



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN

SUPERVISION DE OBRAS DE EDIFICACION
(CASO: EDIFICIO DE 14 NIVELES EN FUENTES
DEL PEDREGAL)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ALBERTO LOPEZ FUERTE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1994



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.

A mis padres:

*Q.B.P. Francisco López Sánchez
Biol. Evangelina Fuerte de López ...*

*Que con su amor, esfuerzo y ejemplo han
dado bases firmes a mi vida.*

A mis Hermanos:

Por su ejemplo y apoyo

A mis Maestros:

*Mi agradecimiento por sus enseñanzas
desinteresadas.*

Al Ing. Ernesto Bernal Velasco:

*Por su apoyo para la realización de
este trabajo.*

A mi Novia:

La Lic. Maria Montellano Castellanos ...

cuya presencia da razón a mi existencia.

INDICE

SUPERVISIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN CASO: EDIFICIO DE 14 NIVELES EN FUENTES DEL PEDREGAL

	PAG.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I:	
SUPERVISIÓN DE OBRA	1
1.1. <i>Conceptos y Objetivos básicos de la Supervisión de Obra</i>	1
1.2. <i>Requisitos y Funciones del supervisor de obra</i>	9
1.3. <i>Visitas de supervisión</i>	19
1.4. <i>Bitácora de la Obra</i>	20
1.5. <i>Memoria de Control</i>	24
1.6. <i>Junta de Obra</i>	26
CAPITULO II:	
CONTROL DE CALIDAD EN LA OBRA	32
2.1. <i>Conceptos y Objetivos del Control de Calidad</i>	32
2.2. <i>Factores sujetos al Control de Calidad</i>	36
2.3. <i>Aspectos fundamentales del concreto</i>	45
2.4. <i>Aspectos fundamentales del acero de refuerzo</i>	52
2.5. <i>Pruebas realizadas al concreto</i>	58
2.6. <i>Pruebas realizadas al acero de refuerzo</i>	80

CAPITULO III:

**GUÍA DEL SUPERVISOR PARA REALIZAR EL CONTROL DE CALIDAD
EN LA OBRA** 91

3.1. Obras Preliminares	92
3.2. Trazo y Nivelación	94
3.3. Subestructura	95
3.4. Superestructura	105
3.5. Instalaciones	114
3.6. Acabados	121
3.7. Terminación de Obra	126

CONCLUSIONES 131

RECOMENDACIONES 133

BIBLIOGRAFIA 137

INTRODUCCION

En la presente tesis, se tiene como objetivo principal el manejo y la descripción de la forma en que se realiza el control de calidad a través de la supervisión de obra, tomando como caso un edificio habitacional, el cual se encuentra ubicado en Fuentes de la Infancia N° 39, Colonia Fuentes del Pedregal, y es un proyecto con fines habitacionales de lujo. El edificio consta de 14 niveles en total, divididos de la siguiente forma.

* **Sótano:**

Es un área destinada a estacionamiento, en la cual se encuentran ubicados los tableros para medición y control de bombas.

* **Planta Baja:**

Parte de ésta es destinada a estacionamientos y parte el vestíbulo de recepción.

* **Niveles 1 al 11:**

Es la zona destinada a los departamentos y al P.H. (un nivel por departamento y dos para el P.H.), cada uno de los departamentos cuenta con 281 m² de construcción.

* **Azotea:**

En esta área encontramos una bodega para cada departamento, la casa de máquinas para los elevadores y el departamento del conserje.

La cimentación del edificio está formada por contratrabes de concreto armado de 1.60 x 0.60 m, para lo que fue necesario realizar una excavación manual en material tipo III, de aproximadamente 600 m³. Las contratrabes se desplantaron sobre una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor. El relleno de la cimentación se hizo con material producto de excavación y los últimos 20 cm con tepetate, sobre el que colocó un firme de concreto reforzado con malla electrosoldada 6 - 6 / 10 - 10 para así evitar que éste se agriete, ya que el sótano es utilizado como estacionamiento.

La estructura de este edificio fue hecha a base de columnas y trabes de concreto armado, aunque en los ejes A, del 11 al 15, y M, del 11 al 15, que son las colindancias y además el centro geométrico del edificio, se colocaron también muros de carga hechos con concreto armado, al igual que el núcleo de los elevadores. Las columnas son todas de la misma sección, aunque a partir del 6º nivel el armado se redujo.

El sistema de piso está formado a base de losas reticulares con nervaduras de concreto, las cuales se construyeron con casetones hechos de fibra de vidrio, sobre los que se colocó una capa de concreto de 5 cm de espesor, reforzada con malla electrosoldada 6 - 6 / 10 - 10.

Los muros que se hicieron en este edificio son casi en su totalidad de tabique rojo recocido unido con mortero cemento-arena, sin embargo, algunos muros al igual que todos los plafones se construyeron con tablaroca, lo que permitió más rapidez en el avance.

Los muros de tablaroca se colocaron sobre canaletas y postes intermedios de lámina, los plafones se montaron en un bastidor de canalctas ancladas a la losa por medio de alambre galvanizado.

Los pisos de los departamentos se recubrieron con loseta cerámica, en las recamaras con alfombra y en las escaleras de acceso con loseta de barro.

El aplanado en muros fue hecho a base de yeso de 2 cm de espesor, sobre el cual se colocó una malla para recibir un acabado final de pasta

de resina, fabricada en obra con: resistol, resina, grano de mármol y carbonato. En los baños se colocó un repellado de mortero cemento-arena sobre el que se puso un lambrín de azulejos.

Toda la herrería se hizo con aluminio duranodik de 2" y 3", colocando el de 3" que da más calidad y rigidez en la fachada principal. El vidrio que se utilizó en la fachada es filtrazol color bronce de 6 mm de espesor.

En el vestíbulo del edificio se colocó vidrio claro de 9 mm unido a hueso, para poder lucir así el mármol que se puso en pisos y jardineras.

La instalación hidráulica fue hecha con tubería de cobre y va desde la cisterna de 60 m³ que se construyó entre los ejes D, del 5 al 11, M, del 5 al 11, a un tanque elevado que se encuentra en la azotea, para allí distribuirse a cada departamento. Dicho tanque está provisto de electroniveles, que manejan a través de señales eléctricas, el paro o bien el accionamiento de las bombas 10 HP.

La instalación sanitaria fue hecha con tubería de P.V.C., la cual

descarga a una fosa séptica que se construyó entre los ejes I, del 19 al 21, y M, del 19 al 21.

La instalación eléctrica se hizo después de coladas las losas, ya que como tenemos plafón de tablaroca, de esta manera se hacen más registrables, por lo que se requirió utilizar tubo conduit galvanizado de pared delgada en vez de poliducto.

Para la instalación de gas se instaló un tanque estacionario de 1800 lts. de capacidad. Ubicado en la azotea, pasando por un medidor y distribuyéndose a cada departamento u través de tubería de cobre, siendo recomendable que al menos el 75% de ésta sea visible.

Las otras instalaciones como teléfono, intercomunicación y sonido, fueron hechas con poliducto y se llevaron por pisos, plafones y muros.

Para el sistema contra incendio se instaló un hidrante por nivel con una manguera de 30 m de longitud, los cuales están conectados por medio de tubería de acero al carbón de 2" de diámetro, a una toma siamesa de 64 mm. El sistema funciona con una bomba de inyección de combustión.

Para el funcionamiento del edificio se instalaron dos elevadores, uno para ser utilizado por el personal doméstico, que desemboca en la escalera de servicio de cada departamento y otro que llega directamente al vestíbulo de los mismos.

Cabe mencionar que en la presente tesis profesional, mi investigación se avocó al control de calidad que debe realizar la supervisión durante la ejecución de la obra y a la terminación de ésta. Motivo por el cual no creí necesario profundizar en el procedimiento constructivo y los costos del edificio en cuestión.

A continuación, se muestra una sinopsis de los capítulos que la conforman:

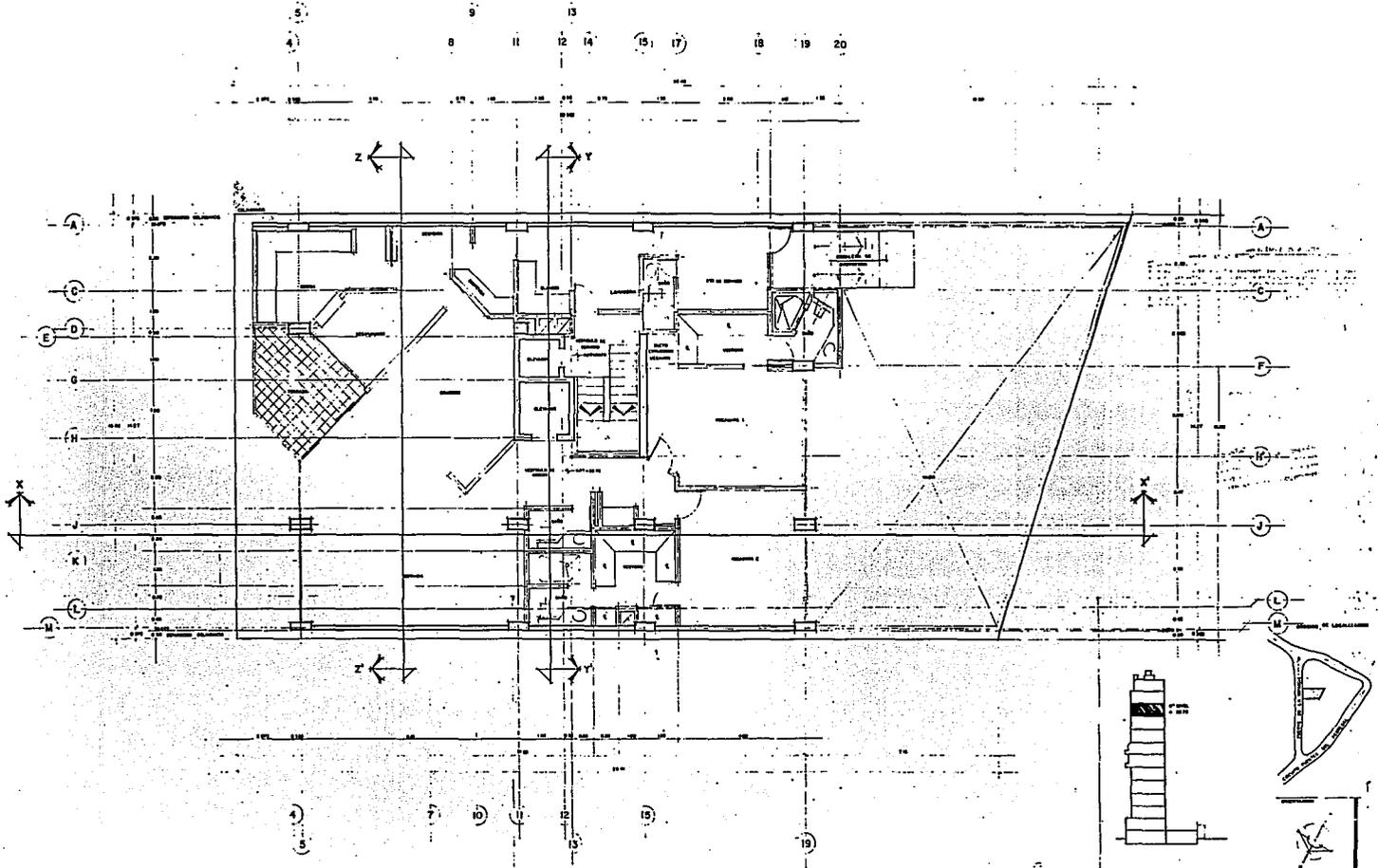
En el Capítulo I, se tratan todos los aspectos fundamentales, así como los objetivos, funciones, requisitos, herramientas y medios de control que constituyen y sirven de apoyo para realizar de una forma correcta la supervisión de una obra.

En el Capítulo II, se tratan los conceptos y objetivos referentes al

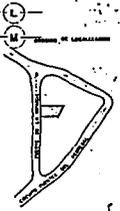
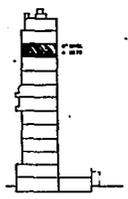
control de calidad en la obra, así como también todos los factores que están sujetos a éste a través de la supervisión, de igual forma se manejan los objetivos, materiales, procedimientos de las pruebas que se realizan al concreto y al acero de refuerzo, los cuales son instrumento de vital importancia para la realización de un adecuado control de calidad.

En el Capítulo III, está constituido por una guía práctica que sirve al supervisor para realizar el control de calidad de la obra desde sus inicios, hasta la terminación de ésta, motivo por el cual la obra se dividió en las siguientes etapas: obras preliminares, trazo y nivelación, subestructura, instalaciones, acabados y terminación

En cada una de estas etapas se realizó un listado de los puntos que debe checar la supervisión para así poder realizar de una forma satisfactoria y adecuada el control de calidad, tanto de los materiales como los trabajos que se realizan.



PROYECTO CONDOMINIO
TERRAZAS DEL PEDREGAL



A-6	
Escala:	1:100
Fecha:	15/05/2010
Autor:	J. M. GARCÍA
Revisor:	J. M. GARCÍA
Proyecto:	CONDOMINIO TERRAZAS DEL PEDREGAL
Escala:	1:100
Fecha:	15/05/2010
Autor:	J. M. GARCÍA
Revisor:	J. M. GARCÍA
Proyecto:	CONDOMINIO TERRAZAS DEL PEDREGAL
Escala:	1:100
Fecha:	15/05/2010
Autor:	J. M. GARCÍA
Revisor:	J. M. GARCÍA
Proyecto:	CONDOMINIO TERRAZAS DEL PEDREGAL

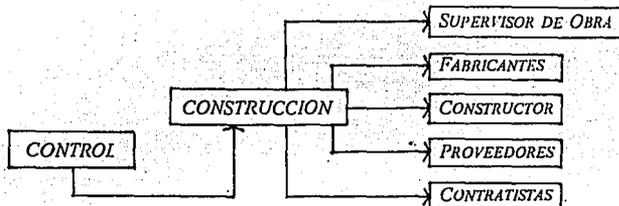
CAPITULO I

SUPERVISIÓN DE OBRA

1.1. CONCEPTOS Y OBJETIVOS BÁSICOS DE LA SUPERVISIÓN DE OBRA

Las funciones de control ejercidas por la supervisión, datan de tiempos recientes, la primera referencia sobre el tema aparece en el año de 1952, y como ocurre en cada nueva especialidad profesional, la descripción de sus labores, los niveles de calificación y forma de trabajo se han ido modificando con el tiempo, según los reglamentos gremiales que regulan el ejercicio de la supervisión, tanto en la edificación como en las obras civiles.

Aunque todas las personas involucradas en la construcción de una obra: como proyectistas, consultores y contratistas, cumplen funciones de control, es en sí la supervisión quien las ejerce como una atribución específica que el propietario le asigna. A continuación se presenta el esquema de la manera actual en que se realiza el control en la construcción.



Visto de una forma tradicional la función de la supervisión consiste en garantizar el estricto cumplimiento del contrato, basándose en lo manifestado en el mismo, por lo que el contratista debe acatarse a éste, y el supervisor tendrá que velar para que se de el buen cumplimiento del mismo.

Basándose en este criterio, el supervisor cumple su labor marginado de los demás responsables de la obra y por ello su comunicación más que personal y directa, es de carácter formal, mediante oficios y anotaciones en la bitácora de obra.

Esta forma de trabajo da como resultado que la supervisión se dedique exclusivamente a una tarea correctiva, al punto que cualquier función de asesoría, coordinación, control preventivo o de simple

colaboración con el contratista, no tiene cabida en su desempeño. El supervisor por lo tanto, actuará como un inspector que, simplemente sanciona o da plazos, sin que persiga metas diferentes a las de detectar errores y exigir las acciones para que se corrijan. Dicha idea de supervisión motiva diferencias con el contratista que pueden convertirse en conflictos de mayor índole, por esto es necesario tener presente que las obras se llevan a cabo mediante un acuerdo de voluntades entre el propietario, el constructor y el supervisor, y si una de estas partes falla, la obra no se puede realizar, al menos, no con el éxito esperado.

Por otra parte, la construcción a cargo de un contratista único, que ejecute la totalidad de una obra no es actualmente recomendable, pues hoy en su lugar el Gerente de Obra ejerce su dirección, control interno y coordina a los contratistas especializados y a los consultores en los diversos campos.

El trabajo realizado en conjunto permite superar el habitual desempeño del supervisor, dejando de esta forma el aislamiento con los demás responsables de la obra.

