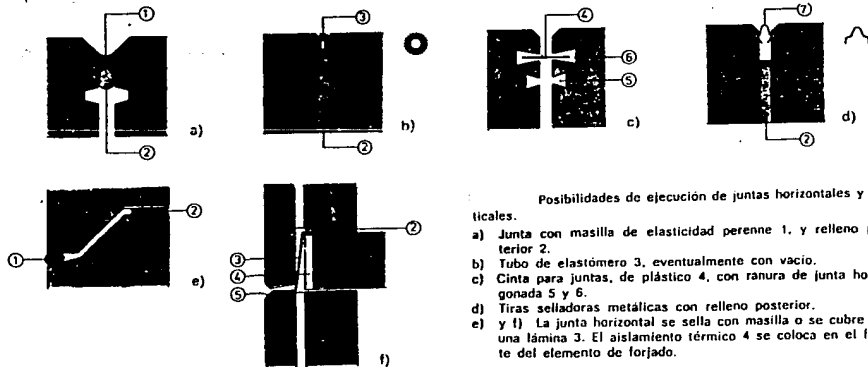
En el caso de los suelos de terrazo y granulosos, cuando sufren grietas, elevación, ondulación y ahucamiento, si como síntoma tenemos que cerca de la grieta el material de acabado produce un sonido hueco, dándonos por entendido que el efecto de la elevación de los suelos de concreto es por el ataque de los sulfatos a la grava.

El rayado superficial del terrazo es motivado por la utilización de una mezcla demasiado rica, por una granulometría errónea de los agregados o por un secado extremadamente rápido.

Las medidas a tomarse para un buen resultado se precisa una atenta supervisión del trabajo (recepción del material), un cuidado en el curado conservando el suelo húmedo un mínimo de seis días tras su ejecución; en aquellos suelos expuestos al sol, lo ideal, es extender un encamado de electromalla en el caso de que no sean de concreto armado, para que absorba las tensiones por temperatura, así como también es conveniente dejar en el material de acabado final sus juntas respectivas entre pieza y pieza.

JUNTAS DE EXPANSTON

Las juntas en elementos de fachadas pueden realizarse de dos modos: sellado de las juntas con un material elástico o claro, las llamadas cintas de juntas; y las juntas rellenas con una masilla que toma la forma de la junta.



Posibilidades de ejecución de juntas horizontales y verticales.

- Junta con masilla de elasticidad perenne 1, y relleno posterior 2.
- Tubo de elastómero 3, eventualmente con vacío.
- Cinta para juntas, de plástico 4, con ranura de junta hormigonada 5 y 6.
- Tiras selladoras metálicas con relleno posterior.
- y f) La junta horizontal se sella con masilla o se cubre con una lámina 3. El aislamiento térmico 4 se coloca en el frente del elemento de forjado.

FIGURA No 2-48 Posibilidades de ejecución de juntas horizontales y verticales.

Los materiales de las juntas y su disposición son múltiples y pueden tomar diversas formas. Las cintas de juntas son de neopreno, metal u otras clases de plástico. Las masas de juntas han de ser masticas de elasticidad perenne (ver la figura 2-48).

La junta horizontal puede considerarse como junta abierta cuando el solape sea suficientemente grande en relación con la velocidad del viento. En otro caso, se puede sellar tales juntas igualmente con material elástico o cinta de juntas.

Las juntas entre paneles de concreto arquitectónico deben considerarse como el eslabón más débil de todo el conjunto de estanqueidad de los muros. El diseño y ejecución de las juntas es, por tanto, de mayor importancia, y deben ser efectuadas de una manera racional y económica.

Además de lograr el grado de estanqueidad en su exposición a la interperie, el fin y función del edificio también fijarán las exigencias de diseño para la junta como parte de las exigencias funcionales de conjunto.

El diseño de una junta se rige principalmente por:

- Exposición a la interperie (condiciones climatológicas y de orientación)
- Función del edificio
- Exigencias estructurales
- Aspecto
- Economía

Los siguientes criterios de diseño deben ser valorados en relación con la importancia relativa de los criterios expuestos arriba

- 1.- tipo de juntas.

Se clasifican en dos grupos: juntas de una y de dos fases.

Las juntas de dos fases tienen dos líneas de protección contra la interperie, una barrera contra la lluvia, cerca de la cara exterior y otra cerca de la cara interior del panel (sellante contra el viento, costoso).

Las juntas de una fase, tienen una simple línea de defensa para lograr la protección de la interperie, ambos necesitan un panel con un espesor mínimo de 10 cm. (ver figura 2-49)

- 2.- Número de juntas.

El número de juntas estará sujeto al número de piezas por lo que se pretenderá hacer las menos piezas posibles con paneles grandes determinados por condiciones de montaje, peso y tamaño para su transporte.

- 3.- Situación de las juntas.

Las juntas son más simples de diseñar y ejecutar si están situadas en las zona en que es máximo el espesor del panel, el mínimo recomendado es 1:27 cm. excepto en las juntas de una fase y en las juntas entre paneles prefabricados que se utilicen como barreras contra lluvia.

Los salientes en los bordes también mejoran el comportamiento estructural del elemento individual.

- 4.- Tratamiento arquitectónico de las juntas.

Las juntas pueden estar disimuladas en el perfil mediante una unión estrecha y un sellado a ras. Un tratamiento arquitectónico de juntas excelente se puede conseguir en el moldeo de los bordes del panel.

5.- Separación de las juntas.

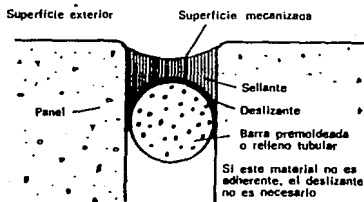
Estas se anteponen a las exigencias de estéticas:

Movimientos previstos en juntas, por estar el concreto sometido a deformaciones por fluencia, retracción y como consecuencia de variaciones de temperatura.

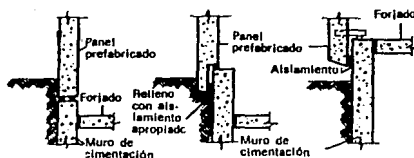
Tolerancias, cuanto mayor sea el panel, más ancha debería ser teóricamente la junta a fin de mantener las tolerancias, antes que nada determinar las variaciones en las dimensiones del edificio para que luego las juntas las absorban, también se manejan algunas consideraciones en el capítulo 2.4

Lograr una óptima calidad en la instalación y funcionamiento de los sellantes colocados en obra.

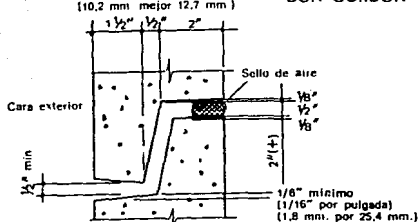
a) JUNTA IDEAL CON SELLANTE APLICADO EN OBRA



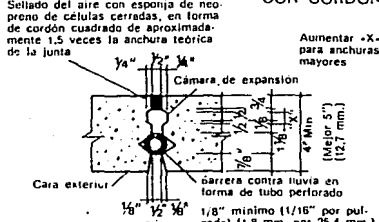
b) JUNTAS ENTRE ELEMENTOS DEBAJO O JUNTO A LA RASANTE



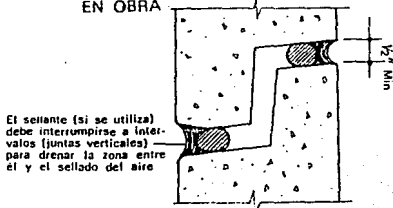
b) JUNTA HORIZONTAL DE DOS FASES CON CORDON



b) JUNTA VERTICAL DE DOS FASES CON CORDON



b) JUNTA HORIZONTAL DE DOS FASES CON SELLANTE MOLDEADO EN OBRA



b) JUNTA VERTICAL DE DOS FASES CON SELLANTE MOLDEADO EN OBRA

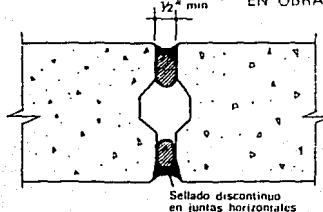


FIGURA No 2-49 a) Juntas de una fase.

b) Juntas de dos fases.

6.- Materiales de las juntas.

La profundidad del sellante debería ser como mínimo 0.63 cm. pero nunca mayor que su anchura para juntas por arriba de 1.27 cm. la profundidad será la mitad de la anchura.

Seleccionar bien según sus funciones:

- Controlar la profundidad de los sellantes en la junta.
- Servir como deslignante para evitar que los sellantes se peguen a la parte posterior de la junta.

- Ayudar a la instrumentación de la junta.

Se recomienda la utilización de una imprimación para:

- Asegurar la adhesión a superficies porosas o reforzar la superficie.

Asegurar la adhesión de los sellantes a superficies tales como esmalte de porcelana, vidrios no usuales, acabados metálicos y madera. Una vez seleccionado el sellante deberá tener las siguientes Características:

- 1.- Adhesión a diferentes superficies: concreto, vidrio, aluminio, etc.
- 2.- Preparación superficial para un funcionamiento satisfactorio.
- 3.- Intervalo de temperaturas en los que pueden ser usados.
- 4.- Características de secado, absorción de humedad, movimiento de la junta durante el endurecimiento del sellante.
- 5.- Resistencia a la perforación, roturas y abrasión.
- 6.- Color deseado y constancia del mismo.
- 7.- No varíe a efectos de interperie.
- 8.- No manche la superficie.
- 9.- Facilidad de aplicación.
- 10.- Condiciones ambientales para la aplicación.

Entre los sellantes a compresión más utilizados contra el viento es la esponja de neopreno de poros cerrados utilizado en secciones cuadradas. La espuma plástica aun no se ha comprobado que sea suficientemente elástica o permanente.

El Arquitecto debe considerar la interrelación del diseño de juntas con otras decisiones que afectan al panel tales como:

- Tamaño del panel
- Degradación por la interperie
- Tolerancias

Las juntas normales entre paneles se diseñan para acomodarse a los movimientos locales de los muros, más que a los movimientos acumulativos que exigen unas juntas de dilatación situadas en lugares adecuados.

Cuando una junta de dilatación tenga que ajustarse a movimientos considerables deberían diseñarse tan sencillas como fuera posible para que pueda funcionar como se pretende.

Los materiales para la junta de dilatación deben escogerse por su capacidad para absorber los movimientos frecuentemente apreciables y aún así funcionar como cierres. En la mayoría de los casos esto significará unos materiales de junta de estanqueidad especiales de los que existen varios.

TABLA 6 Características y propiedades comparativas de sellantes moldados en obra.

	Base de aceite	Butílicos		Acrílicos	
		Tipo cubridor	Tipo no cubridor	Tipo liberador de disolventes	Tipo liberador de agua
Ingredientes principales	Aceites seleccionados, cargas, plastificantes, aglomerantes, pigmentos	Polímeros de butilo, pigmentos de refuerzo inertes, plastificantes volátiles y secantes polimerizables	Polímeros de butilo, pigmentos de refuerzo inertes, plastificantes no volátiles y no secantes	Polímeros acrílicos con cantidades ilimitadas de carga y plastificantes	Polímeros acrílicos con cargas y plastificantes
Imprimición necesaria	En ciertas aplicaciones	No	No	No	No
Proceso de curado	Libera disolvente, oxidación	Libera disolvente, oxidación	No curado; permanece permanentemente pegajoso	Libera disolvente	Evaporación de agua
Tiempo hasta dejar de ser pegajoso (horas)	6	24	Permanece indefinidamente pegajoso	36	36
Tiempo de curado (días)	Continuo	Continuo	N/A	14	5
Máximo alargamiento de curado	15 %	40 %	N/A	60 %	No disponible
Máximo movimiento de junta recomendado	43 % disminuyendo con la edad	$\pm 7 \cdot 1/2$ %	N/A	± 10 %	± 5 %
Anchura máxima de junta	1"	3/4"	N/A	3/4"	5/8"
Elasticidad	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Resistencia a compresión	Muy baja	Moderada	Baja	Muy baja	Baja
Resistencia a la dilatación	Muy baja	Baja	Baja	Muy baja	Baja
Intervalo de temperatura de servicio °F	-20° a 150°	-20° a 180°	-20° a 180°	-20° a 180°	-20° a 180°
Intervalo de temperatura normal de aplicación	+40° a +120°	+40° a +120°	+40° a +120°	+40° a +120°	+40° a +120°
Resistencia a la intemperie	Poca	Bastante	Bastante	Muy buena	No disponible
Resistencia directa a ultravioletas	Poca	Buena	Buena	Muy buena	No disponible
Resistencia al corte rasgado, abrasión	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Esperanza de vida	5 a 10 años	10 años +	10 años +	20 años +	No disponible
Límite de dureza A	20 - 80	20 - 40	N/A	20 - 40	30 - 35

TABLA 7 Características y propiedades comparativas de sellantes moldeados.

	Poliulfuros		Poliuretanos		Siliconas
	Un componente	Dos componentes	Un componente	Dos componentes	
Ingredientes principales	Polímeros poliulfuros, activadores, pigmentos, cargas inertes, agentes de curado y plastificantes no volátiles	Base: poliulfuros, polímeros, activadores, pigmentos, plastificantes, cargas. Activador: aceleradores, expansores, activadores	Poliuretano prepolímero, pigmentos de carga y plastificantes	Base: poliuretano prepolímero, carga, pigmento, plastificantes. Activador: aceleradores, expansores, activadores	Siloxano polímero, pigmento y cargas
Impresión necesaria	Generalmente	Generalmente	Generalmente	Siempre	Generalmente
Proceso de curado	Reacción química con humedad del aire y oxidación	Reacción química con agentes de curado	Reacción química con humedad del aire	Reacción química con agentes de curado	Reacción química con humedad del aire
Tiempo hasta dejar de ser pegajoso (horas)	24	36-48	36	24	2
Tiempo de curado (días)	30-45	7	14	3-5	5
Máximo alargamiento de curado	300 %	600 %	300 %	400 %	250 %
Máximo movimiento de junta recomendado	± 25 %	± 25 %	± 15 %	± 25 %	± 20 %
Anchura máxima de junta	1"	1"	3/4"	1"	5/8"
Elasticidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Resistencia a compresión	Moderada	Moderada	Alta	Alta	Alta
Resistencia a la dilatación	Moderada	Moderada	Alta	Alta	Alta
Intervalo de temperatura de servicio °F	-40° a 200°	-50° a 200°	-25° a 250°	-40° a 250°	-60° a 250°
Intervalo de temperatura normal de aplicación	+40° a +120°	+40° a +120°	+40° a +120°	+40° a +120°	-20° a +160°
Resistencia a la intemperie	Buena	Buena	Muy buena	Muy buena	Excelente
Resistencia directa a ultravioletas	Buena	Buena	Poca a buena	Poca a buena	Excelente
Resistencia al corte rasgado, abrasión	Buena	Buena	Excelente	Excelente	Poca
Esperanza de vida	20 años +	20 años +	20 años +	20 años +	20 años +
Límite de dureza A	25-35	25-45	25-45	25-45	30-40

REVISIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN

Las cubiertas en cuanto a su estabilidad por lo general son buenas, por lo que no dan problemas de mantenimiento, sin embargo los materiales que proporcionan la impermeabilidad son muy vulnerables frente a las variaciones climáticas, dado que la cubierta es la parte del edificio más expuesta a interperie. Además, es de destacar que la repercusión que tiene el deterioro de una zona reducida es, muchas veces, mayor que las consecuencias que tiene un defecto parecido en una pared.

La lluvia, el granizo, el viento, el sol y la helada son los factores climáticos a los que, con mayor frecuencia, están expuestas las cubiertas. Mientras que muchas de las cubiertas para techo actualmente en uso han evolucionado como resultado de una experiencia de años y sus características son conocidas perfectamente, otras no tienen estas peculiaridades. Los nuevos materiales y las nuevas técnicas estructurales, junto con los cambios introducidos en el entorno interior de los edificios, hacen un conjunto capaz de darnos muchos problemas.

Todos los acabados de cubierta inicialmente tienen que suministrar un recubrimiento permeable al edificio y además al estar expuesta a una amplia gama de condiciones meteorológicas, deben ser duraderas. Esta durabilidad pocas veces se consigue por una serie de razones que en su mayoría son específicas en el uso de cada material.

Los acabados para cubiertas inclinadas se clasifican globalmente en dos categorías. Aquellas en que el material se ofrece en forma de piezas independientes, como son las tejas, y aquellas en que lo hacen en forma de láminas que a su vez pueden ser rígidas o flexibles. Otras clases de materiales, por ejemplo: el amianto, se utilizan tanto de un modo como de otro. Los acabados para cubiertas planas se presentan en forma de láminas o en forma de materiales de colocación in situ en estado plástico y que posteriormente se endurecen, como el asfalto.

Existen otros acabados para cubiertas a base de láminas metálicas de plomo, cobre, cinc y aluminio. Estos metales comúnmente se deterioran por los efectos de corrosión, sus causas más frecuentes que desencadenan la oxidación están agrupados como: oxidación atmosférica, química, en resquicios, bimetalica y por estado latente de esfuerzo.

Rara vez se somete a las cubiertas a una inspección regular, ni siquiera a las cubiertas inclinadas. Por lo que cualquier defecto en los materiales de acabado o auxiliares no se descubren hasta que adquiera proporción suficiente para que el agua de lluvia aparezca en el techo situado bajo la cubierta, momento en que la estructura de la misma puede estar ya seriamente dañada.

El viento puede afectar e incluso arrancar el acabado de una cubierta, pero los desperfectos son claramente visibles y su reparación debe ser antes de que suceda algo más grave.

Los factores que más contribuyen a la degradación por la interperie del concreto son:

- 1.- Suciedad atmosférica.
- 2.- Sedimentos procedentes del lavado de superficies o materiales adyacentes.
- 3.- Acción química debida a la contaminación atmosférica.
- 4.- Superficie de concreto cubierta con musgos, líquenes... etc. que salen del mismo material.

5.- Cambios superficiales en el material (como fisuras capilares, manchas herrumbres, ejemplo las pirritas de hierro que trae consigo los agregados).

6.- Materia extraña depositada sobre la superficie de concreto (como la grasa, productos bituminosos).

En cuanto al cuidado que hay que tener desde el diseño para darle una baja absorción del concreto superficial exige una alta densidad del concreto, teniendo cuidado en:

- Diseño de cimbra.- Además de conseguir uniformidad, es necesario usar superficies de molde impermeables, al usar cimbra de madera o concreto se recomienda sellarlas con resinas o materiales similares.

- Curado del concreto.- Evitar un secado rápido, usar una alta resistencia de desmoldeo, proteger del sol o vientos secos, darle un riego apropiado hasta darle una resistencia razonable.

- Compactación del concreto.- Una buena compactación evacuará toda burbuja de aire y más las que están próximas a la varilla para evitar la corrosión, evitar en lo posible los moldes verticales.

- Dosificación.- Establecer un equilibrio razonable entre un contenido mínimo de cementos por exigencias de resistencia y un contenido máximo de cemento a fin de disminuir las retracciones y la menor dureza que la de los agregados; en cuanto al agua debería limitarse a un mínimo ya que el exceso de agua afecta a la resistencia, densidad y absorción.

Debido a la estrecha relación entre cubierta y perfil, se consideran importantes las juntas de perfiles debida a que están expuestas a la interperie en todas las direcciones. (ver figura 2-50)

Si se utiliza una junta de dos fases, el sellante se prefiere que sea una esponja de neopreno de poros cerrados bajo presión, en este tipo de junta es importante que el sellante tenga un buen empalme con la junta estanca de la cubierta para completar la protección del edificio.

Causas de deterioros en cubiertas planas:

a) Las condiciones en cubiertas planas exigen una pendiente de 1/60, para las revestidas con material bituminoso, y de 1/80 para revestimientos asfálticos, pendiente que da al formar el piso que recibirá el acabado, concediendo una tolerancia para las posibles deformaciones que tenga por su propio peso.

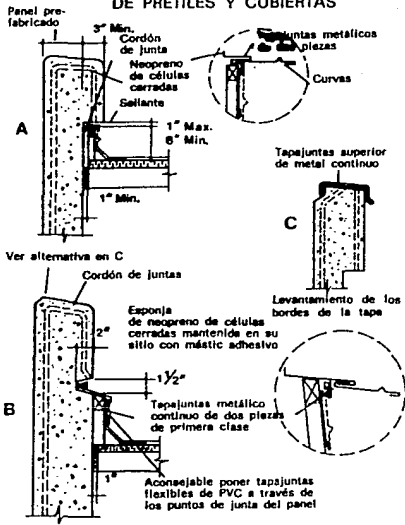
b) La obturación del sistema de desagüe debido a la presencia de residuos en la obra, en cuyo caso se extraerán antes de su conclusión, a la acumulación de hojas o a objetos varios, si es necesario introduciendo varillas por la bajante.

c) Se encharcará una azotea en torno al desagüe cuando este quede por encima del resto de la cubierta o por efectos de flecha para lo que hay que volverlo a colocar a la altura conveniente.

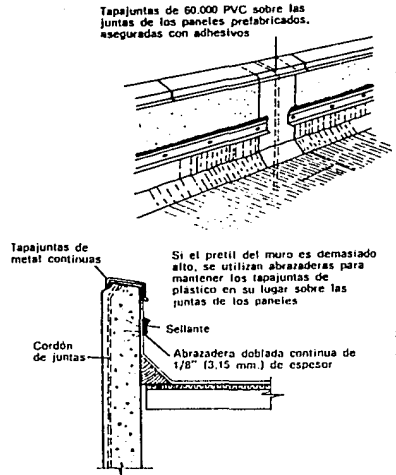
d) La presión ejercida por el vapor de agua sobre el asfalto, llega a levantarlo y formar las ampollas, sucede generalmente en tiempo caluroso cuando el asfalto está blando y la presión del vapor es alta. Este proviene del agua de la obra o de la lluvia que queda retenida al verter el asfalto o de la condensación intersticial. Se recomienda no tocar la ampolla.

FIGURA 2-50 Detalles en cubierta.

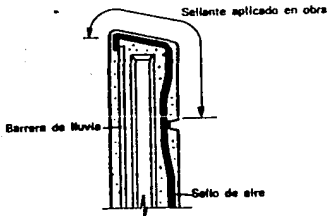
DETALLES TÍPICOS DE PRETILES Y CUBIERTAS



DETALLES ALTERNATIVOS DE PRETILES Y CUBIERTA



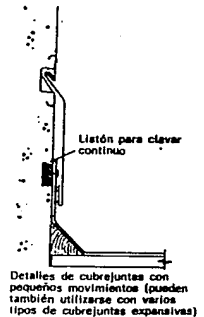
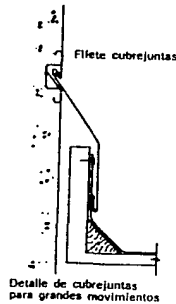
JUNTA DE PRETIL (SOLUCION DE DOS FASES)



DETALLES DE CUBREJUNTAS ESTANCOS PARA CUBIERTA



JUNTA DE PRETIL APROPIADO PARA ELEMENTOS ESTRECHOS (CUANDO EL MOVIMIENTO HORIZONTAL ES PEQUEÑO)



c) El asfalto se resquebraja o agrieta espontáneamente cuando pasen muchos años o en situaciones en que con el objeto de aminorar su absorción térmica se pinta con una clase de pintura no adecuada, esta se tendrá que renovar por completo.

d) La causa más común de agrietamiento es en el caso de los movimientos de la base en que se ha aplicado, aquí es aconsejable que aquellas se conviertan en juntas de dilatación.

e) Con dilataciones térmicas también se dan los agrietamientos porque restringió la libertad de movimientos entre el asfalto y la base, aquí es preciso restituirla nuevamente, la absorción térmica se puede recurrir con tratamientos compatibles. Las precauciones para aminorar las deformaciones de origen térmico se estudiarán desde el diseño, pudiendo ser desde revestimientos de viruta blanca hasta pisos o tableros especiales.

f) A veces se dan ampollas, ondulaciones y pliegues ocasionando por el uso incorrecto del fieltro asfáltico o por descuido a la hora de colocarlo con las debidas atenciones (evitar la humedad de la estructura, fraguado demasiado acelerado, lograr una unión fuerte entre solapes).

La vida de las obras de concreto se pueden prolongar de manera apreciable aplicando un tratamiento de protección que haga la superficie impermeable al agua o los productos químicos.

Las obras bien proyectadas construidas con concreto de primera calidad no necesitan estos tratamientos, pero existiendo la dificultad de obtener un concreto tal, y de que los tratamientos son relativamente baratos, se los considera generalmente como una precaución razonable, y se les utiliza frecuentemente. Sin embargo hay que tener cuidado de no utilizar impermeabilizante en los casos en que una utilización tal daría lugar a la conservación de la humedad en el interior del concreto impidiendo la evaporación de agua que penetre por las superficies porosas. En estas condiciones el material de protección hará más daño que bien y no deberá utilizarse.

Entre los productos de tratamiento de superficies pueden citarse:

a) Aceites, b) Silicón, c) Resinas epóxicas.

a) aceites. El aceite de linaza impermeabiliza y resiste a las soluciones acuosas, es utilizado a menudo una mezcla del 50% de aceite de linaza hervido y 50% de aceite mineral o de petróleo, en volumen. La mezcla debe aplicarse sobre superficies limpias y secas, sin polvo ni partículas separadas, y preferentemente en tiempo cálido (por lo menos 20°C).

Esta mezcla se pulveriza mecánicamente cuando se tratan grandes superficies, o con una sulfatadora (de motor o no) para pequeñas superficies. La cantidad de producto que hay que aplicar se evalúa según la experiencia del usuario. Sin embargo, hay que aplicar al menos dos capas e incluso una tercera; una vez seca la primera capa, se descubre que el concreto es particularmente poroso, no se debe aplicar una capa sin que haya secado completamente la anterior.

Aceites minerales. Estos también son utilizados para proteger la obra de la interperie, pero se alteran rápidamente y su aspecto es frecuentemente desagradable. Sin embargo, pueden utilizarse para proteger partes de las obras resguardadas de la interperie y no sometidas a la circulación.

Las soluciones de caucho clorado son en general, eficaces para resistir la acción de soluciones acuosas diluidas de sales y ácidos.

Los recubrimientos con soluciones orgánicas de resinas sintéticas dan buen resultado para proteger de ácidos orgánicos, grasas, aceites vegetales y soluciones acuosas agresivas, pero se disuelven en presencia del alcohol y son atacados por las soluciones alcalinas concentradas.

El policloruro de vinilo mezclado con acetato de vinilo en la relación de 87% y 13% respectivamente, protegerá de la acción de grasas, alcoholes, derivados del petróleo, álcalis y buena parte de productos químicos, pero no resiste a los ácidos orgánicos, fenoles, amoníaco y otros.

Como revestimientos transparentes se emplean: el aceite de linaza cocido, estearato y oleato de lentilo, mezclas de aceites vegetales y minerales no acidificables, soluciones volátiles de cera, soluciones acuosas de fluosilicato o silicato sódico, soluciones de cloruro bórico y sulfato sódico en tratamiento sucesivo con jabones alcalinos y una solución de alumbre.

b) Silicón.- Se utilizan comúnmente el silicón para impedir que las construcciones de concreto absorban agua. El tratamiento consiste en aplicar en una única vez una solución diluida de silicón sobre las superficies a proteger. En grandes superficies se pueden utilizar herramientas manuales o incluso brochas.

Se aplica la solución una vez, y solamente una, y no se debe intentar una nueva aplicación, puesto que el material, una vez seco, no deja adherir a ésta. Hay que hacer una excepción en el caso de que la zona pulverizada no cubra enteramente la superficie a tratar. Es preciso entonces realizar sucesivas aplicaciones que se recubran parcialmente.

Precauciones a tomar: La solución de silicón es en general, fuertemente cáustica, y hay que proteger convenientemente los ojos, la piel y la ropa. Si se produce un contacto hay que lavar con agua la superficie alcanzada. También el inhalar en exceso los vapores de disolvente son dañinos, y tener cuidado con los incendios y las explosiones, ya que el punto de combustión de la solución es normalmente bajo (35° ó 40°C).

c) Resinas epóxicas.- Se utilizan las resinas epóxicas para hacer permeables las superficies de concreto particularmente expuestas, ejemplo: estribos de puentes, elementos prefabricados de concreto en zonas de muelles y mareas, ... etc.

La ventaja esencial de estos materiales es su notable poder adherente.

Permiten realizar reparaciones utilizando espesores muy pequeños de material, que no aumentan el peso de la obra, además son antiderrapantes, protegen las superficies de concreto de la disgregación química, impidiendo que los productos químicos como la sal, manchas de aceite, grasa y gasolina los ataque directamente.

La superficie exterior del elemento del concreto resiste a la interperie sin necesidad de medidas especiales, son resistentes a los agentes atmosféricos.

El aislamiento térmico puede añadirse fácilmente, en los elementos de varias capas se incorporará durante la fabricación.

La resistencia al fuego de los elementos de concreto, descontando las de secciones delgadas, es por lo general, favorable.

por lo general todas las piezas de fachada después de extraerlas del molde son lavadas, resanadas y reparadas los elementos dañados, para su posterior almacenaje.

Algunos impermeabilizantes incorporados al concreto en su confección modifican solamente el tipo de porosidad mediante un aumento de la docilidad, sin variar el volumen total de poros, y otros reducen la porosidad global del concreto por relleno de los poros o formación de una red cristalina adicional; se dividen en activos e inertes.

- Como materias inertes que actúan rellenando los poros se conocen el sulfato bórico, la creta, el talco, la cal hidratada, la arcilla molida, la sílice en polvo, los jabones cálcicos, los aceites y gelatinas minerales, la cola, ceras, soluciones cupro amoniacales de cera y celulosa, los residuos de alquitrán de carbón y otros; estos mejoran la docilidad, pero pueden actuar desfavorablemente sobre la resistencia mecánica.

- Las materias activas reaccionan con el cemento de concreto, se usan los jabones sódicos, potásicos y amoniacos, ácidos grasos libres, los aceites vegetales, las resinas, el silicato sódico y potásico, los sulfatos alcalinos, yeso, alumbre, limaduras de hierro con cloruro amónico, etc.

Los impermeabilizantes a base de materias que se hinchan en presencia del agua como los jabones, aceites y materias vegetales están en desuso debido a su comportamiento alcatario que han producido insatisfacción.

En muchos casos la disminución de la permeabilidad trae consigo la reducción de la resistencia a la compresión y en general de el comportamiento de un impermeabilizante es bastante particular e indeterminado; tener cuidado si se trata de concretos resistentes.

Los impermeabilizantes superficiales tienen como objeto aumentar la resistencia del concreto a los agentes químicos o solamente o solamente impermeabilizarlo del agua, no existe uno que cubra estos dos requisitos por tiempo indefinido.

Los recubrimientos actúan para determinados tipos de agresión:

- Las soluciones acuosas de silicato sódico y de fluosilicato magnésico o de zinc vuelven a la superficie permeable y resistente al ataque de soluciones acuosas o líquidos orgánicos, así como más resistentes al desgaste. Reaccionan con la cal libre.

- Los fluosilicatos con, además, antipolvo y endurecedores de los suelos industriales y complementan la protección de los enlucidos en contacto con líquidos alcohólicos, aceites minerales y esencias.

- La silicatación se aplica en caliente y es muy eficaz si se intercala dos fluosilicaciones.

- Las pinturas silicatadas al silicato de potasa producen una ligera vitrificación de la superficie tratada.

3. DESCRIPCION DE PROYECTO

3 DESCRIPCION DE PROYECTO

Este centro comercial "PALACIO DE HIERRO" se encuentra localizado entre calle Mayorazgo, Av. Universidad y Av. Coyoacan.

El diseño de este centro comercial se inició en abril de 1987 y terminado en enero de 1988; estuvo programada su construcción para iniciarse el 18 de enero de 1988 y terminado en marzo de 1989.

Este edificio cuenta con dos sótanos con capacidades de 1501 cajones de estacionamiento cuenta con accesos y salidas por la av. Coyoacan y calle Mayorazgo; la planta baja esta destinada al uso de comercio, además tiene un acceso de servicio independiente de los accesos de personas y estacionamientos; el primer piso y segundo piso están destinados al igual que la planta baja a comercios, en toda la zona de comercio cuenta con escaleras fijas, eléctricas y elevadores como circulación vertical; en la azotea se proyectó el cuarto de máquinas destinadas al aire acondicionado, contra incendio, etc., en la decoración cuenta con jardineras y fuentes de agua tanto al interior como al exterior; la distribución de áreas según proyecto son las siguientes:

- AREA DEL TERRENO	28,011	m ²
- AREA CONSTRUIDA	111,011	m ²
a) Tienda	27,286	m ²
b) Locales comerciales	18,940	m ²
c) Centro comercial	8,104	m ²
d) Areas comunes	9,470	m ²
e) Estacionamiento	47,208	m ²
- AREA NETA DE VENTAS	37,529	m ²
a) Tienda	21,410	m ²
b) Locales comerciales	16,119	m ²
- NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN TIENDA	48	
- NUMERO DE SECCIONES	287	
- NUMERO DE LOCALES COMERCIALES	130	
- CAJONES DE ESTACIONAMIENTO	1,501	
- NUMERO DE COMPAÑIAS PARTICIPANTES	55	

Es un proyecto en el que se utilizó un sistema mixto de construcción en el que intervinieron elementos prefabricados así como también se hizo obra en sitio, la supervisión fue apoyada con medios computarizados; a pesar de toda esta sofisticación manejada no se pudo lograr cumplir con el programa, razones que se exponen en los capítulos siguientes; considero que es una obra completa por que en su proceso se manejaron controles de programa, controles de presupuesto y controles de calidad.

Dentro de esta obra intervinieron muchas siendo las principales contratistas y consultoras.

- DISEÑO ARQUITECTONICO
ESQUEMATICO

COPFLAND, NOVAK, ISRAFI. &
SIMMONS, P.C.

- DISEÑO DE INTERIORES TIENDA	WALKER GROUP/CNI, P.C.
- DISEÑO ARQUITECTONICO DETALLADO Y DIRECCION ARQUITECTONICA	SORDO MADALENO Y ASOCIADOS.
- DISEÑO ESTRUCTURAL.	COIJNAS DE BUEN.
- DISEÑO DE INSTALACIONES	CLIMA ARTIFICIAL INSTALACIONES. HUBARD Y BOURLON H.M. INSTALACIONES.
- COORDINACION Y SUPERVISION	GRUPO RIOBOO.
- EXCAVACION	CONSTRUCCIONES BLANCO
- PILAS DE CIMENTACION	SOLUM, S.A. DE C.V.
- CIMENTACION Y ESTRUCTURA	CONSTRUCTORA Y EDIFICADORA MEX.
- ELEMENTOS PREFABRICADOS	PRET, S.A. PRETENCRETO, S.A. TECNICAS INTERNACIONALES DE CONSTRUCCION.
- MONTAJE ELEMENTOS PREFABRICADOS	TECNICAS INTERNACIONALES DE CONSTRUCCION.
- ESTRUCTURA METALICA	INDUSTRIAL TECNICA, S.A. ENTREPISOS METALICOS.
- PRECOLADOS ARQUITECTONICOS.	PREFABRICADOS TECNICOS DE LA CONSTRUCCION.
- ALBAÑILERIA	CONSTRUCCIONES BLANCO
- INSTALACION ELECTRIICA	HUBARD Y BOURLON
- INSTALACION HIDROSANITARIA	H.M. INSTALACIONES
- INSTALACION AIRE ACONDICIONADO	CLIMA ARTIFICIAL. INSTALACIONES.
- ELEVADORES Y ESCALERAS ELECTRICAS	ELEVADORES OTIS
- COCINAS	INDUSTRIAS FUTURA
- MARMOLES	MARMOLES SORDO NORIEGA
- TABLAROCA Y PLAFONES	YESO, PINTURA Y ACARADOS, S.A.
- ALUMINIO Y VIDRIO	LA CANTABRA, S.A.

- DECORACION Y PERIMETROS

STOR, S.A. DE C.V.

• MUERLES

STOR, S.A. DE C.V.
INGENIERIA DE INTERIORES.
A.O. INDUSTRIAL.
GRAND RAPIDS ZIMMERLA
LARRO INDUSTRIAL.
TALLERES SR. ACUILAR
CONFORTABLES DE MEXICO.

- Y OTROS CONTRATISTAS, PROVEEDORES O CONSULTORES.

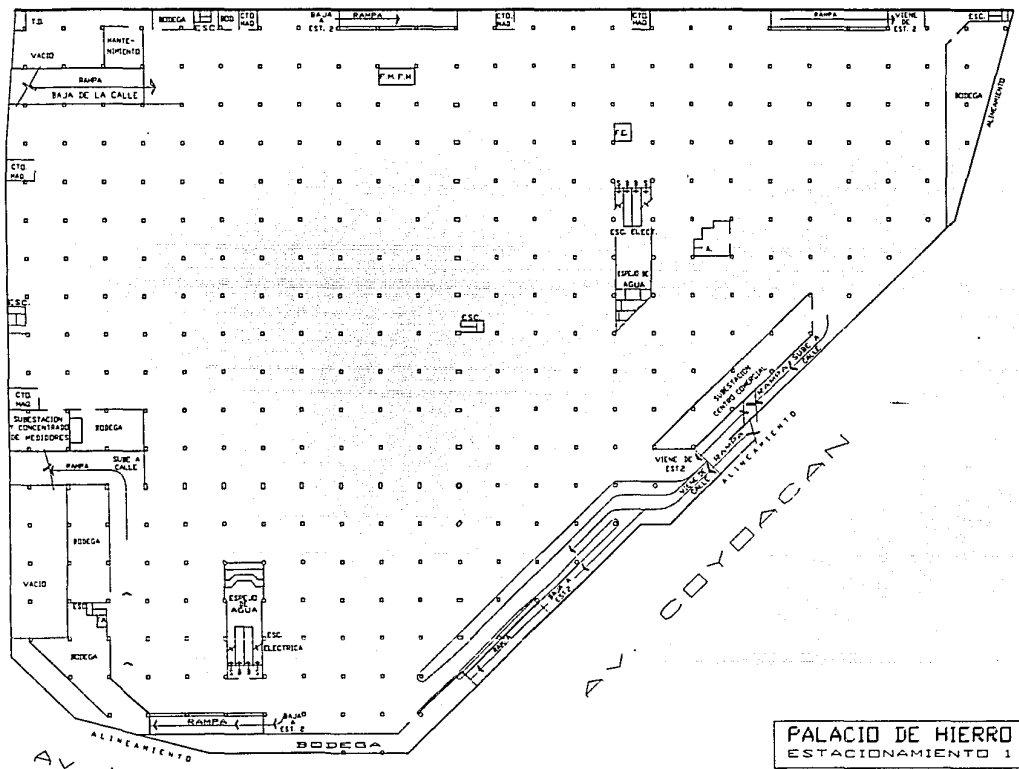
La construcción de este centro comercial se inició el 18 de enero de 1988 y concluyó en octubre de 1989.

C O L O N I A N C I A

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗

CALLE MAYORAZGO

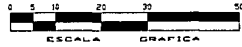
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U Y



AV. UNIVERSIDAD

PALACIO DE HIERRO
ESTACIONAMIENTO 1

T E S I S

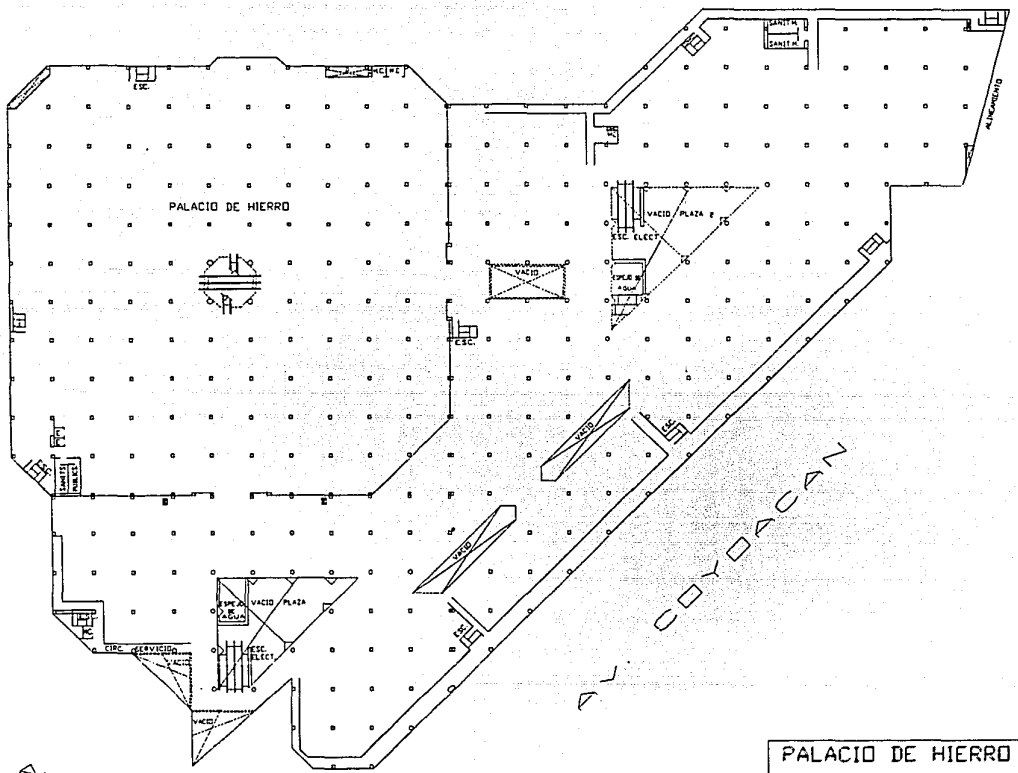


DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA - TECNOLOGIA
APO. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

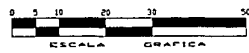
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

Calzada MAYORAZGO



AV. UNIVERSIDAD

PALACIO DE HIERRO
PLANTA 1 PISO
T E S I S

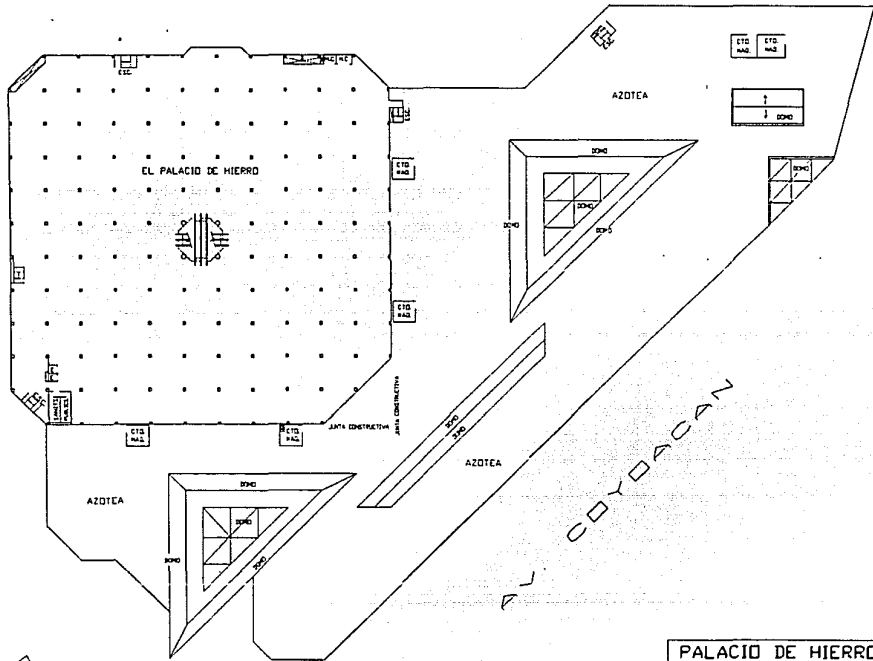


DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 MAESTRIA - TECNOLOGIA -
 APO JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

1
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

Calzada Mayorazgo



AV. UNIVERSIDAD

PALACIO DE HIERRO
PLANTA 2 PISO
T E S I S

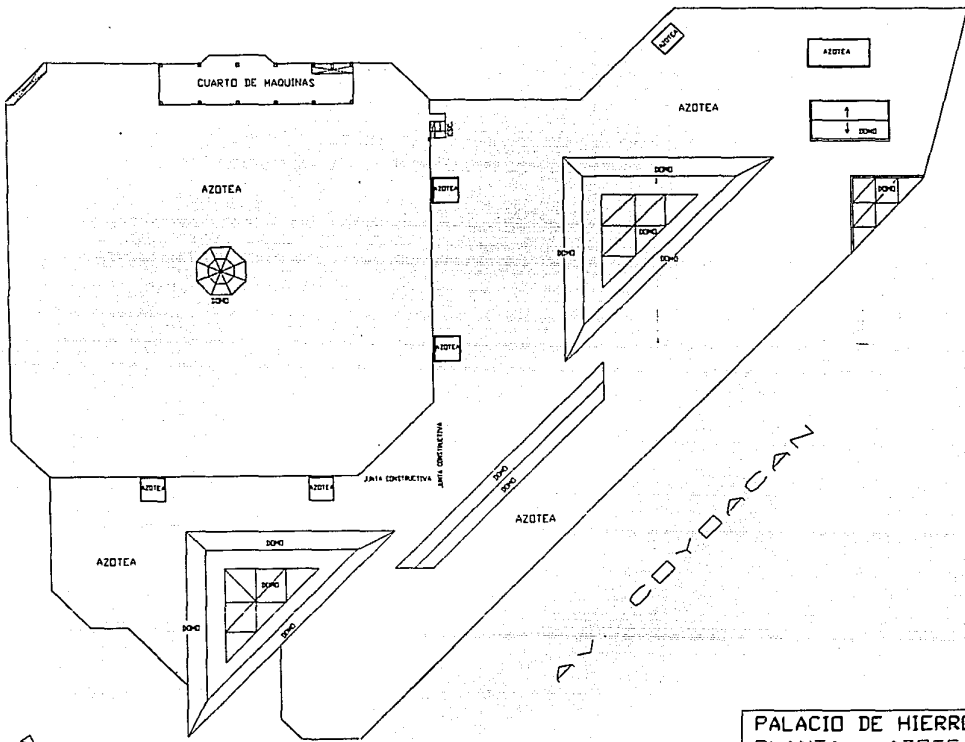
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA EN TECNOLOGIA
AFQ JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA



1
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
Z

COLONIA MAYORAZGO

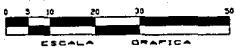


AV. UNIVERSIDAD

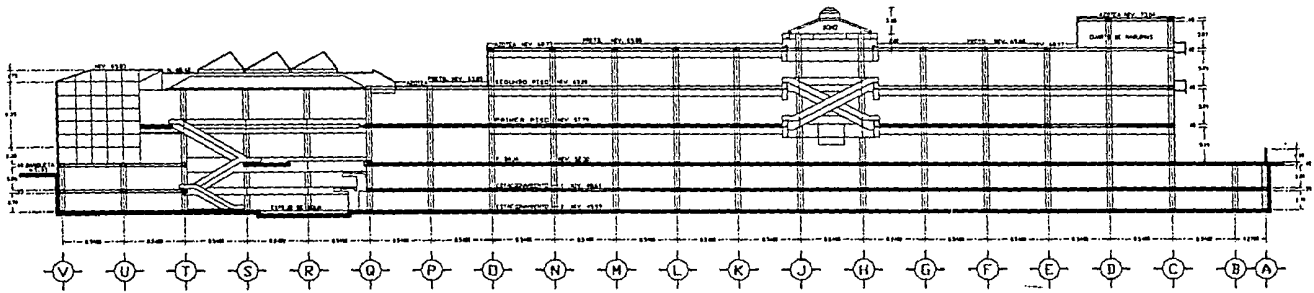
CALLE COYOACAN

PALACIO DE HIERRO
PLANTA AZOTEA

T E S I S

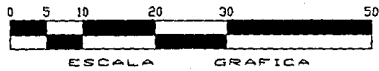


DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA - TECNOLOGIA
ARQ JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

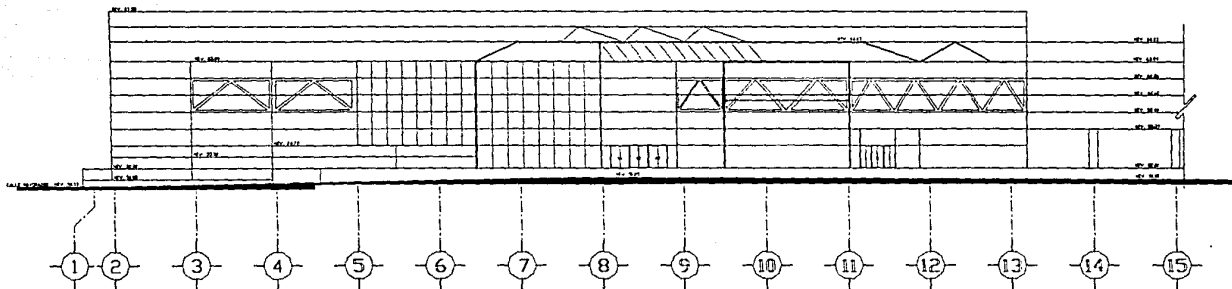


PALACIO DE HIERRO
CORTE TRANSVERSAL

T E S I S

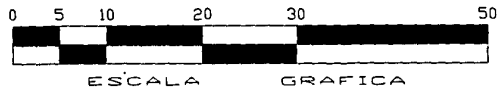


DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA - TECNOLOGIA -
ARQ. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA



PALACIO DE HIERRO
FACHADA UNIVERSIDAD

T E S I S



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA - TECNOLOGIA -
ARQ. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

4. SUPERVISION

4 SUPERVISION

4.1 PLAN GLOBAL.

Es importante que toda empresa dedicada a este trabajo, cuente en sus estrategias con un plan global de supervisión, cuyo objetivo sea el dar a conocer los aspectos previos a la iniciación de dicha supervisión, así como dar a conocer algunas de las dificultades internas que el proceso de toma de decisiones, comunicación y control trae consigo al tratar de alcanzar los objetivos que la supervisión se fija.

Este capítulo se desarrolla con la intención de que a los interesados se les proporcione una metodología práctica aplicable a la supervisión: Objetivos de la supervisión, Actividades preliminares, Organización de la obra, Problemas al supervisar, comunicación, Iniciación de los trabajos de supervisión.

OBJETIVOS DE LA SUPERVISION.- Los objetivos generales de la supervisión son los siguientes.

- a) Vigilar fiel y estrictamente el cumplimiento de todas y cada una de las cláusulas del contrato, del proyecto, de las especificaciones y de los programas aprobados para la ejecución de los trabajos.
- b) Describir y señalar oportunamente errores y omisiones de los diseñadores en el proyecto, así como detectar situaciones inesperadas que puedan exigir modificaciones posteriores.
- c) Asesorar al contratista para lograr que la ejecución esté de acuerdo con lo establecido en planos, especificaciones y que se realice en el tiempo programado.
- d) Evitar que el costo de la obra sea mayor que el contratado.
- e) Verificación de las cantidades de obra ejecutada y trámite del pago de las mismas.
- f) Proporcionar información veraz y oportuna sobre todos los aspectos relacionados con la ejecución de la obra.

ACTIVIDADES PRELIMINARES. El supervisor tiene que desarrollar previamente a la iniciación de la obra, una serie de acciones preparatorias que le permitan desarrollar con propiedad las acciones que posteriormente emprenda.

- a) Compenetrarse debidamente de la organización de la oficina de que depende.
- b) Conocer con exactitud y detalle el proyecto en todos sus aspectos.
- c) Conocer exactamente el contenido y alcance de cada una de las cláusulas de contrato.
- d) Estar enterado y compenetrado de lo estipulado, tanto en las especificaciones técnicas y generales de construcción, como en las especiales del proyecto.
- e) Estudiar los programas al que deberá sujetarse el desarrollo de la obra.
- f) Tener a su alcance la siguiente documentación:

- Copia del contrato y catálogo de renglones de trabajo.
- Planos completos del proyecto.
- Especificaciones generales y especiales del proyecto.
- Programa de trabajo y montos económicos.
- Estudios especiales cuando la obra lo requiera.
- Relación de mobiliario y equipo incluyendo guía de acomodo.
- Guías mecánicas para instalación de equipo.
- Formularios para cuantificar cantidades de obra.
- Formularios para realizar estimaciones y reportes de avance de obra (programa, calidad y costo).
- Libro de ordenes o bitácora.

ORGANIZACION DE LA OBRA. - Para lograr una función eficiente el supervisor debe influir y vigilar para que el contratista tenga una óptima organización de su 'planta de construcción' entendiendo esta como el conjunto de maquinaria, herramienta y equipo, talleres, almacenes e instalaciones provisionales (energía eléctrica, comunicaciones, letreros, señalamiento, oficinas del personal técnico y administrativo encargado del control de obra); estando todos estos sujetos a la aprobación de la supervisión en cuanto a su localización, funcionamiento y capacidad.

PROBLEMAS AL SUPERVISAR. - Durante la realización de la obra el supervisor tendrá problemas de carácter técnico, por lo que el plan de trabajo deberá considerar los siguientes aspectos para solucionarlos.

- 1) Identificar desde el inicio de la obra aquellas actividades que posiblemente presentarán un alto riesgo potencial en su ejecución.
- 2) Asegurarse de que el problema detectado se ha comprendido e identificado las causas que lo originaron.
- 3) Aplicar conocimiento y experiencia de proyectos similares en los que se participó para dar soluciones al problema presentado.
- 4) Preparar una lista de posibles soluciones para el problema previamente identificado.
- 5) Calcular el impacto que causaría en tiempo, costo y calidad la indefinición oportuna de un problema.

El supervisor siempre debe pedir el asesoramiento del proyectista y el calculista, siendo ellos quienes den la autorización de las reparaciones o modificaciones, salvo en los casos críticos, que serian definidos conjuntamente por el supervisor y el contratista, pero de igual manera dejar asentado en bitácora y avisar al calculista y al proyectista.

COMUNICACION. - Indispensable para el buen desenvolvimiento de la obra, la comunicación informal (verbal) ó la formal que es a través de la bitácora de obra o en casos críticos los memorándum dirigidos al contratista, es el único medio de conjurar aspiraciones o intereses.

Los problemas en toda obra son ineludibles, lo importante es tener capacidad de resolverlos por medio del diálogo o intercambio de opiniones y puntos de vista.