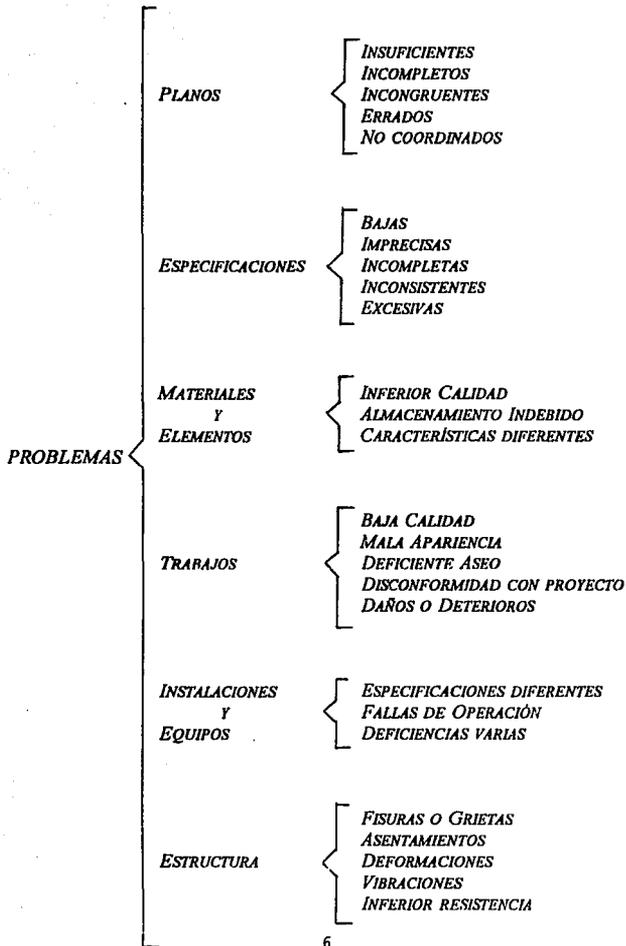
Esta nueva forma en que se organiza la construcción, ha producido cambios de mucha importancia en las relaciones del supervisor con los demás responsables de la obra, con quienes debe formar el equipo de trabajo o junta de la obra.

Haciendo un análisis de lo ya mencionado, podemos decir, que el objetivo de la supervisión de obra, es la optimización del balance de sus resultados, es decir, alcanzar plenamente los objetivos del proyecto, el cumplimiento de los términos del contrato y la ejecución de la construcción con la calidad requerida, con los menores costos y problemas.

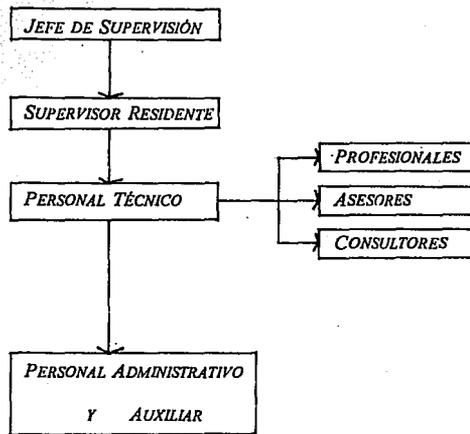
Aunque cada contrato contiene los parámetros básicos para su supervisión y control, estas funciones deberán cumplirse teniendo en cuenta su espíritu y no exclusivamente su letra, pues de no ser así, ante la posibilidad de fallas en los documentos del mismo, si el supervisor exige, que sin embargo se cumplan, esto sería contradictorio a los objetivos que se desean alcanzar. Por lo tanto en la interpretación del contrato y en la toma de decisiones, la supervisión debe ser consecuente con sus objetivos más primordiales, para así poder resolver satisfactoriamente los problemas que se presenten. En la siguiente tabla se manejan los problemas más

comunes que se le pueden presentar al supervisor, en el transcurso de la construcción; como son:

- * *Los planos.*
- * *Las especificaciones.*
- * *Los materiales y elementos.*
- * *Los trabajos y las obras.*
- * *Las instalaciones y equipos.*
- * *La estructura.*



El equipo de trabajo que conforma la supervisión, estará integrado de la siguiente forma:



A su vez, la supervisión se apoyará en algunos instrumentos, que le servirán para la realización de un mejor control, entre los más importantes tenemos:

- * *Visitas.*
- * *Bitácora de obra.*
- * *Memoria de control.*
- * *Junta de obra.*

Los cuales serán tratados con mayor amplitud en este capítulo.

Así mismo es importante, que el supervisor tenga presente, para poder ejercer un mejor control, lo siguiente:

- * *Si bien su autoridad surge del contrato, moralmente dependerá de su idoneidad y de la ecuanimidad con que se desempeñe.*
- * *Cualesquiera que sean los argumentos de su autoridad, deben premiar las demostraciones razonadas, ya que es preferible que un contratista trabaje por motivación.*
- * *En una junta, es de mayor importancia la participación activa de sus miembros, que imponer en su totalidad la jerarquía de mando.*
- * *Las decisiones importantes, no forzosamente deben ser el resultado de la persistencia de uno solo de los integrantes de la junta.*
- * *En la búsqueda de soluciones a los problemas, el precio diálogo es de vital importancia.*

Así, el supervisor desarrollará mejor su función, integrándose al equipo de trabajo, sin que ello signifique, la renuncia a sus responsabilidades específicas.

1.2. REQUISITOS Y FUNCIONES DEL SUPERVISOR DE OBRA

El ejercicio del supervisor de obra, en apariencia tan sencillo, puede resultar difícil y con frecuencia delicado si quiere cumplir cabalmente, lo cual exige de quienes desempeñan estas funciones que cumplan con ciertas condiciones especiales.

Además de las facultades propias de su condición profesional, pueden considerarse como requisitos fundamentales en el supervisor:

1. *Experiencia.*
2. *Criterio.*

Y como principios que norman su comportamiento:

3. *La ética.*
4. *Las relaciones humanas.*

1. *La experiencia como requisito esencial, supone que el supervisor tenga conocimiento práctico de los problemas de las obras, para así, manejarlos de una forma realista, no simplemente teórica, pues si bien su autoridad es indiscutible, si este es incompetente carecería de ella, ya que no podrá con los elementos de juicio necesarios para sustentar sus argumentos y tomar las decisiones acertadas. En obras*

donde se han generado conflictos por deterioro de las relaciones entre los contratistas y el supervisor, es posible que la falta de experiencia de éste hay contribuido a motivarlos, ya que un manejo impropio de los problemas suscita enfrentamientos, pese a que el dueño lo ha designado a él para resolverlos y evitar con cierto tacto los problemas.

Un supervisor experto tiene la escuela suficiente, para no aceptar calidades y cantidades de obra inferiores a las especificadas en el contrato, pero no requerirá al contratista a sobrepasarlas a su costa, exigiéndole niveles de aceptabilidad que no se ajusten a lo convenido.

- 2. El criterio es también una facultad que debe poseer el supervisor, para distinguir lo importante de lo secundario, lo urgente de lo postergable, lo crítico de lo apenas conveniente, para así saber cuándo debe ser flexible; porque tiene que ser estricto y cuando debe hacer una simple sugerencia, formulará una solicitud o por el contrario impartirá una orden perentoria.*

Aunque el supervisor, por principio tiene que ser exigente, debe saber encontrar un cierto término de equilibrio según la importancia del punto que se trate, y no mantenerse en el extremo de una excesiva rigurosidad.

El supervisor dejará por tanto actuar libremente al contratista que se autocontrola y va por el camino correcto, lo orienta en forma oportuna cuando trata de desviarse y procede con energía si desatiende sus recomendaciones y se aparta de los objetivos propuestos.

3. *La ética es otra de las condiciones esenciales del supervisor, ya que sin el debido respaldo moral de un comportamiento impecable, su autoridad desaparecerá. La ética profesional le exige así, claros conceptos y actitudes que demuestren, sin excepción, su rectitud e imparcialidad, faltaría por ello a la ética el supervisor que por camaradería o simple negligencia condona al contratista de sus obligaciones, en perjuicio de la calidad y de los costos de la obra, como si también le exige cumplirlas por encima de los niveles pactados, sin reconocerle ninguna retribución compensatoria.*

4. *En cuanto a la práctica de las buenas relaciones humanas es necesario señalar que no son en modo alguno incompatibles con la rectitud que debe caracterizar el cumplimiento de la función de control, pero en cambio un comportamiento de consideración hacia los demás permitirá al supervisor desarrollar sus relaciones de trabajo, mientras que las actitudes hostiles las deterioran y dan lugar a enfrentamientos nada beneficiosos.*

Cualesquiera que sean las características de la obra y del contrato el supervisor debe cumplir una serie de funciones básicas de control en los diversos aspectos de la obra:

ASPECTOS GENERALES

- a) *Derecho e interés de las partes.-*

El supervisor debe ejercer las funciones de un árbitro técnico, que actúa con experiencia, preparación e imparcialidad teniendo en cuenta que la representación de los intereses del propietario no le facultan para desconocer los derechos de los contratistas.

b) *Documentos.-*

Estudiar los documentos de la obra: planos, especificaciones, análisis de precios, contratos, presupuestos y programas de obra, haciendo las observaciones que sean necesarias.

c) *Consultas.-*

Resolver las consultas que surjan en la interpretación de los documentos del contrato y hacer corregir por los respectivos responsables, las inconsistencias, errores u omisiones que éstos presenten, y si se da el caso de que el no pueda resolver de inmediato el problema, deberá consultar con los asesores competentes.

d) *Visitas.-*

Realizará visitas a la obra para apreciar el desarrollo de los trabajos, verificar el desempeño de las labores asignadas al personal auxiliar de la supervisión, y dejará de ser necesario, constancia en la bitácora, de las observaciones, sugerencias u objeciones que él haga.

e) *Informes.-*

Deberá presentar informes periódicos sobre la marcha de los trabajos y en general sobre aquellos eventos que por su importancia sean necesarios comunicar oportunamente al propietario.

f) *Junta de Obra.-*

Debe tomar parte en la junta de obra, ya que esta ha sido conformada para que en su presencia se estudien y resuelvan los problemas más relevantes.

g) *Archivo.-*

Exigir al contratista mantener en la obra debidamente actualizado, el conjunto de planos y documentos de la misma.

ASPECTOS PARTICULARES

a) *Planos y especificaciones.-*

Debe revisar los documentos del proyecto para familiarizarse con éste y hacer cuando sea preciso las recomendaciones pertinentes, así como revisar que la ejecución de los trabajos se realicen de

acuerdo a los planos, recomendaciones de los consultores, proyectistas y de la misma supervisión.

También debe aprobar los cambios del proyecto y de las especificaciones realizando la consulta con los respectivos consultores y dando su visto bueno a los planos de taller o de detalle referentes a las modificaciones.

Por último deberá hacer entrega al propietario al momento de la terminación de la obra de los planos y documentos que forman el archivo general.

b) Materiales.-

Debe realizar la supervisión de la calidad de los materiales y hacer los chequeos y pruebas necesarias, así como vigilar que se sigan las normas y buenas prácticas de la construcción, para así poder comprobar su seguridad.

Tendrá que verificar que las condiciones del transporte, manipulación y protección de los materiales, les permitan mantener

sus propiedades originales, y por último tendrá que rechazar los materiales que por sus especificaciones de origen o por el estado en que se encuentran no garanticen la calidad de los trabajos.

c) Procedimientos.-

Supervisar los procedimientos utilizados en la construcción de acuerdo a las especificaciones de los documentos.

d) Equipos y herramientas.-

Constatar que la maquinaria y herramienta son las indicadas para ejecutar los trabajos de acuerdo a las especificaciones.

e) Errores, deficiencias y tolerancia.-

El supervisor deberá rechazar los trabajos defectuosos que no ofrezcan garantía de calidad, estabilidad, buena apariencia o seguridad, haciendo enmendar las deficiencias y ordenar en casos críticos las demoliciones y reconstrucciones cuando se de el caso que las fallas superen las tolerancias. Todo esto cuidando que dichas reparaciones no impliquen costos adicionales al propietario.

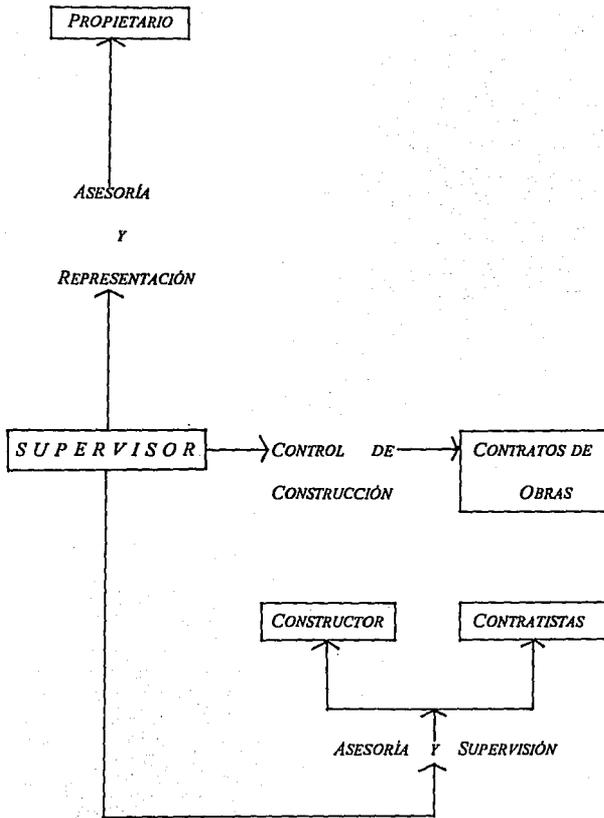
f) Pruebas.-

Deberá ordenar las pruebas que de acuerdo a las especificaciones se requieran, para constatar la aceptabilidad de los materiales y de las obras.

Para cumplir sus funciones el supervisor suscribe un contrato civil de prestación de servicios si se desempeña en forma independiente o de trabajo cuando lo hace como empleado del propietario.

El contrato como instrumento legal mediante el cual se establecen las funciones de la supervisión y se le asignan sus atribuciones, determina por lo tanto la índole de la relación de trabajo con el propietario de la obra, en cuyo nombre y representación actúa.

Después de haber detallado las funciones y requisitos que debe cumplir un supervisor, a continuación, se muestra un esquema en el cual se observa la relación que éste guarda con los demás integrantes involucrados en la construcción de la obra:



1.3. VISITAS DE SUPERVISIÓN

Las visitas que la supervisión realice a la obra serán de frecuencia y duración variables, según las características de la misma, la fase de desarrollo en que se encuentre, como también depende de los trabajos que se estén adelantando y de lo convenido al respecto en el contrato.

En consecuencia habrá días en que las visitas podrán ser breves, cuando se trate de inspeccionar actividades comunes y rutinarias, otros días la actividad, intensidad y frecuencia de la supervisión aumentará, como cuando se colocan partes fundamentales de la estructura o se realiza el colado de los elementos estructurales de mayor importancia, e inclusive puede requerirse de la presencia constante del supervisor, en ciertos casos, como en la ejecución de una prueba de carga.

Las características de magnitud y complejidad de la obra específicamente, permiten definir el plan de su control y con ello el sistema de organización de la supervisión, así como la cantidad de profesionales que colaborarán en el control y supervisión de la misma.

Las visitas que realice la supervisión pueden no ser limitadas

exclusivamente a la obra, pudiendo abarcar otros lugares, como plantas de premezclado, laboratorios de pruebas o talleres donde se procesen componentes para la construcción, tal es el caso de las estructuras de acero, que comúnmente se fabrica en talleres especializados en esta actividad.

En cualquier caso, sin embargo, es necesaria la regularidad de la inspección para evitar que se adelanten trabajos en cantidades significativas, los cuales si por alguna razón llegaran a ser rechazados por el supervisor, plantearían situaciones difíciles por los efectos de costos y tiempos adicionales que conllevaría el rectificarlos. Así mismo, la continuidad en la supervisión de las obras facilita el desarrollo de la misma y el fácil manejo de las situaciones que se presenten.

1.4. BITÁCORA DE LA OBRA

En la construcción, la bitácora de obra es una libreta que forma parte del contrato, se utiliza para anotar en ella cualquier situación que se presente durante el desarrollo de los trabajos de construcción que sea diferente a lo establecido en los anexos técnicos de contratación, es decir, se anota en ella todo lo que resulte distinto a lo previsto a la firma del

contrato, pero la función más importante de la bitácora para el supervisor, es la de manejar una herramienta de control.

Partiendo de este enfoque, se podrá definir a la bitácora como el máspreciado instrumento para el control del desarrollo de la obra. Esta permite mantener las riendas que controlan el avance de la obra y obtener los resultados planeados.

El contratista se apoyará también en la bitácora para solicitar elementos que le sean indispensables para realizar su trabajo, también se vale de ella para señalar cualquier inconformidad que tenga respecto a las ordenes emitidas por la supervisión.