En el caso de la comunicación con los dueños de las obras, esta debe ser por medio de reportes breves, concisos, claros y objetivos; a la vez manifiesten claramente cual es el avance físico y financiero de las obras, cuales han sido los principales problemas que se han presentado y las soluciones dadas.

Durante el proceso de planeación y ejecución deberán realizarse reuniones periódicas (semanales de preferencia), con día y hora bien establecidas para fijar estrategias de trabajo, deshacer diferencias y compaginar intereses y no prescindir por ningún motivo estas juntas.

La buena y constante comunicación es elemento indispensable en el proceso de presupuestación, ya que de ella depende éxito o fracaso de la supervisión.

INICIACION DE LOS TRABAJOS DE SUPERVISION.- Una vez que el supervisor tenga el programa definitivo de ejecución de obra, este deberá dividir el trabajo por etapas, basadas tanto en el lapso de tiempo asignado a cada actividad, como también en el tipo de partida básica y sus regiones a supervisar.

El supervisor notificará a la contratista que trabajos serán indispensables que se realicen únicamente bajo la aprobación preliminar y autorización previa a su ejecución; el contratista notificará al supervisor por bitácora la fecha en que piensa iniciarlos (mínimo 7 días hábiles antes), para que el supervisor se desempeñe adecuadamente.

Las primeras actividades que todo supervisor debe llevar a cabo son las siguientes:

- a) Comprobar la localización y dimensiones exactas del terreno asignado para la construcción.
- b) Fijar el banco de nivel (inamovible) que servirá de base para el desplante del edificio y fijación de puntos topográficos de referencia.
- c) Revisión de trazo de los principales ejes del proyecto, marcar cotas base.
- d) Levantamiento de secciones tipográficas en cada uno de los ejes principales.
- e) Tomar fotografías periódicamente de un mismo lugar para registrar la secuencia del desarrollo de la obra.
- f) Revisión del trazo del edificio o conjunto de edificios que integran el proyecto.
- g) Determinar espacios para zonas de trabajo, almacenamiento de material, oficinas provisionales de obra, sanitarios y facilidades para los trabajadores... etc.
- h) Colocación de señalamientos necesarios.
- i) Ordenar colocación de vallas o cercas perimetrales provisionales y demás medidas de seguridad, a su criterio, que sean pertinentes.
- j) Verificar si se tiene al alcance de la obra todos los servicios y si sus capacidades para ejecución y posterior funcionamiento son los que se necesitan.
- k) Comprobación de que los trámites que lleva a cabo el contratista para obtener licencias y permisos para construir, conexión de servicios...etc. permiten la iniciación y adecuado desarrollo de la obra.
- l) Constatar de que la contratista cuenta con copias de la documentación necesaria (contrato, planos completos de proyecto,

especificaciones... etc.) debidamente aprobados; y que ha cumplido con todos los requisitos estipulados en el contrato, tales como fianzas, seguros ...etc.

m) Revisión del expediente de la obra, señalados en 'ACTIVIDADES PRELIMINARES inciso f'

n) Asentar datos generales del proyecto en bitácora: N° de contrato, monto del contrato, nombre del contratista, del supervisor, fecha de iniciación, personas autorizadas a registrar o solicitar datos.

DATOS NECESARIOS PARA LAS FORMAS QUE SE UTILIZARAN EN LA ELABORACION DE LOS INFORMES DE SUPERVISION DE OBRA

Se hace el presente con el objetivo principal de simplificar el criterio de todos los que participan o prestan servicios de supervisión de obra.

DATOS INICIALES

Obra.- En este renglón se codificará el nombre de la obra.

Ubicación.- Esta debe ser lo más precisa posible, escribiendo el nombre de la calle ó avenida, número oficial, colonia ó barrio.

Localidad.- Se anotará el nombre de la ciudad, y estado, donde se asiente la obra.

Informe N°.- En este concepto se asentará el número correspondiente al informe que se elabora.

Periodo.- Es el lapso que transcurre entre un informe y otro.

Nombre de la supervisora.- Se escribirá el nombre de la contratista responsable de la supervisión de la obra.

Periodicidad de presentación.- Mensual.

Para la presentación de los documentos que a continuación se detallarán, todos contendrán en la parte superior la información siguiente:

- A la izquierda se apuntará el nombre de la supervisora.

- A la derecha estará:

* Nombre de la obra

* Ubicación

* Localidad

* Clave de la obra

* Informe número

Toda esta información será la indicada en los datos iniciales; en la parte media se localiza el título relativo a la información que contiene uno de los siguientes documentos:

Documento 1.- Datos de la obra

Documento 2.- Avance y control presupuestal

Documento 3.- Supervisión de calidad

DATOS DE LA OBRA

Datos generales.

Esta forma contendrá dos tablas con la información referida a la descripción de las áreas y los datos de obra.

La descripción de áreas comprenderá:

- 1.- Nº de Edificaciones
- 2.- Nº de Edificios; Niveles/Edif. y edificación/Nivel
- 3.- Nº de cajones de estacionamiento
- 4.- Área por oficina o departamento
- 5.- Área de indivisos por edificio (pasillos y escaleras)
- 6.- Área total del terreno
- 6.1 Área de desplante
- 6.2 Áreas verdes, plazas y andadores
- 6.3 Área de estacionamiento
- 6.4 Área de vialidad
- 6.5 Área comercial
- 6.6 Área de escuelas
- 6.7 Área de donación

Los datos de obra comprenderán:

1. Clave del prototipo de edificación
2. Nº de edificaciones (área sin volados)
3. Uso de suelo
- 3.1 Área del terreno
- 3.2 Área de desplante
- 3.3 Área de espacios abiertos
- 3.4 Área de estacionamiento
- 3.5 Área vendible
- 3.6 Área por edificación
4. Acabados
- 4.1 Pisos
- 4.2 Muros
- 4.3 Plafones
- 4.4 Fachadas
- 4.5 Techo

Todos los datos generales asentados anteriormente, se obtendrán de los planos y especificaciones del proyecto.

Periodicidad de presentación.- 1er. reporte única vez.

Datos contractuales.

El extracto de este tipo de datos, será mediante una copia de los convenios ó contratos de las contratistas que intervienen en la obra y que estarán sujetas a la supervisión.

En este documento se consignarán, en la columna correspondiente, los datos siguientes:

- Nombre o razón social de la contratista
- Tipo de obra (edificación, urbanización, jardinería, etc.)
- Nº de contrato
- Monto del contrato
- Monto del anticipo
- Fecha de pago del anticipo
- Programa de obra (inicio y terminación)
- Incremento de obra
- Monto del contrato incrementado

- Fechas de programación

Localización.

En esta forma contiene dos conceptos:

- Croquis de localización.- Se dibujará con su correspondiente orientación, el croquis general de localización de la obra por trabajar, anotando la toponimia más importante (nombres de ríos, canales, carreteras, vías de F.F.C.C. y otros puntos relevantes de referencia), se procederá a achurar el área ó zona de trabajo, todo lo anterior, con la finalidad de poder identificar de una manera más rápida e inconfundible el lugar donde está ubicada la obra.

- Plano de conjunto.- Se dibujará en forma reducida el plano de conjunto de la obra en cuestión. Indicando su orientación y la toponimia más relevante.

Periodicidad de presentación.- 1er. reporte única vez.

AVANCE Y CONTROL PRESUPUESTAL.

EDIFICACION.

* Edificación en proceso:

Documento en el cual se contemplará los siguientes conceptos:

Columna:

- Tipo de edificación.- Por renglón, se anotarán las claves de identificación de los tipos de edificación integrantes de la obra, de acuerdo con el programa de trabajo.

- Edificaciones programadas.- Se refiere al número total de edificaciones contratadas, y según el tipo, se anotará en el renglón correspondiente, en forma ordinaria y en forma porcentual. (como se trata de un número total, el % siempre será 100 %)

- Edificaciones en proceso.- De acuerdo con la inspección ocular realizada en la obra, se determinará y anotará en su respectivo renglón, el número real de edificaciones en proceso de construcción, procediendo a calcular y consignar también, el correspondiente porcentaje, comparando con los datos en columna de "Edificaciones programadas".

Ejemplo:

Edificaciones programadas		Edificaciones en proceso	
Nº	%	Nº	%
500	100	250	50

- Edificaciones terminadas.- Su asignación es semejante al concepto anterior, diferenciándole que para éste, se refiere a edificaciones terminadas.

Periodicidad de presentación.- 1er. Reporte única vez y si se presentarán cambios.

* Plano de la edificación:

El prototipo de edificación estará representado por los planos de detalle siguientes:

- Plano de planta tipo
- Plano de fachada principal

Para cada forma, corresponderá un solo prototipo de edificación. En la parte superior se anotará la correspondiente clave de identificación del prototipo de edificación.

La información anterior será obtenida de los planos arquitectónicos del proyecto.

Periodicidad de presentación - 1cr. Reporte única vez.

En los siguientes documentos se asentarán el control de avances y presupuesto, correspondiente a las tablas siguientes:

* Porcentaje de avance de obra:

Esta tabla contiene los conceptos y subconceptos siguientes:

- Tipo y número de edificaciones - Por renglón se anotarán separadas por un guión dos claves: a la derecha; una literal o literal numérica, con la cual se identificará el tipo de edificación.

A la izquierda; una clave ó número ordinario que nos indicará el número de edificaciones por cada tipo.

- Avances % (real ó programado)

Real.- Corresponde al porcentaje de avance real global a la fecha, para cada uno de los tipos de edificación. Deberá ser la suma de los % de avance por paquete ó conceptos, evaluados directamente en la obra.

Programado.- Este % se obtendrá y escribirá en el renglón correspondiente al tipo de edificación, de acuerdo con lo programado a la fecha.

- Diferencias %

Adelanto.- Si el % de avance real es mayor al % de avance programado la diferencia se asentará, en el renglón correspondiente al tipo de edificación, en esta columna.

Atraso.- Si el % de avance real es menor al % de avance programado la diferencia se anotará, en el renglón correspondiente al tipo de edificación.

En el renglón de totales, se consignará tomando como base el avance global de la obra.

* Importe de avance de obra (parte superior derecha):

- Importe presupuestado.- Se anotará el monto total presupuestado para cada tipo de edificación.

- Importe del avance real.- Se escribirá la cantidad en miles de pesos, del avance real a la fecha, evaluado directamente en obra, por cada tipo de edificación.

- Importe programado.- Se apuntará la cantidad en miles de pesos, del avance programado a la fecha, para cada tipo de edificación.

- Saldo del importe presupuestado.- Se codificará la diferencia en pesos del importe total presupuestado, menos el importe del avance real a la fecha, de cada uno de los dos tipos de edificación.

En el renglón de totales, se sumarán por columnas, los importes anotados para cada tipo de edificación.

* Porcentaje de estimaciones: (parte inferior izquierda)

- Tipo y número de edificación.- Idem a la columna respectiva en tabla de "porcentajes de avance de obra".

- Avances %

Real.- Idem a la columna respectiva en tabla de "porcentajes de avance de obra".

Estimado.- Se anotará, para cada tipo de edificación el % correspondiente al monto de estimaciones presentadas a la fecha por la contratista, en relación al monto total presupuestado por tipo de edificación.

- Diferencias %

A favor.- Si el porcentaje de avance real es mayor al % de avance estimado, la diferencia se anotará, por tipo de edificación, en esta columna. Significará, atraso en los pagos.

En contra.- Si el porcentaje de avance real es menor al % de avance estimado la diferencia se anotará, por tipo de edificación, en esta columna. Significará sobre estimación de la contratista.

En el renglón de totales se anotará la suma por columna de los porcentajes asignados a cada tipo de edificación.

* Importe de estimaciones: (parte inferior derecha)

- Importe presupuestado.- Idem a la columna respectiva en tabla "importe de avance de obra".

- Importe estimado real:

Hasta la estimación N^o.- Es el importe acumulado de las estimaciones presentadas a al fecha, su anotación deberá de ser por cada tipo de edificación.

Diferencia entre avance real y estimado +, -.- Se escribirá por cada tipo de edificación, la diferencia del importe del avance real (en tabla "importe de avance de obra"), menos el importe de las estimaciones presentadas a la fecha.

Saldo por ejercer.- Es la suma del saldo del importe presupuestado (en tabla "importe de avance de obra"), más la diferencia entre avance real y estimado. (concepto anterior).

El importe resultante para cada tipo de edificación; se anotará en el renglón correspondiente.

* Anticipos

Otorgado.- Consignese la cantidad correspondiente, otorgada por concepto de anticipo.

Acumulado.- Calcúlese y anótese la cantidad amortizada a la fecha, aplicando el % correspondiente al anticipo, a la cantidad total asentada en la columna "importe estimado hasta estimación N^o " contenida en la tabla "importe de estimaciones".

Por amortizar.- Se señalará al diferencia del monto total del anticipo menos el importe de lo amortizado.

* Concentrado \$

- Avance programa:

Columna mes anterior.- En esta columna se anotará el avance según programa a esta fecha entregado por la contratista.

Columna del mes.- Se asentará el avance de programa indicado por el contratista para este mes.

Columna acumulado.- Se codificará el resultado obtenido de sumar las cantidades "mes anterior" y "del mes".

- Avance real:

Columna mes anterior.- Se anotará el avance de obra real (ejecutado) del mes anterior, al último informe.

Columna del mes.- En esta se asentará el avance real ejecutado en el mes.

Columna acumulado.- Se codificará el resultado obtenido de sumar las cantidades "mes anterior" y "del mes".

- Variación \$:

Columna mes anterior, del mes y acumulado.- Para cada caso se anotará la diferencia entre las cantidades consignadas en "avance programa" y "avance real".

- Variación %:

Columna mes anterior, del mes y acumulado.- Su codificación es similar al concepto inmediato anterior, solo que en este se indica en %.

Periodicidad de presentación.- Mensual.

* Gráfica de avances y programa de erogaciones.

Se construirán 4 gráficas en relación al tiempo - costo de la obra.

- Gráfica de inversión programada.- El lapso para la graficación de puntos será mensual:

En el eje de abscisas (tiempo), y partiendo del origen, se anotarán los meses contemplados en el programa general de obra. En el eje de ordenadas (avance de inversión), corresponderá el % de avance programado a la fecha.

Se usará como simbología una línea continua.

- Gráfica de inversión real.- Para el eje de abscisas corresponderá el período de tiempo (mes) comprendido en el informe respectivo de supervisión de obra.

Para el eje de las ordenadas, corresponderá el % de avance real a la fecha (ver tabla "porcentajes de avance de obra", columna "avance % real") de ejemplo ilustrativo).

Se usará como simbología una línea discontinua.

- Gráfica de estimado. - Como abscisa, será el período de tiempo (mes) comprendido en el informe respectivo de supervisión de obra.

Como ordenada, será el % de avance estimado a la fecha (ver tabla "porcentajes de estimaciones" columna "avances % estimado" de ejemplo ilustrativo).

Se usará como simbología una línea de "punto-línea-punto".

- Ajuste de desviaciones. - Haciendo una comprobación de las 2 gráficas anteriores, se tendrá un panorama general de la obra, si hay atrasos, se procederá a hacer los ajustes necesarios mediante una re-programación.

La simbología que se usará para la indicación de estos ajustes, será una línea discontinua diferente a la que se usará para la gráfica de inversión real.

Periodicidad de presentación. - Mensual.

* Avance por actividad de obra

Programa de obra. - En la parte superior del recuadro, en forma horizontal se localizan; el tipo de obras, que es edificación, el tiempo de desarrollo de las obras, dividido en mes semana, y un renglón para el porciento de avance.

En la parte lateral izquierda, se localizan las actividades de las obras, listada en forma progresiva (1.- Preliminares, 2.- Cimentación, etc ...); para cada una de estas actividades existen dos renglones, indicados con la letra "P" y "R", que significan avance programado y avance real de la obra.

En la parte inferior se localiza el renglón del programa de erogaciones, del cual se consignarán los importes de programa (P) y del importe real de los trabajos ejecutados (R) correspondiente al mismo tiempo de programa.

Pasos para el llenado de la forma:

1.- El renglón del MES y del programa (P) de cada actividad, se llenarán en base al tiempo de desarrollo de la obra, y al tiempo de duración de la actividad; datos que se obtendrán del programa de la contratista; y el desarrollo de la actividad, se representará por una barra de color rojo, debiendo de anotar siempre en el renglón de AVANCE la cantidad de 100.00 que representa el porciento total de la duración de la actividad.

2.- El renglón de AVANCE real (R), es resultado de el avance verificado por la supervisión física de cada actividad por la supervisora y se presentará, gráficamente por una barra de color azul, que indique el porciento real del avance de cada actividad, así como en forma analítica al anotar la cantidad de dicho porciento en el renglón de AVANCE.

3.- EL PROGRAMA DE FOTOGRAFIONES es obtenido de los datos anteriores; debiéndose anotar en las líneas transversales las cantidades tanto programadas (P) como reales (R) (deducida del avance real) en pesos solamente y de abajo hacia arriba.

Periodicidad de presentación.- Mensual.

* Reporte fotográfico

El reporte fotográfico tendrá como finalidad el mostrar en forma objetiva el grado de avance de la obra en los diferentes conceptos de edificación, cimentación, muros, techos, fachadas, instalaciones, etc.

La asignación de fotografías en el informe será de 8 a 12 tomas y en cada forma de reporte fotográfico se pegarán únicamente dos fotografías, anotando en la parte inferior de las mismas la descripción de lo que se quiera resaltar.

Periodicidad de presentación.- Mensual.

SUPERVISION DE CALIDAD

EDIFICACION OBRA EJECUTADA

En la columna de partidas y conceptos.- Se consignarán los conceptos de obra ejecutada durante el período.

Motivo del informe.

ejemplo:

- Muros de tabique 7-14-28 en planta baja

- Losas de entrespiso

EJECUCION.- A este respecto se anotará el porcentaje de obra ejecutada por este concepto.

CUMPLIMIENTO DE NORMAS:

RESISTENCIA DEL MATERIAL ESPECIFICADO.- Con relación al concepto de obra, de las especificaciones generales se tomará la resistencia del material empleado.

PRUEBAS DE LABORATORIO.- Esta columna está relacionada con la anterior, únicamente que aquí, se anotará el resultado de la prueba de laboratorio.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.- En esta columna se describirá el concepto de obra a ejecutar, en base a lo especificado en el contrato.

Periodicidad de presentación.- Mensual.

4.2 CONTROL DE PROGRAMA

Para el control de una obra de esta índole, intervienen en su desarrollo varios controles de planes y programas, como por ejemplo: Programa de prefabricación, programa de obra, programa de instalaciones ... etc., en la medida que estos sean bien planeados, programados y organizados, ganaremos eficiencia en tiempo, costo y calidad.

Las actividades que inicialmente fueron programadas, en el transcurso de la obra sufrieron ajustes y cambios, obligando a que la programación sea un proceso dinámico, sin embargo se trata de que las variaciones generadas por factores aleatorios, como pueden ser las debidas a fluctuaciones en la disponibilidad de mano de obra o cualquier otro insumo, no sean tan graves para que escapen al control y ocasionen atrasos irrecuperables para la terminación de la obra y por lo tanto motiven incrementos de costos más allá de un rango razonable previamente considerado y establecido.

Como procedimientos del control de los plazos de ejecución de los diversos conceptos, se podrán usar programas de ruta crítica y de barras.

Estos programas conviene almacenarlos a la computadora de la dirección de la obra, para que su seguimiento y actualización pueda automatizarse.

- RUTA CRITICA

Es la técnica que estima un tiempo probable de cada actividad en una red representada por nudos y flechas que tienen un origen que indica el origen de la actividad y el extremo de la flecha, que significa la terminación de la actividad.

La ruta crítica (CPM) es una técnica analítica que permite prever en gran parte los problemas que se presentarán en la ejecución de un proyecto, proporcionando información y alternativas que fundamentan la adecuada toma de decisiones.

Esta técnica tiene las siguientes ventajas:

a) Determina el tiempo estrictamente necesario para alcanzar un objetivo.

b) Señala con exactitud los factores críticos que afectan directamente la ejecución del proyecto y las posibles perturbaciones. Con ello se permite aumentar la coordinación de las actividades y por tanto la terminación del proyecto de acuerdo a lo fijado.

c) Permite la planeación y programación efectiva de los recursos disponibles.

d) Es importante auxiliar en el entrenamiento de personal.

e) Es una guía para el refinamiento de un proyecto.

f) Permite deducir al mínimo los imprevistos.

g) Permite el control continuo del proyecto durante su ejecución, aplicando una revisión dinámica denominada retroalimentación.

La realidad no se ajusta a lo programado, se puede rectificar el programa de acuerdo a lo observado durante la ejecución de la obra, logrando siempre un control efectivo.

h) Permite la simulación de caminos alternativos de acción. Sus características lo convierten en un excelente medio para examinar y comparar los costos y recursos necesarios para las alternativas disponibles.

i) Este método brinda un enfoque más preciso que las gráficas de barras convencionales, de tal forma que permite una evaluación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción... etc., así como las actividades que controlan las ejecuciones de los trabajos. La única desventaja que se podría considerar es su laboriosidad que representa al estar programando actividad por actividad en proyectos de gran cantidad de conceptos y el exceso de información al revisar las actividades durante la ejecución de la obra; toda esta dificultad se ve recompensada con una planeación precisa y apegada a la realidad.

Para la explicación del sistema C.P.M. (Critical Path Method) entendamos bien que todo proceso productivo consta de tres fases: Planeación, Programación, Control. (ver página siguiente).

Existen diversos factores que afectan el desarrollo del programa de ejecución de un proyecto como son:

- a) Predicciones sin confiabilidad
- b) Mal aprovechamiento de recursos humanos
- c) Imprevistos

En la medida en que sean considerados estos factores, se tendrá una mayor probabilidad de concluir el proyecto de acuerdo a lo programado.

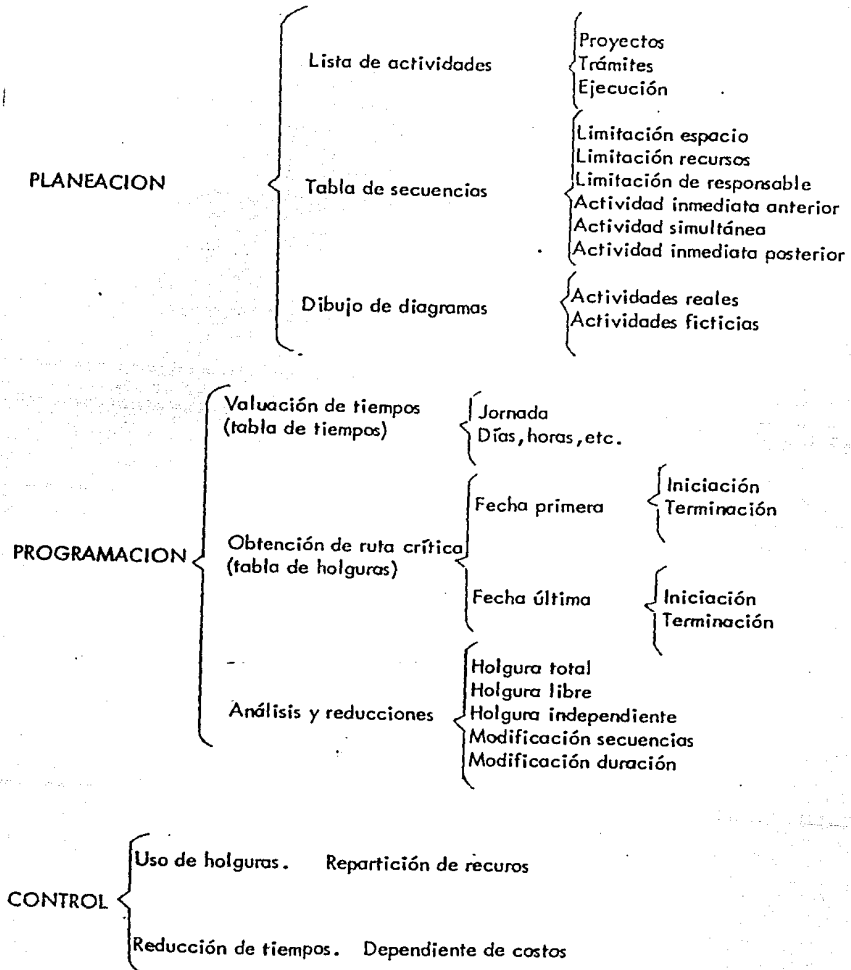
El método de Ruta Crítica debe ser considerado como un ciclo dinámico, en donde, de principio a fin de programa, se toman las decisiones de acuerdo a las circunstancias particulares en cada momento, por lo que tiene que existir una constante revisión en todas las etapas del proyecto, que permita evaluar y corregir oportunamente las diferencias en los pronósticos de programación.

Una vez que contemos con un programa adecuado, se recomienda como mínimo efectuar un corte semanal de todos los conceptos en proceso para así evaluar el avance real de la obra, para efectuar este corte se requiere de un recorrido por la obra durante el cual anotemos los avances en cada uno de los citados conceptos por unidad, por sección o de la manera que personalmente se nos facilite.

La labor de cuantificar avances es con frecuencia muy laboriosa, pero es parte fundamental de nuestra función en la práctica diaria se van adquiriendo maneras muy personales de realizar el trabajo con el mínimo esfuerzo.

Existe un ingenioso método llamado 'Método de Pareto' que se basa en el principio de que en el 20% de los conceptos de un presupuesto cualquiera, está contenido el 80% del volumen de obra, si seleccionamos los conceptos más importantes y trascendentes de una obra cuyo presupuesto comprende 140 conceptos, significa que solo debemos vigilar con todo esmero 28 de ellos, para elegir estos 28 debemos emplear todo el tiempo necesario, cuando tengamos la seguridad de haberlo logrado, podremos reducir el tiempo empeñado en elaboración de avances de obra a una quinta parte del regularmente empleado,

ESQUEMA DE LAS ACTIVIDADES POR EJECUTAR Y SU DESGLOSE EN CADA UNA DE LAS FASES MENCIONADAS, ASÍ COMO LOS PUNTOS A ESTUDIAR PARA ELABORAR UN BUEN PROGRAMA.



umentando nuestra efectividad ya que dispondremos de más tiempo para el desarrollo de las demás responsabilidades que implica nuestro cargo.

El sistema computarizado de CPM esta conformado por una serie de procedimientos o subsistemas, los cuales se describen a continuación:

CPM 1.- Este procedimiento calcula el calendario de la obra sumprimiendo los días no laborables y genera una matriz de dicho calendario, que posteriormente será utilizada dentro del subsistema CPM 4.

Emite una matriz de los días hábiles del calendario ordenada de decenas, los días están presentados por el número de días del año de la obra. Para calcular el calendario es necesario proporcionar la siguiente información:

- Día de inicio de la obra
- Año de inicio de la obra
- Duración deseada (en días laborables)
- Clave para omitir sábados y/o domingos
- Primer domingo a omitir
- Número de días feriados
- Días feriados.

CPM 2.- Este subsistema realiza las validaciones indispensables para la aplicación del método CPM y calcula la Ruta Crítica a nivel día-obra, indicando fechas primeras y últimas, holguras de las actividades y duración total del proyecto.

Los datos necesarios para ejecutar este procedimiento son:

- Tarjetas de actividades que contienen número de actividad nodo I, nodo J y descripción.
- Tarjeta de fin de actividades
- Fecha
- Nodo final del diagrama de flechas
- Titulo I (nombre de la obra).

CPM 3.- Este procedimiento produce el reporte calendarizado del programa inicial de la obra (programa Base), indicando fechas de inicio y terminación, holguras de cada una de las actividades, y duración total de la obra. Los datos necesarios son los siguientes:

- Mes y año de la corrida
- Nombre de la obra
- Tarjetas de actividades
- Tarjetas de fin de actividades
- Tarjetas de datos generales, que contiene fecha, número de día del año en que comenzó la obra, nodo final del diagrama y número de días laborales.

CPM 4.- Este subsistema produce un reporte calendarizado de las fechas de obra de acuerdo a los avances (en porcentajes) de cada una de las actividades.

Además realiza una comparación de las nuevas fechas calculadas con las últimas de terminación del programa base, y así de ese modo poder determinar las nuevas holguras y los retrasos o adelantos de las actividades.

Los datos requeridos para efectuar el proceso son:

- Nombre de la obra
- Número de revisión y mes (Juntos)
- Avance de actividades

Tarjeta de datos generales que contiene día de revisión en el calendario de obra, número de revisión, fecha de revisión.

CPM 5. Este subsistema genera la impresión de un diagrama de barras, indicando las actividades de la obra con una duración y holgura. Se utiliza conjuntamente con el CPM 4 o con el CPM 3 y no requiere de datos adicionales.

Las ventajas de este sistema computarizado son:

- a) Proporciona al constructor una herramienta confiable y precisa para programar y controlar la ejecución de proyectos.
- b) Capacidad para procesar grandes volúmenes de información en muy poco tiempo.
- c) Establece un flujo de información que permite hacer modificaciones al programa.
- d) Emite una serie de reportes que contienen información de llamada del programa de obra, como son el programa base, la revisión de éste y el diagrama de barras.

- DIAGRAMA DE BARRAS, GRAFICAS DE GANTT O PROGRAMA DE OBRA

Estos diagramas consisten en representar cada actividad a realizar por una barra horizontal, la que por su cruce con líneas verticales indican en meses, semanas, días, etc. el momento de iniciación y terminación de una actividad y señala también aquellas actividades que son simultáneas, y se obtiene a partir de la Ruta Crítica en donde la duración total de la actividad o longitud de la barra, se obtiene como la suma de la duración la actividad más la holgura total, o bien tomando como inicio la "iniciación temprana" de la actividad (Pt) y como terminación la "terminación tardía" de la actividad (Uj).

La Ruta Crítica y de Barras permiten la elaboración de gráficas tiempo-avance de la obra correspondiente. Para efectos de supervisión es recomendable que el control de avance de la obra en la gráfica de tiempo-avance se obtenga en base del diagrama de barras dobles, en el que se representan el tiempo programado de ejecución y el tiempo real de cada una de las actividades.

Del diagrama de barras dobles se obtendrán las gráficas; una de ellas mostrará el porcentaje de avance real acumulado y la obra el porcentaje de avance programado acumulado, debiendo previamente, a fin de permitir correcciones oportunas.

Por lo que se refiere al control administrativo el método propuesto facilitará el procedimiento de archivo y operación de todos los registros contables que se llevarán a cabo durante el período de ejecución de los trabajos de la obra.

En la mayoría de las obras la participación de dos o más contratistas para la realización de los diversos trabajos es común, motivo por el que se propone llevar un control por cada especialidad y además el registro general en el que se engloban todos los gastos de obra.

- PROGRAMAS DE DESEMBOLOSOS O EROGACIONES

Este programa que se integra a partir del programa y presupuesto de la obra, nos permite conocer en forma anticipada las erogaciones que es preciso efectuar conforme al avance de la misma teniendo la ventaja de prever los recursos con que es necesario contar, para evitar que la obra sea detenida en su ejecución por la falta de fluidez en la asignación de los recursos monetarios requeridos.

Su elaboración consiste en vaciar y distribuir el monto de las distintas partidas del presupuesto sobre el programa de obra y efectuar la suma de dichos importes en el período de tiempo que previamente se establezca para su pago ya sea mensual, quincenal, semanal, etc., y posteriormente llevar la suma acumulada de estos importes.

- PROGRAMA DE FUERZA DE TRABAJO

Un programa de este tipo es altamente cambiante y dinámico, sin embargo, es preciso conocer en la medida de lo posible la cantidad de personal que con diferentes categorías y grados de especialización es necesario contar para construir la obra.

Este programa se elabora en base al programa y presupuesto de obra. Disgregando de los precios unitarios la mano de obra de cada concepto de trabajo, con su correspondiente rendimiento y multiplicándolos por los volúmenes totales de obra a ejecutar de dichos conceptos, obtendremos la cantidad de personal necesario, por categorías, mismo que deberá ser distribuido según el programa de ejecución de obra.

Este programa deberá ser constantemente cotizado y ajustado de acuerdo con los soportes de fuerza de trabajo realmente ocupada en cada cantidad con el propósito de tener una visión más realista de los requerimientos de personal.

- PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO

Este programa es estructurado tomando como referencia:

- a) Plan maestro
- b) El programa de obra
- c) El presupuesto
- d) La lista de requerimientos de equipo
- e) La capacidad y rendimiento de cada equipo
- f) El volumen de trabajo a ejecutar para cada concepto de obra.

De acuerdo con las distintas actividades señaladas en el programa de obra, la forma de realizarlos según el plan maestro y los volúmenes de obra se elaboran las listas de requerimiento de equipo analizando diferentes alternativas de utilización según las disponibilidades del mismo en la zona en que se esté realizando la obra, sus características mecánicas y de operación así como sus factores de eficiencia y utilización.

Una vez que se tienen los datos anteriores se conocerá el rendimiento de los equipos y se estará en posibilidad de definir el número, tipo y cantidad en horas de ocupación, distribuyendo este equipo según el programa de obra y el plan maestro.

Para obtener un control efectivo del equipo deberán cotejarse los reportes semanales de utilización con el programa.

- PROGRAMA DE MATERIALES

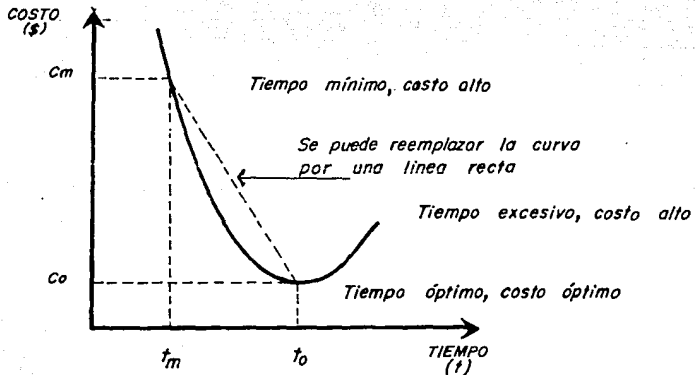
El programa de materiales se deriva de la disgregación de los análisis de precios unitarios en los cuales se indican los rendimientos de los mismos más sus desperdicios, estos multiplicados por los volúmenes de obra cuantificados en el presupuesto nos dan un nuevo presupuesto que podríamos llamarlo básico y conocer de esta forma el total de cada uno de los materiales que vamos a usar en la obra. Estas cantidades de materiales distribuidas en función del programa de obra nos dará como resultado el programa de materiales, es decir la cantidad de material a utilizar en cada período de tiempo establecido por el programa.

Obviamente las cantidades inicialmente previstas pueden sufrir fuertes variaciones sobre todo en aquellos casos en que la falta de una vigilancia adecuada a los consumos inapropiados provocan que las cantidades de materiales inicialmente programadas se disparen enormemente ocasionando fuertes pérdidas de dinero.

Es sorprendente como los desperdicios de obra se ven incrementados por descuido, por errores o modificaciones de proyecto, y en ocasiones es lamentable ver como se tiran grandes cantidades de desperdicio que además del costo que en si representan hay que agregar el costo de su limpieza y acarreo a los tiraderos porque su recuperación económica es muy baja.

RELACION TIEMPO-COSTO

Este es otro punto importante que hay que considerar, tomando en cuenta que para cualquier actividad que se quiera desarrollar, se puede trazar una curva que relacione Duración vs. Costo, esta tendrá la forma como muestra la grafica siguiente.



GRAFICA No. 4-1 Curva relación DURACION - vs - COSTO.

El costo mínimo y la duración correspondiente, se seleccionan como costo y tiempo "óptimo"; cada vez que se reduce el tiempo el costo sube, se puede determinar el óptimo y mínimo y obtener una relación lineal costo-duración.

El cálculo del tiempo por actividad se puede obtener, al dividir el volumen a realizar entre el rendimiento de la cuadrilla considerada para su ejecución.

v = volumen a realizar

r = rendimiento que se obtiene del análisis de precios unitarios

$$T = \frac{v}{r}$$

Si por necesidades o condiciones del proyecto se requieren acortar los tiempos de ejecución, se tendrán que agilizar los trabajos incrementando la fuerza de trabajo (cuadrillas encargadas).

$$\text{Duración} = \frac{T}{N}$$

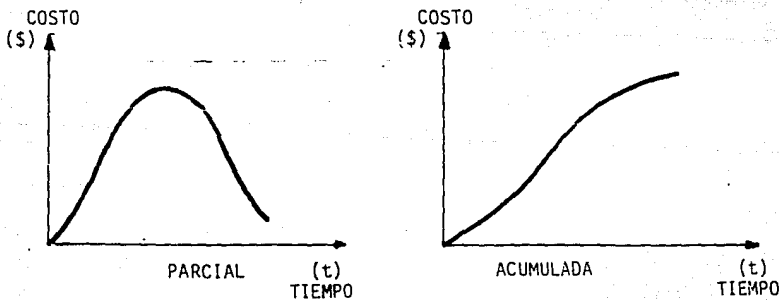
T = Tiempo de ejecución por actividad considerando la cuadrilla unidad tipo.

N = Número de cuadrillas

Hay que delimitar el valor del denominador para no caer en una situación imposible, para lo cual considerar:

- La secuencia lógica de las actividades del proyecto
- Las áreas de trabajo que requiere una cuadrilla para no entorpecer su actividad con la de otra.

Una vez determinadas las duraciones correspondientes se procede a la elaboración del programa de obra y ruta crítica.



GRAFICA No. 4-2 Gráficas ideal para los programas de egresos.

La elaboración de programas de obra deberán estar basados en planes maestros de ejecución de obra.

En la medida en que los planes maestros de ejecución de obra estén bien o mal estructurados, dependerá en gran parte el éxito o fracaso que se tenga al realizar la obra.

La Ruta Crítica y los programas de obra, erogaciones fuerza y trabajo, utilización de equipo y materiales son instrumentos dinámicos que permiten la optimización de los recursos disponibles para llevar a buen término una obra.

NOTA: Todas las formas utilizadas para el control de programas ver el capítulo 5

4.3 CONTROL DE PRESUPUESTO

El parámetro comparativo para efectuar el control de los costos de obra es "El presupuesto" que emitido por el contratante en los catálogos de precios unitarios autorizados, sirven de base para efectuar pagos y liquidación de la obra. Es importante que el presupuesto sea vigente en las fechas de las distintas revisiones.

La inflación hace muy difícil mantener al día, en cuanto a costos, el catálogo de precios unitarios de cualquier construcción. Por lo que es prudente, una vez recibidos los anexos técnicos, proceden a revisar el presupuesto que debe ser verificado en sus cuatro columnas:

1ra. Columna.- "Catálogo de Conceptos", revisarlos por completo, señalar las omisiones desde el principio del proceso constructivo, cercionarnos de que estén claramente redactados y que contengan todos los elementos de cada actividad del proceso constructivo y que correspondan con los elementos correspondientes al catálogo de precios unitarios.

2da. Columna.- "Unidades" es suficiente con asegurarse que sea la unidad correcta en cada actividad, si hay duda verificar, si hay duda verificar si es error de mecanografiado o un error de elaboración.

3ra. Columna.- "Cantidad" estas deben ser el resultado de las cuantificaciones de proyecto, es necesario que se anexe al presupuesto con el objeto de revisar y clarificar dudas, para esta revisión debemos utilizar el Método de Pareto; si las diferencias detectadas son poco trascendentes, basta con tomar nota de ellas y considerarlas cuando comparemos los generadores de obra ejecutada, con los de proyecto para determinar las obras extraordinarias o deductivas según el caso.

Si encontramos muchas diferencias y errores o insuficiencias debemos rechazar el documento porque no tiene validez, anotar en bitácora, regresar el presupuesto con un oficio, poniendo previamente en conocimiento al coordinador de Supervisión y las oficinas centrales de la empresa por su intermedio.

4ta. Columna.- "Precios Unitarios", debemos estar seguros de que estos corresponden a los del catálogo de conceptos.

Por último "El Importe"; para este punto la supervisión solo verifica las operaciones aritméticas, para esto es recomendable manejar las operaciones en miles de pesos de manera que un error menor podrá pasar desapercibido pero un gran error se detectará de inmediato. Como última revisión es la verificación de que el importe total del presupuesto corresponda con el monto del contrato.

La operación del sistema, se inicia a partir del presupuesto aprobado, tomando como actividades a realizar para elaborar el programa de obra, cada una de las partidas que lo forman.

De esta manera se asignan los tiempos en que se llevarán a cabo cada una de las actividades, se determinan los traslapes entre ellas para conocer las que se desarrollarán en forma paralela y se estable-

con a priori sus porcentajes de avance en cada periodo. Una vez que se dispone del programa de obra integrado de esta forma, para diseñar el programa de pagos se descuenta del importe total de cada actividad el valor de los anticipos que van a otorgarse y con el monto restante se determina la cantidad a erogar en cada periodo en función de los porcentajes de avance establecidos en el propio programa de obra.

De esta manera en forma aproximada se establece tanto en tiempo como en costo los avances y erogaciones que se verificarían durante la construcción de la obra que se está considerando. Esta información para a formar parte en muchas ocasiones, de la documentación para licitaciones, concursos y también sirve de documento base en las negociaciones para la captación de los recursos monetarios necesarios a ejercer en cada periodo durante la realización de la obra.

Adicionalmente haciendo uso del presupuesto aprobado en cuanto a cantidades de obra a realizar y de los análisis de costos unitarios en cuanto a rendimientos de materiales, mano de obra, herramienta y equipo se elabora el cuadro presupuestal básico que sirve para establecer las cantidades y montos topes de estos insumos de presupuesto que se erogarán durante la construcción.

Como hemos podido ver los recursos humanos para llevar dicho control, tienen que distraer buena parte de su tiempo en actividades meramente de rutina; actividades que una computadora con los programas adecuados llevaría al cabo en una fracción del tiempo requerida por su contraparte humana.

Cuando se utiliza un sistema computarizado de precios unitarios, es necesario que el usuario tenga experiencia para manejarlo, de esta manera se optimizará su función.

Un problema común de la elaboración de precios unitarios sin el auxilio de la computadora, son los errores en las operaciones.

Estos errores pueden significar pérdidas para la empresa o entidad, ya que en algunos casos los precios unitarios que son la base de un presupuesto, no pueden ser corregidos.

Este programa tiene por objeto el de ayudar en la integración y elaboración de presupuesto de obra. La utilización del programa de precios unitarios se detallará en rasgos generales, ya que todos los programas sobre este tema existentes en el mercado, trabajan con sistemas similares.

La primera estructura que se deberá formar será la del banco de datos que estará compuesto por los archivos que permiten el almacenamiento y la recuperación de datos en el momento que se requiera.

Generalmente esta estructura es conocida con el nombre de insumos y en ella encontraremos el listado de materiales, el de mano de obra, el de equipo y por último el de subcontratos.

En cada listado y para cada concepto se manejará una clave, en ella quedará contenida la descripción, unidad y costo unitario del concepto a que se refiera, razón por la cual la computadora desarrollará este programa en base a dichas claves, para el cálculo de los precios unitarios.

Una vez establecido el archivo de insumos se procederá a determinar los análisis básicos.

Los análisis básicos se realizarán en base a los elementos del archivo de insumos y de los rendimientos que se manejan; una vez obtenidos se emplean en el análisis de precios unitarios cuando se requieran, y se manejarán como si fuera un insumo más que participará en el análisis.

Con lo anteriormente citado, bastará indicarle a la computadora los rendimientos para cada concepto que se requiera su análisis de precio unitario, como los elementos que participarán en él, y de manera automática la máquina nos dará el resultado.

Además de los datos necesarios para la integración del precio, como lo son insumos, análisis básicos y rendimientos se le indicará a la máquina el factor de indirectos y la utilidad descada.

También se le accesarán datos de la obra, como el nombre, clave, fecha de cotización etc., se redactará el concepto de la manera que se requiera y se indicará la unidad en la que se trabajará.

Generalmente los programas de precios unitarios están relacionados con la elaboración de presupuestos de obra, los cuales para su elaboración la máquina únicamente toma los precios ya calculados y las cantidades de obra, calculando automáticamente los montos por concepto, partida y presupuesto.

Las ventajas que tienen estos programas para la construcción son muchas ya que su gran velocidad de proceso permite realizar presupuestos en tiempos muy pequeños y también tiene la flexibilidad de que varios usuarios estén haciendo uso del programa al mismo tiempo.

Es un gran auxiliar en la toma de decisiones ya que cualquier cambio en algún concepto del precio unitario o del presupuesto se puede realizar en tiempos extremadamente cortos, por lo que se sugiere que maneje una persona con experiencia.

En la industria de la construcción tiene gran utilidad ya que en los concursos de obra pública el tiempo que se da a los contratistas para la elaboración de sus proposiciones es limitado en el número de precios a calcular muy elevado, particularmente en edificación.

En este trabajo se enfoca la utilización del programa primordialmente al control de obras y más específicamente a las obras públicas. Las disposiciones reglamentarias para estas obras ordenan a la dependencia realizar un presupuesto base, el cual debe servir como un elemento para comparar las proposiciones de las empresas concursantes.

Otro uso que se propone es que el programa sea un auxiliar en el momento de la actualización de precios unitarios, ya que la dependencia encargada de la dirección de obra deberá accesar a su propia computadora los precios unitarios con los cuales se licitó la obra y a través de cualquier criterio de actualización obtener los nuevos precios unitarios de una manera fácil y rápida.

CONTRATACION. Los sistemas de contratación de un proyecto según la ley de obras públicas, son los siguientes:

- 1- Contrato por administración.
- 2- Contrato a precio alzado.
- 3- Contrato a base de precios unitarios.

1- Por administración.- Se efectúan asignando un valor en porcentaje por la administración y dirección técnica de la obra.

Este porcentaje se carga sobre los gastos totales de los materiales, mano de obra y equipos que se utilicen durante la ejecución de la obra.

En este tipo de contratos el riesgo que se tiene por alteraciones en el presupuesto corre por cuenta del contratante, por que cualquier incremento en los costos o algún imprevisto, éste lo absorbe.

2- A precio alzado.- El contratista se compromete a realizar la obra por un precio determinado y por ningún motivo puede ser alterado, el total de los costos de las obras a precio alzado es responsabilidad exclusiva del constructor.

Esta solo se podra llevar a cabo cuando se tengan planos y especificaciones de construcción completos.

Se fijarán previamente a la contratación los volúmenes y precios de la obra. La elevación de los costos de la obra, solo se podrá originar cuando la contratante modifique los planos o las especificaciones.

3- A base de precios unitarios.- Son los contratos en los cuales se fija un valor unitario a los conceptos para la realización de la obra. Este tipo de contratos es el más común en México, principalmente en trabajos que se realicen para dependencias gubernamentales; ya que permite normar el criterio de la dependencia al momento de cotizar los trabajos a realizar.

Esta contratación resulta adecuada, cuando la obra se lleva a cabo con especificaciones de construcción y un mínimo de información sobre los planos mediante los cuales se puede:

- Definir el catálogo de conceptos.
- Tener un orden de magnitud de las cantidades de obra.
- Tener información para preparar precios unitarios.
- Planear y programar la obra.

Se tiene la facilidad de modificar o ampliar el proyecto original, además los volúmenes de obra, solo se determinan con exactitud hasta la ejecución total de la misma, ampliando sus alcances.

El importe de los trabajos indicado en el contrato, solo tiene como función el de limitar el monto del compromiso entre las partes sin que esta se identifique como el costo de las obras. A su vez, el citado importe de los trabajos se ve sujeto a incrementos, ya que con frecuencia se aplican convenios adicionales para poder absorver dicha elevación de costos.

CUANTIFICACIÓN. Las cuantificaciones estan directamente relacionados con el análisis de costo, y más aún existe una interrelación entre especificación, cuantificación y análisis de costo. Las especificaciones cuanto más exactas y detalladas sean, mayor precisión tendremos en conocer su volumen y como consecuencia a lo anterior, mayor aproximación con la realidad tendrá el costo en cuestión.

Para la realización completa de la cuantificación de un proyecto estructural y la formulación del catalogo correspondiente se deberá de contar con todos los planos correspondientes como:

- Anteproyecto
- Excavación
- Cimentación
- Detalles
- Superestructura nivel o planta baja
- A cada nivel corresponde un plano hasta llegar al último
- Superestructura azotea
- Plano topográfico
- Estudio de mecánica de suelos
- Plano de drenaje exteriores

Las generadoras que se deben anexas toda estimación deberán tener los siguientes datos:

- Periodo de ejecución de los trabajos.
- Descripción y croquis de los trabajos realizados.
- Referencia de los planos autorizados que fueron utilizados para realizar los trabajos.
- Cuantificación total de acuerdo a proyecto y lo contratado.
- Deberán aparecer en forma tabular, el pago que se hace, se acumulado y su faltante por ejecutar.
- Otros que el residente crea necesario para abundamiento de la información.
- Firmas autorizadas del residente y de la supervisión.

El control de obra se logra por medio de una generadora como el formato 4-1 donde se tienen todas las actividades del programa de obra, clave, unidad y las cantidades totales por ejecutar, porcentajes de avance y de la obra ejecutada, una vez que se tiene la tabla con los avances de obra, se puede proceder automáticamente a la elaboración de la estimación del periodo correspondiente.

Para los formatos utilizados para las hojas generadoras de acuerdo de refuerzo (ver formatos 4-2, 4-3).

En instalaciones los métodos de cuantificación que se conocen y aplican son bastante escasos, y esto se debe a que los materiales utilizados son muy variados dentro del mercado además de que son pequeños en relación con la magnitud de la obra; como unos auxiliares para desarrollar la cubicación de una manera general en las especialidades de: sanitaria, hidráulica y eléctrica se pueden utilizar (formatos 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8).

ESTIMACIONES. Las estimaciones son un documento que se formula de común acuerdo entre el contratista y el residente de la obra, por parte de la contrante, todo ello dentro de un marco normativo según el tipo de contrato adquirido.

Es conveniente separar las estimaciones en tres grupos, según la dificultad de trámite que puedan tener y son:

- Estimaciones comunes son aquellas que se registran datos previamente aprobados en cuanto a cantidad y precio unitario, ambos consignados en el presupuesto de la obra y por lo mismo no necesitan aprobaciones más que lo referente al avance, las operaciones aritméticas y la procedencia del pago, si se procedió de acuerdo a lo contratado a calidad, precio y tiempo de ejecución.

- Estimaciones especiales. Son las que consignan datos que deben ser aprobados por personas distintas al personal de campo, es decir, el superintendente del contratista y el coordinador de la supervisión, datos como:

- Cantidades ejecutadas en obra son superiores a las consideradas en el presupuesto.

- Conceptos de trabajos no incluidos en el presupuesto.

- No es posible ejecutar el concepto según el procedimiento constructivo pactado, teniendo que fijar otro precio unitario.

- Reclamaciones por suspensión temporal de la obra que generan gastos extraordinarios.

- Modificaciones importantes en el trazo original, dando origen a variaciones significativas en la relación volumen - precio unitario.

UNAM

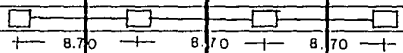
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS : MAESTRIA - TECNOLOGIA -
Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

HOJA 1 DE 1

OBRA: _____
ZONA: _____ NIVEL: _____
PLANO: _____ FECHA: _____
CUBICO: _____ REVISO: _____

OBRA CIVIL, ALBAÑILERIA Y ACABADOS

CONCEPTO	CLAVE	UBICACION	ANCHO	LARGO	ALTO	PZAS	TOTAL	OBSERV.
		Especificación: Muro de tabique rojo recocido con una cadena de - - desplante de 15x20 cm. y castillos de 15x15 cm. a -- cada 7.0 mts. con cadena intermedia de ranate con - aplanado en ambas caras con mortero en proporción 1:3:5 con recubrimiento de pintura vinílica color - "X" marca "X".						
			COCQUIS DE LOCALIZACION:					
			①	②	③	④		
		(A)						
Muro de tabique rojo	01	Eje A ÷ 1 y 4		8.00	3.00	3	+ 72.00	
Menos áreas castillos		"	0.15	2.40	15	- 5.40		
Menos áreas de cadenas		"		8.00	0.20	9	- 14.40	
							52.20	52.20 m2
Castillos de 15x15 cm.	02	Eje A ÷ 1 y 4		2.40		12	36.00	36.00 m1
Cadenas de 15x20 cm.	03	"		8.00		9	72.00	72.00 m1
Aplanado con mortero de calidra-cemento-arena en proporción 1:3:5	04	Eje A ÷ 1 y 4		8	3	(3) (2)	144.00	144.00 m2
Recubrimiento con pintura	05	"						144.00 m2
TOTAL ESTA HOJA								
ACUMULADO								

- Estimaciones escalatorias. - Estas contienen datos de ajustes al importe de los trabajos debidos a la depreciación de la moneda que trae como consecuencia un alza en el precio de los insumos, modificando las condiciones del pacto original; son actualizaciones de lo pactado por el fenómeno inflacionario.

En general para todo este analisis es imprescindible contar con cuatro catálogos principales:

1.- Catálogo de conceptos. - Contiene el registro, descripción del concepto y su respectivo precio unitario, informe invariable suministrado a la memoria de la computadora.

2.- Catálogo de estimaciones. - Contendrá el volumen ejecutado.

3.- Catálogo de claves. - Donde se especifica el tipo de cada concepto.

4.- Catálogo de elementos. - En este contiene el volumen del concepto a ajustar detallando: Registro, identificación, cantidad del concepto y además muestra el precio unitario.

Para esta obra de comercios el control de costos contó con los catálogos mencionados, y se hacían presentaciones de las estimaciones cada 15 días, y un reporte mensual como el siguiente que pertenece al mes de junio de 1989.

A este informe mensual se le anexarán: Presupuestos por areas, comparativa contra reporte anterior, control presupuestal, estado de cuenta, contratistas, presupuesto 'programa de erogaciones', presupuesto 'programa de avances %', erogación mensual, % de avance, graficas de erogación del valor original y el valor corriente; a continuación se anexa parte de este reporte. * > < *

En resumen en el control presupuestal se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Estimaciones de obra, por partida, frente y actividad.
- Estudio de escalatoria de precios en función de los volúmenes de obra faltantes por estimar, por medio de índices u recolecciones de precios.
- Reporte de avance de obra estimada contra la obra presupuestada, por partida, frente y actividad.
- Reporte del avance de obra estimada contra la obra programada por partida, frente y actividad.
- Reporte de obra por estimar contra la obra presupuestada, por partida, frente y actividad.
- Explosión de recursos de la estimación de obra.
- Explosión de recursos del total del avance de la obra estimada, por partida, frente y actividad.
- Explosión de recursos de la obra faltante por estimar, por partida, frente y actividad.