Debido a que la bitácora complementa los términos y condiciones establecidos en el contrato, es necesario que las primeras firmas que ésta contenga, sean las de las personas que firmaron el contrato, para poder vincular a éste con la bitácora.

Así mismo el Jefe de la Supervisión y el Superintendente o Gerente de construcción, serán los que firmen la bitácora para abrirla, cerrarla y

para autorizar a los supervisores y residentes responsables, debido a que serán éstos quienes la usarán cotidianamente y quienes se valdrán de ésta para controlar la obra en todos los sentidos.

Resumiendo, podemos decir que la bitácora de obra nos sirve para:

- * Eventos relativos a la marcha de los trabajos ejecutados, en proceso o suspendidos.*
- * Determinaciones tomadas que tengan efecto sobre el desarrollo de la construcción, como cambios en los planos, el programa o las especificaciones.*
- * Acuerdos verbales con los contratistas, en referencia con puntos que no aparezcan en los documentos originales del contrato o que hayan debido modificarse, como obras extras, detalles constructivos o cambio de especificaciones.*
- * Observaciones, recomendaciones de la supervisión.*
- * Hechos que constituyan elementos de juicio para evaluar situaciones en el futuro, como incumplimiento de los plazos, modificaciones al contrato, imprevistos o eventos de fuerza mayor.*

Existen en la práctica diversas modalidades para llevar el registro

de la obra en la bitácora, siendo las más usuales las siguientes:

- * *Libretas de hojas desprendibles, por triplicado, de las cuales cada vez que se llena una totalmente, el supervisor se queda con el original y el constructor toma dos copias para sus archivos.*
- * *Otra variante adicional consiste en dividir las hojas verticalmente para que en un costado se hagan las anotaciones y al frente el respectivo interesado realice sus comentarios, lo cual facilita la coordinación de las observaciones y exige precisar la respuesta por parte del responsable.*
- * *También puede hacerse con una libreta común y corriente, debidamente foliada.*

Cualquiera que sea la modalidad de bitácora empleada, es necesario recalcar que en toda bitácora se deberá tener un lugar para indicar los datos generales de la Empresa Constructora y Supervisora, así como el tipo de obra, un lugar para las firmas correspondientes.

Todas las hojas deberán estar foliadas consecutivamente, en cada hoja se asentará la fecha y el tipo de nota, así como será necesario que cualquier anotación se haga en forma concisa, clara y limpia, no se deben

aceptar anotaciones que muestren tachaduras o enmendaduras.

Por su carácter de instrumento de control y por las razones por las que fue creada, la bitácora de obra puede quedar bajo la custodia de la supervisión, ésta debe estar disponible para la contratista y la supervisión, se debe entender que custodia no quiere decir propiedad, y que es un asunto muy grave ocultar la libreta.

1.5. MEMORIA DE CONTROL

El conjunto de documentos que se elaboren o analicen en cumplimiento de las funciones del control de la obra, como lo son cuadros de resultados de pruebas, récords de ejecución de trabajos e informes, constituyen la memoria de control de una construcción.

Además de que ésta permite constatar la labor de la supervisión con base en el tipo, frecuencia e intensidad de los controles efectuados y con ello el cumplimiento del respectivo plan convenido, la memoria puede servir de referencia cuando posteriormente se trate de abordar el estudio de problemas eventuales que presenten la edificación, o cuando deban precisarse sus reales condiciones a fin de plantear la posibilidad de llevar

a cabo trabajos de remodelación, reconstrucción o remodelación, reconstrucción o reparación, para la cual estos documentos constituyen una fuente de datos muy importante.

La memoria estaría integrada fundamentalmente por los siguientes documentos:

a) Recursos de ejecución.-

- * Pilotes.*
- * Elementos estructurales.*

b) Resultados de análisis y pruebas.-

- * Estudios de mecánica de suelos.*
- * Grados de comparación de rellenos.*
- * Estudios de resistencia de materiales.*

c) Registro de calidad del concreto.-

- * Resultados de pruebas de cilindros.*

d) Récorde de pruebas.-

- * Instalaciones hidráulicas y sanitarias.*

- * *Instalaciones mecánicas.*
- * *Instalaciones eléctricas.*
- * *Ascensores.*
- * *Aire acondicionado.*
- * *Instalaciones eléctricas especiales como la planta de emergencia.*
- * *Pruebas de carga en la estructura y pilotes.*

e) *Control de asentamientos.-*

- * *Gráficas (curvas).*
- * *Informes acerca del análisis de los mismos.*

1.6. JUNTA DE OBRA

En proyectos de cierta escala desde el comienzo de los trabajos hasta cuando la obra se encuentre concluida, debe organizarse una junta integrada por quienes tienen responsabilidades en su ejecución en cumplimiento de funciones diferentes.

La finalidad de la junta de obra es analizar conjuntamente los problemas que presente durante su desarrollo, así como las soluciones

planteadas para resolverlos.

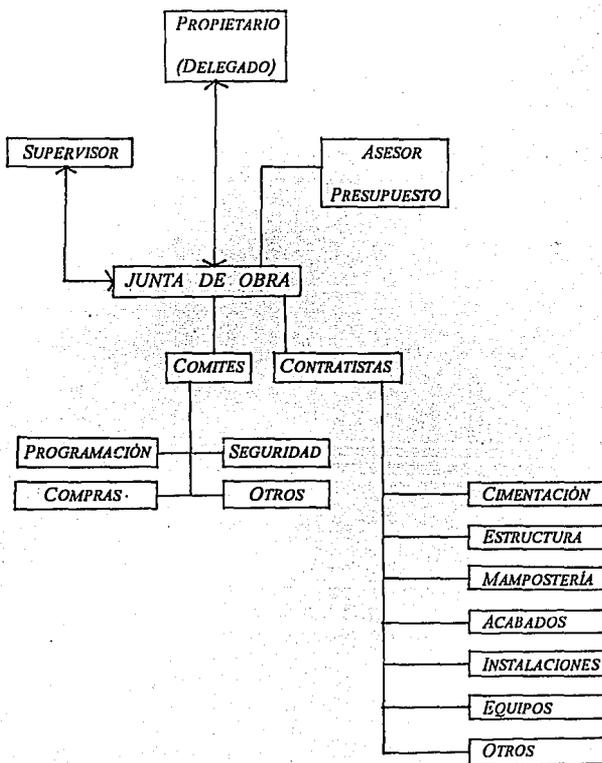
La participación de los diferentes responsables permite enfocar los problemas con una perspectiva que abarque los diversos aspectos técnicos, económicos y administrativos, ya que manejando los problemas desde un punto de vista integral, se podrán lograr mejores soluciones.

Resumiendo, podemos decir que el objetivo que persigue lograr la junta de obra, es el análisis conjunto de los problemas y de las soluciones propuestas, como también el planteamiento de iniciativas que beneficien el desarrollo y la coordinación de los trabajos.

Aunque esta labor de equipo supera en resultados el tradicional desempeño individual y aislado de cada uno de sus miembros, es obvio que la participación en la junta no les libera de las funciones que independientemente les corresponden.

El supervisor tendrá por tanto que efectuar directamente tareas de supervisión y control que son de su exclusiva responsabilidad, las cuales no puede desatender, bajo el pretexto de que asiste a las juntas.

Es necesario que las juntas se desarrollen en forma flexible, simple y eficiente entre todos los miembros que asisten a la misma. Para ello, ésta debe estar compuesta de la siguiente forma:



En su forma más elemental, la junta estará compuesta por el propietario o su representante, el constructor y el supervisor. Este núcleo básico se va complementando con otros miembros, como se muestra en el esquema anterior.

La primera reunión, de ser posible debe realizarse antes de iniciar la obra, a fin de dar a conocer cómo será su organización general, cambiar ideas al respecto y determinar de común acuerdo el régimen de trabajo de la junta.

Las reuniones suelen hacerse cada semana, ya que éste es justamente el período-unidad de los programas de trabajo, además en la práctica he comprobado que ésta es la frecuencia ideal, pues de otro modo quedarían demasiado distanciadas y en lapsos grandes algunos problemas que se pudieran detectar a tiempo pueden agravarse.

Además tomando un lapso definido de tiempo, no será necesario convocar a sus integrantes que de antemano conocen tal compromiso, es necesario también que no se invite a debatir problemas a quienes no les incumban directamente, ya que con ello se desestimula su participación,

cuando se traten puntos que sí sean de su competencia.

Para lograr el orden en las deliberaciones, puede ser necesario nombrar un presidente o coordinador.

En cuando al sitio de reunión de la junta, desde luego la obra es el lugar más apropiado, puesto que ahí se puede apreciar la marcha de los trabajos y se verifiquen directamente los problemas, así como la consulta de la documentación necesaria.

De cada reunión debe dejarse un resumen breve de lo resuelto por la junta, no siendo recomendable elaborar extensos documentos, cuya lectura prolonga y hace pesadas las reuniones. Un primer punto del orden del día del acta, puede ser la rápida evaluación de lo dispuesto en la última reunión, precisando cuando sea necesario:

- * El objetivo (qué): Gestión, orden, trabajo.*
- * El responsable (quién): Constructor, contratista, supervisor consultor, proveedor.*
- * El plazo (cuándo): Tiempo máximo disponible para realizar lo dispuesto.*

Una vez que se ha manejado los pendientes que se estipularon en la última acta, se podrá pasar a checar el informe de control de la programación, costos y presupuesto. Así como se discutirá la fase de desarrollo de la obra y en particular los problemas específicos que se vayan presentando.

Los datos que el acta contendrá serán los siguientes:

- * Fecha.*
- * Hora.*
- * Asistentes.*
- * Síntesis de los puntos tratados.*
- * Decisiones tomadas.*
- * Personas que deben citarse a la reunión próxima.*

CAPITULO II

CONTROL DE CALIDAD EN LA OBRA

2.1. CONCEPTOS Y OBJETIVOS DEL CONTROL DE CALIDAD

Podemos entender al control de calidad, como un proceso de verificación rigurosa de las características de sus productos: dimensiones, peso, resistencia, etc., con el fin de checar que cumplan las normas técnicas preestablecidas.

En la edificación, los componentes, materiales, equipos, así como los medios y métodos que en su construcción se utilizan, deben controlarse para garantizar que cumplan con las especificaciones del proyecto y los fines de la obra.

Considerando esto, podemos decir que el control de calidad en la edificación, es una función cuyo objetivo es velar, porque mediante la conformidad de los trabajos con los planos y especificaciones, se logre la calidad de la obra, considerando esta condición como el grado en que se

satisfacen las necesidades y expectativas de los propietarios, así como de los usuarios, en términos de su estabilidad, seguridad, funcionalidad y durabilidad.

En la práctica, se comprueba que a medida que se cumple el control con mayor rigor por parte de la supervisión, cada contratista dedicará más atención a controlar internamente sus trabajos, con lo cual, la función de la supervisión será más sencilla y se tendrá un incremento en los niveles de calidad y confiabilidad de la edificación.

Así mismo, en virtud de que la calidad es un concepto complejo por los factores y objetivos que en ella intervienen, para poder realizar el control de calidad de la obra, se requiere su precisa definición en los diseños y especificaciones en la etapa de planeamiento.

En la práctica, la función del control de calidad se cumple de modo independiente, aunque convergente a unos mismos objetivos, mediante el control interno por parte del constructor, como de los fabricantes, proveedores de materiales, contratistas y externamente por el supervisor de la obra.

El control de calidad, tiene siempre como finalidad la de verificar la calidad de las obras a los niveles especificados en el proyecto.

Como la calidad de la construcción debe haber quedado definida en el proyecto, la labor primaria del supervisor es constatar la conformidad de la edificación con sus planos y especificaciones, pero éste deberá tener el suficiente criterio y las atribuciones necesarias para ejercer, cuando sea preciso, una labor crítica si estima que las especificaciones de un material o trabajos son inapropiadas para los fines que tiene que cumplir y deba plantear entonces su revisión.

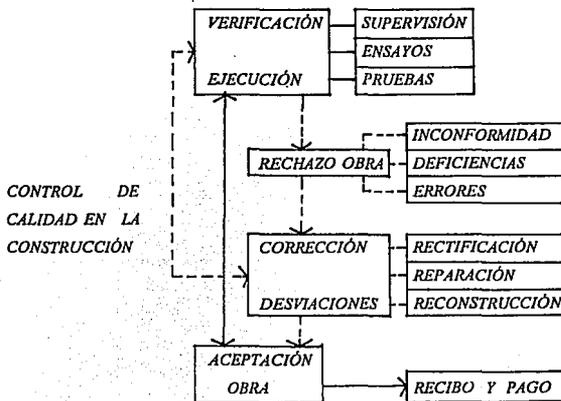
Aunque en realidad esto compete a la supervisión del proyecto, no debe serle negada al supervisor de la obra.

Por lo tanto, en el caso de la edificación, es indispensable contar con la colaboración de profesionales idóneos, con suficiente criterio para juzgar si los trabajos, partes o componentes de la misma, además de estar conformes con el proyecto, cumplen con el conjunto de propiedades que los hacen aptos para el fin que se les destina, ya que la calidad no es un lujo, sino un requisito cuya ausencia puede motivar excesivos costos por los

gastos de reparación, conservación, u operación.

Si bien el concepto de calidad no debe ser indefinido, tampoco debe tratarse con un sentido absoluto de la mejor calidad posible, sino como la calidad requerida, es decir, de acuerdo con las especificaciones y los fines del respectivo proyecto.

En el contexto de la construcción, la función del control de calidad comprende las siguientes etapas y actividades:



2.2. FACTORES SUJETOS AL CONTROL DE CALIDAD

En la construcción es imposible concebir la calidad sin controlar los materiales y método de trabajo, por lo cual esta tarea debe abarcar los siguientes factores:

1. *Producción.*
2. *Ejecución.*
3. *Recepción de trabajos parciales o totales.*
4. *Normas y especificaciones.*
5. *Pruebas y controles especiales.*

1. Control de Calidad de la Producción:

Es necesario un control de calidad de los insumos, tarea que es efectuada directamente por quienes elaboran los materiales, elementos y componentes para las obras.

Algunos materiales básicos como el cemento, son objeto de un sistemático control de producción mediante análisis y pruebas que se llevan a cabo para determinar sus características químicas, físicas, mecánicas, y demás especificaciones. Este control de calidad es un proceso altamente especializado que las fábricas llevan a cabo en sus

laboratorios, por lo cual, en la obra apenas se realiza un control de su recepción el cual consiste en verificar que tales materiales se ajusten a las especificaciones del proyecto, por ejemplo para el caso del cemento se debe constatar que sea del tipo indicado, se encuentre en empaques bien sellados que no presenten signos de humedad o endurecimiento y además se almacene en forma debida.

Si por el contrario se trata de materiales en estado natural como gravas y arenas, el control de recepción podría incluir ciertas pruebas de granulometría, de contenido de sustancias y de dureza, los cuales cuando se trata de preparación industrial del concreto lo realizan las plantas de premezclado. Cuando se elabore concreto estructural en la obra, es recomendable realizar tales ensayos para garantizar el nivel de calidad, las especificaciones de resistencia y la uniformidad de las mezclas preparadas in situ.

Cuando se trata de productos industriales como el acero, sólo será necesario verificar la conformidad con sus especificaciones, así como también checar antes de su recepción que éste no presente

deterioros o demasiado óxido.

Cuando se trata de materiales claves por la función que desempeñan, como las mezclas de concreto, su control no puede hacerse en una forma improvisada, por lo cual es necesario verificarlos con algún método más confiable, utilizando por ejemplo cuadros para el registro de los resultados de las pruebas.

En último término el control de producción, cuando se trata de componentes que llegan listos para ser montados en la obra, puede implicar la necesidad de hacer visitas previas a los talleres donde se fabrican a fin de inspeccionar los materiales y el proceso de trabajo.

2. Control de Calidad de la Ejecución:

Ya sea por los contratistas y externamente por la supervisión, este control comprende la verificación previa de los trabajos que sirven de base al que se vaya a ejecutar, así como de los materiales y procedimientos especificados.

El control de ejecución tiene como meta inicial constatar la conformidad de la obra con el proyecto, y como objetivo final lograr la calidad especificada, reduciendo así el riesgo de daños y fallas.

En lo que a obras preliminares se refiere, se debe realizar la comprobación previa de los datos básicos del proyecto: localización, ejes, niveles, las condiciones y especificaciones técnicas de los materiales que sirven de base al trabajo por ejecutar: como su consistencia, limpieza, humedad, textura, pongamos como ejemplo el caso de un piso sobre el cual va a colocarse el acabado, se debe checar antes los trabajos preliminares, como los niveles, compactación, humedad, etc.

Otro factor importante en el control de ejecución es el que se refiere a los procedimientos constructivos, que son los medios utilizados en la ejecución de cada trabajo. Cada procedimiento implica según el caso determinadas verificaciones: antes, durante y después de su ejecución, relativas a aspectos básicos como localización de ejes, cotas de nivel, alineamiento, plomos y escuadras.

3. Control de recepción de trabajos parciales o totales:

En esencia es un control de conformidad, que se realiza ya sea para recibir inicialmente un trabajo, parte de la obra o ésta misma en su totalidad.

En sí el control de recepción se realiza para verificar que los trabajos se ajusten a las especificaciones de los proyectos y cumplan con su finalidad en la obra. Es necesario mencionar que dentro del control de calidad hay que tener en cuenta el concepto de tolerancia el cual es el margen permisible que puede aceptarse entre las especificaciones del proyecto.

Desde el punto de vista de aceptación o rechazo, las tolerancias que fijan los respectivos proyectistas no deben tener una transición brusca. Con respecto a este punto es pertinente remarcar que la edificación común y corriente no es un proceso en el que la exactitud rigurosa sea siempre posible de lograrse, por lo cual las tolerancias en las obras resultan mayores que las de los productos industriales realizados en serie.

En lo que se refiere a la entrega final de la obra, es necesario realizar algunas pruebas de sistemas como las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, mecánicas, etc.

4. Normas y Especificaciones:

Las normas y especificaciones contenidas en los planos, que deben tomarse en cuenta, son:

a) Planos.-

- * *Localización: ejes, dimensiones, niveles, alineamientos y ángulos.*

b) Especificaciones.-

- * *Materiales y elementos: clase, tipo, marca, referencia, dimensiones, características físicas y mecánicas, almacenamiento y protección.*
- * *Procedimientos: preparación, ejecución, terminación, comprobación, medición, protección y seguridad.*
- * *Mano de obra: tipo, clasificación y rendimientos.*
- * *Maquinaria y herramienta: clase, tipo, eficiencia y seguridad.*
- * *Trabajos.*

5. Pruebas y controles especiales:

El control del proceso de construcción hace necesario, como ya lo he manejado, realizar una serie de pruebas de investigación previa, para verificar la conformidad y calidad de funcionamiento de algunos sistemas, así como efectuar ciertos controles posteriores a la ejecución de la obra. Las pruebas implican usar instrumentos y aplicar procedimientos que exigen determinada idoneidad para realizarlos, así como para interpretar sus resultados.

Haciendo abstracción de su frecuencia, grado de importancia y responsabilidad de ejecución, el control de calidad de las obras puede implicar:

a) Pruebas del cemento.-

- * *Finura.*
- * *Tiempo fraguado.*
- * *Plasticidad.*
- * *Contenido de sustancias: óxidos y sulfatos.*
- * *Humedad.*
- * *Expansión.*

b) *Pruebas de agregados.-*

- * *Análisis de laboratorio: granulometría, contenido de sustancias, humedad y absorción de agua.*
- * *Pruebas de resistencia: compresión, flexión, tracción y abrasión.*

c) *Pruebas del acero.-*

- * *Resistencia.*
- * *Ductibilidad.*
- * *Soldabilidad.*
- * *Adherencia.*

d) *Pruebas del concreto.-*

- * *De mezclas frescas, revenimiento, trabajabilidad y resistencia.*
- * *Del concreto fraguado: resistencia (destruictivos/no destruictivos), impermeabilidad, densidad, contenido de aire.*

e) *Pruebas de instalaciones sanitarias/hidráulicas.-*

- * *Presión de trabajo.*
- * *Hidráulica.*
- * *Humo y olor.*

f) *Pruebas de instalaciones eléctricas.-*

- * *Continuidad y calibre de conductores.*
- * *Resistencia del aislamiento.*
- * *Cargas/fase en tableros.*
- * *Resistencia del sistema de tierra.*
- * *Motores: alineamiento, nivelación, sentido de rotación, r.p.m., aislamiento.*

g) *Pruebas de instalaciones mecánicas.-*

- * *Presión de aire: compactación, descarga, temperatura y humedad natural.*
- * *Motores: velocidad, sentido de rotación, r.p.m., aislamiento y conexión a tierra.*

- h) *Ascensores.-*
 - * *Velocidad en la cabina.*
 - * *Intervalos de espera.*
 - * *Capacidad transportadora.*
 - * *Equipo de seguridad y emergencia.*

- i) *Pruebas y controles especiales.-*
 - * *Capacidad de carga del terreno.*
 - * *Grado de compactación de los rellenos.*
 - * *Pilotajes.*
 - * *Capacidad de carga estructural.*
 - * *Control de asentamientos.*
 - * *Otros.*

2.3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO

El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregados y agua.

El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados,

constituyendo un material heterogéneo.

El concreto simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión, pero es débil en tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural para resistir tensiones, a lo cual se le da solución empleando refuerzos de acero.

En sí el objetivo principal del estudio del comportamiento del concreto es la obtención de las relaciones acción-respuesta de éste, bajo la gama de acciones a que pueda quedar sujeto. Estas características acción-respuesta pueden describirse claramente mediante curvas esfuerzo-deformación de especímenes ensayados bajo distintas condiciones.

Las curvas esfuerzo-deformación se obtienen del ensayo de muestras sujetas a carga axial repartida uniformemente. Los valores del esfuerzo resultan de dividir la carga total aplicada (P), entre el área de la sección transversal (A).

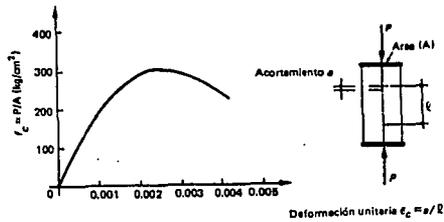
$$F_c = P / A$$

El valor de la deformación unitaria (E_c), es la relación entre el

acortamiento total (a) y la longitud de la medición (l).

$$E_c = a / l$$

En la figura 1 se muestra la curva esfuerzo-deformación de un espécimen sujeto a carga axial.



CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN EN COMPRESIÓN AXIAL

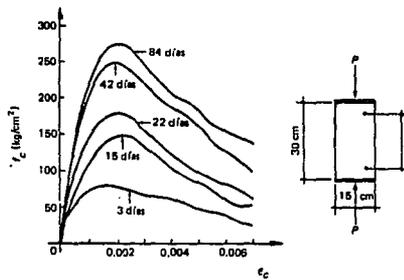
Figura 1

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su capacidad de carga con la edad. Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, según sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente, después del colado.

Por lo tanto uno de los factores que rigen el aumento de capacidad de carga del concreto depende de las condiciones de curado a través del tiempo.

En la figura 2 se muestran las curvas esfuerzo-deformación de cilindros de 15 x 30 cm, fabricados de un mismo concreto y ensayados a distintas edades.

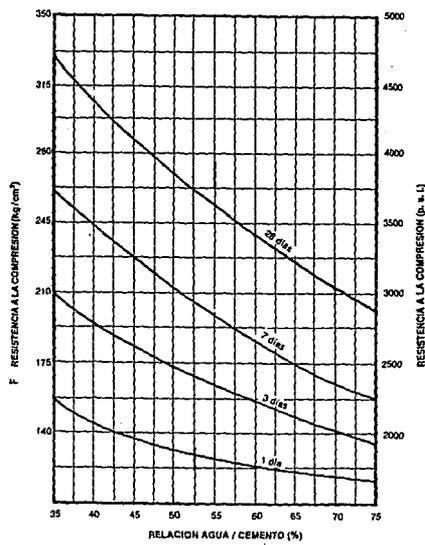
Todos los cilindros fueron curados en las mismas condiciones hasta el día del ensaye.

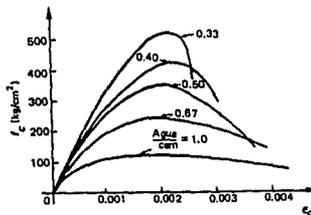


EFFECTOS DE LA EDAD EN LA RESISTENCIA

Figura 2

La resistencia del concreto depende de la relación agua-cemento: a mayor relación agua-cemento, menor resistencia. En la figura 3 están representadas las curvas esfuerzo-deformación correspondientes a distintas relaciones.





EFFECTOS DE LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO

Figura 3

El índice de resistencia más común en el caso del concreto es el obtenido del ensaye de especímenes a compresión simple. Esto se debe a que ésta prueba es realmente sencilla y a que mide una característica fundamental del concreto, que es la resistencia, este tipo de prueba evalúa la resistencia tal como fue producido el concreto. Comúnmente se considera éste índice como indicativo de la resistencia del concreto en la estructura. Sin embargo, esta última puede ser muy diferente de la resistencia de los especímenes en control, ya que depende de los métodos de transporte, colocación y curado, así como el tiempo de elemento al que

está destinado el concreto en cuestión. Para estimar la resistencia del concreto en estructuras, pueden ensayarse especímenes cilíndrico extraídos mediante taladros especiales, o pueden efectuarse ensayos no destructivos, métodos que se manejarán más a fondo con posterioridad en este capítulo.

Actualmente no existe ninguna convención aceptada universalmente sobre que tipo de espécimen es el mas adecuado para realizar ensayos en compresión.

Por lo general se usan especímenes de tres tipos:

1. Cilíndrico:

En nuestro medio y en numerosos países, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a 2, con dimensiones de 15 x 30 cm.

2. Cubos:

En muchos países de Europa se usan cubos para obtener un índice de resistencia del concreto a la compresión. Las dimensiones de los cubos varían entre 10 y 30 cm de lado.

3. Prismas:

Algunas veces también se utilizan prismas de concreto simple, ensayados con la dirección de la carga paralela al eje longitudinal

del prisma.

Tanto cilindros como cubos y prismas, tienen ventajas y desventajas, pero la tendencia actual parece inclinarse al uso del cilindro.

Aún cuando las especificaciones se sigan cuidadosamente y el proceso se realice por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, ya que siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición.

El curado influye en forma importante en la resistencia aparente a la compresión, por lo que es recomendable que los especímenes sean sometidos al mismo tipo de curado y ambiente al que está expuesta la estructura.

2.4. ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL ACERO DE REFUERZO

El acero es un material obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas de mineral de hierro, carbono, coque y caliza, que se elabora en estado de fusión, según el porcentaje de carbono contenido, que nunca supera el 1.5%, los aceros se clasifican en:

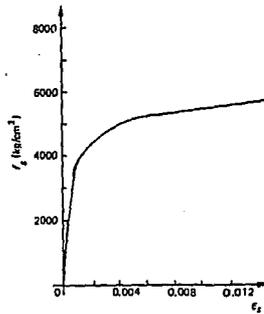
- * *Dulces o blandos*
- * *Con contenido de carbón medio*
- * *Con contenido de carbón alto*

Para la elaboración del acero de refuerzo, y del acero en general que se utiliza en la construcción, el que tiene un contenido de carbono medio es el utilizado, éste es el que muestra la ductibilidad más adecuada para poderlo trabajar.

Debido a que el concreto simple es débil a la tensión, se emplea un refuerzo de acero generalmente en barras, colocado en las zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto.

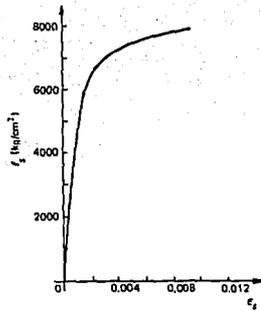
El uso del refuerzo no está limitado a la finalidad anterior, también se emplea en zonas de compresión, para aumentar la resistencia del elemento reforzado, para reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y para proporcionar confinamiento lateral al concreto, lo que indirectamente aumenta su resistencia a la compresión.

Esta combinación de concreto simple con refuerzo, constituye lo que se llama concreto reforzado. El acero para reforzar concreto se utiliza en distintas formas. La más común es la barra o varilla que se fabrica tanto de acero trabajado con frío, como laminado en caliente. En la figura 4 y 5 se muestran curvas esfuerzo-deformación de ambos tipos de aceros, practicadas durante pruebas de resistencia.



GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE UN ACERO ROLADO EN CALIENTE

Figura 4



GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE UN ACERO ROLADO EN FRÍO

Figura 5

En toda curva esfuerzo-deformación del acero encontramos 3 zonas descritas por la curva, las cuales son:

1. Zona elástica:

En esta zona las deformaciones son pequeñas y el acero tiene todavía la capacidad de recuperar su forma original una vez que se deja de aplicar el esfuerzo.

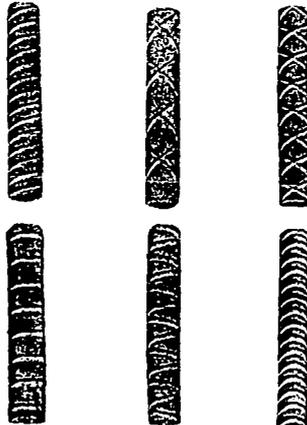
2. Zona de transición:

En esta zona las deformaciones aumentan y el acero ya no será capaz de recuperar su forma.

3. Zona plástica:

Esta zona es la antecesora, antes de presentarse el colapso, y se caracteriza porque las deformaciones son muy grandes aún con esfuerzos pequeños.

Los diámetros usuales de las barras producidas en nuestro país varían de 1/4" a 1-1/2". Todas las barras, con excepción del alambroón de 1/4", que generalmente es liso, tienen corrugaciones en la superficie para mejorar su adherencia al concreto. En la figura 6 se muestran las diferentes corrugaciones que puede tener una varilla.



TIPOS DE CORRUGACIÓN EN VARILLAS

Figura 6

Aquí en México se cuenta con una variedad relativamente grande de aceros de refuerzo. Las barras laminadas en caliente pueden obtenerse con límites de fluencia de 2300 hasta 4200 Kg/cm². El acero trabajado en frío alcanza límites de fluencia de 4000 a 6000 Kg/cm². Así mismo el acero que se emplea en estructuras preforzadas es de resistencia superior, ya que sus límites de fluencia pueden ir de 12000 a 19000 Kg/cm².

Actualmente se ha empezado a generalizar el uso de mallas electrosoldadas como refuerzo de losas, muros y algunos elementos prefabricados. Estas mallas están formadas por alambres lisos unidos por puntos de soldadura en las intersecciones. El acero de estas mallas cuenta con refuerzos de fluencia del orden de 5000 Kg/cm².

Para fines de diseño se supone que la curva esfuerzo-deformación del acero en compresión es idéntica en tensión, pero ésta curva en compresión es difícil de determinar en el caso de barras, debido a efectos de esbeltez.

En la figura 7 se muestra una tabla que proporciona datos sobre las características principales de barras de refuerzo así como su nomenclatura.

VARILLA (BARRA) No.	DIAMETRO Ø		Area (cm ²)	Perímetro (cm)	Peso (kg/m)
	mm.	Pulgadas			
3	9.52	3/8"	0.71	3.0	0.560
4	12.70	1/2"	1.29	4.0	0.994
5	15.88	5/8"	2.00	5.0	1.552
6	19.05	3/4"	2.84	6.0	2.235
7	22.22	7/8"	3.87	7.0	3.042
8	25.40	1"	5.10	8.0	3.973
9	28.65	1 1/8"	6.45	9.0	5.060
10	32.25	1 1/4"	8.19	10.0	6.404

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO DE REFUERZO

Figura 7

2.5. PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO

Para determinar las propiedades del concreto, se llevan a cabo diversas pruebas durante el proceso de construcción de la estructura, las cuales se efectúan en laboratorios o en la misma obra.

Las pruebas tienen por objeto analizar y seleccionar los materiales y componentes para diseñar las mezclas, verificar sus propiedades recién preparadas y fundamentalmente para comprobar la calidad del concreto en la estructura.

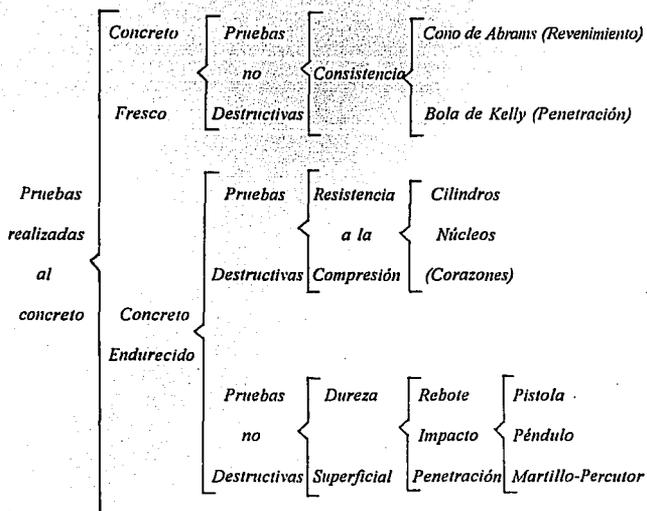
En primer término tenemos las pruebas que se efectúan a los materiales que componen el concreto, como lo son: El cemento, el acero y los agregados.