> 3.0 CONTROL DE COSTO

3.1 ESTADO GENERAL DEL PRESUPUESTO

3.1.1 Como en los últimos meses han habido pocas contrataciones, por lo que se tiene un nivel de contratación actual del 94% un 1% más que registrado en el presupuesto anterior.

3.1.2 Del Control Presupuestal, se tiene un valor original pronosticado de \$ 66,694'988,870 pesos, para el valor corriente es de \$ 72,288'902,580 pesos.

3.1.3 Refiriéndose al presupuesto base de enero de 1988 el presupuesto actual de junio de 1989 se tiene una desviación del 2 % a valor original y una de menos 33 % a valor corriente, tomando en cuenta las contingencias pronosticadas.

3.1.4 Para las contingencias se tiene un porcentaje del 1.53% a valor original, o sea la cantidad de \$ 1,018'657,770 pesos y 1.76% a valor corriente, disminuyendo con respecto al mes anterior.

3.2 COMPARATIVA CONTRA REPORTE ANTERIOR

3.2.1 Comparando mayo de 1989 y junio de 1989, se tiene un incremento de \$ 155'950,540 pesos valor original, y de 0.28 % en los imprevistos; lo anterior debido a:

3.2.2 La revisión de los reportes de pagos efectuados por "Palacio" que no se efectuaron por medio de la supervisión, modificándose así varias partidas.

3.3 PROGRAMA DE EGRESOS

3.3.1 PRONOSTICO DE EGRESOS PROXIMO MES

3.3.1.1 Para poder cumplir con el programa de avance propuesto se debe erogar \$ 5,000 millones de pesos en promedio para el mes de julio de 1989.

3.3.1.2 Las cantidades anteriores son a valor original a pesos de enero de 1986.

3.3.2 PROGRAMA GENERAL

3.3.2.1 El Programa General se divide en tres programas a la vez, que son:

3.3.2.2 Programa de Avance, en porcentaje de ejecución de las partidas de la obra, del cual se tiene el presupuesto a valor original, el programa de obra en porcentaje, factores de escalación mensual y global para cada partida, mostrándose solo algunas de ellas y el presupuesto a valor corriente obtenido con el factor global de inflación así como el avance total a la fecha de corte en porcentaje;

3.3.2.3 Programa de Erogaciones, en el cual se tienen las

erogaciones por partidas, la erogación parcial en el mes, y la erogación acumulada a la fecha de corte, todo lo anterior a valor corriente.

3.3.2.4 Programa de Erogaciones, pero sin ningún valor de escalamiento en todas las partidas, este presupuesto es por lo tanto a valor original.

3.3.2.5 Se anexan gráficas de los valores de todos los programas de erogaciones.

3.4 ESTADOS DE CUENTA

3.4.1 Para el 31 de mayo de 1989 se tiene un valor contratado a precios originales de \$ 62,960'635,649 pesos de los contratos existentes.

3.4.2 Se ha pagado el 86.02 % de los contratos originales a valor real, tomando en cuenta el pago de anticipos, anexos a los contratos, gastos reembolsables y obra extraordinaria y sin considerar ajuste de precios unitarios.

3.5 CONCURSOS Y CONTRATOS

3.5.1 Solamente se revisaron o modificaron contratos ya pactados.

3.6 PRESUPUESTO POR AREAS

3.6.1 Se presenta el presupuesto por areas que tiene como base los valores del control presupuestal.

3.6.2 Los valores para cada partida y en cada area en que se ha dividido la construcción son revisados para cada informe, y cambia de acuerdo a las modificaciones de proyecto y necesidades propias de la obra.<*

EL FALCÓN DE HIERRO, S.A. DE C.V.

P I O B O O , S . A .

TIENDA Y CENTRO COMERCIAL

NO. COMERCIAL No. 2000

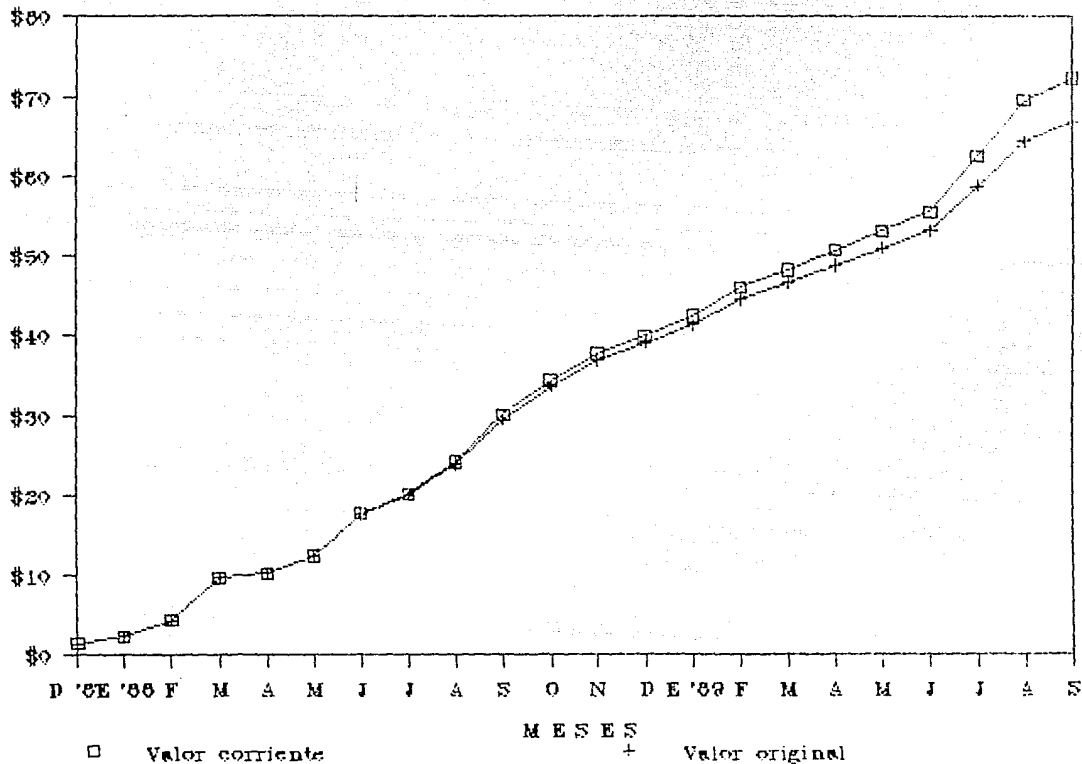
30 - JUNIO - 1989

ACTIVIDAD	EROSION MENSUAL				TOTAL
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	
RENTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	1,000,751.52
CONSTRUCCION	156,528.00	0.00	0.00	0.00	5,794,271.65
ESTRUCTURA	25,147.15	222,932.22	222,942.22	0.00	15,604,041.55
ACABOS	517,157.55	417,508.27	417,508.27	0.00	3,956,564.69
ACABOS	782,141.74	1,005,897.42	1,005,897.43	1,005,897.43	7,786,732.67
INSTALACION AIRE ACONDICIONADO	89,976.75	229,073.51	229,073.51	229,073.51	2,867,479.94
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO	44,752.98	244,714.96	244,714.96	0.00	2,195,044.76
INSTALACION ELECTRICA	257,112.95	320,267.18	320,267.18	320,267.18	4,955,421.41
EQUIPO ELECTRICO	0.00	29,322.02	0.00	0.00	1,236,793.72
INSTALACION HIDROSANITARIA	113,084.41	109,295.66	109,295.66	0.00	1,143,454.45
EQUIPO HIDROSANITARIO	26,631.08	23,945.61	0.00	0.00	335,852.45
INST. Y EQUIPO CONTRA INCENDIO	28,750.52	41,802.25	41,802.25	0.00	361,164.41
INSTALACIONES ESPECIALES	31,053.32	126,670.04	126,670.04	126,670.04	411,474.43
ELEVADORES Y ESCALERAS ELECTRICOS	52,850.45	267,421.42	267,421.42	0.00	3,404,809.81
EQUIPO TELEFONICO	14,155.01	54,245.28	54,245.28	54,245.28	256,893.72
EQUIPO COMPUTO	0.00	494,626.46	494,626.46	494,626.46	2,025,218.18
EQUIPOS Y SERVICIOS	0.00	86,322.42	86,322.42	0.00	1,452,151.14
SERVICIOS DE SERVICIO	195,500.58	627,028.12	627,028.12	0.00	5,627,923.05
SERVICIOS DE OFICINA	0.00	192,459.65	128,206.45	0.00	300,766.06
CONSTRUCCION Y REPARACIONES	36,754.24	727,178.68	727,178.68	0.00	4,618,395.90
SERVICIOS Y COMISIONES	0.00	26,911.76	26,911.76	0.00	1,689,724.10
RENTALES	0.00	89,000.00	89,000.00	0.00	129,245.31
CONSTRUCCION	37,416.97	84,221.54	84,221.54	84,221.54	1,201,258.87
IMPUESTOS	42,762.44	10,000.00	10,000.00	10,000.00	272,959.97
TOTAL	2,125,376.12	5,650,261.70	5,525,091.85	2,325,496.44	66,654,988.87
ACUMULADO	53,086,528.89	55,782,400.58	64,321,442.43	66,654,988.87	

MON. EN MILES DE PESOS, SIN I.V.A.

EL PALACIO DE HIERRO, S.A. DE C.V.

(MILES DE MILLONES de pesos)



COSTOS INVERTIDOS A LO LARGO DE TODA LA OBRA

EL PALACIO DE HIERRO, S.A. DE C.V. TIENDA Y CENTRO COMERCIAL CROYACÁN No. 2000		ESTADO DE CUENTA						RIOBONO, S.A.	
CONTRATO	CONTRATISTA	CONCEPTO	CONTRATO	ANTICIPO	ESTIMADO	% EXTRAORDINARIA	ESCALACION	FIMBUITO	MONTO EJERCIDO
PH-05-001/87	RIOBONO, S.A.	DIRECCION Y SUPERVISION	275,000,000.00		1,163,123,171.76				1,163,123,171.76
PH-05-002/87	COLINAS DE BUEN, S.A. DE C.V.	PROY. ESTRUCTURAL	54,000,000.00		54,000,000.00				54,000,000.00
PH-05-003/87	SORDO MADALENO ARQUITECTOS, SA DE CV	SUP. ARQUITECTONICA	180,000,000.00		272,000,000.00				272,000,000.00
PH-05-004/87	MUBARD BURLON, S.A. DE C.V	PROY. INST. ELECTR.	13,913,043.00	6,347,825.30	5,565,217.20				13,913,043.00
PH-05-005/87	MH INSTALACIONES, SA DE CV	PROY. INST. HIDROS.	4,000,000.00		4,000,000.00	860,000.00			4,860,000.00
PH-05-006/87	CLIMA ARTIFICIAL INSTALACIONES,SA	PROY. INST. AIRE. A.	373,913.04		373,913.04				373,913.04
PH-05-007/87	ING. JOSE ELIAS JIMENEZ SANCHEZ	ESTUDIO DE VIABILIDAD	11,200,000.00		11,200,000.00				11,200,000.00
PH-05-012/89	G.H.I., SC	PRUEBAS DE PERMEABILIDAD	12,000,000.00	4,800,000.00	9,950,000.00				14,750,000.00
PH-05-013/89	G.H.I., SC	SUPERVISION DE PILAS	13,562,600.00		13,562,600.00				13,562,600.00
PH-05-014/89	JUAN PRIETO CONSULTORES, SA DE CV	DISEÑO CAFETERIA	10,000,000.00		10,000,000.00				10,000,000.00
PH-05-015/88	GRUPO MGA, SA DE CV	CONTROL DE CALIDAD	75,419,972.15		75,419,972.15				75,419,972.15
PH-05-016/88	ICAPSA INGENIERIA, SA DE CV	CONTROL DE C. EN ACEPO	31,948,215.00		32,068,169.00				32,068,169.00
PH-05-017/88	PROYECTOS Y CONST. AGUILERA, SA DE CV	CONTROL ACEPO Y SOLDADURA	50,701,287.50		50,618,975.00			82,312.00	50,701,287.50
PH-05-018/88	LA CANTARRA, SA DE CV	DISEÑO ALUMINIO	13,380,000.00	7,000,000.00	6,380,000.00				13,380,000.00
PH-AD-001/89	ELEVADORES OTIS, SA DE CV	ELEVADORES Y ACCESOS	3,877,227,516.00	1,546,009,224.50	2,475,212,181.00	143,993,889.00			4,165,215,294.50
PH-AD-004/88	INGENIERIA DE INTERIORES, SA DE CV	ISLAS Y VITIPHAS	331,214,954.00	33,121,475.00	369,366,140.00				401,489,615.00
PH-AD-005/88	COCLINAS	MUEBLES DE EMHICION	445,000,000.00	272,975,809.00	276,990,956.00				529,966,765.00
PH-AD-006/89	ISTOR SA DE CV	PERIMETROS	2,374,187,520.00	620,845,632.00	1,543,211,888.00	115,935,511.00			2,490,123,031.00
PH-AD-008/88	ISTOR SA DE CV	DECORACION Y PERIMETROS	1,600,000,000.00	560,000,000.00	1,040,000,000.00				1,600,000,000.00
PH-AD-006/89	ISTOR SA DE CV	MUEBLES DE EMHICION	442,533,000.00	154,856,550.00	287,644,450.00				442,533,000.00
PH-AD-007/89	IAQ INDUSTRIAL, SA. DE CV	MUEBLES DE EMHICION	114,643,829.00	92,944,144.00	90,533,195.00	126,802,150.00			310,281,489.00
PH-AD-008/88	INGENIERIA GAMA, SA	INST. SISTEMA "NO BREAK"	241,495,000.00	126,747,500.00	120,747,500.00				241,495,000.00
PH-AD-009/88	INDUSTRIAL DE TELECOMUNICACION SA	CONTRATADOR	228,573,750.00	80,602,912.50	149,576,837.50	45,092,000.00			273,471,750.00
PH-AD-010/88	SEGURIDAD Y CONTROL DE ACC. SA DE CV	CORRIAS METALICAS	67,926,374.00	33,943,187.00	31,126,140.87	2,680,000.00			67,926,374.00
PH-AD-011/89	PISOS ALFR, SA DE CV	PISOS DE MADEPA	279,016,648.00	173,149,441.00	126,745,727.00			1,852,065.22	14,101,440.00
PH-AD-012/88	LARGO INDUSTRIAL, SA DE CV	ESTANTEPIA	983,254,826.00	603,270,318.00	594,768,697.00				279,016,608.00
PH-C-001/87	ISOLUR, SA DE CV	FABRICACION DE PILAS	1,540,000,000.00	770,000,000.00	724,179,621.52			63,310,078.98	1,557,489,700.50
PH-C-002/87	COBLASA CONSTRUCCIONES SA DE CV	ELEVACION	1,075,581,312.30	267,500,000.00	809,081,312.90			68.10	1,075,581,381.00
PH-C-003/89	PRETEGREFO, SA DE CV	FAB. DE PREFABRICADOS	701,452,660.50	243,721,022.45	457,731,677.89	37,845,455.00			739,298,135.41
PH-C-004/89	PRET, SA DE CV	FAB. DE PREFABRICADOS	1,835,148,427.00	642,301,249.45	956,146,247.88				1,196,447,496.73
PH-C-005/89	TECNICAS INTERNACIONAL DE CONST., SA	FAB. DE PREFABRICADOS	1,783,595,986.15	676,550,000.00	1,107,045,986.15				1,783,595,986.15
PH-C-006/89	TECNICAS INTERNACIONAL DE CONST., SA	MONTEJE DE PREFABRICADOS	626,267,129.72	251,250,000.00	376,117,129.73				626,267,129.73
PH-C-007/88	ESTRUCTURAS FAMILIAS, SA DE CV	ESTRUCTURA METALICA	131,250,000.00	171,250,000.00	0.00				131,250,000.00
PH-C-008/89	CONST. Y CONF. MEXICANA, SA DE CV	OSERA CIVIL	10,244,528,729.34	2,722,259,182.31	9,515,546,130.19	1,376,884,632.00	221,155,209.48		12,012,155,158.04
PH-C-009/88	CLIMA ARTIFICIAL INSTALACIONES, SA	INST Y EQUIPO (TIENDA AC)	1,936,451,053.74	2,232,277,520.72	1,716,543,378.00				4,037,660,573.11
PH-C-009/89	CLIMA ARTIFICIAL INSTALACIONES, SA	INST Y EQUIPO (CENTRO C.)	1,543,503,251.00	1,002,423,626.00	541,070,425.00				1,649,940,052.00
PH-C-010/88	MUBARD Y ROUPLON, SA DE CV	INST Y EQ. ELECTRICO	4,404,772,779.00	2,857,500,000.00	3,481,971,838.00	1,434,339,986.00		65,300,881.00	7,839,112,765.00
PH-C-011/88	MH INSTALACIONES, SA DE CV	INST. HIDRAULICA Y SANI	1,800,954,457.00	659,500,071.00	1,111,444,426.00				1,649,940,052.00
PH-C-012/88	INDUSTRIAL TECNICA, SA	ESTRUCTURA METALICA	1,949,411,551.00	1,000,000,000.00	778,949,800.00				2,439,464,364.00
PH-C-013/89	COBLASA CONSTRUCCIONES, SA DE CV	ALFANILERIA	2,566,244,611.04	925,649,972.74	1,710,102,099.14	1,804,911,039.62			4,450,633,111.50
PH-C-014/88	MARPOLES SORDO NORIEGA, SA	MARPOL	2,028,144,274.00	770,421,927.00	1,411,285,702.00				2,776,746,433.00
PH-C-015/88	PRET, SA DE CV	TRANSPORTE DE PPEF.	59,800,000.00	17,200,000.00	41,600,000.00				63,274,564.00

144

EL PALACIO DE HIERRO, S.A. DE C.V.
TIENDA Y CENTRO COMERCIAL
COYOACAN No. 2000

ESTADO DE CUENTA

RIOBDO, S.A.

CONTRATO	CONTRATISTA	CONCEPTO	CONTRATO	ANTICIPO	ESTIMADO	% EXTRAORDINARIA	ESCALACION	FINIQUITO	MONTO EJERCIDO
PH-C-016/88	YESO PINTURA Y ACABADOS, SA DE CV	PINTURA Y TABLAPOCA	1,849,032,287.00	947,922,211.00	909,146,691.00	947,251,701.00	83,114,450.00	88,000,514.00	2,974,435,767.00
PH-C-017/88	ASESORIAS EN JARDINERIA	JARDINERIA	135,000,000.00	70,000,000.00	65,000,000.00	11,897,963.00			146,897,963.00
PH-C-018/88	PREFAB. TECNICOS DE LA CONSTP.	PRECOLADOS ARQUITECTIMICO	1,645,380,290.00	697,740,145.00	943,754,470.00	441,728,994.00	24,716,461.00		2,107,969,980.00
PH-C-019/88	TECHASOS INDUSTRIALES, SA	MEPEPIA	217,000,000.00	103,500,000.00	25,632,351.00				144,132,351.00
PH-C-020/88	LA CANTAREA, SA DE CV	ALUMINIO Y VIDPIO	1,450,459,460.06	935,832,548.00	513,593,120.00			1,028,791.26	1,450,459,459.26
PH-C-021/88	ESTRUCT. Y EMPRESOS METALICOS, SA	LAMINA PMSA	169,147,719.00	80,940,019.00	92,964,438.00	23,443,571.00			197,369,588.00
PH-C-022/88	IPSISA DE MEXICO, SA DE CV	REPARABILITACION	229,797,880.00	118,402,693.00	110,394,967.00	25,565,477.82		20,107,403.80	274,470,741.62
PH-C-024/88	PROMODSA AGRICOLA INDUST., SA DE CV	PREPARACION DE PISO	119,845,870.00	29,741,267.50	89,781,892.50			10,395,605.00	129,440,675.00
PH-C-025/88	TRANSORPE ESP. PYESA, SA DE CV	MONTAJE DE PRECOLADOS	40,759,253.24	21,255,845.74	53,449,376.39				90,182,222.13
PH-C-026/88	TALLEPES HIZM, SA DE CV	MEPEPIA	185,000,000.00	92,500,000.00	92,200,940.00	309,162,324.00		59,004,949.00	552,835,213.00
PH-C-027/88	CONST. TELEFONICAS HEL., SA DE CV	INSTALACION TELEFONICA	5,442,856.00	1,758,177.00	1,958,845.00			1,687,834.00	5,442,856.00
PH-C-028/88	TEC. ESP. EN LIMPIZA, SA DE CV TELIMS	SUM. Y COL DE PINTURA	162,191,577.00	90,584,250.00	192,692,279.00			410,461.00	283,667,190.00
PH-C-029/88	CONSTRUCTORA MALVE, SA DE CV	ESCALAMIENTO EN EST.	127,609,200.15	42,232,527.45	96,741,228.00	14,925,592.03		9,089,692.58	162,989,040.06
PH-C-030/88	EDIF. MODEPNAS E INDUST. SA DE CV	ALBAÑILERIA Y TPAR. ADM.	137,818,973.00	24,000,000.00	116,635,152.00	702,227,522.00		3,674,919.00	800,537,593.00
PH-C-031/88	CONSTRUCTORA MALVE, SA DE CV	OT. OFSA ESTEPIOP	145,624,672.00	70,892,016.00	72,821,656.00			20,119,364.00	165,744,036.00
S/N	LICENCIAS Y VAPIES	CARGOS V.			1,719,654,052.19				1,719,654,052.19
TOTAL			57,344,360,315.44	22,825,690,600.24	137,232,505,132.39	9,176,625,899.91	328,986,120.48	766,013,932.27	70,330,021,585.29

4.4 CONTROL DE CALIDAD

El objetivo principal es realizar las obras con un nivel de calidad alto, a bajo costo y ofrecer el máximo de servicio que satisfaga al cliente.

Estos controles son regulados por las especificaciones, así como por las normas técnicas reglamentarias que oficiales o tradicionalmente expiden los fabricantes de maquinaria o equipos. En la industria de la construcción se carece de muchos de estos elementos editados en forma práctica, es preciso fomentar la preparación y circulación de impresos, lo que permitiría que el personal de campo contara con lo indispensable para el desempeño de su función.

Todas las especificaciones que acompañan los proyectos son incompletas en mayor o menor grado, se conocen frentes de obra en los que se construyen cientos de viviendas con unas cuantas hojas manuscritas de especificaciones particulares y otro tanto de especificaciones generales, documentos que ni residente, ni el supervisor consultan.

Existen diferentes tipos de especificaciones dependiendo del objetivo que se investigue:

Especificaciones de proyecto.- Estos se deducen de los cálculos realizados en el diseño de los diferentes elementos de la obra como por ejemplo: $f'c$ (resistencia del concreto), las observaciones de traslapes, el % de compactación.

Especificaciones sobre la calidad de los materiales.- Estas se refieren a los niveles de calidad mínimos que se deben tomar en cuenta para aceptar o rechazar el material, también indican los valores aceptables para conocer en un lapso de tiempo corto o largo la calidad del material, por ejemplo: la especificación que dice que la resistencia del concreto a los 28 días debe ser del 65% de la resistencia nominal como mínimo.

Especificaciones sobre los trabajos de construcción.- Estos nos indicarán los procedimientos constructivos que se deben seguir así como los criterios para aceptar o rechazar un trabajo.

Las pruebas de laboratorio, proporcionan lo que pudiera considerarse la base metodológica y técnica del programa, en esta prueba existen avances tecnológicos de los aparatos de medición y el uso de la estadística, las especificaciones se realizan con resultados experimentales obviamente analizados tomando un carácter más técnico.

A continuación se expone la manera de controlar las obras en forma ideal, con la intención de tender a conseguirlo, acercarnos lo más posible a dicha situación imaginaria.

Existen problemas consecuentes como el deteriorar otros acabados por andar arreglando un mal trabajo, la desarticulación de un programa de trabajo y la complicación administrativa que significa tener que repetir en una estimación de pago de mano de obra una y otra vez la ejecución de un mismo trabajo ocasionándose pérdidas que afectan al constructor y por lo que respecta a la labor del supervisor implica el tener que revisar una y otra vez hasta en ocasiones verse en la necesidad de aceptar algún trabajo que ya no es posible componer más.

Aun cuando se efectúe una deductiva de calidad el asunto solo costó trabajo y dinero para acabar quedando mal hecho, ante esta problemática agravada por la participación de tantos elementos distintos que concurren para la terminación de cualquier construcción, manejados por distintos operarios que dependen de distintos patrones, significa que tantas variables requieren de intensa labor de coordinación para no caer en el grave riesgo de perder el control de la obra. Es mejor prevenir todas las situaciones y estar realmente preparados para cuando deba realizarse cada parte del proceso constructivo, con esto se quiere decir que es mejor trabajar todo lo necesario al inicio de la obra anteponiéndonos a los problemas y asegurándonos de contar con cuanto haga falta, si lo logramos habremos superado la etapa de la evolución de la industria de la construcción en la que estamos prácticamente atascados desde hace tiempo por falta de sistemas.

Es importante decir que los controles de calidad son diferentes según el momento en que se aplican. En primer término tenemos la comprobación de calidad que se presenta después de realizado el procedimiento constructivo como en el caso del concreto, cuando comprobamos que una losa está bien colada a los 7 o 14 días de hecha. En segundo término tenemos el denominado "control de calidad" que significa estar muy pendientes, vigilando que todo se elabore a tiempo, con los materiales debidos y por medio de los procedimientos adecuados. En tercer término tenemos el "Aseguramiento de calidad" de carácter preventivo que se aplica estableciendo procedimientos sencillos que nos proporcionan anticipadamente la certeza de que los materiales son los indicados y cumplen las normas, los procedimientos correctos y el orden de ejecución es el lógico conforme al programa de obra.

El orden para efectuar las labores de acuerdo al método de aseguramiento de calidad es el siguiente:

- 1.- Contar con especificaciones completas de todos los conceptos; especificación significa explicar, determinar y fijar de modo preciso y único la manera de efectuar una labor, carecer de especificaciones representa que cada quien habrá de hacer las cosas como mejor le parezca o como mejor le convenga; como la función de la supervisión es precisamente evitar esto, nos es imperioso y debemos exigir especificaciones ya que son los parámetros con los cuales habremos de exigir el cumplimiento de calidad sin necesidad de discutir sobre lo incumplido, recordaremos que no podemos pedir algo que no está escrito y no es conocido antes de iniciar los trabajos, en atención a lo mencionado consideramos que un buen supervisor habrá de exigir que se le proporcionen especificaciones completas, exigencia que habrá de hacer por escrito una vez analizado el contenido de los anexos técnicos del contrato y con el consentimiento y apoyo del coordinador de supervisión, es preciso por tanto, revisar con cuidado las especificaciones y con base en este estudio determinar los faltantes para marcarlos en el reclamo que se realice, en caso de que no se le proporcionen las espe-

cificaciones como las solicita, el supervisor podrá presionar por medio de la bitácora, oficios o minutas, con respaldo del coordinador de supervisión y por las oficinas centrales de su empresa; tienen la fuerza de la razón, las necesita para el buen desempeño de su función y todo es por el bien de la obra.