En la práctica, la realización de pruebas para determinar la calidad de estos componentes, compete a los fabricantes de los productos, por lo cual la función que realizan, tanto la supervisión como los contratistas se limita a checar su calidad en el momento de su recepción.

En lo que respecta a las pruebas practicadas al concreto, estas se pueden realizar cuando la mezcla esta fresca, así como también cuando ya ha fraguado. A su vez las pruebas pueden ser destructivas y no destructivas.

En el siguiente esquema, se muestran las pruebas y también su

clasificación, que se pueden practicar a las mezclas de concreto.



Pruebas no Destructivas del Concreto Fresco:

1. Prueba del revenimiento (Cono de Abrams)¹:

La medida del asentamiento mediante el Cono de Abrams es

¹ Norma (DGN - C - 156)

uno de los procedimientos de control mas antiguo, pero todavia es la primera de las pruebas que se realizan para verificar las mezclas de concreto, antes de pasar a la etapa del vaciado de la mezcla.

El objetivo de esta prueba es determinar mediante el asentamiento natural de la muestra de concreto, su grado de fluidez.

Para realización de esta prueba es necesario contar con los siguientes elementos:

a) Molde.-

Este puede ser de metal u otro material liso no absorbente e inatacable por el concreto, provisto de dos estribos en la base inferior para que pueda ser sujetado con los pies durante el llenado del mismo y dos agarraderas en su parte superior, para extraerlo verticalmente. El molde debe ser de forma tronco cónica, con base de 20 cm. de diámetro, el extremo superior de 10 cm y una altura de 30 cm.

b) Varilla de compactar.-

Esta varilla es de acero, con una superficie lisa y punta

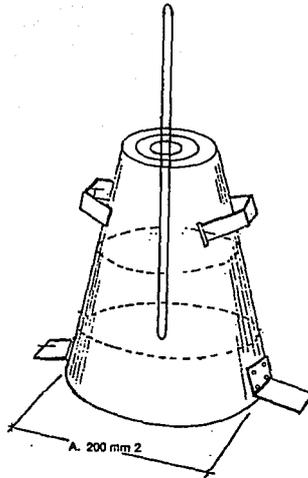
boleada. Sus dimensiones deben ser: longitud 60 cm y 16 mm de diámetro (5/8").

c) Base.-

La base nos sirve para apoyar el molde, y puede ser metálica o de cualquier otro material impermeable y de consistencia rígida, se debe tener cuidado en que la base esté húmeda y nivelada al momento de realizar la prueba.

El procedimiento para realizar la prueba es el siguiente:

- * Toma de muestra.- Se toman tres porciones distintas de concreto y se mezclan debidamente para llenar el molde.*
- * Llenado del molde.- Este se realiza en tres capas de aproximadamente 1/3 del volumen del cono.*
- * Compactación.- Una vez que se ha colocado cada capa, ésta debe apisonarse con 25 golpes aplicados con la varilla, dados de la periferia hacia el centro, en forma de espiral, como se muestra en la figura 8a procurando que la varilla penetre un poco dentro de la capa inmediata inferior.*

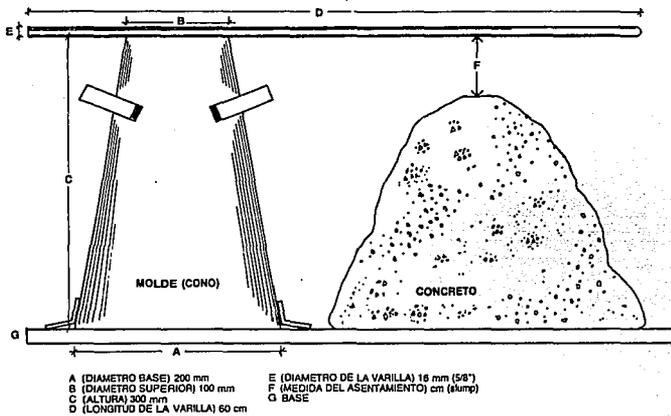


FORMA DE REALIZAR LA COMPACTACIÓN

Figura 8a

- * Nivelación.- La última capa se echa con exceso de mezcla, el cual se elimina una vez compactada, enrasándola con la misma varilla.
- * Retiro del molde.- El retiro se realiza en forma vertical en un lapso de 5 a 10 segundos, se debe tener la precaución al momento del retiro de no efectuar movimientos laterales o de torsión que puedan deformar la mezcla.

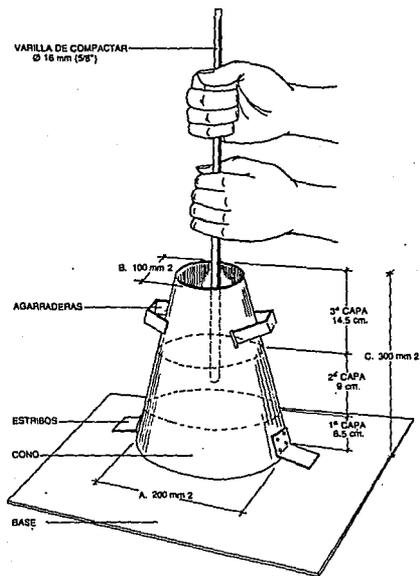
* *Medición.- El abatimiento experimentado por el concreto se mide por la diferencia entre la altura del molde y la de la mezcla asentada, para lo cual se coloca la varilla horizontalmente sobre el borde superior del mismo y se toma como se muestra en la figura 8b la distancia al punto más alto del concreto asentado, con una aproximación de 0.5 cms.*



MEDIDA DEL REVENIMIENTO

Figura 8b

En la figura 9 se muestra una figura donde se puede apreciar tanto los elementos necesarios para la prueba como el llenado y compactación del cono.



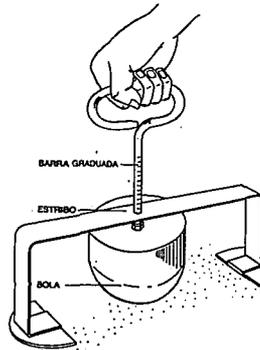
PRUEBA DEL REVENIMIENTO (CONO DE ABRAMS)

Figura 9

2. *Prueba de la penetración (Bola Kelly):*

Se puede decir que esta prueba es relativamente reciente y fue desarrollada por su rapidez y simplicidad, con miras a sustituir a la prueba del Cono de Abrams.

La prueba consiste en la utilización de un sencillo aparato como el mostrado en la figura 10, el cual está constituido por una pieza de metal en forma cilindro-esférica, montada mediante un eje con manija, en un marco o estribo del cual se hace descender la bola, sustentándola por la manija, hasta que descansa sobre la superficie de la mezcla donde se va a realizar la prueba.



PRUEBA DE LA PENETRACIÓN (BOLA KELLY)

Figura 10

El procedimiento para la realización de la prueba es el siguiente:

- a) Nivelación.- Se nivela y se alisa la superficie de la mezcla donde se va a realizar la prueba.*
- b) Colocación.- Se coloca el aparato sobre la mezcla en un punto escogido y se deja bajar la bola hasta que toque la superficie de la mezcla y luego se suelta con cuidado.*
- c) Lectura.- Cuando la bola se detiene después de haber penetrado en la masa del concreto, se hace la lectura correspondiente en la barra graduada de la manija.*

Se deben realizar tres pruebas y tres mediciones o lecturas, si entre la lectura mayor y menor de una misma mezcla se dan diferencias mayores de 2.5 cms se debe repetir la prueba hasta obtener, por tres veces consecutivas diferencias no superiores a 1 cm. Se toma entonces como medida de la consistencia de la mezcla, el promedio de cada tres resultados, teniendo en cuenta que las pruebas no deben realizarse en puntos donde previamente han descansado las patas del aparato.

Es necesario comentar que en la práctica es más usada la prueba del revenimiento que la de la penetración, de hecho a todas las mezclas que forman los elementos estructurales del edificio en cuestión, es decir a todo el concreto se le practicó la prueba del revenimiento. Tanto al premezclado como al hecho en obra.

Pruebas Destructivas del Concreto endurecido:

1. Resistencia de la Compresión (cilindros)²:

Las pruebas de cilindros tomados en la obra y fallados a la compresión en el laboratorio de diferentes edades, es el método más usual de control de calidades de los concretos y tiene aceptación casi universal.

El objetivo primordial de la prueba es verificar la calidad del concreto en términos de su resistencia y uniformidad, con relación a las especificadas en el proyecto y fundamentar así el criterio para la aceptación de la estructura. Los elementos necesarios para la realización de esta prueba son:

² Norma Oficial Mexicana (NOM - C - 83)

- a) *Máquina universal (Prensa).- Existen diferentes tipos y marcas de máquinas, pero todas deben reunir, de acuerdo con las normas, una serie de condiciones que garanticen la exactitud de los resultados. Es necesario que el laboratorio realice una correcta aplicación de normas y prácticos referentes al manejo, transporte, almacenamiento y curado de los cilindros.*

- b) *Varilla compactadora.- Se usa una varilla igual en forma y dimensiones a la usada en la prueba del revenimiento.*

- c) *Molde.- El molde es de forma cilíndrica de 15 cms de base por 30 cms de altura. Los cilindros se fabrican por lo general en moldes de acero apoyados en una placa que funge como base, en su parte inferior y libre en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manual.*

- d) *Material para cabeceado.- El cabeceado consiste en aplicar azufre a los extremos del cilindro, para así producir una superficie lisa de apoyo.*

El procedimiento para realizar las pruebas es el siguiente:

* *Toma de muestras.- Para la toma de muestras debemos tomar en cuenta lo siguiente:*

- *Se deben tomar las muestras en la descarga media de la mezcla, tanto para premezcladas como para la mezcla hecha en obra, nunca en la porción inicial o final de la descarga.³*
- *Las muestras de concreto deben protegerse del sol, viento y lluvia, tomando en cuenta que entre la primera muestra y la última individual no debe superar los 15 minutos.*
- *Tener cuidado en no contaminar las muestras con materias extrañas como tierra, arena o algún tipo de desperdicio.*
- *Los errores en la toma de las muestras determinan que la calidad del concreto no queda reflejada en los resultados. Con lo cual éstos pueden ser inciertos.*

³ *Norma Oficial Mexicana (NOM - C - 161)*

- * *Vaciado.- La mezcla del concreto se vacía sobre el molde, en tres capas de 10 cms de altura cada una, las cuales se compactan con 25 golpes de varilla tal como se hace en la prueba del revenimiento. Se preparan varios cilindros se coloca la primer capa en todas, luego la segunda y así sucesivamente.*

- * *Reposo.- Los cilindros se mantendrán un día sobre un superficie horizontal rígida, libre de vibraciones, impactados o cualquier agente que los pueda alterar, evitando que pierdan humedad por calor, viento o exposición al sol.*

- * *Desmolde.- Se realiza luego de 20 ± 4 horas, ahriendo el molde y extrayendo el cilindro, sin usar palancas ni golpes.*

- * *Identificación.- El cilindro se enumera en forma preliminar en la superficie de éste y ya desmoldado, en su superficie lateral.*

- * *Almacenamiento y curado.- Las normas establecen que los cilindros se deben desmoldar entre 20 y 24 horas después de elaborados, luego almacenarse y curarse con agua. ⁴*
- * *Cabeceado.- Se aplica azufre a los extremos del cilindro para producir un superficie lisa. ⁵*
- * *Rotura.- El incremento de la carga de la prueba puede elevarse hasta producir la falla del cilindro o su rotura total.*
- * *Cuadro de resultados.- Existen diferentes formas para registrar los resultados de las pruebas de los cilindros mediante cuadros que los resumen. En la figura 11 se muestra un ejemplo de la forma en que se manejan y resumen los resultados.*

⁴ Norma Oficial Mexicana (NOM - C - 160)

⁵ Norma Oficial Mexicana (NOM - C - 109)

Cualquier formato puede ser aceptable siempre y cuando incluya los datos necesarios para precisar el récord de los resultados y así poderlos interpretar adecuadamente.

2. *Resistencia a la compresión (corazones) ⁶:*

En el caso de que los resultados de algunos cilindros sean deficientes y estos no puedan desvirtuarse como presunción de mala calidad del concreto.

Se suele recurrir a realizar pruebas llamadas corazones, de las partes de la estructura en la cuales los resultados muestran reducciones significativas en la resistencia.

Para la extracción de los especímenes se debe usar una broca cilíndrica de pared delgada con corona de diamante. La máquina debe tener un sistema de enfriamiento para la broca, que impida la alteración del concreto y el calentamiento de la misma.

⁶ Norma Oficial Mexicana (NOM - C - 169)

De preferencia, los corazones deben tener una relación altura/diámetro de 2, pudiéndose aceptar, como mínimo, una relación de 1. Así como también se recomienda que el diámetro de los corazones que se utilicen para determinar la resistencia a la compresión debe ser de 3 veces el tamaño máximo del agregado grueso usado en el concreto y cuando menos de 2 veces éste.

Estas probetas o núcleos se ensayan a la compresión simple permitiendo así obtener conclusiones realistas sobre la resistencia del concreto, dichas probetas no deben ser tomadas hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente en general, el concreto debe tener un mínimo de 14 días de edad para que se puedan extraer los especímenes.

Una vez establecidas las zonas a investigar, se localizan cada uno de los puntos donde han de extraerse los núcleos. Lo cual debe hacerse en forma cuidadosa, teniendo en cuenta las variaciones que arrojan los resultados cuando las caras no son paralelas, presentan irregularidades, despostilladuras o fisuras, se debe tener cuidado en no dañar el acero de refuerzo con la extracción.

Obtenidos e identificados los núcleos o corazones, se transportan al laboratorio, protegiéndolos contra golpes o vibraciones y se ensayan a la compresión mediante el mismo procedimiento de los cilindros.

El ensayo de corazón es una alternativa confiable para establecer la calidad de la estructura y determinar su capacidad de carga.

No obstante, este método se utiliza siempre y cuando se den las circunstancias previstas y la condiciones que lo ameriten, pues esta prueba implica costos y tiempo que deben justificarse.

Pruebas no Destructivas del Concreto endurecido:

Este grupo de pruebas lo integran los denominados sistemas escleroscópicos, que buscan determinar la calidad del concreto por su dureza, ya que esta propiedad física guarda relación directa con su resistencia y la edad.

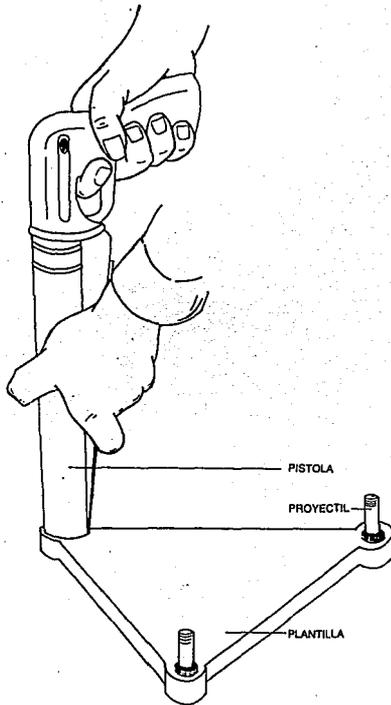
Los ensayos de dureza pueden a su vez clasificarse según el parámetro con base en el cual se desarrollan los diferentes métodos, por ejemplo de resistencia a la penetración, al rayado, al impacto o a la magnitud del rebote.

Los métodos escleroscópicos usados son los siguientes:

1. Pistola.-

Consiste en un instrumento o pistola que se apoya contra la superficie del concreto y dispara un proyectil con una energía determinada. Las características del impacto en cuanto a la profundidad de penetración permiten determinar mediante relaciones empíricas la resistencia del material.

En la figura 12 se muestra tanto los elementos como la forma en que se realiza la prueba.



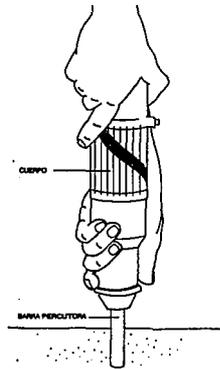
PRUEBA DE LA PISTOLA

Figura 12

2. Martillo percutor.-

Este instrumento consiste en un percutor metálico, que accionado por un resorte, se dispara contra la superficie del elemento estructural. Cada impacto realizado por la barra percutora deja en el concreto marcas, las cuales se correlacionan de una forma empírica con ciertos factores, lo cual indica la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto.

En la figura 13 se muestran los elementos y la forma en que se realizan estos tipos de prueba.



PRUEBA DEL MARTILLO PERCUTOR

Figura 13

3. Péndulo.-

Esta prueba opera con el mismo principio utilizado por la prueba del martillo, nada más que en esta, los impactos recibidos por el concreto son dados por un péndulo que opera por gravedad, y de igual forma se hacen ciertas correlaciones empíricas para determinar la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto.

2.6. PRUEBAS REALIZADAS AL ACERO DE REFUERZO

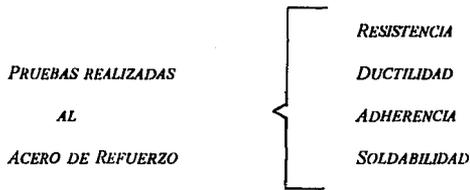
El acero de refuerzo incorpora un conjunto de factores vitales en la calidad del concreto armado, los cuales deben controlarse internamente por el constructor y eternamente por la supervisión de la obra.

El control de calidad mediante pruebas realizadas al acero, es labor que compete a los fabricantes. Y la tarea de la supervisión se limita a llevar un control de calidad visual al momento de su recepción.

Las pruebas realizadas al acero tienen por objeto el determinar las propiedades de éste, para así poder comprobar su calidad en la estructura.

En el siguiente cuadro se muestra las pruebas que comúnmente se

realizan al acero de refuerzo:



1. Pruebas de resistencia:

Por convención universal se acepta como capacidad resistente del acero a la tensión y a la compresión, su límite superior de fluencia (F_y).

Por tratarse de un producto industrial, la comprobación de esta característica corresponde al proceso de control que llevan a cabo las propias siderúrgicas.

El objetivo primordial de esta prueba es el de verificar la calidad del acero en términos de su resistencia a la tensión. La cual se realiza tomando especímenes de aproximadamente 20 cms de longitud. Los cuales son colocados en la máquina universal para

probarlos, el acero deberá tener un límite superior de fluencia de 4200 Kg/cm² si las barras fueron laminadas en caliente, y de 6000 Kg/cm² si éstas fueron laminadas en frío.

Como ya hablamos visto, para fines prácticos se acepta que el acero tiene la misma resistencia a la tensión que a la compresión, por eso al realizar la prueba a la compresión conoceremos ampliamente la resistencia del acero.

2. *Pruebas de Ductibilidad:*

Para que se cumplan las hipótesis del diseño, en cuanto a tensiones y deformaciones, la ductibilidad del acero es una propiedad física muy importante que está determinada en proporción inversa a su contenido de carbono, (es decir, a mayor cantidad de carbono, menor es la ductibilidad), se recomienda por lo tanto que para que se tenga una buena ductibilidad del acero, es conveniente que no se supere el 0.55% de contenido de carbono.

Por esta circunstancia pueden hacerse necesarias ciertas pruebas para verificar la ductibilidad del acero, y de hecho los

diseñadores estructurales así lo especifican, a veces, máxime cuando de una colada a otra puede haber variaciones en el contenido de carbono.

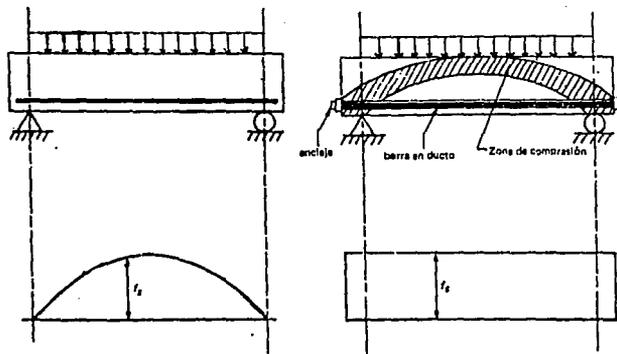
Estas pruebas son indispensables cuando en la construcción se utilizan aceros de diferentes procedencias que, al tener distinta composición química, exigirán verificar previamente su comportamiento mecánico.

A fin de despejar dudas, se realizan pruebas para establecer el porcentaje de alargamiento que una barra de acero sometida a ciertos esfuerzos de tensión debe experimentar por debajo de su límite superior de fluencia (F_y), es decir, sin disminuir o perder su capacidad de resistencia.

Una forma práctica de comprobar la ductibilidad del acero en la obra, es la verificación del comportamiento de este mediante pruebas de doblado simple y desdoblado.

3. Pruebas de Adherencia:

En elementos de concreto reforzado, es necesario que exista adherencia entre el concreto y las barras de refuerzo, de manera que ambos materiales estén íntimamente ligados entre sí, evitando que se produzcan deslizamientos, ya que este comportamiento constituye una de las hipótesis básicas del diseño y punto importante del control de calidad. En la figura 14 se ilustra la diferencia en comportamiento entre un elemento con refuerzo adherido y otro en el que el refuerzo se encuentra libre dentro de la masa de concreto.



DIFERENCIA DE MOMENTOS DE UN ELEMENTO CON REFUERZO ADHERIDO
Y OTRO CON REFUERZO NO ADHERIDO

Figura 14

En el primer caso, los esfuerzos en el acero varían a lo largo del elemento, ya que son prácticamente proporcionales a la magnitud del momento flexionante. En cambio en el segundo caso, el esfuerzo en el acero es constante a lo largo del claro, ya que como las barras están libres, el elemento se comporta como un arco atirantado y no como una viga. En este caso es necesario anclar mecánicamente las barras en los extremos por medio de placas.

Se mencionó que en elementos con refuerzo adherido, los esfuerzos varían a lo largo de las barras de refuerzo. Para que esta variación ocurra, es necesario que se transmitan esfuerzos del refuerzo al concreto, como podemos ver en la figura 15 al analizar el diagrama de cuerpo libre y las fuerzas que se presentan entre barras y concreto de una porción de barra que se encuentra adherida a la masa de concreto.

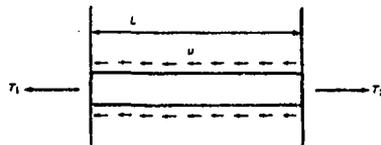
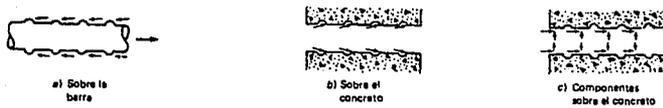


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN TRAMO DE VARILLA ADHERIDA



FUERZAS DESARROLLADAS ENTRE VARILLA Y CONCRETO

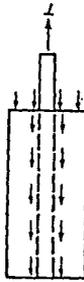
Figura 15

Por lo tanto, podemos decir, que la adherencia o resistencia al deslizamiento tiene su origen en los fenómenos siguientes:

- a) *Adhesión de naturaleza química entre el acero y el concreto.*
- b) *Fricción entre la barra y el concreto, que se desarrolla al tender a deslizar la primera.*
- c) *Apoyo directo de las corrugaciones de las barras sobre el concreto que las rodea.*

En barras lisas sólo existen las dos primeras contribuciones.

Experimentalmente se han encontrado métodos para estimar en forma aproximada, los esfuerzos de adherencia. Para lo cual se lleva a cabo la prueba de extracción, la cual se realiza ahogando un tramo de varilla en un cilindro o prisma de concreto, con uno de los extremos sobresaliendo de la mezcla, como se muestra en la figura 16.



PRUEBA DE EXTRACCIÓN

Figura 16

El ensaye se realiza aplicando una fuerza de tensión al extremo libre de la barra, o sea, tratando de extraer de la masa de concreto,

y tomando lectura de cual es el esfuerzo en (Kg/cm^2) necesario para que se realice el deslizamiento.

Es necesario mencionar que los problemas más comunes que el acero presenta debido a la adherencia, se deben a factores como lo son: el diámetro, la geometría y la textura de las varillas. Por lo que es necesario que éstas se encuentren en las siguientes condiciones: limpias, libres de materia orgánica, polvo, lodo, óxido u otras sustancias que afecten a la adherencia. Por eso es recomendable realizar un buen almacenamiento del acero y nunca arrumbarlo a la intemperie, ya que pueden darse casos en que la oxidación haya avanzado hasta el punto de producir escamas que reduzcan la sección de éste, y como es de esperarse estas deficiencias reducen la resistencia del acero.

4. Pruebas de Soldabilidad:

La unión de refuerzos mediante soldadura, constituye un punto crítico del proceso constructivo de las estructuras, por lo que se requiere materiales, equipos, elementos especiales y operarios calificados, ya que donde no existe o no exige un alto grado de

capacitación y experiencia de los operarios, ni control de los elementos y equipos con las especificaciones necesarias, la soldadura puede causar defectos graves como fisuras, cristalización y fragilización del acero, cuyas consecuencias conllevan un riesgo tan alto, que los consultores estructurales a veces optan por prohibirla como sistema para unir los refuerzos.

En la práctica, las varillas de diámetros menores a 1 pulgada se traslapan y se une con alambre recocido, y las de diámetro mayor o igual a 1 pulgada se soldan, esto se hace con el fin de ahorrar acero y evitar congestionar el armado debido al volumen que ocuparían las varillas traslapadas de diámetros grandes.

El control inicial para aceptar la soldadura entre varillas exige verificar, en primer término la soldadura del acero. Algunas normas establecen que, cuando se requieren aceros de buena soldabilidad, el contenido de carbono no debe ser mayor de 0.20%, dicho control lo deberá certificar la siderúrgica que lo fabricó.

En segundo término, hay que verificar la calidad de la mano

de obra, las características de los equipos y elementos, así como de los métodos para soldar los refuerzos y las normas técnicas para la supervisión del trabajo.

CAPITULO III

GUÍA DEL SUPERVISOR PARA REALIZAR EL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBRA

Una vez que hemos manejado los elementos que están sujetos a control de calidad por la supervisión durante el desarrollo de la obra, es necesario señalar la forma en que se lleva a cabo éste desde el inicio hasta el término de la construcción. Para tal fin analizaremos como se maneja el control durante las diferentes etapas de la obra. La cual comprende:

1. *Obras preliminares.*
2. *Trazo y nivelación.*
3. *Subestructura.*
4. *Superestructura.*
5. *Instalaciones.*
6. *Acabados.*
7. *Terminación de la obra.*

3.1. OBRAS PRELIMINARES

Para su descripción las dividiremos en:

a) Reconocimiento del lugar.-

Antes de iniciar la construcción, se deben efectuar trabajos previos y obras preliminares, así, tanto supervisor como constructor deben realizar un reconocimiento de la zona a construir, para checar: accesos, tomas de agua, instalaciones varias, acometidas de luz, drenajes, colindancias, topografía del lugar, construcciones existentes, zonas de abastecimiento, etc.

Esta visita se aprovecha para localizar en el campo instalaciones y referencias dejadas por los topógrafos. Con las que se marcan entre otras cosas, los vértices de la poligonal de apoyo, las cotas y los linderos.

Es importante que exista constancia de la visita, por lo que ésta se registra como una nota dentro de la bitácora de obra.

b) Bodegas de almacenamiento.-

Una vez reconocida el área, el constructor debe localizar

dentro de ésta, las zonas de almacenaje de materiales, y la supervisión deberá checar que éstas sean las más adecuadas para preservarlos en condiciones óptimas, así como tener control de entrada y salida de los materiales que ahí se almacenan. Por ejemplo, para el almacenamiento de cemento, yeso y cal, se debe cuidar que el local sea cerrado, con una techumbre impermeable que no permita el paso del agua al interior, con un piso perfectamente drenado, y que la superficie sobre la cual se coloque el material, esté lo suficientemente arriba del nivel del piso, esto se logra colocando tarimas de madera que sirven como base. Para los agregados tanto finos como gruesos, el almacenamiento debe ser a la intemperie, colocándolas sobre un piso limpio, nunca sobre la tierra con pasto, y estos se deben proteger de cualquier tipo de contaminación, como la caída de hojas de los árboles, basureros, zonas polvosas, etc. Se debe tener cuidado especial de que no se mezclen los agregados, por este motivo el área de almacenamiento deberá ser lo suficientemente amplia.

En lo que respecta a la zona establecida para el almacenamiento del acero de refuerzo, se deberá habilitar una

techumbre que evite la caída de la lluvia sobre éste.

En almacenamiento de materiales para muros, como tabiques, éstos se almacenan a la intemperie, y sobre un terreno limpio de basura.

En el almacenamiento de materiales para instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, gas y otras se deben habilitar bodegas cerradas para así evitar pérdida o deterioro de éstos antes de su utilización.

Y por último, en los materiales para acabados, se tendrá cuidado en que éstos lleguen a la obra con poco tiempo de anticipación, conforme se vayan necesitando, para así evitar períodos largos de almacenamiento.

3.2. TRAZO Y NIVELACIÓN

Antes de iniciar la ejecución de una obra, es necesario localizar perfectamente la zona en donde se van a efectuar los trabajos, así como los niveles de desplante, para ello el supervisor debe chequear que el contratista

cuenta con lo siguiente:

- * Plano de trazo que indique la localización del edificio a construir, con ejes, cotas, orientación y que facilite la ubicación de la obra.*
- * Asegurarse de que se tenga el equipo necesario para realizar el trazo y nivelación (tránsito, nivel fijo, estatales, cinta, planos, hilos, etc.), si no se tiene tránsito, se puede utilizar un nivel de manguera.*
- * Personal capacitado que realice el trabajo; el supervisor por lo general, únicamente coteja que se cumpla con lo especificado en los planos de trazo.*

Al hacer el constructor a la supervisión, la petición de revisión del trazo y nivelación, éste ya debe haber colocado en campo los puentes y los hilos que sirven como referencia para el trazo, así como también deberá haber marcado los niveles de piso.

Ya con esto, el supervisor anota en la bitácora, las coordenadas y niveles, tomados del plano general del trazo.

3.3. SUBESTRUCTURA

En ésta se involucran todos los trabajos que se realizan del nivel del

terreno natural hacia abajo, para ello se divide en:

a) Excavación.-

Es importante que el supervisor ponga especial cuidado en esta etapa de la obra por las consecuencias futuras que se pueden tener por ésta, para esto el supervisor debe cuidar lo siguiente:

- * Que no se excave más de lo autorizado.*
- * Que ésta se realice de forma continua.*
- * Estar al tanto de los imprevistos que puedan surgir.*

La excavación se hizo en terreno tipo 3, o sea roca, por lo tanto lo más conveniente era efectuarla con pistola neumática, pero en las colindancias encontramos edificios también de departamentos, por lo que se tuvo que realizar a mano con cuña y marro. A este respecto el supervisor tuvo que vigilar que se cumplieran bien los rendimientos sin afectar a los vecinos.

b) Plantillas.-

Estas se colaron de concreto pobre con el fin de proporcionar una superficie firme para el apoyo de las contrarabes, así como separar el terreno natural de la cimentación.

Estas plantillas se elaboraron con concreto realizado en obra para lo cual el supervisor debe checar los siguientes requisitos antes de autorizar el colado:

- * *Que se cuente con la volumetría necesaria de grava y arena, para que no falten durante el colado, así como también debe checar que éstos cumplan con las condiciones de resistencia, humedad y limpieza necesaria.*
- * *Que el cemento que se vaya a usar se encuentre en estado óptimo de conservación.*
- * *Que se haya realizado una buena dosificación para dar la resistencia requerida.*
- * *Que la fabricación de concreto se lleve a cabo en una revolvedora.*
- * *Que la superficie sobre la cual se va a colar cumpla con los niveles especificados en el proyecto, para así poder dar la altura necesaria de las contrarabes.*
- * *Que el terreno natural sobre el que se colocará la plantilla cumpla con la compactación especificada en el proyecto.*

c) *Armados.-*

Los armados comprenden el acero de refuerzo con el cual se forman los elementos estructurales que componen las contratraves.

Ya que se ha colado la plantilla, el constructor procede a realizar el armado, trabajo que se realizó en una zona, la cual fue asignada a los ferreros.

La supervisión debe estar consciente de esta prefabricación, y controlar desde sus inicios los trabajos efectuados, tomando en cuenta lo siguiente:

- * Que el acero de refuerzo se encuentre en buen estado.*
- * Que la varilla utilizada sea la especificada en planos.*
- * Que los estribos sean de las dimensiones requeridas.*
- * Que las dimensiones del armado sean las correctas.*
- * La longitud de los traslapes debe ser de 40 veces el diámetro de la varilla.*
- * Que los amarres estén bien hechos.*
- * Que se hayan colocado en el armado las piezas necesarias para que éste mantenga su posición durante el colado, tal es el caso*

de las silletas, las que se habilitan con alambIÓN o varilla de diámetros pequeños.

d) Cimbras.-

Estas comprenden todos los moldes y soportes que se emplean para contener y moldear el concreto, hasta que éste adquiera la resistencia necesaria para ser descimbrado, ésta se construyó con madera debido a que este es un material muy común y presenta facilidad para darle la forma requerida.