La especificación correcta debe contar con una descripción pormenorizada del procedimiento señalado con toda claridad como debe efectuarse el trabajo, con que herramientas, en que momento, que actividades previas se requieren, como debe quedar terminado el trabajo, en su caso a que pruebas debe ser sometido; es frecuente que requiera croquis acotado o mejor aún fotografías, también debe mencionar los materiales a utilizar precisando dimensiones, calidad y si es necesario marca, nombre comercial, modelo y tipo; una especificación que dice tal "modelo o similar" es inaceptable ya que como similar puede interpretarse cualquier cosa.

Por última debemos decir que es importante revisar la correspondencia entre "Las especificaciones" y el "Catálogo de conceptos" del presupuesto para cerciorarse de que lo que se solicita para realizar sea lo mismo que se costea.

2.- Se procede a seleccionar los conceptos más importantes de la obra, para este fin se utiliza el siguiente criterio: una primera selección la realizamos haciendo una lista que contenga el 20% de los conceptos que mas costo representan conforme al presupuesto; la segunda selección será efectuar otra lista con el 20% de los conceptos que requieren pruebas de tipo funcional u operativo (esto es el caso de puertas, ventanas, chapas, calentadores, regaderas, circuitos eléctricos, etc.); la tercera selección corresponde a los conceptos más importantes (20%) de acabados, otra lista se hará con el 20% de conceptos con mayor precio unitario; otro mas con el 20% de aquellos que tienen que ver con la estabilidad de la estructura y por último, una que incluya el mismo porcentaje de conceptos por lo que en obras anteriores similares ha habido más quejas; el siguiente paso consiste en realizar una lista con los conceptos que estén comprendidos en las seis relaciones, a la que añadimos los conceptos considerados en cinco listas, después en 4 listas, en 3 y así hasta obtener una lista con 20% del total de conceptos, estos serán automáticamente definidos.

Con esta relación final habremos de elaborar un plan de trabajo que será el que rija en adelante nuestro desempeño por lo que a revisión y control de calidad se refiere. El plan de trabajo debe basarse en la conjunción entre el programa de obra y la lista de aspectos fundamentales (20%).

3.- Otro auxiliar fundamental para nuestra función en lo que se refiere a control de calidad lo constituye el uso de la estadística para la determinación de cuando y como debemos revisar todas las acciones comprendidas en el desarrollo de la obra a nuestro cargo; esta ciencia es conveniente que cualquier supervisor que tenga deseos de efectuar su labor en forma profesional, estudie la materia al menos en sus aspectos fundamentales ya que el éxito de un control eficiente descansa en buena medida en su aplicación práctica; a continuación se expone en forma sencilla un procedimiento que contribuirá a facilitarnos la labor de revisión aumentando considerablemente la eficiencia al cubrirse más elementos con menos esfuerzo.

El procedimiento consiste en los siguientes pasos:

Tomaremos como ejemplo el caso de un conjunto habitacional de 100 viviendas, cada una de ellas representa el 1%, para aplicar el método estadístico, primero definiremos el elemento a revisar, por ejemplo, los castillos tipo K-J. Supongamos que en cada casa existen 5 unidades de este tipo, por lo tanto el total de unidades idénticas en el conjunto, son 500 unidades (100 casas por 5 castillos cada una), se trata de determinar cuantos castillos debemos revisar, (la estadística provee una serie de procedimientos para la determinación de un mínimo confiable), se considera valido usar el método de pareto, esto significa que revisaremos el 20% de los elementos (100 en el ejemplo que nos ocupa, según las fórmulas de procedimientos de estadística podremos revisar un porcentaje mas reducido), ahora debemos decidir cuales serán los 100 de entre los 500, el procedimiento más apropiado de determinación es escoger al azhar.

El primer paso consiste en numerar los 500 castillos en un plano de conjunto; el segundo paso es, que con los números seleccionados elaboramos una lista y los enlistamos, los subrayamos en el plano, así habremos obtenido una muestra representativa por el método del azhar, ahora bien, habremos de revisar detalladamente y en todos sus aspectos constructivos (materiales, procedimientos y acabados), solamente los pertenecientes a la muestra (100 piezas), como la obra no se efectúa en un día, suponemos que el tiempo definido entre el armado del primer castillo y el descimbrado del último será del orden de 4 meses, aproximadamente de 96 días), pero como el proceso consta de armado, cimbrado, colado y descimbrado, queremos suponer que lleva cuatro días por unidad nos conduce a deducir que cada día habrá 4 castillos en proceso (en diferentes fases), se tendrán X días para revisar 4 castillos con detalle y con esta frecuencia controlar perfectamente el procedimiento en sus aspectos de calidad ya que en caso de detectar anomalías inmediatamente las anotaremos en bitácora y obligaremos al constructor a realizar los trabajos debidamente.

Consideraciones adicionales:

Primero.- El constructor no debe conocer por ningún motivo cuales son los castillos comprendidos en nuestra muestra.

Segundo.- Se escoge un ejemplo de los elementos más abundantes en una obra y sin embargo el tiempo requerido fue relativamente reducido.

Tercero.- Si llegase a preguntarse una situación conflictiva en la obra debido a que el constructor no obedece las indicaciones de la supervisión respecto al control de calidad ejercido sobre la fabricación de un elemento, quizás nos veamos en la necesidad de ampliar la muestra o hasta de revisar todos los elementos, esta situación no debemos permitirla y antes de que exista necesidad de hacer tal revisión, como supervisores habremos de recurrir a lo considerado para tales situaciones obligando al constructor a acatar las indicaciones que se le dicten.

La aplicación de la estadística en la manera descrita y sobre el 20% de conceptos conforme al "Método de pareto", nos asegura una supervisión con menor esfuerzo y controlando adecuadamente los trabajos.

4.- Para terminar lo referente a controles de calidad, mencionaremos lo referente a la elaboración de muestras, es muy conveniente para todos los participantes en el proceso de construcción de obra,

funcionar bajo un sistema de muestras, esto significa que para la realización de cada concepto de la obra es necesario que el constructor realice muestras que serán revisadas por el supervisor durante la fabricación y al quedar terminadas (de ser posible la muestra aprobada se queda como testigo para establecer comparaciones durante todo el proceso constructivo), esta costumbre contribuye a conservar la calidad y evita discusiones que convierten el trabajo de supervisión en un debate constante, cansado y desgastante.

El control de calidad es una actividad administrativa que siempre debe considerar cinco factores que pueden afectar la localidad de la obra, estos son: los materiales, la mano de obra, la maquinaria, el equipo y las condiciones locales durante el proceso.

Los materiales de construcción, directa o indirectamente, se derivan del suelo o del agua y, como han sido sometidos a la transformación de la naturaleza, estos materiales aún, siendo iguales a simple vista, variarán en su composición y características físico químicas.

La fuerza de trabajo, también conocida en la construcción, como mano de obra, cambian en su grado de habilidad para tal o cual actividad específica, así como en su capacidad.

El equipo usado en la construcción es un factor compuesto por materiales y el manejo de éste, por el hombre, además, el equipo tanto como la maquinaria, están sujetos al desgaste, al abuso y la absoluta concencia.

Son factores también, las condiciones locales, en la que la temperatura, humedad y demás condiciones físicas y sociales, cambian de un estado a estado, y que se deben de tomar en cuenta para determinar el proceso constructivo y su respectivo control.

La Supervisión por su parte, deberá aceptar o rechazar con criterio y si este es deficiente pueden ocurrir dos riesgos:

- Si el criterio es apegarse estrictamente a las especificaciones el resultado puede ser una falta total de respeto hacia el control de calidad y una tendencia a incrementar el costo.

- Si el criterio es muy liberal y se amplía fácilmente las tolerancias, se puede propiciar un relajamiento, destruyéndose la validez de la inspección.

Una práctica que proporciona buenos resultados es la de apoyar cada decisión en una evaluación que considere los factores siguientes:

- Resultado de las pruebas de laboratorio.
- Aspectos geométricos indicados en el proyecto.
- Condiciones reales de la obra durante el proceso.
- Consideraciones del proyecto como factores de seguridad, vida útil, etc.
- Condiciones de operación de la obra.

Relación calidad-costo.- Este concepto de carácter económico deberá tener una atención especial.

Para un producto determinado mientras más calidad requiera, el proceso de elaboración irá teniendo un costo mayor, de la misma manera, los materiales que se utilicen también serán de más calidad; lo anterior no quiere decir que un producto costoso sea de un nivel de calidad alto, sino que existe un punto tal que, aunque se aumente más el costo, la calidad no aumenta, y esto se debe a dos razones principalmente a una limitante física, o bien porque el estándar de compara-

ción es rebasado. Por ejemplo: en un concreto, cuando su relación agua/cemento disminuye, se obtiene un concreto de mayor resistencia, pero como se utiliza más cemento en su relación, el costo es mayor.

PRUEBAS AL CONCRETO

Existen una variedad de pruebas ya sea en concreto fresco así como en el concreto endurecido, en este último tenemos:

- Pruebas a la compresión simple:
 - . Efectos de las condiciones de curado.
 - . Efecto de la edad.
 - . Efecto de la velocidad de la carga.
 - . Efecto de la velocidad de la deformación.
 - . Efecto de la humedad y temperatura.
 - . Efecto del tamaño del espécimen.
 - . Efecto del tamaño del molde y del agregado.
 - . Efecto de la edad.
- Prueba de flexión.
- Prueba brasileña de tensión.
- Prueba de corazones.
- Prueba del martillo de rebote.
- Prueba de resistencia a la penetración.
- Prueba del pulso ultrasonico.
- Prueba de extracción.
- Prueba de la compresión del concreto endurecido.
 - . Métodos químicos.
 - . Métodos físicos.

5. FORMATOS

5 FORMATOS

Generalidades.- Los procesos que caracterizan a la industria de la construcción son poco repetitivos y exageradamente dinámicos, aun tratándose de la ejecución de obras semejantes, que provocan en ocasiones controles complejos.

Los formatos, debidamente diseñados, pueden ayudar a resolver muchas dificultades, ya que cumplen con la finalidad de sistematizar el trabajo, compactando y ordenando la información de lo que se requiera representar.

En la práctica existen infinidad de formatos según la empresa u organismo público, al cual esté encomendada la obra, es recomendable que para cada obra se analicen los formatos que se habrán de utilizar, seleccionando los más adecuados, de lo contrario diseñarlo si es necesario.

Para el control del programa, uno se puede auxiliar en el programa general de obra, como el mostrado en el formato 5.1.1, aunque este control es en forma global, también es recomendable que se verifique en forma particular el estado que guarda la obra en períodos previamente establecidos, para ello se puede utilizar el formato 5.1.2. La elaboración de gráficas de avance programado contra avance real, formato 5.1.3, resulta de mucha ayuda como indicador de los atrasos que pudieran presentarse. En el formato 5.1.4 es una opción para controlar la mano de obra por especialidad.

Para el control de costos, se pueden registrar en un programa de inversión que puede ser mensual como el mostrado en el formato 5.2.1 para verificar que este programa se cumpla se puede auxiliar en formatos como el 5.2.2 cuya finalidad es registrar el costo que por mes se va teniendo en la obra. El costo acumulado y el estado de cuenta se pueden representar utilizando los formatos 5.2.3 y el 5.2.4 respectivamente.

Un formato típico de estimación es el 5.2.5.

Los formatos que se utilizan para controlar la calidad en la construcción, no están muy desarrollados, y su utilización es arbitraria, cambia de empresa a empresa, se puede considerar un formato por factor que influye en la calidad, indicados en el capítulo 4.4 que son: los materiales, la mano de obra y también los equipos, a partir de aquí se puede tener un número considerable de formatos. A manera muy general incluyo los formatos 5.3.1 con el cual se puede registrar la cantidad de cualquier material, y el 5.3.2 que se utiliza para determinar la calidad del producto terminado, en él está implícita la mano de obra y el equipo.

De una forma muy particular presento el formato 5.3.3 que es el típico que se utiliza para cuidar la calidad del concreto, y el 5.3.4 que además del concreto puede utilizarse para vigilar la calidad de la cimbra y el armado.

En el mercado en general, existe una variedad de software con el cual podemos contar para obtener resultados de manera rápida y óptima en cada uno de los puntos de control.

En la obra en estudio se utilizaron los siguientes:

Para control de programa:

- SUPERPROYECT-PROY
- LOTUS SW 1-2-3 (PRINT GRAPH para gráficas)
- SQZ (para reducir memoria)
- QUATTRO

Para control de presupuesto:

- LOTUS SW 1-2-3
- WORK (similar a Lotus)
- SIP (para precios unitarios)
- CONCOEL (para precios unitarios)
- LOTUS (para precios unitarios)

Para control de calidad:

- LOTUS (gráficas del concreto y programados)

Entre los lenguajes y paquetes de programación se contemplan:

- FORTRAM
- COBOL
- BASIC
- DEASE

5.1 FORMATOS PARA EL CONTROL DE PROGRAMA

UNAM

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS

MAESTRIA - TECNOLOGIA -

Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

CONTRATO: _____

OBRA: _____

UBICACION: _____

INICIO: _____

TERMINACION: _____

CONTROL DEL PROGRAMA GENERAL DE OBRA

SECCIONES	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL DE PROYECTO	M E S E S												TOTAL EJECUT	DESVIACION		
																CANT.	TPO.	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	
	P																	
	R																	

FORMATO 5.1.1

UNAM

Arq. J. CESAR ALVAREZ MIRANDA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

OBRA _____

FRENTE _____

FECHA DE REVISION _____

ACTIVIDAD	VOLUMEN	DURACION	REND. PROM.	MESES						AVANCE %	VOLUMEN EJECUTADO	DIAS TRANS.	DIAS DISP.	VOL. F.	OBS.	
				1	2	3	4	5	6							
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												
				P												
				R												

FORMATO 5.1.2

UNAM

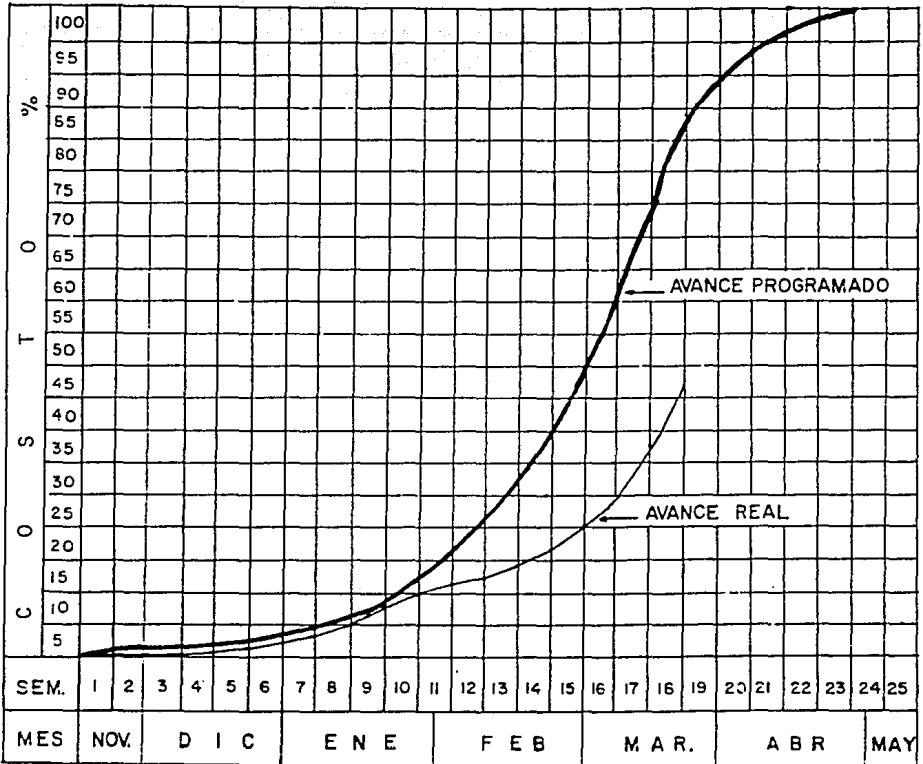
TESIS :

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRIA - TECNOLOGIA -

Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA



AVANCE PROGRAMADO CONTRA
AVANCE REAL

FORMATO 5.1.3

5.2 FORMATOS PARA EL CONTROL DE PRESUPUESTO

UNAMDIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS :

MAESTRIA - TECNOLOGIA -

Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

FECHA _____ PROGRAMA No. _____

UNID/OBRA _____ CONTRATO _____

LOCALIDAD _____ UBICACION _____

EMPRESA _____ FECHA DE INICIO _____

PROGRAMA DE INVERSION MENSUAL

No.	MONTO (\$)	M E S E S												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	PRELIMINARES Y TERRACERIAS													
2	CIMENTACION Y ESTRUCTURA													
3	ESTRUCTURA DE ACERO													
4	ALBANILERIA Y ACABADOS													
5	HEMERIA													
6	ALUMINIO													
7	CARPINTERIA Y CERRAJERIA													
8	JARDINERIA													
9	URBANIZACION													
10	TUBERIA Y CONEX DE COBRE													
11	VALVULAS Y LLAVES													
12	TUBERIA Y CONEX. Fo. Fo.													
13	TUBERIA Y CONEX PVC													
14	MUEBLES SANITARIOS													
16	EQUIPO CONTRA INCENDIO													
16	MANGUERAS FLEXIBLES													
17	TUBERIA Y CONEX. NEGRA Y GALV.													
18	TUBERIA CONDUIT Y CONEX.													
19	ALAMBRES Y CABLES													
20	TABLEROS E INTERRUPTORES													
21	CONDULETS													
22	CANALIZACIONES ESP. ILLUM. VAR.													
23	REJILLAS Y DIFUSORES													
24	LAMINA GALVANIZADA													
25	CONTROLES Y ARRANCADORES													
26	TUBERIA Y CONEX. ACERO SOLD.													
27	SOPORTERIA													
26	AISLAMIENTO E VIDRIO Y ALUM.													
29	MANO DE OBRA UNICAMENTE													
	TOTALES													

FORMATO 5.2.1

UNAMDIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS : MAESTRIA - TECNOLOGIA -

Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 19 _____

DEL CONTRATO No. _____

OBRA _____

UBICACION _____

MONTO TOTAL CONTRATADO _____

AVANCE ACUMULADO A LA FECHA

CONCEPTOS	ACUMULADO AL MES ANTERIOR		COSTO DEL MES		ACUMULADO A LA FECHA		% SOBRE AVANCE REAL		
	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	COSTO ACUMULADO REAL	COSTO PROGRAMADO	DIFERENCIA
MATERIALES									
FLETES Y ACARREOS									
TOTAL MATERIALES									
RAYA									
DESTAJOS									
TOTAL MANO OBRA									
TOTAL EQUIPO									
TOTAL SUBCONTRATOS									
TRABAJOS EN ADMINISTRACION									
TOTAL COSTO DIRECTO									
TOTAL INDIRECTOS EN OBRA									
TOTAL COSTO OBRA									

FORMATO 5.2.3

UNAM

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 MAESTRIA - TECNOLOGIA -
 Arq. JULIO CESAR ALVAREZ MIRANDA

ESTADO DE CUENTA

ESTIMACION No. _____

CONTRATISTA

PERIODO DE EJECUCION

DEL

AL

CONTRATO No.

HOJA DE

DATOS DEL CONTRATO

MONTO INICIAL DEL CONTRATO \$ _____
 CONVENIO DE FECHA _____ \$ _____
 _____ \$ _____
 _____ \$ _____
 MONTO TOTAL CONTRATADO \$ _____

ANTICIPO(S) OTORGADO(S) PRESENTE EJERCICIO \$ _____
 FECHAS
 SEGUN CONTRATO INICIO _____
 TERMINACION _____
 ULTIMO CONVENIO TERMINACION _____

ESTADO DE CUENTA

MONTO TOTAL CONTRATADO \$ _____
 MONTO DE LA ESTIMACION \$ _____
 ESTIMADO ANTERIOR ACUMULADO \$ _____
 TOTAL ESTIMADO \$ _____
 SALDO DEL CONTRATO \$ _____

CONTRATOS QUE REBASAN UN AÑO FISCAL
 MONTO EJERCIDO ANTERIOR EJERCICIO \$ _____
 MONTO ASIGNACION PRESENTE EJERCICIO \$ _____
 — S U M A \$ _____
 TOTAL ESTIMADO \$ _____
 SALDO DE LA ASIGNACION \$ _____

SANCIONES POR INCUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA

IMPORTE TOTAL RETENIDO HASTA ESTIMACION ANTERIOR (F ANTERIOR) \$ _____ A
 MONTO ACUMULADOS A LA FECHA PROGRAMADO \$ _____ B
 EJECUTADO \$ _____ C
 DIFERENCIA (B - C) \$ _____ D
 NUMERO DE MESES CON ATRASO CONSECUTIVO
 DIAS TRANSCURRIDOS DESDE EL INICIO
 DE INCUMPLIMIENTO DE INCUMPLIMIENTO E
 RETENCION TOTAL CORRESPONDIENTE A LA DIFERENCIA (D) _____
 F = (_____) D (E + _____) \$ _____ F
 PROCEDE (-) RETENCION (A - F) \$ _____ G
 (+) DEVOLUCION

CONTRATISTA

SUPERVISION

COORDINACION

GERENCIA PROJ.

FORMATO 5.2.4

5.3 FORMATOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

**** PROCEDIMIENTO ****

	ACTIVIDAD	FECHA	Vo. BO.	OSSEVACIONES
ETAPA ANTERIOR	-----	-----	-----	-----
INICIO:	-----	-----	-----	-----
DESARROLLO:	-----	-----	-----	-----
TERMINACION:	-----	-----	-----	-----
ETAPA SIGUIENTE:	-----	-----	-----	-----

**** PRODUCTO TERMINADO ****

Puntos donde no se cumple con las tolerancias especificadas: -----

**** EVALUACION DE LA CALIDAD ****

(marcar con una X)

Se acepta -----

Se rechaza -----

OSSEVACIONES: -----

FORMATO 5.3.1

CONTROL DE CALIDAD PROCEDIMIENTO Y PRODUCTO TERMINADO

CONSTRUCTORA

OBRA: -----

LUGAR: -----

FECHA: -----

DESCRIPCION	Vo.Bo.	OBSERVACIONES
PROVEEDOR: -----	-----	-----
REMISION : -----	-----	-----
TOLERANCIA: -----	-----	-----
ALMACENAJE: -----	-----	-----

¿Se envían muestras
al laboratorio?

sí -----

no -----

LABORATORIO: -----

Nº MUESTRAS: -----

MARCAS DE IDENTIFICACION: -----

EVALUACION DE LA CALIDAD:

REPORTE DEL

BUENA -----

RECHAZADA -----

LAB. Nº -----

REGULAR -----

ACEPTABLE -----

OBSERVACIONES: -----

SOLICITUD DE COLADO

FECHA DE SOLICITUD _____ HORA _____
FECHA DE COLADO _____ HORA _____
ELEMENTO _____
USICACION _____
CONCRETO F'C _____ T.M.A. _____
REVENIMIENTO _____ VOLUMEN _____
RESPONSABLE DE OBRA _____

ACERO:	SI	NO
ALINEAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SOLDADURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMARRES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SILLETAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TRASLAPES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DIAMETROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CIMBRA:

LIMPIEZA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEPARADORES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APUNTALAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLOMEO Y ALINEACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACABADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APARENTE: NORMAL:

INSTALACIONES: _____
OBSERVACIONES DURANTE EL COLADO _____

CONTRATISTA _____

RECIBIDO SUPERVISION _____

Vo.Bo. SUPERVISION _____

ACEPTADO SUPERVISION _____

6. DESCRIPCION DEL PROCESO **CONSTRUCTIVO**

6 DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Este capítulo describe la obra en su producción, transporte y montaje; en cuanto a la producción tenemos que se desarrolla en dos campos tanto en fábrica como en obra.

EN FABRICA se prefabricaron:

- Trabes portantes	1,316 pzas.	10.5 km.	
- Losas doble T	3,855 pzas.	30.0 km.	80,949 m ²

Es importante conocer que también esta producción estuvo regida bajo programación suministrada por supervisión.

A las empresas prefabricadoras se les entregó planos maduros de las piezas a fabricar y programas de montaje de elementos prefabricados para que tengan presente con cuanto tiempo antes deben hacerse las piezas, estos durante la obra se iban actualizando, en este caso se hicieron 150 tipos de losas doble T que variaban su geometría y armado, todo sujeto al diseño de obra.

El proceso que siguieron fue el siguiente:

- Una vez de tener en su poder los planos estructurales, se fabricaron las mesas de molde metálico de acuerdo a la geometría de la pieza, en este caso cuando eran las piezas similares se llegaban a colar hasta 4 piezas simultáneamente en una sola cimbra.

En el caso de las trabes doble T utilizan al principio y final de toda una trabe T unos taponos de nervio de una placa de $\frac{1}{4}$ " , la cual tenía orificios dejados con exactitud para el paso de los torones, en la base de apoyo de las nervaduras se pusieron canales de 4" x 15 x 10.

- posteriormente de tener la cimbra acabada y los muertos colocados, se limpia la mesa y el molde, luego se le da una alineación correcta, se junta en las aristas perimetrales de la cimbra, para evitar la fuga de lechada para ello se utilizó colma fix n- adhesivo epóxico, dejar 6 horas de secado o para mayor rapidez se usó yeso y grasa, posteriormente se pasó toda la cimbra con diesel o cualquier elemento desmoldante antes de armar la pieza.

- Se armó la pieza según proyecto, se pusieron refuerzos necesarios para evitar fisuras, a los extremos de los torones se colocaron un tubo de pvc de 1.5 para que el torón no se adhiera al concreto al concreto; se dejan zonas lisas para unir entre losas, se dejan placas a los extremos de las nervaduras para distribuir la fuerza de apoyo, también se dejaron 4 ganchos de izaje.

- La pieza lleva una contraflecha de 2.5 a 3 cm.

- En las piezas pretensadas, los torones # 1 y # 2 se tensaron a 5400 psi- 320 kg/cm² con la bomba hidráulica de corriente trifásica marca Enerpac Butler, llamado gato lanza, este a su vez fue controlado por un manómetro luego del tensado se usaron cuñas de barril.

- El colado se realizó con transportadores de concreto, vaciado en el molde del Bobcat y este a la cimbra, luego se utilizó vibradores eléctricos o de pared si el armado es cerrado; al concreto se le dió

revenimiento de 8 a 10 cm. y con una f'c de 350 kg/cm², siempre se le da una f'c superior a la dada por el estructurista para asegurar el estado de la pieza en el momento del desmoldeo.

- El fraguado normal son 2 horas, se dejaron 3, se empieza a dar un curado a vapor de 9-10 horas, luego antes de destapar la pieza se deja reposar 2 horas y una para su enfriamiento.

- La pieza debe cumplir una resistencia determinada con cilindros que se sacaron de cada tirada una al principio y otra al final, para luego probarlas en laboratorio, se ensaya este antes de destensar el torón, si el cilindro en el ensayo se resiste mínimo 80 % de su resistencia, se procederá a destensar y a levantar la pieza.

- Se estiba para su posterior traslado a la obra, como máximo cuatro piezas apiladas.

En cuanto a la maquinaria utilizada están los marcos o grúas puente, sus capacidades varían de acuerdo a la pieza lo ideal es usar una de una capacidad que sea 3 veces más del peso de la pieza por seguridad.

EN ORRA

El terreno tiene una superficie de 28,011 m² se creó una sola zona de acceso por la av. Coyacan se fue creando una rampa conforme se fue excavando el terreno, la excavación se hizo hasta una profundidad de 7 mts. aprox., bajo el nivel de banquetas, extrayendo un total de 150,000 m³.

A ese nivel que se llegó se construyeron 434 pilas a una distancia entre ejes de pila a pila de 8.54, cada una de estas tiene un diámetro 1.20 mts. a una profundidad de , simultáneamente se fueron haciendo los 2400 ml. de muros de contención con un espesor de 25 a 40 cm. y de 7 mts. de alto de concreto armado; la captación de aguas pluviales fue de 780 l/seg. según mecánica de suelos la profundidad de inyección de los mantos acuíferos del valle de México fueron de 200 mts.

Las pilas se descabezaron de 1 a 1.50 mts. mientras se apisonaba y mejoraba el resto de la superficie, para luego armar las contratrabes de cimentación en el colado de esta se dejó la parte superior al descubierto para que posteriormente se ligue con un encajado de varilla sirviendo esta para colar el firme del sotano 2.

Hay que aclarar que según el plan de ataque de construcción no se colaron los firmes ni las contratrabes en el sotano 2, las trabes de liga, no se montaron las trabes portantes ni las trabes doble T en el sotano 1, a lo largo de las entrecalles entre los ejes B-C, H-J, O-P, T-U, 8-9, 18-19, 25-27; todas estas calles fueron escogidas para la circulación vehicular, suministro de material, y de campo de maniobras de las grúas de montaje, además de las calles se dividió la obra en 3 cuerpos para su mejor control, a cada cuerpo se le asignó un Supervisor de campo los cuales era dirigido por un Supervisor general de la obra.

Todas las columnas fueron coladas en sitio a paño inferior de las trabes portantes, al igual que las contratrabes, trabes de liga o de rigidez dejando pendiente las entre calles citadas.

Una vez que se tuvo las columnas coladas, se continuó con el montaje de parte inferior de las trabes portantes, esta era apuntalada de la parte inferior, luego se procedía al montaje de las 3 trabes doble T cada una de 2.70 mts x 0.35 en estacionamiento 1 y de 2.70 x 0.40

en todos los niveles superiores, a la junta entre traveses se soldaron 3 trozos de varilla a $\frac{1}{2}$ del claro todos por sí mismo; se cimbró por la parte superior de la trabe portante, se procede al armado complementario, parte superior de la trabe portante, trabe de rigidez, columna y firme estructural con electroalla; recién se procedió al colado de las partes antes mencionadas con un concreto de larga una f'c 250 Kg/cm², al igual que el firme de compresión con un espesor de 5 cm.

La maquinaria de montaje utilizada según programación de obra solo trabajaba de 8-5 de la tarde tomando las precauciones necesarias, las distintas grúas manejadas durante el montaje estuvieron:

DEMAG	110 Ton.
MICSA	100 Ton.
LORAIN	120 Ton., 90 Ton. y 30 Ton.
PETTIBON	70 Ton., 25 Ton.
GROVE	80 Ton.

TRAILERS DE TRANSPORTACION 40 Ton.

Con esta obra tenemos una en la que el montaje de las piezas prefabricadas fueron las que rigieron a toda la construcción, aquí es necesario que tanto los programas así como las solicitudes de elementos prefabricados se hagan conocer con antelación al montaje, aquí se dieron el caso en el que por retraso del suministro a destiempo provocaron demoras considerables, e incluso se tuvieron que tomar medidas como hacerlas las piezas en sitio, otros problemas con los que se encontraron, fue la obstrucción en el montaje de las traveses portantes porque los estribos de la columna dificultaban lograr la junta, y en cuanto a las traveses doble T sus dimensiones en algunos casos no eran respetados provocando demoras en los montajes.

Los prefabricadoras que contribuyeron fueron Pret y Pretconcreto con el suministro de piezas prefabricadas, Ticonsa con el suministro y montaje de piezas prefabricadas.

Todas las piezas a colocarse eran programadas por la supervisión según el plan de ataque, se tenían programado cuantos elementos tenían que ser montados por día, todas las piezas eran pedidas con un mínimo de 2 a 3 días de anticipación, además la prefabricadora ya tenía los pedidos con mucho más tiempo según programas computarizados presentados por la Supervisora, las grúas utilizadas tenían una capacidad de montaje de 30-35 traveses doble T por día y unas 10 traveses portantes por día estas manejadas con las grúas, en cambio el montaje manual deslizando la pieza con orugas y sobre vigas canal se lograban colocar 3 piezas por día, estas eran tardadas porque se tenían que cimbrar y bajar a su lugar correspondiente con gatos. Nuevamente aquí podemos apreciar la pérdida de tiempo que podemos tener al no colocar los elementos a tiempo, sin olvidar que a mayor tiempo mayor será el costo.

En la construcción se manejaron 2 juntas constructivas una a lo largo del eje '13' y otra en el eje '0' entre 1-13, esta junta se realizó desde la planta baja hacia los niveles superiores.

Todas las losas perimetrales sobre las cuales van las fachadas se dejaron placas ahogadas para fijar las columnas metálicas que soportan las fachadas, para las fachadas de vidrio se armaron columnas metáli-

cas fijadas en la parte inferior con trabes metálicas y a su vez ligadas estas a la estructura del edificio a unas placas ahogadas en las trabes y columnas.

Las circulaciones verticales se automóviles entre sotano 2 y sotano 1 se hicieron 5 rampas y entre el sotano 1 y la calle cuatro calles, para el ascenso de personas se cuenta con 16 escaleras eléctricas con una capacidad de 36000 personas/hora, entre elevadores y montacargas son 7 piezas con una capacidad de 6480 kg.

Entre otros volúmenes representativos de la obra tenemos:

- Concreto colado en sitio	32000 m ³
- Acero de refuerzo fy 4200 Kg/cm ²	3,100 ton.
- Tonelaje montado de elementos prefabricados.	21,000 ton.
- Muros de block	24,000 m ²
- Firmes de concreto	33,000 m ²
- Tablaroca en muros	15,000 m ²
- Plafones de tablaroca	30,000 m ²
- Marmol	13,500 m ²
- Muebles sueltos en la tienda	2,520 piezas.
- Vidrio templado	3,300 m ²

INSTALACION ELECTRICA

Para este servicio se tomaron 3 acometidas de la CI. y FC cada una de 23KV, una por av. Coyoacan en el sotano 1 SET-3 (subestación eléctrica transformadora), entre los ejes 22 entre J-K y eje N entre 18-19; y por la calle Mayorazgo SET-1 en los ejes 2 entre M-N y el eje 3 entre M-N en el sotano 1; y en el segundo piso SET-2 en el eje C entre 8-10 y eje D entre 8-10.

En general la capacidad eléctrica instalada es de 7200 KVA se utilizaron 720 Km. de conductores eléctricos, y de canalizaciones eléctricas 110 Km.; se empleo 17750 luminarias.

INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO

Esta instalación utiliza como fuente principal 6 UMA (Unidades manejadoras de aire).

UMA # 1 y # 2 estos cuartos de máquinas se encuentran en la azotea dando servicio a la planta baja y el primer piso.

UMA # 3 localizado en el segundo piso dando servicio a este mismo nivel.

UMA # 4 localizado en la azotea dando servicio a la cocina del primer piso.

UMA # 5 localizado en la azotea dando servicio al comedor de empleados en el segundo piso.

UMA # 6 localizado en la azotea dando servicio al centro de computo en el segundo piso.

Utilizan 12 ventiladores en azotea que bajan hasta los estacionamientos.

9 ventiladores de extracción en azotea que bajan a segundo nivel y primer nivel.

5 ventiladores de inyección que dan servicio a segundo nivel y primer nivel.

En general tiene una capacidad de refrigeración de 1700 tr., la cantidad de aire manejada es de 1'700,000 m³/hr., de los ductos cuenta con una extensión de 8.1 Km. y de tuberías de aire acondicionado son 4.4 Km.

INSTALACION HIDRAULICA, SANITARIA Y CONTRAINCENDIO

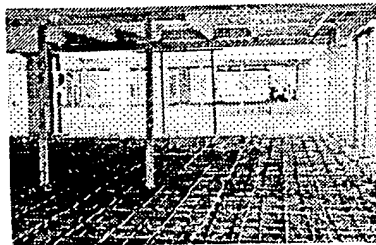
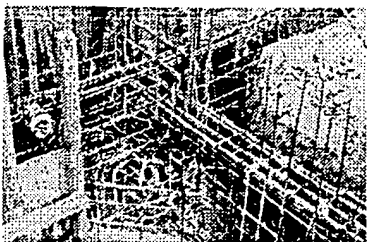
La longitud de tuberías en las tres instalaciones alcanza a 14.2 Km., solo de captación de aguas pluviales son 780 l/sec.

- Para la instalación hidráulica cuenta con 2 tomas domiciliarias una por la calle Mayorazgo y otra por av. Coyoacan, que alimentan a 3 cisternas.

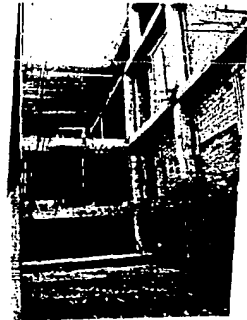
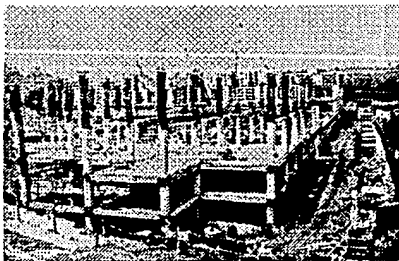
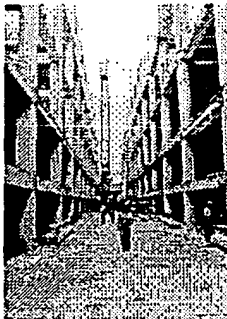
Para la instalación contraincendio cuenta con 157 gabinetes distribuidas en toda la obra, a cada 30 mts. máximo espaciamiento, con una alimentación de 2", existen 5 tomas diurnas de 4", localizadas una en locales comerciales en general y 2 en el centro comercial del Palacio de Hierro.

- Para la instalación sanitaria cuenta con 8 salidas al colector general por la planta baja, 2 a la av. Universidad, 4 a la av. Coyoacan y 2 a la calle Mayorazgo.

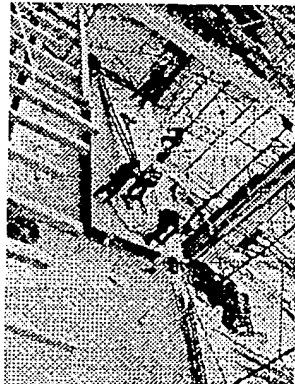
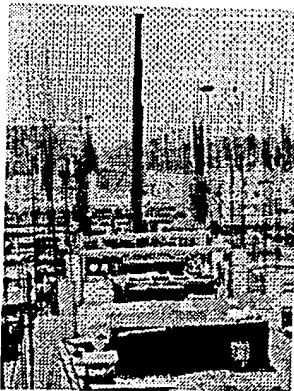
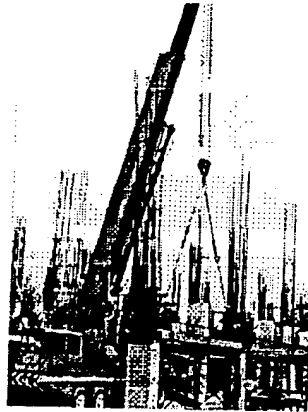
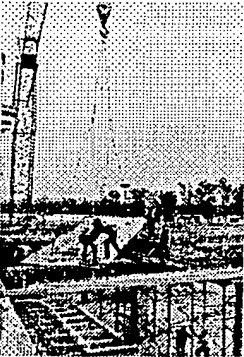
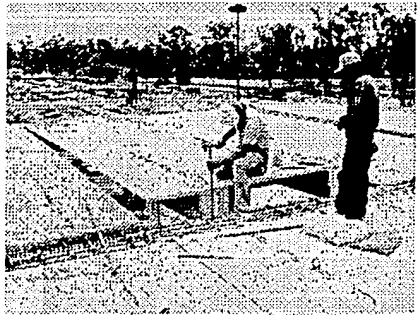
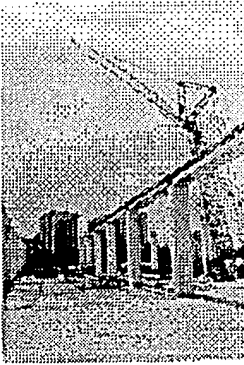
CIMENTACION, MURO DE CONTENCION, LOSA DE FONDO
LIGADA A CONTRATRABES Y DADOS



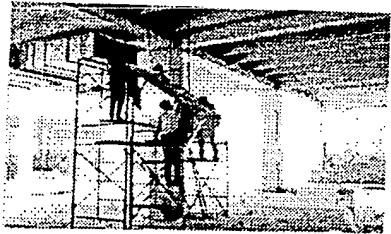
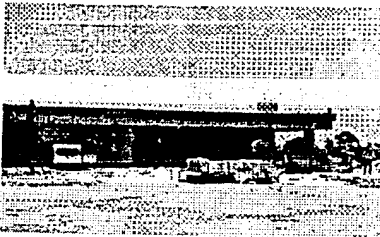
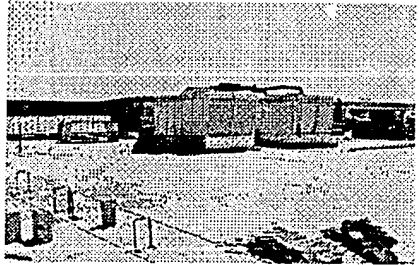
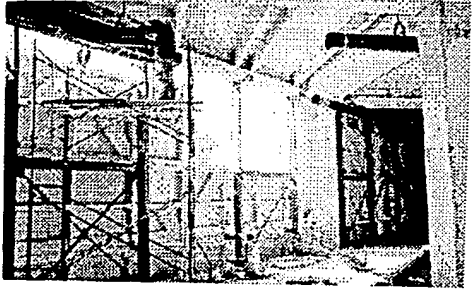
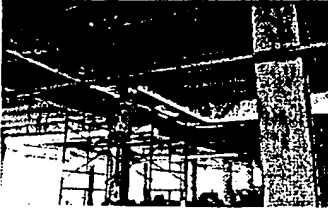
CALLES DE MONTAJE



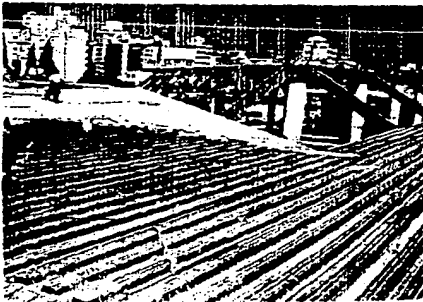
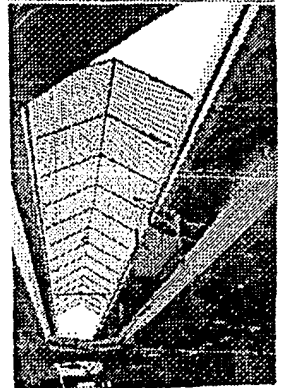
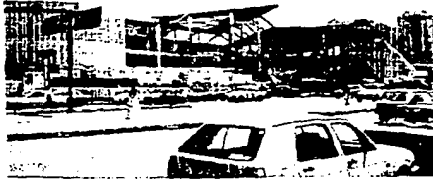
MONTAJE DE VIGAS DOBLE T Y TRABES PORTANTES



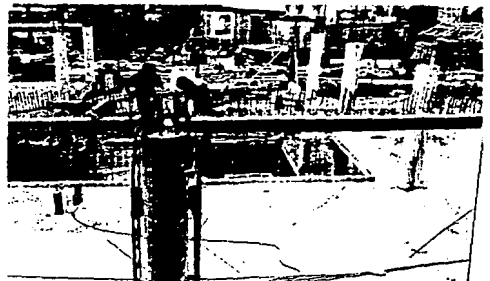
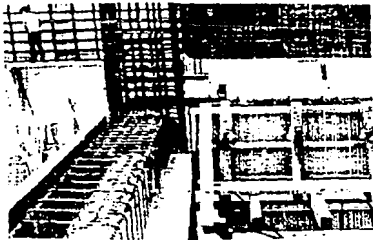
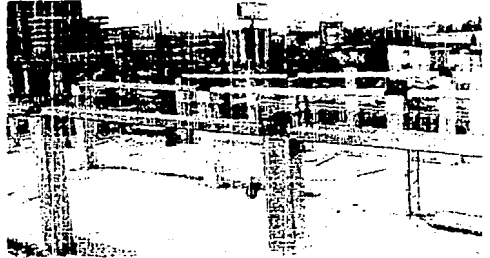
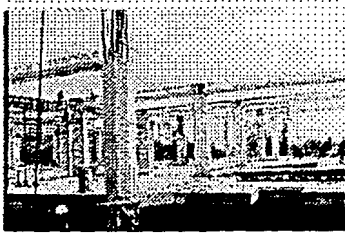
INSTALACIONES

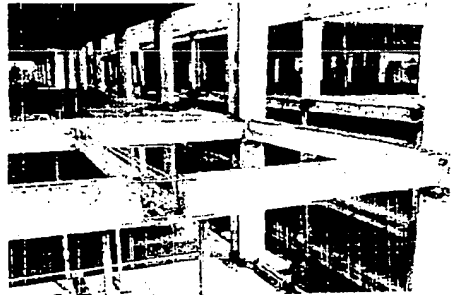
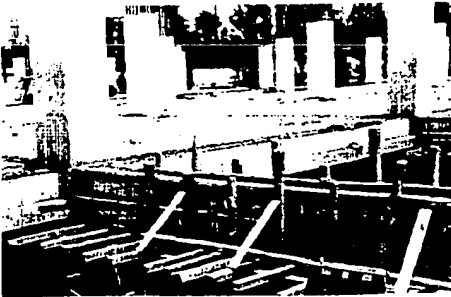
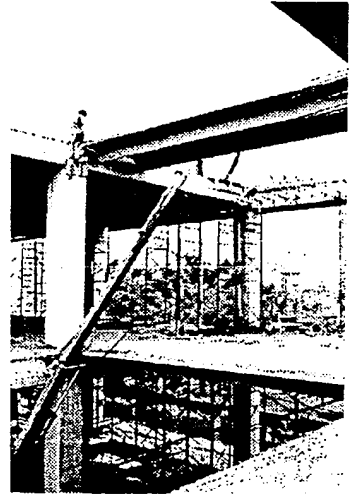
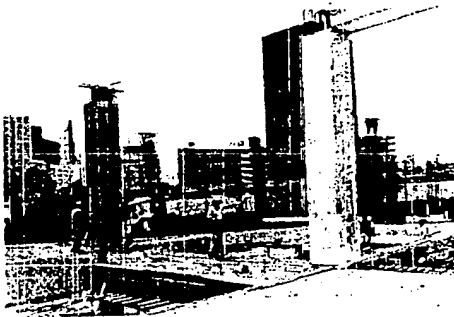
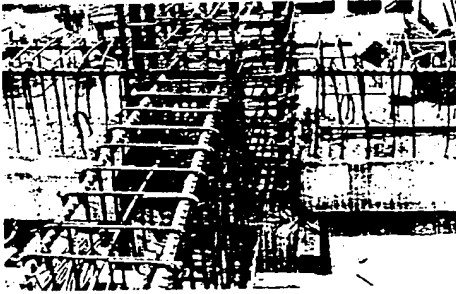


ESTRUCTURA METALICA

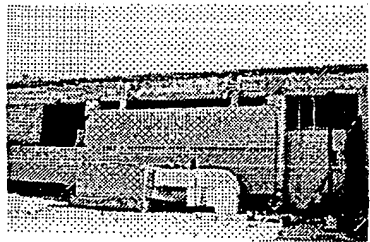
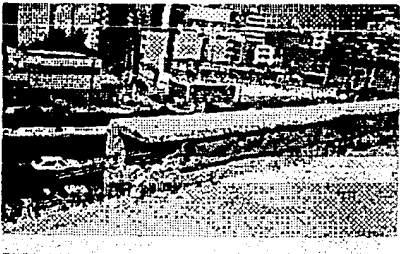
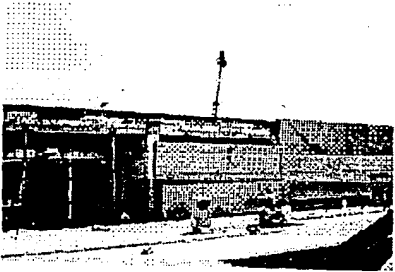
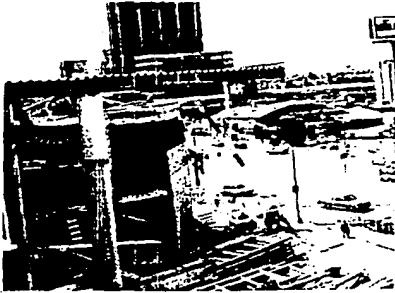


LOSAS DE ENTREPISO, COLUMNAS, TRABES DE LIGA
Y TRABES PORTANTES





MONTAJE DE PRECOLADOS EN FACHADA



7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

7.1 RECOMENDACIONES

En prefabricados:

- Según la experiencia que se tuvo en el desarrollo de esta obra, en caso de no existir buena coordinación entre productor de los elementos prefabricados y el constructor es conveniente realizar obras que sean del todo prefabricado o totalmente tradicional, ya que ocasionaría el retraso de la obra.

- Si se manejan elementos prefabricados, siempre trabajar con una modulación, (estoy convencido de lo costoso y problemático que resulta manejar muchos tipos de elementos prefabricados, aquí en la obra entre trabes portantes y trabes doble T se manejaron 150 tipos diferentes, ya sean por geometría o armado), siempre convendrá reducir el número de piezas, para no variar mucho los moldes.

- Cuidar las dimensiones de las piezas y constatar las medidas antes de elevarlas para su montaje, de lo contrario será una pérdida de tiempo y costo, este último más elevado, por la renta elevada de las grúas de montaje.

- Se recomienda uso de cimbra metálica para los elementos prefabricados, será de usos múltiples y nos proporciona unos acabados finos.

- En toda pieza prefabricada se recomienda usar en la dosificación de cemento un 20 % más a la de proyecto por seguridad en el des-cimbrado.

- coordinar perfectamente como debe quedar la preparación de los elementos que vayan a recibir a otro, en esta obra no hubo buena coordinación para lograr una junta rápida de las columnas coladas in situ con las trabes portantes prefabricadas, ocasionando una pérdida de tiempo.

En computación:

- Se sugiere que las transferencias de datos de y hacia las dependencias se hagan por medios magnéticos (diskettes o cintas).

- Usar programas que permitan compartir el mismo banco de datos a varios usuarios (paquetería compatible).

- Usar programas que cuenten con un calendario de obra que se relacionen con el aspecto financiero de cada presupuesto y éste a su vez con los insumos.

- Los programas de "lista de raya" que permitan manejar a personal dentro de diferentes obras en la misma semana, (flexibilidad en el sistema).

- Para introducir la computadora es indispensable que la empresa tenga un mínimo de organización administrativa, tener un buen asesor con conocimientos suficientes para lograr el proyecto.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta tesis fue que la metodología aplicada a un sistema de control de obra, proporcionándole un eficaz aprovechamiento de todos los recursos y a la vez lograr su simplificación; se sugiere desde el plan global llevar en orden todos los requisitos, y si uno maneja como guía los controles expuestos en la tesis comprobaremos que si se cumple con dicha finalidad porque simplifica todo el proceso administrativo.

En el capítulo cuarto se demuestra los pasos que se siguieron para llevar el control de la obra, y efectivamente supera muchos posibles retrasos, por mencionar algunos, tenemos la elaboración de costos, la presentación de presupuestos, cambios de programa... etc. (una prueba clara es cuando no se suministró una pieza de prefabricado a tiempo, se tuvo que hacer en sitio, aquí hubo pérdidas de tiempo y por consiguiente también de costos).

Ya con el uso de elementos prefabricados se da una garantía de que el tiempo de realización será más corto que el método tradicional de construcción, y al conjuntar este con una programación por computadora para su elaboración y secuencia de montaje, logramos trabajos con mayor rapidez, simplemente en la elaboración de un presupuesto considerando una obra de esta magnitud, el hacerla llevaría numeroso personal y tiempo, por lo contrario en esta obra solo eran tres supervisores de campo y una persona encargada de manejar el sistema de computación con experiencia.

Del material utilizado en computación para esta obra, se sugieren paquetes y lenguajes en el capítulo seis, dividiendo cuales se manejaron para el control de programa, control del presupuesto y control de calidad.

De los errores que es natural se presenten en este medio se pueden corregir más fácilmente, por mencionar algunos, es común que en la etapa de presupuestación no se hayan definido, o bien cuantificado perfectamente el banco de datos, por un lado un trabajo adicional (obra no presupuestada), y por otro un precio incorrecto, esta última situación se corrige fácilmente; ya que considerar volúmenes acumulados a cada estimación evita revisar todos los anteriores además con la utilización del programa de computación resulta sencillo ajustar las cantidades de los conceptos obteniendo automáticamente el precio.

El mecanismo de Supervisión es la base de la culminación exitosa de un proyecto, ofreciendo beneficios muy marcados que la práctica y la experiencia contribuyen a perfeccionar.

8. BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- PRADO, José; SALINAS, J. Manuel; Prefabricación de la vivienda. México: edit. IMCYC, 1984.

Es un resumen de el curso impartido en IMCYC, muestra algunos criterios sobre cálculo empleado sobre elementos pretensados y postensados.

- ANIPPAC; Catálogo de productos México: edit. ANIPPAC, 1986.

Es una muestra de los productos prefabricados o industrializados existentes en México, participan de 101 empresas afiliadas a ANIPPAC, adjunta a este catálogo las normas oficiales mexicanas.

- PCI; Diseño de conexiones de elementos prefabricados de concreto. México. edit. IMCYC, 1976.

Manual que sirve de guía para el diseño de conexiones de elementos presforzados o prefabricados, expone ciertas consideraciones y procedimientos, ejemplificando diversos tipos de conexiones, de cálculo tiene 18 ejemplos típicos de diseño, se apoya en tablas y monogramas que pueden ser usados como auxiliares de diseño.

- RIOBOO, José Ma.; Concreto presforzado México. edit. IMCYC 1973.

Explica todo el proceso productivo de elementos presforzados y el material y equipo usado para su realización, respalda la realización de algunos elementos con ejemplos de cálculo a flexión, fuerza cortante y dimensionamiento.

- FARADJI, Marcos; Construcción y control de calidad de obras de concreto. México: edit. IMCYC 1973

Es una propuesta de técnicas adecuadas a la construcción de obras de concreto, que logre la calidad especificada y sus medios para controlar esa calidad.

- VILAGUT, F.; Prefabricados de hormigón. Tomo I. II. España: edit. G.G., 1976.

Es una muestra minuciosa desde la explicación de los componentes del cemento hasta los componentes finales del concreto armado, dándonos especificaciones, recomendaciones, pruebas y elementos externos que intervienen en la elaboración de los prefabricados en general, maquinaria transporte y montaje.

- ROHM, Walter; La prefabricación.
España: edit. Blume, 1977.

Hace un resumen superficial de lo que considera más importante en cuanto a la organización, realización y colocación en sitio de los elementos prefabricados, locando temas como organización, cimentación, construcción, costos, instalaciones, juntas, acabados, tolerancias, transporte y montaje.

- P.C.I. ; Fachadas Prefabricadas.
España: edit. Blume 1976.

El contenido general trata de elementos prefabricados destinados a fachadas, es una muestra completa de todo el proceso, desde consideraciones a tomarse en el diseño, hasta manejo de colores, texturas, juntas, tolerancias, responsabilidades, e incluso diseño estructural. Trata casos reales mostrando detalles logrados con recomendaciones para su diseño.

⁹
- ZEBALLOS L., Héctor ; La prefabricación y la vivienda en México.
México: edit. U.N.A.M., 1974.

Explica el proceso de la construcción prefabricada en México desde sus inicios hasta el año 1973, hace una muestra de muchos de los prefabricados con los que se dispone en México, la necesidad del sistema modular y la enseñanza de la prefabricación.

- REVEL, Maurice; La prefabricación en la construcción
España: edit. Urmo s.a. 1981.

Toda la información está dirigida a la prefabricación en general, dividiéndose en sus tres campos de la prefabricación: ligera, industrial, pesada.

- OLIVERI, G. Mario; Prefabricación o metaproyecto constructivo
España: edit. G.G., 1967.

Resumen de algunas investigaciones realizadas sobre el sistema utilizado en la prefabricación, primordialmente prefabricación pesada. La técnica de producción utilizada, modulación, bloque de instalaciones, diversos comentarios sobre la prefabricación abierta.

- MOKK, Laszlo; Construcciones con materiales prefabricados de hormigón armado. España: edit. Urmo s.a., 1979.

Es una explicación de métodos de construcción con elementos prefabricados en diferentes países, explicando inicialmente los sistemas de construcción con elementos prefabricados -presforzados-, desde su fabricación, maquinaria de montaje y transporte, tipos de uniones, prefabricación pesada en la cual explica el tipo de estructura a colocarse y sus detalles.

- KONCZ, Thiamer, Construcción industrializada
España: edit. Blume., 1975.

Desarrollo de temas preinició a la industrialización de la construcción; condicionantes del proyecto en la construcción industrializada; elementos constructivos y sus problemas en el montaje; sistemas

portantes de edificios de varias plantas; diseño de los elementos prefabricados, materiales, acabados e instalaciones en la industrialización, aspectos urbanísticos.

- PERESWIET, S y SOITAN, Estructura tradicional y prefabricada en hormigón: España: edit. Blume, 1980.

Construcción tradicional, elementos que intervienen en su realización, cálculos de diferentes elementos, juntas... y construcción prefabricada a base de grandes elementos, vigas reticulares, cálculo, esfuerzos en elementos estructurales, diferentes pruebas para el reconocimiento de estructuras.

- LYN, T.Y., Diseño de estructuras de concreto presforzado: México edit. C.F.C.S.A., 1982.

Explica todo el proceso desarrollado en la elaboración de elementos presforzados, maquinaria y equipo utilizado, pone ejemplos de cálculo de algunos elementos a flexión, explica tipos y métodos de presfuerzos, sus reacciones y recomendaciones de cuales deben ser la fatiga del concreto así como la fluencia del acero en casos en que las piezas trabajan a tensión o compresión, abarca todos los puntos mencionados con la intención de mejorar el criterio de diseño.

- ELDRIDGE, H.J., Construcción defectos comunes
España: edit. G.G., 1982.

Es una muestra general de los defectos que pueden cometer en las construcciones, empieza dándonos todo el proceso a seguir una reparación, inicialmente muestra los síntomas, una previa investigación del caso, diagnosis y causas, para luego proceder con los trabajos de reparación, y concluye con algunas recomendaciones a considerarse desde el diseño.

- GERWICK, Ben C., Construcción de estructuras de concreto presforzado
México: edit. Limusa, 1978.

Explica todo el proceso constructivo de los elementos presforzados (pretensados, postensados), el uso de nuevas técnicas, cuidado de todos los materiales que intervienen, su mantenimiento contra la corrosión. Además de la construcción con pilotes de algunos casos concretos.

- FELD, Jacob, Fallas técnicas en la construcción
México: edit. Limusa, 1978.

Son ejemplos reales de ciertos errores cometidos en la ejecución de la construcción, dándonos a conocer las causas y a veces la manera en que se debía proceder, es de gran aportación para evitar posibles fallas en casos similares.

- HARRIS, F., Modern construcción equipment and methods
Inglaterra: edit. I.S.T., 1989.

Es una muestra de las maquinarias de la construcción, para el manejo, transporte y montaje de elementos prefabricados, producción de concreto, además de darnos unas ideas en cuanto a la tecnología usada en la soldadura y métodos de construcción de puentes, lo único que no

se puede generalizar con nuestro medio son: el tipo de maquinaria puesto que aquí sí está limitada y de un alto costo, especialmente en maquinaria de montaje.

- MARTIN, L.D. y KORKOSZ, W.J.; Connections for precast prestressed concrete buildings, Chicago USA: edit. P.C.I., 1982.

Es un estudio de diseño de conexiones con cargas distintas entre las analizadas están las de terremotos; detalla varios tipos de conexiones más usuales con sus recomendaciones respectivas.

- IMCYC, Control de calidad del concreto

México: edit. IMCYC 1980

Apuntes de un curso impartido por IMCYC, hace el estudio de las pruebas de concreto, sus componentes, concreto fresco y los sistemas usados en las pruebas de concreto endurecido (tanto a la compresión como a la tensión).

- P.C.I., Manual for quality control for plants and production of precast prestressed concrete products Chicago, USA: edit. P.C.I., 1977

Es una guía en la producción de prefabricados de concreto pretensado y postensado y todos los elementos que intervienen como: los anclajes, concreto (mezcla, manejo, curado, acabado), tendones, anclajes, agregados; la seguridad en el proceso; y el control de calidad desde su metodología, pruebas, reportes a dimensiones de tolerancia.

REVISTAS

- CNIC, "Situación de las empresas constructoras en materia de computación", Revista Construcción, México: CNIC, noviembre 1988, No. 408, pp. 21-25.

Estudios y conclusiones sacadas en base a una encuesta de detección de necesidades de una muestra de empresas asociadas a la CNIC.

- PLATT, Ricardo, "Experiencias de una empresa constructora en el uso de la computadora", Revista Construcción, México: CNIC, noviembre 1988, No. 408, pp. 26-29.

Narra sus experiencias obtenidas en una empresa a su cargo, y en base a estas plantea varias sugerencias.

- GARCIA, Jorge, "Sistema de información para el control integral de obras", Revista Construcción, México: CNIC, noviembre 1988, No. 408, pp. 30-43

Es una explicación sobre el contenido de un sistema utilizado para el control integral de obras, específicamente de ferrocarriles nacionales.

- FRANCJES, Skip, "Guía para el manejo y montaje de elementos precolados", Revista IMCYC, México: IMCYC, octubre 1987 vol. 25 pp. 34

Explica todos los factores que intervienen en el manejo en planta, el transporte y montaje en campo de los elementos precolados de concreto armado.

- GUTIERREZ, E., "La introducción de la computadora a la empresa constructora", Revista Construcción. México: CNIC, abril 1987, No. 389, pp. 17-22.

Nos muestra el camino más adecuado para el empleo de la computadora en cualquier empresa constructora, basado en sus experiencias.

- OLIVA, José, "Construcción y computación", Revista Construcción. México: CNIC, abril 1987, No. 389, pp. 42-49.

Aplicaciones y alcances que se puede obtener con el uso de la computadora en la construcción.

- CNIC, "Algunos factores por considerar en la selección de software para la industria de la construcción". Revista Construcción. México: CNIC, abril 1987, No. 389, pp. 50-59.

Información necesaria para escoger un sistema de computación dirigida a la construcción, trae tablas de requerimientos y módulos adicionales disponibles con su respectiva explicación, actualizado hasta 1987.

TESIS

- MARTINEZ, Jorge, Metodología para la supervisión de obras. Tesis profesional. FJ-UNAM. México, 1990.

Expone toda una metodología para supervisar obras, sugiriendo un método de simplificación llamado paquete, que lo adecua al control de tiempos, costos y calidad.

CURSOS

- PERUSQUIA, Renato; HERNANDEZ, Luis, Control y supervisión de obras en construcción. Curso de supervisión y controles de obra. Facultad de Arquitectura, D.E.P. UNAM. México 1990

Curso dirigido a quien es responsable de ejecutar la obra; orienta a los participantes como desarrollar los instrumentos de control de supervisión, programas de trabajo, dando a conocer el control de calidad y su metodología de aplicación.

- DELGADO, Francisco; Transporte y montaje de elementos precolados. Seminario sobre prefuerzo y prefabricación en concreto. ANIPPAC. México 1986

Resumen de una variedad de medios y sistemas de transporte y montaje utilizados en nuestro medio.

9. APENDICE

9 APENDICE A

9.1 SOLDADURA

Para las conexiones con elementos prefabricados de concreto armado deben considerarse varios de sus componentes metálicos, tales como placas, tornillos, anclajes y otros accesorios semejantes que deberán ser claramente detallados en los dibujos constructivos previamente aprobados por el Arquitecto o Ingeniero.

Cada uno de estos aditamentos deben ser fabricados basándose en especificaciones claras y bien definidas, tomando en cuenta el grado de acero, radio de curvas, tamaño de soldaduras, tipo de varillas de soldadura y secuencia de soldado de distintos componentes. Si estos componentes van a ser galvanizados deberán seguir el mismo proceso de verificación.

Se recomienda que el área de conexión sea de materiales dúctiles. Las placas y ángulos deberán ser de acero dulce, y de acero el anclaje que deberá tener un grado y resistencia similar al material del área de conexión al cual se ancla. Para minimizar las complicaciones de soldado, se recomienda pletinas y varillas de fierro dulce o varilla reforzada con bajo contenido de carbón. Los materiales frágiles, (los de baja resistencia a los golpes, acero con alto contenido de carbón o fierro de segunda mano), no deben usarse. El fierro fundido maleable puede dar buenos resultados.

Las siguientes especificaciones son aplicadas por la ASTM (American Society of Testing Materials) para conexiones y sus aditamentos.

- 1) Varillas de acero con carbón -ASTM A675, grado 65 (para anclajes completamente ahogados).
- 2) Acero estructural -ASTM A36, (para aceros con carbón usados en sujeción de anclaje).
- 3) Acero inoxidable -ASTM A666, tipo 304, grado A ó B (anclajes de acero inoxidable usados para resistir la oxidación que amerite costo extra).
- 4) Placas de acero con carbón -ASTM A283, grados A y B ó D.
- 5) Fierro fundido maleable -ASTM A47, grados 32510 ó 35018.
- 6) Acero con carbón fundido -ASTM A27, grado 60-30 (sujeciones de acero fundido).
- 7) Tornillo de anclaje -ASTM A307 ó A325 (para tornillos, tuercas y arandelas de acero).

El acabado final de las conexiones y sus accesorios requieren de primer con base de aceite; galvanizarlo (ASTM A153), ó revestirlo de cadmio (ASTM A165). Las partes roscadas no deben ser galvanizadas.

No deberá usarse ningún tipo de conducto a insertar en las conexiones prefabricadas, a menos que sean estudiadas y evaluadas cuidadosamente.

Los conductos de aluminio no deberán ahogarse en el concreto estructural, a menos que estén adecuadamente revestidos con pinturas bituminosas, lacas resistentes a lo alcalino, como la resina metacrilica ó pintura de cromato de zinc, ó recubriéndolo para prevenir la reacción del concreto con el aluminio ó la acción electrolytica entre el aluminio y el acero.

Los materiales de conexión deberán seleccionarse y juntarse de una manera tal que no ocurran quebrantamientos en ninguna parte del ensamblado de la conexión. Si se usara más de una clase de material en la conexión, se seleccionarán los materiales que no ocasionen corrosión.

Debe tenerse cuidado con los elementos químicos como el ácido muriático, que en contacto con la conexión causaría corrosión.

Es posible soldar los elementos de acero de la construcción con soplete oxiacetileno o bien con el arco eléctrico. En carpintería metálica solamente se autoriza este último.

La soldadura puede efectuarse con corriente continua de 20 a 40 voltios procedentes de un convertidor o de un rectificador. El arco eléctrico es entonces regular, con escasa proyección, y conviene a toda clase de electrodos. Con corriente alterna procedente de un transformador, el cebado no es regular, da mayores proyecciones y no va bien con todos los electrodos. La soldadura de metal se hace por medio de electrodos revestidos o protegidos. La protección o revestimiento provoca una formación de gases y de escoria que asegura un cebado perfecto y regular del arco y aporta el suplemento de aleación requerido por la pérdida debida a la combinación. El revestimiento perfecciona así el cordón, desoxida el metal fundido y lo protege contra la acción nociva del aire.

La temperatura producida es de unos 3400°C a 4000°C.

Toda soldadura con electrodos se harán con un tipo apropiado a los componentes del acero que se va usar. (ver la siguiente tabla).

METAL DE LA PIEZA A SOLDAR	CLASIFICACION DE ELECTRODOS PARA SOLDADURA	
	ARCO DE METAL RECUBIERTO	ARCO DE NUCLEO FUNDENTE
	ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO	
ASTM A 615 Grado 40	AWS A 5.1 o A 5.5	AWS A 5.20 E70T-X
ASTM A 617 Grado 40	E70XX*	Excepto -2 y -3
ASTM A 616 Grado 50	AWS A 5.5 E80XX	Grado E 80T
ASTM A 615 Grado 60	AWS A 5.5 E90XX	Grado E 90T
ASTM A 616 Grado 60		
ASTM A 617 Grado 60		
ASTM A 706		
ASTM A 615 Grado 75	AWS A 5.5 E100XX	Grado E 100T

XX* = 150/16

TABLA No. 9-1 Requerimientos del metal a soldar.

Todos los electrodos bajos en hidrógeno conforme la (American Welding Society) AWS A5.1 se deberán comprar en envases herméticamente cerrados ó o secarse como mínimo 1 hora a una temperatura entre 260°C y 338°C antes de usarse.

Todos los electrodos bajos en hidrógeno conforme la AWS A5.5 se deberán comprar en envases herméticamente cerrados ó secarse como mínimo 2 horas a una temperatura entre 371°C y 427°C antes de usarse.

Los electrodos se secarán antes de usarse como se especifica. Si los envases herméticos en los que vienen están dañados o inapropiadamente almacenados, o por cualquier razón los electrodos están expuestos a condiciones de alta humedad, inmediatamente después cerrarlos en envases herméticamente cerrados o en hornos de secado, todos los electrodos se almacenarán en hornos que mantengan una temperatura de 10°C a 116°C sobre la temperatura ambiente. Los electrodos serie E70 que no sean usados dentro de 4 horas, los serie E80 dentro de 2 horas, los serie E90 dentro de 1 hora, o serie E100 dentro de 2 hora, deberán llevarse a un envase herméticamente sellado, a un secador, o almacenarlo en un horno. Todos los electrodos deben estar secos antes de usarse, no usar los que están mojados.

TIPOS DE REVESTIMIENTOS EN ELECTRODOS:

Oxidante.- Soldadura fácil, cordón regular; se emplea en cerrajería y para palastros finos.

Acido rutilo.- Soldadura fácil, cordón regular, separación fácil de escoria, conviene para las pasadas intermedias o para recubrimientos, pero no para soldaduras por puntos o para pasadas de fondo, electrodos muy empleados en construcción metálica.

Acido mineral.- Soldadura relativamente fácil, cordón regular y plano, demás características como antes, pero el soldado ha de ser como máximo de 11 mm.

Rásico.- Soldadura más difícil, la pintura y el galvanizado se adhieren con mayor dificultad, conviene para soldaduras sometidas a sollicitaciones fuertes y con espesores importantes.

Alto rendimiento.- Rendimiento aumentado por el hierro contenido en el revestimiento.

Fuerte penetración.- Aumento de la anchura del cordón por penetración de la soldadura en las planchas que se unen.

El amperaje varía de 20 a 600 A según el diámetro del electrodo.

TIPO DE SOLDADURAS:

SOLDADURAS A TOPE.- Las que sirven para enlazar dos piezas una en prolongación de otra.

La forma de los labios de las partes a soldar depende del espesor de las planchas que hay que unir.

SOLDADURAS DE ANGUILO.- Son aquellas que más se usan cuando se desea unir dos piezas perpendiculares u oblicuas.

SOLDADURAS CON RECURRIMIENTO.- Son las que unen dos piezas superpuestas. Realizadas en los ángulos formados entre las piezas pueden ser laterales o frontales en relación con el esfuerzo que soportan.

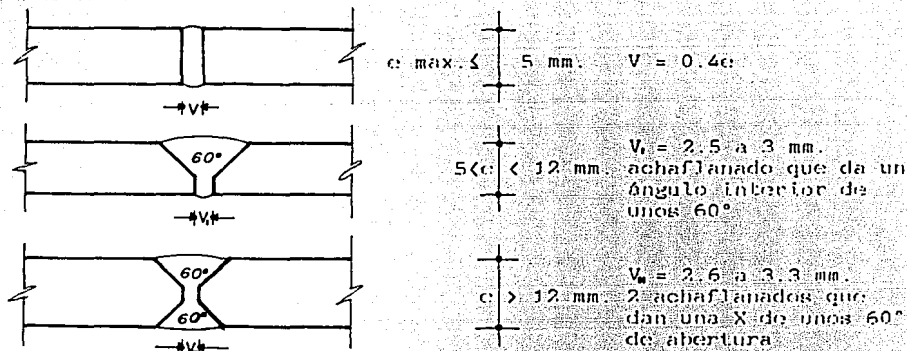


FIGURA No. 9.1 Preparación de los labios de una ensambladura por soldadura desempeña un papel importante.

SECCION DE LOS CORDONES DE SOLDADURAS.

Para soldaduras practicadas en los ángulos, se admite con frecuencia que la altura "e" no puede exceder de $0.7 d$, "d" representa el espesor de la plancha más delgada que está en contacto con el cordón.

Por otra parte: el ancho útil "a" de un cordón de soldadura es igual a $0.7 e$.

Según numerosos reglamentos, la longitud mínima de un cordón se fija en unos 40 mm. la longitud máxima viene a ser de 40 a 60 veces la dimensión del cordón.

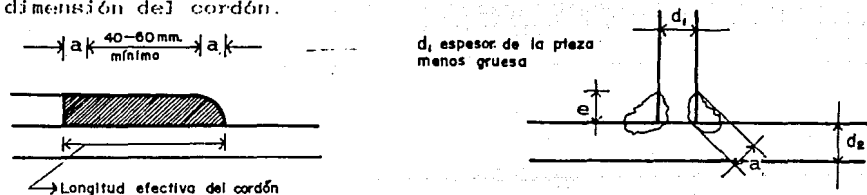


FIGURA No. 9.2 Longitud eficaz de un cordón de soldadura.

SOLDADURA DE CAMPO.— Se recomienda no usar discriminadamente las conexiones soldadas, porque la soldadura de campo es costosa y puede producir resultados indeseables cuando las conexiones soldadas no se consideran plenamente. Ejemplo: Las fuerzas adicionales debido a las restricciones contra cambios volumétricos pueden requerir un incremento de la resistencia en todas las conexiones. Cuando solamente deben soldarse unas cuantas conexiones en la obra, normalmente es económico usar un método alternado en vez de requerir los servicios de otro procedimiento en el proyecto.

Al hacer conexiones soldadas en la obra, la soldadura deberá hacerse en la posición de soldar hacia abajo siempre que sea posible. Debe tomarse en cuenta que no es necesariamente mejor colocar más soldadura que la que se muestra en los planos, ya que puede dar por resultado un comportamiento indeseable.

Cuando se solde a bajas temperaturas, será necesario el precalentamiento o una técnica de soldadura especial, como la soldadura de termita. Además, la soldadura a bajas temperaturas deberá hacerse con mucho cuidado para impedir el descascaramiento del concreto adyacente. De hecho, con conexiones soldadas, deberá evaluarse siempre el daño potencial al concreto que circunda la conexión por el efecto posible sobre el rendimiento de ésta.

SOLDADURA DE LAS BARRAS DE REFUERZO.

Esta soldadura proporciona un medio práctico para formar una conexión para una diversidad de transferencias de fuerzas, la soldadura que se hace de acuerdo con las recomendaciones de esta sección, da por resultado conexiones seguras y predecibles. Los tipos básicos de soldadura para las varillas de refuerzo se muestran en la FIGURA 9.3.

Las normas comunes y los sistemas de soldadura, indican que es necesario conocer la composición química del acero en el refuerzo que va a soldarse.

Dependiendo del contenido de carbono y magnesio del refuerzo, se requerirán procesos especiales de soldadura.

Recomendaciones: A menos que se especifiquen requisitos diferentes, se recomienda que solamente se solden varillas de refuerzo del grado 40 o grado 60 con un contenido de carbono que no exceda 0.50 % y contenidos de magnesio que no excedan 1.30 %; deberán emplearse solamente electrodos de bajo hidrógeno, AWS clase E7015 o E7016.

Un efecto principal de la soldadura es una reducción en la resistencia o la tensión, más claro la resistencia en el punto de fluencia, por lo tanto, la ductilidad se reduce en forma importante. La resistencia a la ruptura de cualquier varilla de refuerzo soldada puede determinarse de:

$$TW = X (1.761) LW \quad \text{en donde } X = 0.70$$

La soldadura de refuerzo no debe hacerse a una distancia x de 20 cm. de cualquier dobles en frío.

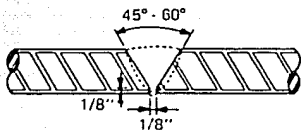
Cuando se requiera un precalentamiento éste debe hacerse en tal forma que la superficie en la cual se deposita la soldadura esté a una temperatura igual o superior a la de precalentamiento.

También se requiere el precalentamiento, para una distancia de 8 cm. del punto de soldadura, tanto lateralmente como al frente de la soldadura.

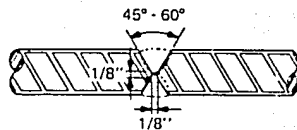
No debe permitirse la soldadura por puntos, de cualquier varilla de refuerzo en conexiones de campo a menos que así se indique en los dibujos de diseño.

La soldadura de varilla mayores al # 11, se consideran como casos especiales, fuera del alcance de estas recomendaciones.

Las cargas son frecuentemente transferidas dentro una conexión por soldaduras que son eficientes y funcionan dependiendo de la confiabilidad en la mano de obra y la compatibilidad de los materiales de la soldadura con los metales que están en la junta.

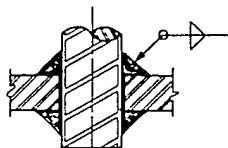
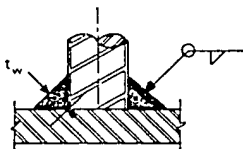


Soldadura simple-V

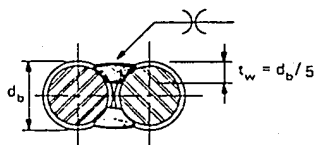
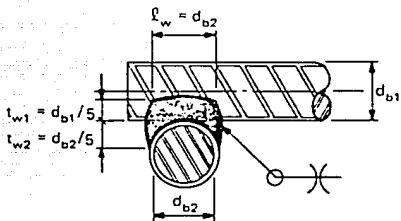


Soldadura doble-V

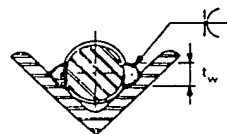
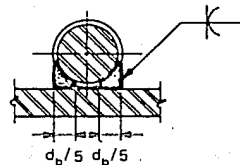
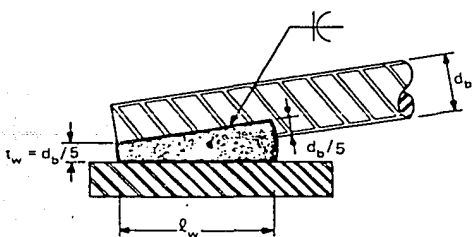
Soldaduras de máxima penetración



Soldadura de ángulo



Soldaduras acompañada-V



Soldaduras bisel-acompanada

l_w = Longitud de soldadura
 t_w = Espesor de la soldadura

FIGURA No. 9-3 Soldaduras comunmente usadas en varillos reforzadas.

Electrodo	Fatiga de trabajo admisible Kg/cm ²	Resistencia en el diseño Kg/cm ²
E 60	1260	2109
E 70	1476	2460
E 80	1687	2811
E 90	1898	3163
E100	2109	3514

TABLA No. 9-2 Fatiga de trabajo admisible y resistencia en el diseño de soldaduras

FIGURA No. 9-4
Tipo de soldadura

SOLDADURA	SIMPLE	DOBLE
En ángulo		
En escuadra		
En ranura biselada		
En ranura V		
En ranura J		
En ranura U		
Tapón y canal		

	BUENA SOLDADURA
	CORRIENTE MUY BAJA
	CORRIENTE MUY ALTA
	ARCO MUY CORTO
	ARCO MUY LARGO
	VELOCIDAD DE RECORRIDO MUY LENTO
	VELOCIDAD DE RECORRIDO MUY RAPIDO

DEFECTOS DE SOLDADURA

El material será soldado por un electrodo específico clasificado por números (Ver TABLA 9.2) como E60, E70... etc. Este número representa la mínima resistencia a la tensión en Ksi, Fu, ejemplo: electrodo E60, $F_u = 60 \text{ Ksi} = 4218 \text{ Kg/cm}^2$.

Varios tipos de soldaduras se muestran en la FIGURA 9.4. Los más comúnmente usados son la soldadura con fillete que son usualmente hechos a 45° y como las de mayor penetración de soldadura están los tipos como la ranura V o la ranura achafianada.

APARATOS DE CONEXION O ACOPLAMIENTO

La transferencia de carga entre varillas pueden ser soldados ya sean traslapados u otros tipos de empalme, existen una variedad de empalmes mecánicos que son usadas en conexiones de prefabricados de concreto ver algunos ejemplos en la FIGURA No. 9.5; la resistencia de estos aparatos están basados en pruebas. Algunos se recomiendan para las juntas a compresión, antes usados para empalmes a tensión. El diseño esta basado en las recomendaciones de fabricación. ACI 318, los empalmes mecánicos deben ser capaces de desarrollar el 125 % de la resistencia que tiene las varillas.

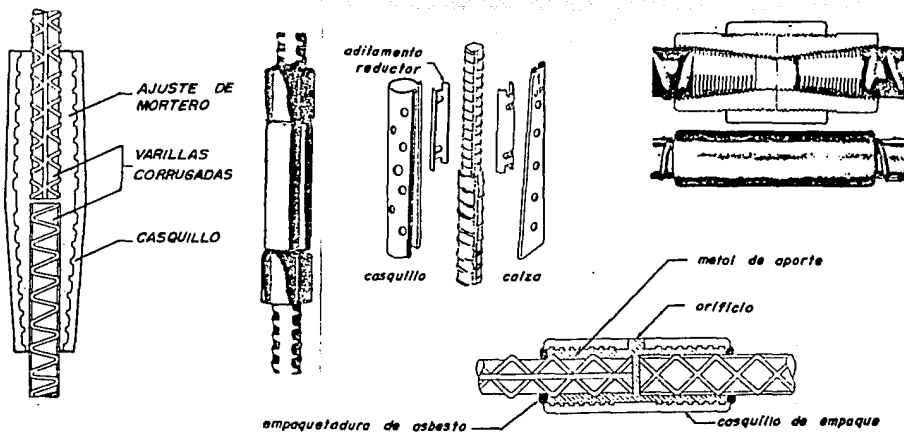


FIGURA No. 9-5 Propiedades mecánicas de los acoples.