En obras de ingeniería de gran magnitud, se acostumbra que la cimbra sea calculada conforme al peso y empujes proporcionados por el concreto, en cambio en obras no muy grandes se acostumbra que la cimbra se construya basándose en la experiencia empírica del constructor o de los carpinteros, como lo es nuestro caso, motivo por el cual el supervisor deberá tener especial cuidado en esta etapa, chequeando lo siguiente:

- * Que la madera a utilizar sea del espesor y rigidez adecuada, para así garantizar que la cimbra soporte el efecto combinado*

del peso y la presión ejercida por el concreto a las paredes de ésta.

- * Que la madera utilizada se encuentre en buen estado y sin pandear, checando que el constructor no utilice madera a la cual se le ha dado muchos usos.*
- * Que las paredes que conforman la cimbra de las contratraves se encuentren a plomo, antes, durante e inmediatamente después del colado.*
- * Que la cimbra cuente con las elevaciones y alineamientos requeridos.*
- * Que la separación entre las paredes de la cimbra sea la indicada, esto con el fin de que se respeten las dimensiones necesarias de las contratraves.*
- * Que se haya realizado una buena troquelación de las paredes de la cimbra, con el fin de dar un buen soporte a ésta.*
- * Que la cimbra se encuentre en estados óptimos de limpieza, es decir, libre de agua acumulada, aserrín, desperdicios, y cualquier otro material extraño, antes de proceder a la etapa del colado.*
- * Que los separadores de las paredes de la cimbra estén*

constituidos por pedazos de varilla y no de madera, ya que éstos quedarán ahogados en el concreto, y esto puede restar resistencia al elemento estructural.

- * Que se le haya dado una buena preparación previa a la cimbra, humedeciéndola antes de colar con el fin de que la madera no absorba el agua de la mezcla, y por último verificando que ésta sea engrosada con aceite, para facilitar el descimbrado.*

e) Preparación para el paso de instalaciones hidráulicas-sanitarias.-

Es muy importante que el supervisor cheque que se hayan dejado espacios por donde pasarán en la cimentación las instalaciones hidráulicas y sanitarias, por lo que debe verificar lo siguiente:

- * Que se hayan dejado los espacios necesarios en las contratraves para el paso de instalaciones hidráulicas y sanitarias.*
- * Que dichos espacios sean de las dimensiones requeridas, de forma que tengan un paso libre las instalaciones.*
- * Que se haya realizado el trazo indicado en proyecto de los*

lugares por donde pasarán las instalaciones.

- * Que las pendientes sean las indicadas en proyecto para cada tipo de instalación.*

f) Colado.-

El colado se realizó con concreto premezclado transportado por ollas, éste se llevó a cabo en la mañana, con el fin de evitar gastos complementarios por la implementación de instalaciones de luz artificial.

El supervisor deberá tener cuidado en los siguientes puntos de ésta etapa de la construcción:

- * Que la bomba estacionaria que se utilizó llegue por lo menos una hora antes que las ollas, para fines de instalación.*
- * Checar la hora de salida de las ollas de la planta contra su llegada a la obra, y verificar que ésta no rebase de aproximadamente 45 minutos.*
- * A la llegada del concreto se deberá realizar la prueba del revenimiento a la mezcla de cada una de las ollas, antes de*

permitir su vaciado.

- * *Debe verificar que se llenen de forma adecuada los cilindros de prueba así como también que éstos se coloquen en un lugar adecuado.*
- * *Que se cuente con los elementos necesarios para la buena colocación de concreto en el armado, checando que se tengan los vibradores necesarios, así como por lo menos uno de repuesto, ya que por lo general durante el colado se descomponen alguno.*
- * *Que se hayan colocado el número de calzas necesarias entre plantilla y armado, para así lograr que el concreto penetre abajo de éste, y poder tener el recubrimiento especificado. Estas calzas pueden ser pequeñas piedras o piezas de concreto prefabricadas.*
- * *Que el colado se realice en forma continua y sin interrupciones.*

g) Descimbrado.-

En el caso de la cimbra de los elementos que conforman la cimentación, como van apoyados directamente en toda su longitud, se especificó que se realizara a las 24 horas de su colocación. Por

lo que el supervisor deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- * *Que el descimbrado se realice en el tiempo requerido y que se efectúe de forma controlada.*
- * *Que el constructor no corrija sin ningún control las deficiencias resultantes.*
- * *Que no se tengan a oquedades de gran magnitud, si es que no se llenaron en su totalidad las secciones de algunos elementos.*

h) Curado.-

El curado es la acción de hidratar el concreto, debido a que durante el fraguado se presentan reacciones químicas que producen una pérdida de agua.

Para el curado se recomendó utilizar curacreto, el cual se unta con brocha en todos los elementos. El supervisor deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- * *Que se unte el curacreto una vez acabado el descimbrado.*
- * *Que no se interrumpa el curado en ninguna de las secciones de los elementos.*

3.4. SUPERESTRUCTURA

Esta etapa de la construcción de la obra, abarca a todos los elementos estructurales y no estructurales comprendidos desde la cota del lecho superior de la losa tapa de la cimentación hasta la azotea del edificio, para su mejor descripción hemos dividido esta etapa de la obra de la siguiente forma:

a) *Armados.-*

Los armados comprenden el acero de refuerzo con el cual se forman los elementos estructurales como: columnas, trabes, losas y castillos.

La supervisión debe tomar en cuenta lo siguiente para poder controlar los armados:

- * Verificar la posición de los ejes arquitectónicos.*
- * Que el acero de refuerzo se encuentre en buen estado.*
- * Que la varilla utilizada sea la especificada en planos.*
- * Que las dimensiones y peraltes de los armados sean los correctos.*
- * La longitud de los traslapes debe ser de 40 veces el diámetro*

de la varilla.

- * *No realizar traslapes a la misma altura en un mismo elemento.*
- * *En el caso de las columnas, los traslapes no se deben de hacer a la mitad de la altura de la columna ni en los cuartos de la misma.*
- * *Que los bastones y bayonetas estén bien habilitados y sean de las dimensiones necesarias para el caso de las losas.*
- * *Que los amarres estén bien hechos.*
- * *Que se hayan colocado en el armado las piezas auxiliares necesarias para que éste mantenga su posición durante el colado (silletas).*
- * *En el caso de las columnas y castillos que nacen en la cimentación es de vital importancia el checar que las varillas de éstos elementos se hayan dejado ancladas adecuadamente a la cimentación.*

b) Cimbras.-

Estas comprenden todos los moldes y soportes que se emplean para contener y moldear el concreto, hasta que éste adquiere la resistencia necesaria para ser descimbrado.

En la habilitación de la cimbra el supervisor debe tener especial cuidado, por lo que debe checar lo siguiente:

- * Que la madera a utilizar sea del espesor y rigidez adecuada, para así poder garantizar que la cimbra soporte el efecto combinado del peso y la presión ejercida por el concreto.*
- * Que la madera que se utilice se encuentre en buen estado y sin pandear, checando que el constructor no utilice madera a la cual ha dado muchos usos, situación que puede poner en peligro la estabilidad de la cimbra.*
- * Que sean respetadas las dimensiones de las cimbras según sea el caso.*
- * Que la cimbra tanto en columnas, lozas, trabes y castillos de confinamiento cuente con las elevaciones, niveles y alineamientos requeridos.*
- * Que se haya realizado un buen apoyo a las paredes de las cimbras con el fin de dar un buen soporte a ésta.*
- * En la cimbra de columnas se debe checar que ésta cuente con los elementos necesarios como lo son: la duela en contacto, los yugos, los pies derechos, los plomos y las estacas para troquelar los pies derechos.*

- * *Que las paredes que forman la cimbra de las columnas se encuentren a plomo, antes, durante e inmediatamente después del colado.*
- * *Que la separación entre las paredes de la cimbra en columnas sea la necesaria para que se respeten las dimensiones de proyecto.*
- * *Que los separadores de las paredes de la cimbra en columnas estén constituidos por pedazos de varilla y no de madera.*
- * *En la cimbra de los castillos que confinan los muros se debe checar que ésta cuente con los siguientes elementos:*
 - *La duela en contacto, los yugos, los pies derechos, los plomos y las estacas para troquelar los pies derechos.*
 - *Que las paredes que forman la cimbra de los castillos se encuentren a plomo antes, durante y después del colado.*
- * *En la cimbra de trabes se debe checar que ésta cuente con los elementos necesarios como lo son: la duela en contacto, los yugos, las madrinas, las patas de gallo, los pies derechos, los contraventeos, los arrastres, las cuñas y los cachetes para unir los arrastres con los pies derechos.*

- * *Que la altura de la cimbra para las trabes sea la indicada para así poder dar el recubrimiento necesario al elemento.*
- * *Que las paredes de las trabes se encuentren a plomo, antes, durante y después del colado.*
- * *Que los separadores de las paredes de la cimbra en las trabes estén constituidos por pedazos de varilla y no de madera.*
- * *En la cimbra de losas se debe checar que ésta cuente con los elementos necesarios, como lo son: la duela en contacto, las madrinas, los pies derechos, los contraventeos, las cuñas, los arrastres y los cachetes.*
- * *Que la cimbra de las lozas se encuentre bien nivelado.*
- * *Que la cimbra en lozas haya sido bien calafateada para así evitar el escurrimiento de la lechada durante el colado.*
- * *Que la cimbra independientemente del elemento estructural a cimbrar, se encuentre en estados óptimos de limpieza, libre de agua acumulada, aserrín, desperdicios, etc.*
- * *Que se le haya dado una buena preparación previa a la cimbra, independientemente del elemento a cimbrar, humedeciéndola antes del colado y que ésta se engrase para así facilitar el descimbrado.*

c) *Colado.-*

El colado se realizó con concreto premezclado transportado por ollas, éste al igual que en el colado de las contratraves se llevó a cabo durante la mañana y parte de la tarde, esto con el fin de evitar gastos complementarios por la implementación de la instalación de luz artificial.

La supervisión deberá tener en cuenta lo siguiente durante esta etapa:

- * Que la bomba que se utilizó llegue por lo menos una hora antes, de la llegada de las ollas, para fines de instalación.*
- * Checar la hora de salida de las ollas de la planta contra su llegada a la obra.*
- * A la llegada del concreto se deberá realizar la prueba del revenimiento a la mezcla de cada una de las ollas, antes de permitir su vaciado, checando que el revenimiento sea el especificado.*
- * Checar que se llenen de forma adecuada los cilindros de prueba, así como también que éstos se coloquen en lugar adecuado.*

- * *Que se cuente con los elementos necesarios para la buena colocación del concreto en el armado, checando que se tengan los vibradores necesarios así como por lo menos uno de repuesto.*
- * *Que se hayan colocado el número de calzas necesarias entre cimbras y el armado en el caso de las lozas, para así lograr que el concreto penetre abajo del armado y poder tener el recubrimiento especificado.*
- * *Que el colado se realice en forma continua sin interrupciones.*

d) Descimbrado.-

En el caso de la cimbra de los elementos que forman la superestructura, su descimbrado se realiza en lapsos diferentes de tiempo, esto debido a que cada uno de los elementos alcanza su capacidad de autosustentamiento a diferentes edades, así mismo el tiempo para descimbrar depende del tipo de cemento que se utilice y del curado realizado, variando de la siguiente forma:

Cemento tipo I y curado convencional: El tiempo varía entre 5 y 10 días dependiendo del elemento estructural.

Cemento tipo III y curado convencional: El tiempo varía entre 4 y 7 días dependiendo del elemento estructural.

Cemento tipo I y III curado al vapor: el tiempo varía entre 1 y 2 días dependiendo de las características del elemento estructural.

Por esto se recomienda que el supervisor tome en cuenta lo siguiente al efectuar el descimbrado:

- * Que éste se realice en el tiempo requerido.*
- * Que éste se efectúe en forma controlada.*
- * Que el constructor no corrija sin ningún control las deficiencias que presenten los elementos al descimbrarlos.*
- * Que no se tengan oquedades de gran magnitud, si es que no se llenaron en su totalidad las secciones de algunos elementos.*

Por todo lo mencionado, es necesario que el supervisor se encuentre presente durante el descimbrado y que éste realice una inspección visual de cada elemento una vez que se haya realizado éste en su totalidad.

e) *Curado.-*

El curado es la acción de hidratar el concreto, debido a que durante el fraguado se presentan reacciones químicas que producen una pérdida de agua en éste.

Para el curado se recomendó utilizar curacreto, el cual se unta con brocha en todos los elementos.

El supervisor deberá tomar en cuenta lo siguiente para la realización del curado:

- * Que se unte el curacreto una vez acabado el descimbrado.*
- * Que no se interrumpa el curado en ninguna de las secciones de los elementos.*

f) *Muros.-*

Para la obra en cuestión los muros fueron construidos de tabique rojo recocido, por lo que se recomienda que el supervisor cheque los siguientes puntos durante la construcción de éstos:

- * Que los tabiques sean remojados antes de usarse.*
- * Que el desplante de la primera hilada se efectúe a nivel*

sobremezcla de arena-cemento, para absorber con ésta las posibles irregularidades de la superficie.

- * *Que el tabique que se use sea el indicado en el proyecto y que cuente con las dimensiones requeridas.*
- * *Que las juntas entre tabiques vayan llenas en su totalidad con mezcla arena-cemento y que la dosificación de éstos sea la adecuada para dar la resistencia especificada.*
- * *El grueso de las juntas deberá ser de 1.0 cm perfectamente a nivel, colocando hilos durante la erección del muro a cada dos hiladas.*
- * *Los muros deben estar a plomo desde el inicio de la construcción.*
- * *Las hiladas de tabique, deberán estar cuatrapeadas.*
- * *El espesor de muro debe ser el especificado.*
- * *Que se hayan dejado los vanos donde se van a instalar las puertas y ventanas.*

3.5. INSTALACIONES

En esta etapa, se tratan las instalaciones básicas que encontramos en la obra y que corresponde al supervisor controlar desde su inicio, ya

que podemos decir que esta prácticamente se inician con la obra, como son drenajes, acometidas de luz, teléfono, etc.

Es muy importante que el supervisor conozca la cantidad y tipo de instalaciones que llevará la obra, así como también debe saber donde se ubican para que al llegar a efectuar una revisión, ya se tenga conocimiento del tipo de instalación que se va a encontrar en la zona, por dónde buscarlas y de qué se trata (tuberías, pasos, ductos, contactos, etc.)

Por eso es recomendable que el supervisor revise y estudie los planos de instalaciones, antes de comenzar a trabajar en éstas.

Para la descripción de las instalaciones las dividiremos en:

a) Instalación hidráulica.-

Para efectuar su revisión, es necesario que haya sido cargada con agua a una presión determinada, se controle por medio de un manómetro, y que ningún tramo de las tuberías o conexiones de ésta hayan sido cubiertas por mezcla o recubrimiento, para así poder revisar toda la línea y sus uniones.

Dentro de las normas y especificaciones a revisar por el supervisor podemos considerar:

- * Que todas las tuberías de agua fría, caliente, drenajes, conexiones, llaves, etc., sean los materiales especificados en los planos y cumplan con las especificaciones requeridas como (marca, tipo de material, diámetros, etc.)*
- * En las conexiones especiales de bronce de rosca, se utilicen sellantes especiales para juntar.*
- * Que las salidas de agua estén ubicadas de acuerdo con cada mueble que vaya a instalarse.*
- * Que todas las tuberías horizontales estén a nivel y en caso de tener alguna pendiente, que ésta sea ascendente hacia las bocas de salida de los muebles.*
- * Checar que las conexiones de cobre no estén quemadas por efectos de los trabajos de soldadura.*
- * No permitir dobleces en los tubos para evitar el uso de codos para los cambios de dirección.*
- * Que tan pronto se termine una instalación, se sellen los extremos libres o las bocas de alimentación de los muebles, con*

taponos o terminar con un niple aplanado en el extremos, para posteriormente hacer la conexión.

- * *Al efectuarse las pruebas de las tuberías, éstas se deben llenar con agua limpia y someterse a una presión y tiempo determinado, procurando cerciorarse de que la aguja del manómetro no esté pegada, para lo cual hay que dar unos golpecitos en la carátula. Es conveniente cerciorarse de que no haya una válvula cerrada entre el manómetro y las bocas de alimentación de los muebles, ya que si ésta está cerrada nunca se detectará baja de presión en el manómetro.*

b) Instalación Sanitaria.-

El supervisor debe considerar en la revisión de una instalación sanitaria lo siguiente:

- * *Verificar la calidad de los materiales, revisando que estos cumplan con las especificaciones requeridas en el proyecto.*
- * *El sellante para las juntas, no sea pintura ordinaria sino la apropiada para las juntas.*
- * *Las bocas de desagüe estén correctamente localizadas, de acuerdo con cada mueble.*

- * *Se respeten las pendientes mínimas, de acuerdo con los planos y especificaciones.*
- * *Tan pronto se termine el desagüe de un mueble, se proteja con tapones o tapas para evitar que se tape o asolve con desechos de la obra.*
- * *Comprobar que las juntas no presenten fugas, para lo cual se deben pasar los dedos por todas y cada una de ellas.*
- * *Para la prueba de tuberías, se llenarán con agua limpia con un tirante y tiempo determinado, usando tapones para verificar que las juntas no tengan fugas o que las tuberías y conexiones, presenten porosidades.*
- * *Las tuberías que se vayan a depositar en una zanja, se bajarán a ésta de manera que no se dañen por dejarlas caer.*
- * *Los tubos con campana se colocarán con ésta, aguas arriba.*
- * *Los tubos colocados en el fondo de una zanja, se buscará estén apoyados a todo lo largo, nunca sobre piedras o pedazos de madera.*
- * *Nunca se harán intersecciones de tubos en contra corriente y sólo con ángulos de 45°.*
- * *Cuidar que se hayan realizado los atraques necesarios para la*

tubería.

- * *Cuidar que las juntas de los tubos se efectúen en la forma y materiales especificados.*
- * *Checar el nivel y alineamiento de las tuberías, para que funcionen adecuadamente.*

c) Instalación de Gas.-

Al supervisor le corresponde en lo que a este tipo de instalación se refiere:

- * *Vigilar que se vaya efectuando oportunamente.*
- * *Que no se dañe la estructura por el paso de las tuberías.*
- * *Checar que no existan tuberías enterradas.*
- * *Que la tubería no pase por sitios habitables.*
- * *Que estas sean pintadas con el color del proyecto.*
- * *Que la ubicación del tanque estacionario sea la correcta.*

En lo que respecta a este tipo de instalación, podemos decir que el supervisor no tiene gran cuidado en ella, debido a que la instalación de ésta recae en una compañía especializada que se contrató para su colocación.

d) *Instalación Eléctrica, Teléfono e Intercomunicación.-*

Todo tipo de instalación de la misma naturaleza a la eléctrica, debe cumplir con una serie de condiciones, de las cuales una parte corresponde al supervisor cuidar su cumplimiento y la otra parte a técnicos especializados que se contratan para su realización.

Entre las especificaciones a cumplir se encuentran las siguientes:

- * Se debe checar que se use el material especificado.*
- * Cuidar que se respete el proyecto.*
- * Cuidar la localización y colocación (altura, profundidad, nivel y verticalidad) de tableros, interruptores, centros de carga, salidas de los focos de bajo voltaje, contactos, apagadores, salidas de T.V., teléfonos, etc.*
- * Las salidas que no lleven alambrado, se deben dejar guiadas con el material especificado.*
- * La instalación eléctrica una vez terminada, no debe presentar corto circuitos, ni derivaciones a tierra.*
- * Los trabajos que se llevan a cabo durante la construcción, al supervisor corresponde checar que se desarrollen*

oportunamente, cumpliendo con el proyecto, calidad de los materiales y cuidar no se dañen los elementos y trabajos ya efectuados.

e) Elevadores.-

La instalación y montaje de los elevadores la realizó una compañía especializada en este tipo de trabajos, motivo por el cual el supervisor sólo le corresponde checar que los trabajos se estén ejecutando oportunamente.

3.6. ACABADOS

Para la descripción y manejo del control en los acabados, los clasificaremos de la siguiente forma:

a) Aplanados.-

Dentro de las especificaciones que se deben cumplir y que el supervisor debe checar en los aplanados tenemos las siguientes:

- * Checar que se haya preparado la superficie conforme a las especificaciones, es decir, la forma en que se deben preparar tanto muros y plafones para aplicar el acabado.*
- * Checar que se hayan aplicado en forma correcta las muestras*

que sirven como guía para la colocación del aplanado.

- * *Checar que se respeten los grosores especificados en el plano.*
- * *Al terminar los acabados, el supervisor debe checar que éstos no se encuentren agrietados y desplomados, así como también que éstos no se estén despegando, lo cual puede verificarlo dando unos golpes al acabado y si éste suena hueco es síntoma de que se está despegando.*
- * *Y para finalizar, se deberá checar que se tengan en los acabados las apariencias finales que dictan las especificaciones, en nuestro caso, para los muros se debe checar que se tenga un acabado rayado y para los plafones un acabado fino.*

b) Pisos.-

Dentro de los requisitos mínimos que se deben cumplir y que debe checar el supervisor en pisos, tenemos:

- * *Que la preparación de la superficie sea la adecuada.*
- * *Que se cumplan los niveles y pendientes del proyecto.*
- * *Que se usen los materiales especificados (lozetes-cerámica y alfombra).*

- * *Que no se estén despegando las lozetas, lo cual puede comprobarse dando un pequeño golpe con el pie, y si suena hueco esto quiere decir que se están despegando.*
- * *Hacer un revisión visual de todo el piso, checando que éste no se encuentre manchado ni que se tengan lozetas de diferente color.*
- * *Y en el terminado final, se debe checar que el piso no tenga tropezones, los cuales pueden deberse a juntas disparejas.*

c) Pinturas.-

En este punto, el supervisor debe checar las siguientes especificaciones:

- * *Que se haya dado una limpieza y una preparación adecuada a la superficie por pintar.*
- * *Que se usen los tipos y colores de pintura especificados en el proyecto.*
- * *Verificar que se hayan aplicado el número de capas necesarias para cubrir perfectamente la superficie y así poder dar el terminado especificado.*

d) *Herrería y Aluminio.-*

En esta parte del acabado de la estructura, el supervisor debe tener especial cuidado, verificando que se cumplan una serie de requisitos, ya que este trabajo fue desarrollado en talleres ubicados fuera de la obra, por lo que se recomienda que éste realice visitas a dichos talleres para que así pueda constatar que se cumpla con lo marcado en el proyecto, en lo que se refiere a:

- * Que se usen los perfiles y calibres especificados.*
- * Que se respeten las dimensiones y tamaños especificados.*
- * Para el caso de la herrería, se debe checar que se haya aplicado a ésta algún tipo de sustancia como puede ser pintura o primer a la superficie de ésta, antes de que sea llevada a la obra.*

En lo que respecta a la colocación, el supervisor debe checar:

- * Que ésta se desarrolle en forma adecuada, evitando daños durante su colocación.*
- * Que se hayan dejado las preparaciones necesarias para el anclaje de la herrería y el aluminio, sin provocar daños en elementos estructurales perimetrales.*

- * *Antes de proceder a su colocación, checar que éstas se hayan protegido adecuadamente, para evitar la corrosión, no permitir que los herreros para ayudarse en la fijación de las herrerías, practiquen oquedades en los elementos circundantes para albergar las anclas.*
- * *No se debe permitir tampoco que una herrería de dimensiones mayores al hueco dejado, se trate de colocar efectuando un recorte en los elementos perimetrales.*
- * *No se deberá permitir que se coloquen piezas que se encuentren dañadas o en mal estado.*

e) *Carpintería.-*

Al igual que la herrería, es difícil controlar su fabricación ya que ésta se efectuó también en talleres fuera de la obra, por lo que el supervisor tiene que realizar visitas a éstos para así poder checar el proceso de fabricación. En lo que a carpintería se refiere, es necesarios que el supervisor tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- * *Que sean utilizados los materiales especificados en el proyecto.*
- * *Que la fabricación cumpla con todas las especificaciones requeridas por proyecto.*

- * *Que se cumpla con el diseño en lo que se refiere a las dimensiones.*
- * *Nunca se debe permitir que se coloquen piezas en mal estado (rotas o golpeadas).*
- * *En las puertas se debe checar que sean colocadas las bisagras, tornillos, jaladeras y chapas necesarias.*
- * *Las olguras y arrastres de puertas deben cumplir con lo especificado en proyecto.*
- * *Se debe tener especial control en el ensamble y colocación de puertas y closets, para así evitar prácticas que vayan en perjuicio de la calidad.*
- * *Los closets deben ser armados según lo especificado en proyecto.*
- * *Se debe checar que la pintura y barniz de puertas y closets esté en buen estado.*

3.7. TERMINACIÓN DE LA OBRA

La recepción de la obra, acto que equivale a la terminación de ésta es la última etapa por medio de la cual se checa que el acabado final sea el especificado y que se funcionamiento sea el adecuado.

En esta última revisión solamente se certifica que los diferentes elementos que constituyen los acabados, como: mobiliario, herrerías, aluminio, carpintería, vidriería, pintura y plomería, no presenten daños o mal funcionamiento.

Durante esta etapa ya no se efectúan pruebas de los materiales o de las diferentes instalaciones, ya que estas fueron efectuadas con anterioridad en cada una de las etapas correspondientes durante la ejecución de la obra.

En este último acto, se da por terminada la obra por parte de la supervisión, en representación del dueño, quedando como condicionante la responsabilidad del constructor por la aparición de fallas debidas a vicios ocultos.

Esta visita a la obra y todos sus pormenores se registran en la bitácora, siendo la última nota que se escribe en ésta y con la cual se cierra la misma.

Entre los diferentes conceptos a revisar se pueden considerar los

siguientes:

a) Plomería.-

- * Funcionamiento de llaves y drenajes.*
- * Que se encuentren completos los accesorios y componentes de las llaves, coladeras, etc.*
- * Que los tinacos estén llenos y con su respectivo flotador.*
- * Funcionamiento de la bomba.*

b) Cancelería de Aluminio y Herrería.-

- * Que no esté golpeada.*
- * Funcionamiento adecuado.*
- * Herrajes completos.*
- * Pintura en buen estado.*

c) Carpintería, puertas y muebles.-

- * Que no estén dañados.*
- * Holguras y arrastres especificados.*
- * Pintura y barniz en buen estado.*
- * Bisagras y tornillos completos.*
- * Que las puertas no estén alabeadas.*

- * *Cajones y chambranes de puertas fijas.*
- * *Closets y muebles completos.*
- * *Chapas colocadas y funcionamiento adecuado.*
- * *Que los pestillos de las chapas traben adecuadamente.*

d) *Recubrimiento en muros.-*

- * *Que no estén rotos, despostillados o flojos (azulejos y aplanados).*
- * *Que presenten un buen aspecto y que no se estén despegando.*

e) *Pisos.-*

- * *Que no estén dañados.*
- * *Que presenten un buen aspecto.*
- * *Que no se estén despegando.*
- * *Que no tengan tropezones.*

f) *Mobiliario de baños y cocinas.-*

- * *Que no estén dañados.*
- * *Que estén completos.*
- * *Que funcionen adecuadamente.*

- * *Que estén limpios.*
- * *Que estén perfectamente fijos.*

g) *Cerrajería.-*

- * *Colocada y completa.*
- * *Que no esté dañada o maltratada.*
- * *Que tenga los tornillos y llaves completos.*

h) *Pintura.-*

- * *Que no esté dañada o sucia.*
- * *Que no se vea transparente.*

i) *Vidriería.-*

- * *Que esté completa.*
- * *Que no haya vidrios rotos o estrellados.*

C O N C L U S I O N E S

En obras de edificación, es de vital importancia llevar a cabo el control de calidad de todos los componentes que intervienen dentro de la construcción, de acuerdo a las especificaciones y los fines respectivos del proyecto, para así poder satisfacer las necesidades y requerimientos de los propietarios y usuarios, en lo que respecta a estabilidad, seguridad, funcionalidad, durabilidad de la obra, tiempo de ejecución y presupuesto asignado, motivo por el que es necesario que el propietario se apoye en personal capacitado para dichos fines, los cuales en su conjunto forman lo que se conoce con el nombre de supervisión de obra: ésta tiene como objetivo principal, el lograr la optimización de los recursos, alcanzando plenamente los objetivos del proyecto, el buen cumplimiento del contrato y la realización de la construcción con los menores costos y problemas, pero con la calidad requerida.

De esta forma, en la práctica hay que tratar que la supervisión sea desde el inicio hasta la terminación de la obra, preventiva y no correctiva, ya que si se realiza un trabajo de supervisión excelente, se tendrá como

consecuencia un control de calidad excelente. Y estos fines se podrán alcanzar en la medida en que el equipo de supervisión cuente con la experiencia, criterio y ética profesional necesarias, para así poder sustentar su comportamiento, de igual forma, es de vital importancia que el supervisor cuente con una digna remuneración económica por la realización de su trabajo, ya que esto evitará que éste se preste a que los diferentes contratistas lo sobornen para que acepte trabajos que no cumplan con los requisitos necesarios que permiten obtener una buena calidad en la obra.

Así, a través de la realización de este trabajo deseo que se refleje en los estudiantes de ingeniería civil o en los ingenieros con escasa experiencia en este rubro, la necesidad de contar con una supervisión de obra, independientemente del tipo de edificación que se realice, esperando que lo aquí plasmado les sirva como un apoyo a aquellos que inicien su labor profesional desarrollando trabajos concernientes con la supervisión, como también a los que desempeñen labores dentro de la residencia de obra, ya que estas dos van siempre de la mano en cualquier tipo de obra de Ingeniería Civil.

RECOMENDACIONES

Para que un supervisor de obra realice de forma idónea sus labores desde el inicio hasta la terminación de la obra, considero necesario hacer las siguientes recomendaciones:

- * Todo supervisor debe actuar basándose en su experiencia profesional para así tomar decisiones acertadas ante la gama y complejidad de los problemas que se le puedan presentar.*

- * Es necesario que el supervisor siempre tenga presente que debe desarrollar sus labores con la suficiente ética profesional, la cuál le exige actitudes que demuestren, sin excepción, su rectitud e imparcialidad.*

- * El supervisor debe actuar con criterio, para así saber cuándo debe ser flexible y cuándo estricto, ya que hay ocasiones en que no debe aceptar cambios o modificaciones en el proyecto, sobre todo cuando éstas pongan en peligro la estabilidad de la estructura.*

- * *El supervisor siempre debe tratar de poner en práctica el uso de las buenas relaciones humanas con los demás integrantes de la obra, ya que debe recordar que siempre es preferible que los contratistas trabajen por motivación.*

- * *La supervisión siempre actuará en beneficio de los intereses del propietario que los ha contratado para realizar el control de la obra, pero deberá tener presente que independientemente de que se le ha otorgado la autoridad y poder suficiente para corregir y sancionar a los constructores, éstos también cuentan con derechos que la supervisión no debe pisotear haciendo mal uso de la autoridad que se le ha concedido.*

- * *Es necesario que el propietario establezca con claridad y precisión desde un principio las normas de supervisión, las cuales tienen como objetivo fijar el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que debe apegarse la supervisión.*

- * *Es necesario que en estas normas se fije claramente el grado de autoridad del supervisor, y aunque resulte difícil de establecer,*

conviene precisar también lo que éste no debe hacer.

- * *Los supervisores deben revisar y estudiar antes de iniciar la obra, los planos y las especificaciones del proyecto, para así poder reconocer a tiempo y durante el transcurso de ésta las fallas y violaciones en las que puedan llegar a incurrir los constructores, ya que la supervisión siempre debe tratar de ser preventiva y no correctiva.*

- * *La supervisión debe tener especial cuidado en lo referente al control de calidad de los materiales y las mezclas que se utilicen, apoyándose en laboratorios especializados en esta actividad.*

- * *Cuando a la supervisión se le presente un problema que no pueda resolver, es necesario que ésta reconozca sus limitaciones a tiempo y se asesore por consultores especializadas en el tema.*

- * *Y por último, es necesario que todo supervisor tenga el carácter necesario para poder enfrentarse a los diferentes constructores cuando éstos cometan faltas o errores que no quieren reconocer y que opten por utilizar una posición agresiva para ver si así logran*

amedrentar al supervisor.

Ya que es en estos momentos cuando éste debe actuar con la suficiente autoridad y control para poder resolver adecuadamente los problemas, todo con un sólo propósito, el beneficio de la obra.

BIBLIOGRAFIA

CONTROL INTEGRAL DE LA EDIFICACIÓN

Germán Puyana

Tomo 2. Construcción

Editorial Escala

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OBRA

Ing. Edmundo Barrera Monsivais

Colegio de Ingenieros Civiles de México

SUPERVISIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN

M. Gutiérrez, R. Duque y A. González K.

Colegio de Ingenieros Civiles de México

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

Ing. Jorge H. de Alba Castañeda

Facultad de Ingeniería UNAM

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE OBRAS

Ing. José Ponce Córdoba

Colegio de Ingenieros Civiles de México

FILOSOFÍA DE LA SUPERVISIÓN

Ing. Federico Alcaraz Lozano

Facultad de Ingeniería UNAM

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO

Francisco Robles y Oscar González Cuevas

Editorial Limusa

COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACIÓN

Ing. Suárez Salazar Carlos

Editorial Limusa

CONCRETO REFORZADO EN INGENIERÍA

Beresler Boris

Editorial Limusa

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto

PRÁCTICA RECOMENDABLE PARA LA MEDICIÓN

A. M. Neville

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto