



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**L**as autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

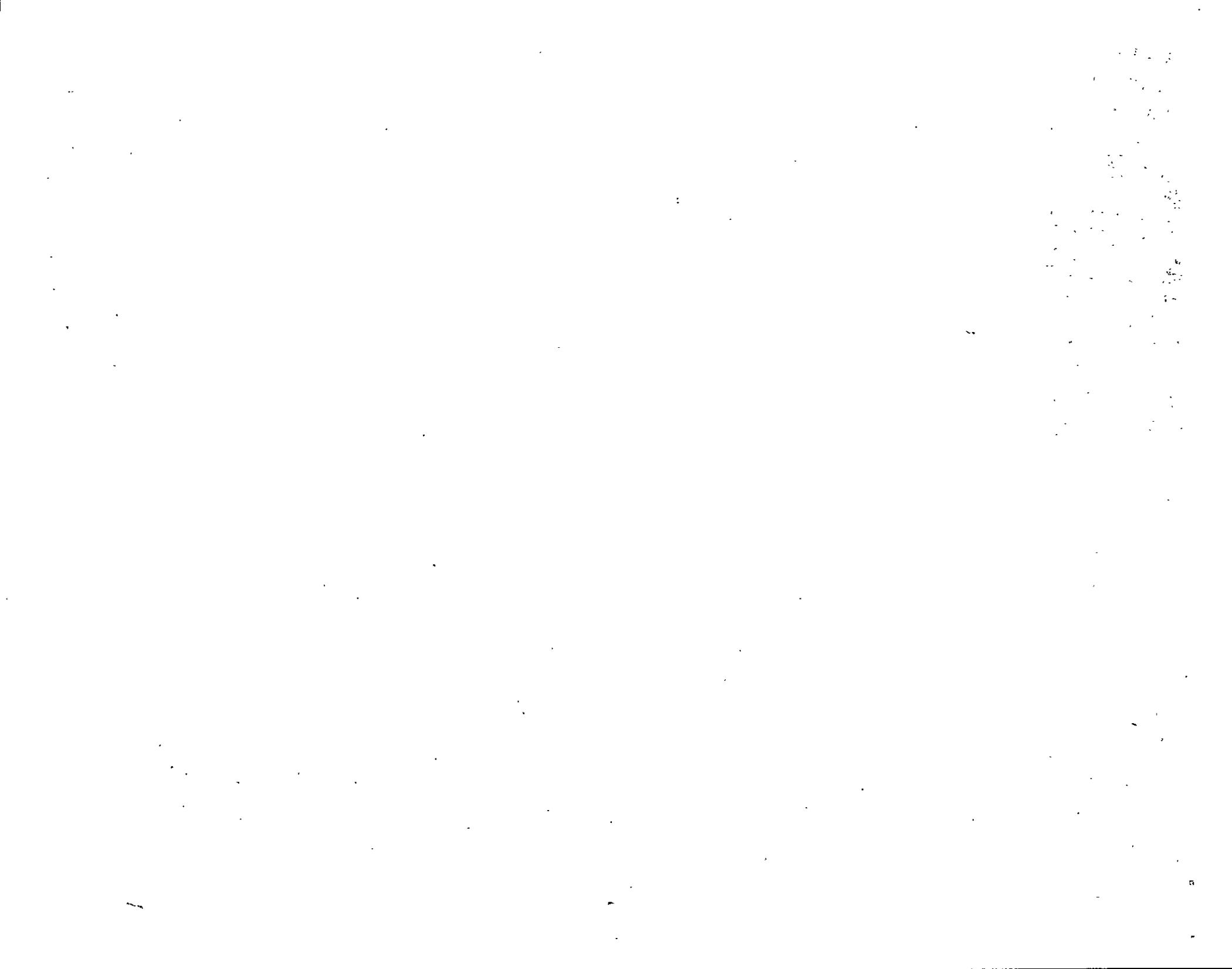
Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

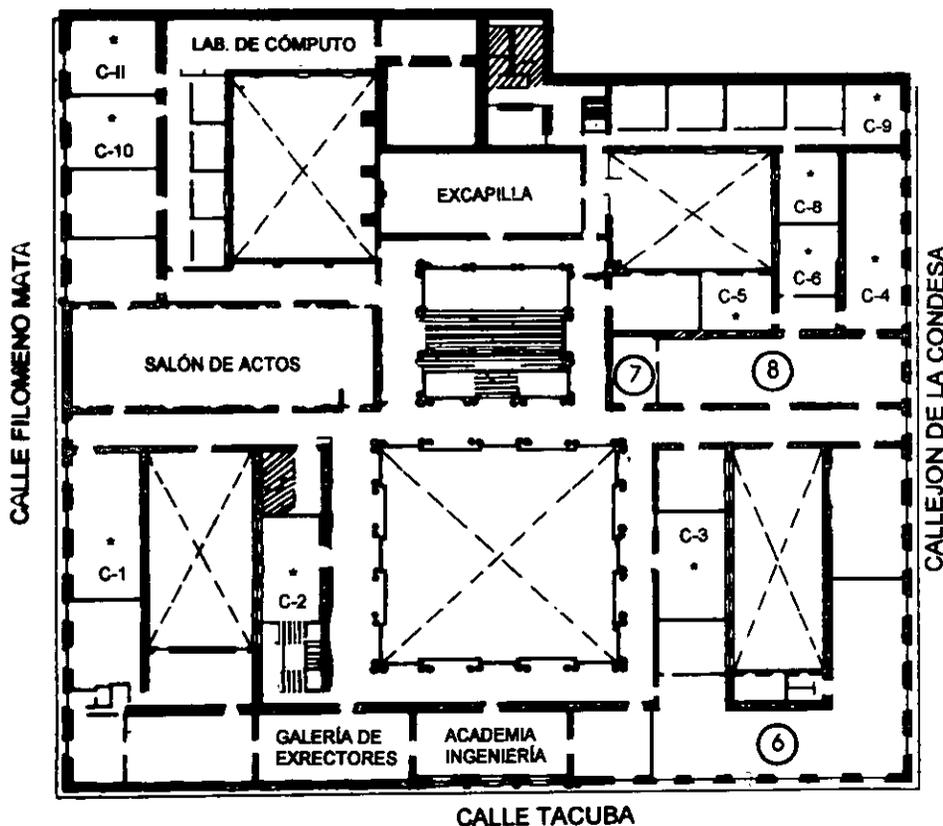
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente  
División de Educación Continua.**



# PALACIO DE MINERÍA



## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
  2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
  3. LIBRERÍA UNAM
  4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
  5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
  6. OFICINAS GENERALES
  7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
  8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- \* AULAS

**1er. PISO**

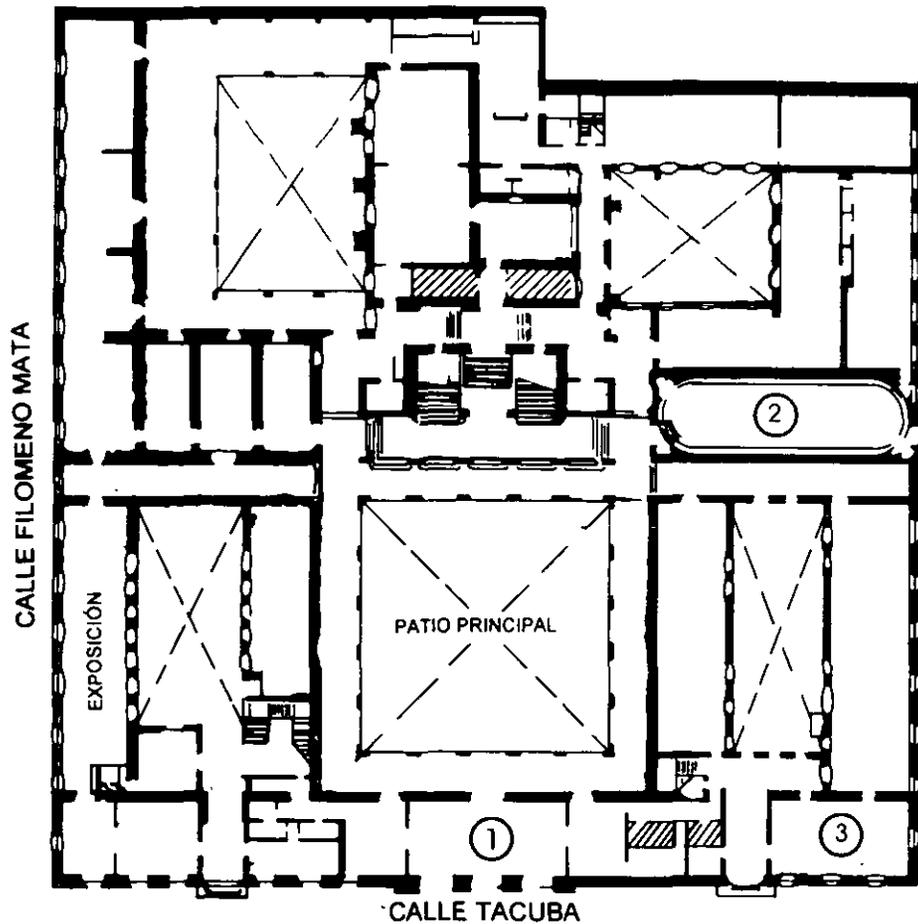


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS

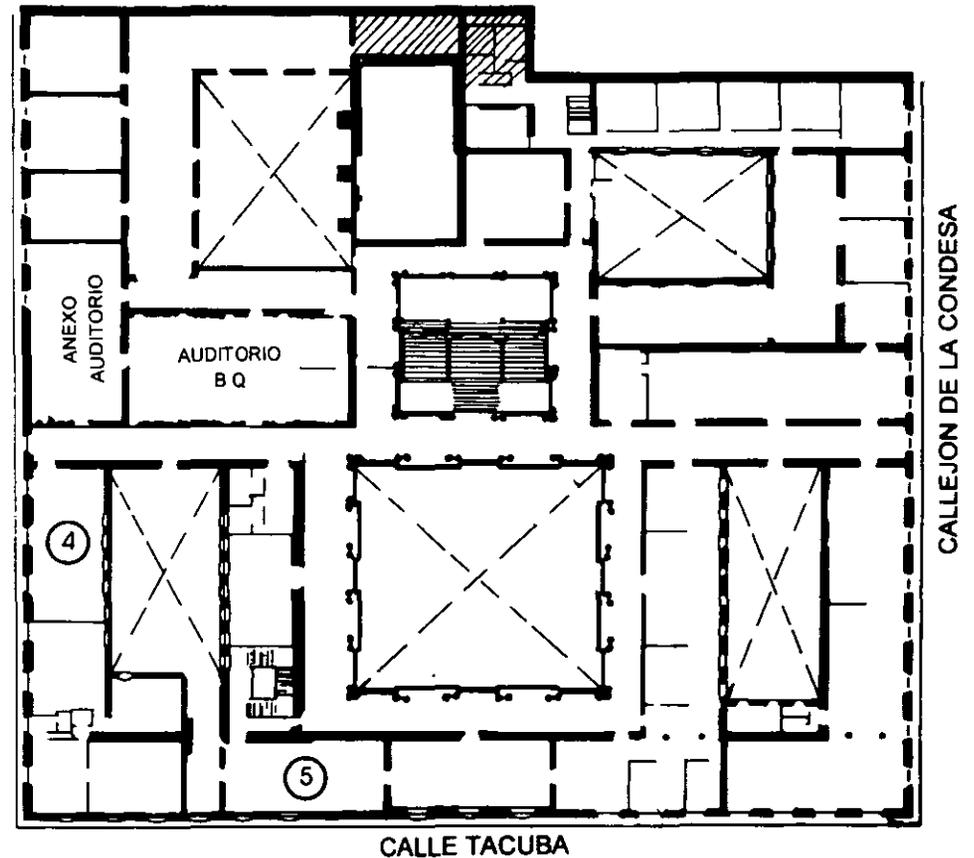
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



# PALACIO DE MINERIA



**PLANTA BAJA**



**MEZZANINNE**



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS**

**ING. GILBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO****LEY de Adquisiciones y Obras Públicas.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República

**CARLOS SALINAS DE GORTARI**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

**DECRETO**

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, D E C R E T A .

**LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS****TITULO PRIMERO****Disposiciones Generales****Capítulo Unico**

**ARTICULO 1.-** La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, gasto, ejecución, conservación, mantenimiento y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles, la prestación de servicios de cualquier naturaleza, así como de la obra pública y los servicios relacionados con la misma, que contraten:

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República,
- II. Las secretarías de Estado y departamentos administrativos,
- III. Las Procuradurías Generales de la República, y de Justicia del Distrito Federal,
- IV. El gobierno del Distrito Federal,
- V. Los organismos descentralizados, y
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sean considerados entidades paraestatales

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias que se refieren en este artículo

Las dependencias y entidades señaladas en las fracciones anteriores, se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o

cualquier tipo de contratos, cuya finalidad sea evadir lo previsto en este ordenamiento.

No estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley, los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades

**ARTICULO 2.-** Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por

- I. Secretaría la Secretaría de Hacienda y Crédito Público,
- II. Contraloría la Secretaría de la Contraloría General de la Federación,
- III. Dependencias las señaladas en las fracciones I a IV del artículo 1,
- IV. Entidades las mencionadas en las fracciones V y VI del artículo 1,
- V. Sector el agrupamiento de entidades coordinado por la dependencia que, en cada caso, designe el Ejecutivo Federal;
- VI. Tratados los definidos como tales en la fracción I del artículo 2 de la Ley sobre la Celebración de Tratados,
- VII. Proveedor la persona que celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, y
- VIII. Contratista la persona que celebre contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas.

**ARTICULO 3.-** Para los efectos de esta Ley, entre las adquisiciones, arrendamientos y servicios, quedan comprendidos

- I. Las adquisiciones de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, que sean necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias y entidades de acuerdo a lo pactado en los contratos de obras,
- II. Las adquisiciones de bienes muebles que incluyan la instalación, por parte del proveedor, en inmuebles de las dependencias y entidades, cuando su precio sea superior al de su instalación,
- III. La contratación de los servicios relacionados con bienes muebles que se encuentren incorporados o adheridos a inmuebles, cuya conservación, mantenimiento o reparación no

\* Se suprime el Art. 2º y pasa a ser Art. 4º

- impliquen modificación alguna al propio inmueble.
- IV. La reconstrucción, reparación y mantenimiento de bienes muebles, maquila, seguros, transportación de bienes muebles; contratación de servicios de limpieza y vigilancia, así como los estudios técnicos que se vinculen con la adquisición o uso de bienes muebles.
- V. Los contratos de arrendamiento financiero de bienes muebles, y
- VI. En general, los servicios de cualquier naturaleza cuya prestación genere una obligación de pago para las dependencias y entidades, que no se encuentren regulados en forma específica por otras disposiciones legales.

En todos los casos en que esta Ley haga referencia a las adquisiciones, arrendamientos y servicios, se entenderá que se trata, respectivamente, de adquisiciones de bienes muebles, arrendamientos de bienes muebles y de prestación de servicios de cualquier naturaleza, salvo, en este último caso, de los servicios relacionados con la obra pública

\* **ARTICULO 4.-** Para los efectos de esta Ley se considera obra pública

- I. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de bienes inmuebles.
- II. Los servicios relacionados con la misma, incluidos los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consultorías especializadas, la dirección o supervisión de la ejecución de las obras, los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones cuando el costo de éstas sea superior al de los bienes muebles que deban adquirirse; y, los trabajos de exploración, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros que se encuentren en el subsuelo.

- III. Los proyectos integrales, que comprenderán desde el diseño de la obra hasta su terminación total;
- IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo, subsuelo; desmontes; extracción, y, aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo.
- V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos;
- VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria, y
- VII. Todos aquellos de naturaleza análoga

**ARTICULO 5.-** La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados

\* **ARTICULO 6.-** Solamente estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, que contraten las entidades federativas, cuando se realicen con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que en su caso, corresponda a los municipios interesados

\* **ARTICULO 7.-** El gasto de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas de los presupuestos anuales de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables

\* **ARTICULO 8.-** La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley a efectos administrativos

La Secretaría y la Contraloría dictarán las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la otra secretaria, así como, cuando corresponda, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación

ARTICULO 9.- Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas micro, pequeñas y medianas, deban observar las dependencias y entidades

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

(6) ARTICULO 10.- Los titulares de las dependencias, los órganos de gobierno de las entidades y los directores de estas últimas serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la simplificación administrativa, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades

ARTICULO 11.- La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán contratar asesoría técnica para la realización de investigaciones de mercado; el mejoramiento del sistema de adquisiciones; arrendamientos, servicios y obra pública; la verificación de precios, pruebas de calidad y otras actividades vinculadas con el objeto de esta Ley

Para los efectos del párrafo anterior, las citadas dependencias pondrán a disposición entre sí los resultados de los trabajos objeto de los respectivos contratos de asesoría técnica

ARTICULO 12.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuenten.

ARTICULO 13.- En lo no previsto por esta Ley, serán aplicables el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal, y, el Código Federal de Procedimientos Civiles = Art. 10

ARTICULO 14.- Cuando por las condiciones especiales de la obra pública se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto = Art. 8

En los convenios a que se refiere el artículo 6, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondan y las dependencias y entidades

ARTICULO 15.- Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, salvo aquéllas en que sean parte empresas de participación estatal mayoritaria o fideicomisos públicos, serán resueltas por los tribunales federales

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no requieran esta materia de manera expresa.

Lo anterior, sin perjuicio de lo establecido en los Tratados de que México sea parte o de que la Contraloría conozca, en la esfera administrativa, de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los contratos antes referidos, en los términos del Título Sexto de esta Ley.

Sólo podrá pactarse cláusula arbitral en contratos respecto de aquellas controversias que determine la Secretaría, mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Contraloría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho

ARTICULO 16.- Los contratos que celebren las dependencias y entidades fuera del territorio nacional, se regirán, en lo conducente, por esta Ley, sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación del lugar donde se formalice el acto.

**TITULO SEGUNDO**

**De la Planeación, Programación y Presupuestación  
Capítulo Unico**

ARTICULO 17.- En la planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de la obra pública, las dependencias y entidades deberán ajustarse a

- I. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y

Art. 10

Art. 10

Art. 12

- II. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, o de las entidades respectivas

*Art. 14* ARTÍCULO 18.- Las dependencias y entidades formularán sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, y sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Las acciones previas, durante y posteriores a la realización de dichas operaciones; los objetivos y metas a corto y mediano plazo.
- II. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios.
- III. Las unidades responsables de su instrumentación.
- IV. Sus programas sustantivos, de apoyo administrativo y de inversiones, así como, en su caso, aquéllos relativos a la adquisición de bienes para su posterior comercialización incluyendo los que habrán de sujetarse a procesos productivos.
- V. La existencia en cantidad suficiente de los bienes; en su caso, las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las que servirán de referencia para exigir la misma especificación técnica a los bienes de procedencia extranjera; los plazos estimados de suministro, y los avances tecnológicos incorporados en los bienes.
- VI. En su caso, los planos, proyectos, especificaciones y programas de ejecución.
- VII. Los requerimientos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes muebles a su cargo, y
- VIII. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de las adquisiciones, arrendamientos o servicios

*Art. 15*  
*Art. 16* ARTÍCULO 19.- Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos considerando

- I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica y ecológica en la realización de la obra.

- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo.

III. Las acciones previas, durante y posteriores a su ejecución, incluyendo las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;

IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra.

V. Los resultados previsibles;

VI. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para su ejecución, así como los gastos de operación.

VII. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de cada obra;

*Art. 16*

VIII. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios.

*Art. 17*

IX. La regularización y adquisición de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios.

*Art. 17*  
*III*

X. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios, las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con la obra, los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de la obra.

*17-IV*

XI. Los trabajos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo, y

*17-VII*

XII. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de la obra

*17-VIII*

ARTÍCULO 20.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a prever los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de la obra pública, con sustento en los estudios de impacto ambiental previstos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restauren las condiciones

ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse, y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Desarrollo Social y, en su caso, a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia

**ARTICULO 21.-** Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, primero verificarán si en sus archivos o en los de las entidades o dependencias afines existen estudios o proyectos sobre la materia. De resultar positiva la verificación y de comprobarse que el estudio o proyecto localizado satisface los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación.

**ARTICULO 22.-** Las entidades que sean apoyadas presupuestalmente o que reciban transferencias de recursos federales, remitirán sus programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, a la dependencia coordinadora de Sector en la fecha que ésta señale

Las dependencias coordinadoras de sector y, en su caso, las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, enviarán a la Secretaría los programas y presupuestos mencionados en la fecha que ésta determine, para su examen, aprobación e inclusión, en lo conducente, en el proyecto de Presupuesto de Egresos correspondiente

**ARTICULO 23.-** Las dependencias y entidades, a más tardar el 31 de marzo de cada año, pondrán a disposición de los interesados, por escrito sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, salvo que medie causa debidamente justificada para no hacerlo en dicho plazo

El documento que contenga los programas será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate

Las dependencias y entidades remitirán sus programas a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, quien, también para efectos informativos, podrá llevar a cabo la integración correspondiente

**ARTICULO 24.-** Las dependencias deberán establecer comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios que tendrán las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes,
- II. Dictaminar sobre la procedencia de celebrar licitaciones públicas, así como los casos en que no se celebren por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 81, salvo en los casos de la fracción VI del inciso A, y en el artículo 82;
- III. Proponer las políticas internas, bases y lineamientos en materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como autorizar los supuestos no previstos en estos, debiendo informar al titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- IV. Analizar trimestralmente el informe de la conclusión de los casos dictaminados conforme a la fracción II anterior, así como los resultados generales de las adquisiciones, arrendamientos y servicios y, en su caso, disponer las medidas necesarias;
- V. Analizar exclusivamente para su opinión, cuando se le solicite, los dictámenes y fallos emitidos por los servidores públicos responsables de ello;
- VI. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Secretaría, y
- VII. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables

La Secretaría podrá autorizar la creación de comités en órganos desconcentrados cuando las características de sus funciones así lo justifiquen.

Los órganos de gobierno de las entidades deberán establecer dichos comités salvo que, por la naturaleza de sus funciones o por la magnitud de sus operaciones, no se justifique su instalación a juicio de la Secretaría.

**ARTICULO 25.-** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, determinará las dependencias y entidades que deberán instalar Comisiones Consultivas Mixtas de Abastecimiento, en función del volumen, características e importancia de las adquisiciones, arrendamientos y

servicios que contraten Dichas Comisiones tendrán por objeto:

- I. Propiciar y fortalecer la comunicación de las propias dependencias y entidades con la industria, a fin de lograr una mejor planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- II. Promover y acordar la simplificación interna de trámites administrativos que realicen las dependencias o entidades relacionados con las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- III. Difundir y fomentar la utilización de los diversos estímulos del Gobierno Federal y de los programas de financiamiento para apoyar la fabricación de bienes, y
- IV. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento de la Comisión, conforme a las bases que expida la Secretaría

**ARTICULO 26.-** La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante disposiciones de carácter general, oyendo la opinión de la Secretaría, determinará, en su caso, los bienes y servicios de uso generalizado que, en forma consolidada, podrán adquirir, arrendar o contratar las dependencias y entidades, ya sea de manera conjunta o separada, con objeto de obtener las mejores condiciones en cuanto a precio y oportunidad, y apoyar en condiciones de competencia a las áreas prioritarias del desarrollo

**Art. 18** **ARTICULO 27.-** En la obra pública cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total como el relativo a los ejercicios de que se trate, en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes se atenderá a los costos que, en su momento, se encuentren vigentes. Igual obligación será aplicable, en lo conducente, tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal

### TITULO TERCERO

#### De los Procedimientos y los Contratos

##### Capítulo I

##### Generalidades

**Art. 26** **ARTICULO 28.-** Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, así

como obra pública, mediante los procedimientos que a continuación se señalan:

- A. Por licitación pública, y
- B. Por invitación restringida, la que comprenderá.
  - I. La invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, y
  - II. La adjudicación directa

**ARTICULO 29.-** Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como obra pública, solamente cuando se cuente con saldo disponible, dentro de su presupuesto aprobado, en la partida correspondiente

En casos excepcionales y previa autorización de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con saldo disponible en su presupuesto.

Tratándose de obra pública, además se requerirá contar con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro.

Los servidores públicos que autoricen actos en contravención a lo dispuesto en este artículo, se harán acreedores a las sanciones que resulten aplicables

**ARTICULO 30.-** Las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, por regla general, se adjudicarán a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que serán abiertos públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo que establece la presente Ley

**ARTICULO 31.-** Las licitaciones públicas podrán ser

- A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios
  - I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir cuenten por lo menos con un cincuenta por ciento de contenido nacional. La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante reglas de carácter

general, establecerá los casos en que no será exigible el porcentaje mencionado, así como un procedimiento expedito para determinar el grado de integración nacional de los bienes que se oferten, para lo cual tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría; o

- II. internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras y los bienes a adquirir sean de origen nacional o extranjero.

- B. Tratándose de obras públicas nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana; o, internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras

Solamente se realizarán licitaciones de carácter internacional, cuando ello resulte obligatorio conforme a lo establecido en Tratados; cuando, previa investigación de mercado que realice la dependencia o entidad convocante, no exista oferta en cantidad o calidad de proveedores nacionales o los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de la obra de que se trate, cuando sea conveniente en términos de precio, o bien, cuando ello sea obligatorio en adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval.

Podrá negarse la participación de proveedores o contratistas extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un Tratado o ese país no conceda un trato recíproco a los proveedores o contratistas o a los bienes y servicios mexicanos.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría, determinará los casos en que las licitaciones serán de carácter nacional en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los Tratados

**ARTICULO 32.-** Las convocatorias, que podrán referirse a uno o más bienes, servicios u obras, se publicarán simultáneamente en la sección

especializada del **Diario Oficial de la Federación**, en un diario de circulación nacional, y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra, y contendrán

- I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante,
- II. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases y especificaciones de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando el documento que tenga las bases, implique un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisar tales documentos previamente al pago de dicho costo, el cual será requisito para participar en la licitación.
- III. La fecha, hora y lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones, y
- IV. La indicación de si la licitación es nacional o internacional, si se realizará bajo la cobertura de algún Tratado, y el idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones
  - A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán
    - I. La descripción general, cantidad y unidad de medida de los bienes o servicios que sean objeto de la licitación, así como la correspondiente a, por lo menos, cinco de las partidas o conceptos de mayor monto,
    - II. Lugar, plazo de entrega y condiciones de pago, y
    - III. En el caso de arrendamiento, la indicación de si éste es con o sin opción a compra
  - B. En materia de obra pública, además contendrán
    - I. La descripción general de la obra y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de la obra;
    - II. Fecha estimada de inicio y terminación de los trabajos;

- III. La experiencia o capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, de acuerdo con las características de la obra, y demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados.
- IV. La información sobre los porcentajes a otorgar por concepto de anticipos, y
- V. Los criterios generales conforme a los cuales se adjudicará el contrato

**ARTICULO 33.-** Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria y hasta siete días naturales previos al acto de presentación y apertura de proposiciones, y contendrán, como mínimo, lo siguiente

- I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante.
- II. Poderes que deberán acreditarse; fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen, fecha, hora y lugar para la presentación y apertura de las proposiciones, garantías, comunicación del fallo y firma del contrato.
- III. Señalamiento de que será causa de descalificación, el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación.
- IV. El idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones.
- V. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los proveedores o contratistas, podrán ser negociadas, y
- VI. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos y la indicación de que en la evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos o porcentajes
  - A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán
    - I. Descripción completa de los bienes o servicios, información específica sobre el mantenimiento, asistencia técnica y

capacitación, relación de refacciones que deberán cotizarse cuando sean parte integrante del contrato; especificaciones y normas que, en su caso, sean aplicables, dibujos; cantidades, muestras, pruebas que se realizarán y, de ser posible, método para ejecutarlas, periodo de garantía y, en su caso, otras opciones adicionales de cotización.

- II. Plazo, lugar y condiciones de entrega;
- III. Requisitos que deberán cumplir quienes deseen participar.
- IV. Condiciones de precio y pago.
- V. La indicación de si se otorgará anticipo, en cuyo caso deberá señalarse el porcentaje respectivo, el que no podrá exceder del cincuenta por ciento del monto total del contrato.
- VI. La indicación de si la totalidad de los bienes o servicios objeto de la licitación, o bien, de cada partida o concepto de los mismos, serán adjudicados a un solo proveedor, o si la adjudicación se hará mediante el procedimiento de abastecimiento simultáneo a que se refiere el artículo 49, en cuyo caso deberá precisarse el número de fuentes de abastecimiento requeridas, los porcentajes que se asignarán a cada una, y el porcentaje diferencial en precio que se considerará.
- VII. En el caso de los contratos abiertos, la información que corresponda del artículo 49.
- VIII. Señalamiento de que será causa de descalificación la comprobación de que algún proveedor ha acordado con otro u otros elevar los precios de los bienes y servicios.
- IX. Penas convencionales por atraso en las entregas.
- X. Instrucciones para elaborar y entregar las proposiciones y garantías, y
- XI. La indicación de que, en los casos de licitación internacional en que la convocante determine que los pagos se harán en moneda extranjera, los proveedores nacionales, exclusivamente para fines de comparación, podrán presentar la parte del contenido

importado de sus proposiciones, en la moneda extranjera que determine la convocante, pero el pago se efectuará en moneda nacional al tipo de cambio vigente en la fecha en que se haga el pago de los bienes;

B. En materia de obra pública, además contendrán

- I. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción aplicables, catálogo de conceptos, cantidades y unidades de trabajo; y, relación de conceptos de trabajo, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra y maquinaria de construcción que intervienen en los análisis anteriores.
- II. Relación de materiales y equipo de instalación permanente, que en su caso, proporcione la convocante;
- III. Origen de los fondos para realizar los trabajos y el importe autorizado para el primer ejercicio, en el caso de obras que rebasen un ejercicio presupuestal;
- IV. Experiencia, capacidad técnica y financiera y demás requisitos que deberán cumplir los interesados.
- V. Forma y términos de pago de los trabajos objeto del contrato;
- VI. Datos sobre la garantía de seriedad en la proposición, porcentajes, forma y términos del o los anticipos que se concedan, y, procedimiento de ajuste de costos;
- VII. Lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que se deberá llevar a cabo dentro de un plazo no menor de diez días naturales contados a partir de la publicación de la convocatoria, ni menor de siete días naturales anteriores a la fecha y hora del acto de presentación y apertura de proposiciones.
- VIII. Información específica sobre las partes de la obra que podrán subcontratarse.
- IX. Cuando proceda, registro actualizado en la Cámara que le corresponda;

- X. Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación.
- XI. Modelo de contrato, y
- XII. Condiciones de precio y, tratándose de contratos celebrados a precio alzado, las condiciones de pago

Tanto en licitaciones nacionales como internacionales, los requisitos y condiciones que contengan las bases de la licitación, deberán ser los mismos para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega; plazos para la ejecución de los trabajos; normalización; forma y plazo de pago; penas convencionales; anticipos, y garantías

Tratándose de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, los requisitos para la licitación serán establecidos por la Secretaría.

En el ejercicio de sus atribuciones, la Contraloría podrá intervenir en cualquier acto que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley. Si la Contraloría determina la cancelación del proceso de adjudicación, la dependencia o entidad reembolsará a los participantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente

**ARTICULO 34.-** Todo interesado que satisfaga los requisitos de la convocatoria y las bases de la licitación tendrá derecho a presentar su proposición. Para tal efecto, las dependencias y entidades no podrán exigir requisitos adicionales a los previstos por esta Ley. Asimismo, proporcionarán a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con la licitación, a fin de evitar favorecer a algún participante

El plazo para la presentación y apertura de proposiciones no podrá ser inferior a cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria, salvo que, por razones de urgencia justificadas y siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, no pueda observarse dicho plazo, en cuyo caso éste no podrá ser menor a diez días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria. En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, la

reducción del plazo será autorizada por el comité de adquisiciones, arrendamientos y servicios

En licitaciones nacionales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria

**ARTICULO 35.-** Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de la licitación, cuando menos con siete días naturales de anticipación a la fecha señalada para la presentación y apertura de proposiciones, siempre que

- I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y
- II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso a través de la sección especializada del Diario Oficial de la Federación a que se refiere el artículo 32, a fin de que los interesados concurren, en su caso, ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, la o las modificaciones respectivas

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que, a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los participantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación

Las modificaciones de que trata este artículo no podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los bienes, obras o servicios convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos

**ARTICULO 36.-** En las licitaciones públicas, la entrega de proposiciones se hará por escrito, mediante dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica, incluyendo en esta última la garantía de seriedad de las ofertas

**ARTICULO 37.-** Las dependencias y entidades, a través de la sección especializada del Diario Oficial de la Federación a que se refiere el artículo

32, harán del conocimiento general la identidad del participante ganador de cada licitación pública. Esta publicación contendrá los requisitos que determine la Secretaría

**ARTICULO 38.-** Quienes participen en las licitaciones o celebren los contratos a que se refiere esta Ley, deberán garantizar:

- I. La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de licitación pública  
La convocante conservará en custodia las garantías de que se trate hasta la fecha del fallo, en que serán devueltas a los licitantes salvo la de aquél a quien se hubiere adjudicado el contrato, la que se retendrá hasta el momento en que el proveedor o contratista constituya la garantía de cumplimiento del contrato correspondiente.
- II. Los anticipos que, en su caso, reciban. Esta garantía deberá constituirse por la totalidad del monto del anticipo, y
- III. El cumplimiento de los contratos.

Para los efectos de las fracciones I y III, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, fijarán las bases, forma y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse a su favor

Cuando las dependencias y entidades celebren contratos en los casos señalados en los artículos 81, fracción V del inciso A y III del inciso B, y 82, bajo su responsabilidad, podrán exceptuar al proveedor o contratista, según corresponda, de presentar la garantía de cumplimiento del contrato respectivo

Tratándose de obra pública, las garantías previstas en las fracciones II y III de este artículo, deberán presentarse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que el contratista reciba copia del fallo de adjudicación, y el o los anticipos correspondientes se entregarán, a más tardar, dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación de la garantía

**ARTICULO 39.-** Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley, se constituirán en favor de

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I y II del artículo 1, y con la Procuraduría General de la República,

- II. La Tesorería del Distrito Federal, por actos o contratos que se celebren con el gobierno del Distrito Federal y la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.
- III. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y
- IV. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos a que se refiere el artículo 6.

**ARTICULO 40.-** Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del proveedor o contratista.

Asimismo, las dependencias y entidades podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurren razones de interés general

**ARTICULO 41.-** Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas físicas o morales siguientes:

- I. Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier forma en la adjudicación del contrato tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquéllas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte.
- II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público.
- III. Aquellos proveedores o contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato, en más de una ocasión,

- dentro de un lapso de dos años calendario contado a partir de la primera rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante dos años calendario contados a partir de la fecha de rescisión del segundo contrato;
- IV. Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de la fracción anterior respecto de dos o más dependencias o entidades, durante un año calendario contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;
- V. Las que no hubieren cumplido sus obligaciones contractuales respecto de las materias de esta Ley, por causas imputables a ellas y que, como consecuencia de ello, haya sido perjudicada gravemente la dependencia o entidad respectiva;
- VI. Aquéllas que hubieren proporcionado información que resulte falsa, o que hayan actuado con dolo o mala fe, en algún proceso para la adjudicación de un contrato, en su celebración, durante su vigencia o bien en la presentación o desahogo de una inconformidad;
- VII. Las que, en virtud de la información con que cuente la Contraloría, hayan celebrado contratos en contravención a lo dispuesto por esta Ley.
- VIII. Los proveedores que se encuentren en situación de atraso en las entregas de los bienes o servicios por causas imputables a ellos mismos, respecto al cumplimiento de otro u otros contratos y hayan afectado con ello a la dependencia o entidad convocante;
- IX. Aquéllas a las que se les declare en estado de quiebra o, en su caso, sujetas a concurso de acreedores;
- X. Respecto de las adquisiciones y arrendamientos, así como para la ejecución de la obra pública correspondiente, las que realicen o vayan a realizar por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, trabajos de

coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones, laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica de suelos y de resistencia de materiales y radiografías industriales, preparación de especificaciones de construcción, presupuesto o la elaboración de cualquier otro documento para la licitación de la adjudicación del contrato de la misma obra;

- XI. Las que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, elaboren dictámenes, peritajes y avalúos, cuando se requiera dirimir controversias entre tales personas y la dependencia o entidad, y
- XII. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley.

**ARTICULO 42.-** El Presidente de la República podrá autorizar la contratación directa de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, incluido el gasto correspondiente, y establecerá los medios de control que estime pertinentes, cuando se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para salvaguardar la integridad, la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior.

**ARTICULO 43.-** En los procedimientos para la contratación de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de los bienes o servicios de procedencia nacional y los propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados

**ARTICULO 44.-** Las dependencias o entidades no podrán financiar a proveedores la adquisición o arrendamiento de bienes o la prestación de servicios, cuando éstos vayan a ser objeto de contratación por parte de las propias dependencias o entidades, salvo que, de manera excepcional y por tratarse de proyectos de infraestructura, se obtenga la autorización previa y específica de la Secretaría y de la Contraloría. No se considerará como operación de financiamiento, el otorgamiento de anticipos, los cuales en todo caso, deberán garantizarse en los términos del artículo 38

## Capítulo II

### De los Procedimientos y Contratos de Adquisiciones,

#### Arrendamientos y Servicios

**ARTICULO 45.-** El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

- I. En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;
- II. Los participantes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas. En caso de que la apertura de las proposiciones económicas no se realice en la misma fecha, los sobres que las contengan serán firmados por los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, y quedarán en custodia de ésta, quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. En su caso, durante este periodo, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas;
- III. En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe de las propuestas que contengan los documentos y cubran los requisitos exigidos;
- IV. En caso de que el fallo de la licitación no se realice en la misma fecha, dos proveedores, por lo menos, y los servidores públicos de la convocante presentes, firmarán las proposiciones económicas aceptadas. La dependencia

o entidad señalará fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación, el que deberá quedar comprendido dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente.

- V. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar por escrito el fallo de la licitación a cada uno de los licitantes.
- VI. En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida, asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma. El fallo de la licitación, de ser el caso, se hará constar en el acta a que se refiere la fracción siguiente, y
- VII. La dependencia o entidad levantará acta de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones, en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron, el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma.

**ARTICULO 46.-** Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las

condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

**ARTICULO 47.-** Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una nueva convocatoria.

Tratándose de licitaciones en las que una o varias partidas se declaren desiertas por no haberse recibido posturas satisfactorias, la dependencia o entidad podrá proceder, sólo por esas partidas, en los términos del párrafo anterior, o bien, cuando proceda, en los términos del artículo 82.

**ARTICULO 48.-** Las dependencias y entidades podrán celebrar contratos abiertos conforme a lo siguiente.

- I. Se establecerá la cantidad mínima y máxima de bienes por adquirir o arrendar, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse en la adquisición o el arrendamiento; En el caso de servicios, se establecerá el plazo mínimo y máximo para la prestación, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse;
- II. Se hará una descripción completa de los bienes o servicios relacionada con sus correspondientes precios unitarios;
- III. En la solicitud y entrega de los bienes se hará referencia al contrato celebrado;
- IV. Su vigencia no excederá del ejercicio fiscal correspondiente a aquél en que se suscriban, salvo que se obtenga previamente autorización para afectar

recursos presupuestales de años posteriores, en términos de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y su Reglamento;

- V. Como máximo, cada treinta días naturales se hará el pago de los bienes entregados o de los servicios prestados en tal periodo, y
- VI. En ningún caso, su vigencia excederá de tres ejercicios fiscales

**ARTICULO 49.-** Las dependencias y entidades, previa justificación de la conveniencia de distribuir la adjudicación de los requerimientos de un mismo bien a dos o más proveedores, podrán hacerlo siempre que así se haya establecido en las bases de la licitación

En este caso, el porcentaje diferencial en precio que se considerará para determinar los proveedores susceptibles de adjudicación, no podrá ser superior al cinco por ciento respecto de la proposición solvente más baja

**ARTICULO 50.-** Los contratos que deban formalizarse como resultado de su adjudicación, deberán suscribirse en un término no mayor de veinte días naturales contados a partir de la fecha en que se hubiere notificado al proveedor el fallo correspondiente

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato como resultado de una licitación, perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado si, por causas imputables a él, la operación no se formaliza dentro del plazo a que se refiere este artículo, pudiendo la dependencia o entidad adjudicar el contrato al participante que haya presentado la segunda proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 46, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato no estará obligado a suministrar los bienes o prestar el servicio, si la dependencia o entidad, por causas no imputables al mismo proveedor, no firmare el contrato dentro del plazo establecido en este artículo, en cuyo caso se le reembolsarán los gastos no recuperables en que hubiere incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén

debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate

El atraso de la dependencia o entidad en la formalización de los contratos respectivos, prorrogará en igual plazo la fecha de cumplimiento de las obligaciones asumidas por ambas partes

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios no podrán cederse en forma parcial ni total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro, en cuyo caso se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate.

**ARTICULO 51.-** En las adquisiciones, arrendamientos y servicios, deberá pactarse preferentemente la condición de precio fijo

En casos justificados se podrán pactar en el contrato decrementos o incrementos a los precios, de acuerdo con la fórmula que determine previamente la convocante en las bases de la licitación. En ningún caso procederán ajustes que no hubieren sido considerados en las propias bases de la licitación

Tratándose de bienes o servicios sujetos a precios oficiales, se reconocerán los incrementos autorizados

**ARTICULO 52.-** Las dependencias y entidades deberán pagar al proveedor el precio estipulado en el contrato, a más tardar dentro de los veinte días naturales siguientes contados a partir de la fecha en que se haga exigible la obligación a cargo de la propia dependencia o entidad

En caso de incumplimiento en los pagos a que se refiere el párrafo anterior y sin perjuicio de la responsabilidad del servidor público que corresponda de la dependencia o entidad, ésta deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo pactado, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del proveedor

**ARTICULO 53.-** Dentro de su presupuesto aprobado y disponible, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad y por razones fundadas, podrán acordar el incremento en la cantidad de bienes solicitados mediante modificaciones a sus contratos vigentes, dentro de

los seis meses posteriores a su firma, siempre que el monto total de las modificaciones no rebase, en conjunto, el quince por ciento de los conceptos y volúmenes establecidos originalmente en los mismos y el precio de los bienes sea igual al pactado originalmente

Igual porcentaje se aplicará a las modificaciones o prórrogas que se hagan respecto de la vigencia de los contratos de arrendamientos o servicios

Tratándose de contratos en los que se incluyan bienes o servicios de diferentes características, el porcentaje se aplicará para cada partida o concepto de los bienes o servicios de que se trate

Cualquier modificación a los contratos deberá formalizarse por escrito; por parte de las dependencias y entidades, los instrumentos legales respectivos serán suscritos por el servidor público que lo haya hecho en el contrato o quien lo sustituya

Las dependencias y entidades se abstendrán de hacer modificaciones que se refieran a precios, anticipos, pagos progresivos, especificaciones y, en general, cualquier cambio que implique otorgar condiciones más ventajosas a un proveedor comparadas con las establecidas originalmente

**ARTICULO 54.-** Las dependencias y entidades podrán pactar penas convencionales a cargo del proveedor por atraso en el cumplimiento de los contratos. En las operaciones en que se pactare ajuste de precios, la penalización se calculará sobre el precio ajustado

Tratándose de incumplimiento del proveedor por la no entrega de los bienes o de la prestación del servicio, éste deberá reintegrar los anticipos más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre el monto del anticipo no amortizado y se computarán por días calendario desde la fecha de su entrega hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad

Los proveedores quedarán obligados ante la dependencia o entidad a responder de los defectos y vicios ocultos de los bienes y de la calidad de los servicios, así como de cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia

Común y para toda la República en Materia Federal.

Los proveedores cubrirán las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes objeto de un contrato, y en estos casos no procederán incrementos a los precios pactados, ni cualquier otra modificación al contrato

**ARTICULO 55.-** Las dependencias y entidades estarán obligadas a mantener los bienes adquiridos o arrendados en condiciones apropiadas de operación, mantenimiento y conservación, así como vigilar que los mismos se destinen al cumplimiento de los programas y acciones previamente determinados

Para los efectos del párrafo anterior, las dependencias y entidades, en los actos o contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, deberán estipular las condiciones que garanticen su correcta operación y funcionamiento, el aseguramiento del bien o bienes de que se trate para garantizar su integridad hasta el momento de su entrega y, en caso de ser necesario, la capacitación del personal que operará los equipos

### Capítulo III

#### De los Procedimientos y Contratos de Obra Pública

**ARTICULO 56.-** Las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por contrato o por administración directa

**ARTICULO 57.-** Para los efectos de esta Ley, los contratos de obra pública podrán ser de dos tipos

- I. Sobre la base de precios unitarios, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado, o
- II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido. Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por actividades principales

Los contratos de este tipo no podrán ser modificados en monto o plazo, ni estarán sujetos a ajuste de costos.

Los contratos que contemplen proyectos integrales se celebrarán a precio aizado

Las dependencias y entidades podrán incorporar las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de la obra, siempre que con ello no se desvirtúe el tipo de contrato con que se haya licitado.

**ARTICULO 58.-** El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

- I. En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación.
- II. Los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de aquellos licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y quedarán en custodia de la propia dependencia o entidad, quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. Durante este periodo, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas.
- III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron, el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma.
- IV. En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas

de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Los participantes rubricarán el catálogo de conceptos, en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación.

- V. Se señalarán fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de cuarenta días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente.
- VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron, el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma.
- VII. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, y
- VIII. En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida. Asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma.

**ARTICULO 59.-** Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en

las bases de la licitación; que el programa de ejecución sea factible de realizar, dentro del plazo solicitado, con los recursos considerados por el licitante, y, que las características, especificaciones y calidad de los materiales sean de las requeridas por la convocante

Las dependencias y entidades también verificarán el debido análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, conforme a las disposiciones que expida la Secretaría

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95

**ARTICULO 60.-** Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando a su juicio las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una convocatoria

**ARTICULO 61.-** Los contratos de obra pública contendrán, como mínimo, las declaraciones y estipulaciones referentes a

- I. La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato.
- II. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato.
- III. La fecha de iniciación y terminación de los trabajos.
- IV. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales

V. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato.

VI. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;

VII. Montos de las penas convencionales.

VIII. Forma en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso para la contratación o durante la ejecución de la obra, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el segundo párrafo del artículo 69.

IX. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato.

X. La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, debiendo acompañar, como parte integrante del contrato, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes, y

XI. En su caso, los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán controversias futuras y previsibles que pudieren versar sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo.

**ARTICULO 62.-** La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo, dentro de los treinta días naturales siguientes al de la adjudicación

Si el interesado no firmare el contrato por ende en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 59, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento

contratista a la dependencia o entidad por periodos mensuales, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, dentro de un plazo no mayor a treinta días naturales, contados a partir de la fecha en que las hubiere recibido el residente de supervisión de la obra de que se trate

Las diferencias técnicas o numéricas pendientes de pago se resolverán y, en su caso, incorporarán en la siguiente estimación.

**ARTICULO 67.-** Cuando ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos podrán ser revisados, atendiendo a lo acordado por las partes en el respectivo contrato. El aumento o reducción correspondiente deberá constar por escrito

No dará lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de una obra

**ARTICULO 68.-** El procedimiento de ajuste de costos deberá pactarse en el contrato y se sujetará a lo siguiente

- I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos respecto de la obra faltante de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa vigente.  
Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para la obra que debiera estar pendiente de ejecutar conforme al programa originalmente pactado;
- II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos, serán calculados con base en los relativos o el índice que determine la Secretaría. Cuando los relativos que requiera el contratista o la contratante no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que

investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida la Secretaría.

- III. Los precios del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato, el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta, y

- IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría

El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, deberá cubrirse por parte de la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que la dependencia o entidad resuelva por escrito el aumento o reducción respectivo.

**ARTICULO 69.-** En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días calendario desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

Lo previsto en este artículo deberá pactarse en los contratos respectivos.

**ARTICULO 70.-** Las dependencias y entidades podrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de

obra pública mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado o varían sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar, por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos del artículo 29. Este convenio adicional deberá ser autorizado bajo la responsabilidad del titular de la dependencia o entidad o por el oficial mayor o su equivalente en entidades. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o de los Tratados.

De las autorizaciones a que se refiere el párrafo anterior, el titular de la dependencia o entidad, de manera indelegable, informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referirá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

No serán aplicables los límites que se establecen en este artículo cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran a la conservación, mantenimiento o restauración de los inmuebles a que se refiere el artículo 5o. de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajo, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

**ARTICULO 71.-** Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión.

**ARTICULO 72.-** En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos de obra pública, deberá observarse lo siguiente.

- I. Cuando se determine la suspensión de la obra o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o

entidad, ésta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate.

- II. En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente, lo que deberá efectuarse dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de notificación de la rescisión. En dicho finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados.

- III. Cuando concurren razones de interés general que den origen a la terminación anticipada del contrato, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y

- IV. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá presentar su solicitud a la dependencia o entidad, quien resolverá dentro de los veinte días naturales siguientes a la recepción de la misma, en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente.

**ARTICULO 73.-** De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo 72, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista,

posteriormente, lo harán del conocimiento de la Secretaría y de la Contraloría, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe que se referirá a los actos llevados a cabo en el mes calendario inmediato anterior.

**ARTICULO 74.-** El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y ésta verificará que los trabajos estén debidamente concluidos dentro del plazo que se pacte expresamente en el contrato.

Una vez que se haya constatado la terminación de los trabajos en los términos del párrafo anterior, la dependencia o entidad procederá a su recepción dentro del plazo que para tal efecto se haya establecido en el propio contrato. Al concluir dicho plazo, sin que la dependencia o entidad haya recibido los trabajos, éstos se tendrán por recibidos.

La dependencia o entidad, si esta última es de aquéllas cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del gobierno del Distrito Federal o de las que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, comunicará a la Contraloría la terminación de los trabajos e informará la fecha señalada para su recepción a fin de que, si lo estima conveniente, nombre representantes que asistan al acto.

En la fecha señalada, la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente.

**ARTICULO 75.-** Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

Para garantizar durante un plazo de doce meses el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, podrán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de la obra, presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de la obra, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para ello.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo.

**ARTICULO 76.-** El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas al efecto por la dependencia o entidad contratante. Las responsabilidades, y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia, serán a cargo del contratista.

**ARTICULO 77.-** Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 29, las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria, equipo de construcción y personal técnico que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos, y podrán según el caso:

- I. Utilizar la mano de obra local complementaria que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;
- II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario, y
- III. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de obra por administración directa no podrán participar terceros como contratistas, independientemente de las modalidades que éstos adopten.

Los órganos internos de control de las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de las obras por administración directa, verificarán que se cuente con los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción.

Previamente a la ejecución de la obra, el titular de la dependencia o entidad o el oficial mayor o su

equivalente en las entidades, emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte: La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro, y el presupuesto correspondiente.

En la ejecución de obras por administración directa serán aplicables, en lo conducente, las disposiciones de esta Ley.

**ARTICULO 78.-** No quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con la obra pública, los que tengan como fin la contratación y ejecución de la obra de que se trate por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

**ARTICULO 79.-** Las dependencias y entidades que realicen obra pública por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquéllas contraten, observarán, en su caso, las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito estatal y municipal.

#### Capítulo IV

##### De las Excepciones a la Licitación Pública

**ARTICULO 80.-** En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los artículos 81 y 82, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida.

La opción que las dependencias y entidades ejerzan, deberá fundarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. En el dictamen a que se refieren los artículos 46 y 59, según corresponda, deberán acreditar, de entre los criterios mencionados, aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción, y contendrá además

- I. El valor del contrato,
- II. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, una descripción general de los bienes o servicios correspondientes y, tratándose de obra pública, una descripción general de la obra correspondiente,
- III. La nacionalidad del proveedor o contratista, según corresponda, y

#### IV. Tratándose de adquisiciones y arrendamientos, el origen de los bienes

En estos casos, el titular de la dependencia o entidad, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno, un informe que se referirá a las operaciones autorizadas en el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del dictamen aludido en el segundo párrafo de este artículo.

En adquisiciones, arrendamientos y servicios, el informe podrá ser enviado por el presidente del comité de adquisiciones a que se refiere el artículo 24, en caso de que así lo autorice el titular de la dependencia o entidad. En materia de obras públicas, esta obligación será indelegable.

No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo de los artículos 81, fracción VI del inciso A, y 83.

**ARTICULO 81.-** Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida, cuando

- I. El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos,
- II. Peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, por casos fortuitos o de fuerza mayor, o existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes,
- III. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al proveedor o contratista. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento, y

- IV. Se realicen dos licitaciones públicas sin que en ambas se hubiesen recibido proposiciones solventes
- A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando:
- I. Existan razones justificadas para la adquisición y arrendamiento de bienes de marca determinada,
  - II. Se trate de adquisiciones de bienes perecederos, granos y productos alimenticios básicos o semiprocesados y, bienes usados. Tratándose de estos últimos, el precio de adquisición no podrá ser mayor al que se determine mediante avalúo que practicarán las instituciones de banca y crédito u otros terceros legitimados para ello conforme a las disposiciones aplicables,
  - III. Se trate de servicios de consultoría cuya difusión pudiera afectar el interés público o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal,
  - IV. Se trate de adquisiciones, arrendamientos o servicios cuya contratación se realice con campesinos o grupos urbanos marginados y que la dependencia o entidad contrate directamente con los mismos o con las personas morales constituidas por ellos;
  - V. Se trate de adquisiciones de bienes que realicen las dependencias y entidades para su comercialización o para someterlos a procesos productivos en cumplimiento de su objeto o fines propios,
  - VI. Se trate de servicios de mantenimiento, conservación, restauración y reparación de bienes en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo o determinar las especificaciones correspondientes,
  - VII. Se trate de adquisiciones provenientes de personas físicas o morales que, sin ser proveedores habituales y en razón de encontrarse en estado de liquidación o disolución, o bien, bajo intervención judicial, ofrezcan bienes en condiciones excepcionalmente favorables, y
- VIII. Se trate de servicios profesionales prestados por personas físicas.
- B. En materia de obra pública, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando
- I. Se trate de trabajos de conservación, mantenimiento, restauración, reparación y demolición de los inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución;
  - II. Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada y, que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deba ejecutarse la obra o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas y constituidas por los propios habitantes beneficiarios, y
  - III. Se trate de obras que, de realizarse bajo un procedimiento de licitación pública, pudieran afectar la seguridad de la Nación o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal
- Las dependencias y entidades, preferentemente, invitarán a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, salvo que ello, a su juicio, no resulte conveniente, en cuyo caso utilizarán el procedimiento de adjudicación directa. En cualquier supuesto se convocará a la o las personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios
- En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitará a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse
- ARTICULO 82.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través del procedimiento de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, o por adjudicación directa, cuando el importe de cada operación no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán

en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, siempre que las operaciones no se fraccionen para quedar comprendidas en este supuesto de excepción a la licitación pública

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitara a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse

La suma de las operaciones que se realicen al amparo de este artículo no podrán exceder del veinte por ciento de su volumen anual de adquisiciones, arrendamientos y servicios autorizado o, tratándose de obra pública, del veinte por ciento de la inversión total física autorizada para cada ejercicio fiscal

En casos excepcionales, las operaciones previstas en este artículo podrán exceder el porcentaje indicado, siempre que las mismas sean aprobadas previamente, de manera indelegable y bajo su estricta responsabilidad, por el titular de la dependencia o por el órgano de gobierno de la entidad, y que sean registradas detalladamente en el informe a que se refiere el artículo 80

En materia de obra pública, la autorización del titular de la dependencia o entidad será específica para cada obra

Los montos previstos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y en el del gobierno del Distrito Federal para adquisiciones, arrendamientos y servicios, serán aplicables a los contratos de servicios relacionados con la obra pública

**ARTICULO 83.-** Los procedimientos de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, a que se refieren los artículos 81 y 82, se sujetarán a lo siguiente

- I. La apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes pero invariablemente se invitará a un representante del órgano de control de la dependencia o entidad.
- II. Para llevar a cabo la evaluación, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas, y
- III. A las demás disposiciones de la licitación pública de este Capítulo que en lo conducente, resulten aplicables

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente

- I. En las solicitudes de cotización, se indicarán, como mínimo, la cantidad y descripción de los bienes o servicios requeridos y los aspectos que correspondan del artículo 33, y
  - II. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán en cada operación atendiendo al tipo de bienes o servicios requeridos, así como a la complejidad para elaborar la propuesta y llevar a cabo su evaluación
- B. En materia de obra pública, los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente
- I. En las bases o invitaciones se indicarán, como mínimo, los aspectos que correspondan del artículo 33,
  - II. Los interesados que acepten participar, lo manifestarán por escrito y quedarán obligados a presentar su proposición, y
  - III. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo al monto, características, especialidad, condiciones y complejidad de los trabajos

## TITULO CUARTO

### Capítulo Unico

#### De la Información y Verificación

**ARTICULO 84.-** La forma y términos en que las dependencias deberán remitir a la Secretaría, a la Contraloría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos de manera sistemática y coordinada por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, las entidades, además, informarán a su coordinadora de sector en los términos de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales

Para tal efecto, las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de dichos actos y contratos, cuando menos por un lapso de cinco años, contados a partir de la fecha de su recepción

**ARTICULO 85.-** La Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades podrán verificar, en cualquier tiempo, que las adquisiciones, los arrendamientos, los servicios y la obra pública, se realicen conforme a lo establecido

en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados

La Secretaría y la Contraloría, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán realizar las visitas e inspecciones que estimen pertinentes a las dependencias y entidades que realicen adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, e igualmente podrán solicitar de los servidores públicos y de los proveedores y contratistas que participen en ellas, todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

**ARTICULO 86.-** La comprobación de la calidad de las especificaciones de los bienes muebles se hará en los laboratorios que determine la Contraloría y que podrán ser aquéllos con los que cuente la dependencia o entidad adquirente o cualquier tercero con la capacidad necesaria para practicar la comprobación a que se refiere este artículo

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el proveedor y el representante de la dependencia o entidad adquirente, si hubieren intervenido

#### TITULO QUINTO

##### Capítulo Unico

##### De las infracciones y Sanciones

**ARTICULO 87.-** Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley serán sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta a trescientas veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción

**ARTICULO 88.-** Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de las fracciones V a VII del artículo 41, no podrán presentar propuestas ni celebrar contratos sobre las materias objeto de esta Ley, durante el plazo que establezca la Secretaría, el cual no será menor de seis meses ni mayor de dos años, contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal

Las dependencias y entidades informaran y en su caso, remitiran la documentación comprobatoria, a la Secretaría y a la Contraloría, sobre el nombre del proveedor o contratista que se encuentre en el supuesto previsto en la fracción IV del artículo 41 a más tardar dentro de los quince días naturales

siguientes a la fecha en que le notifiquen la segunda rescisión al propio proveedor o contratista

**ARTICULO 89.-** La Contraloría podrá proponer a la Secretaría la imposición de las sanciones a que se refiere este Capítulo y, a la dependencia o entidad contratante, la suspensión del suministro, de la prestación del servicio o de la ejecución de la obra en que incida la infracción

Sin perjuicio de lo anterior, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones que procedan.

**ARTICULO 90.-** La Secretaría impondrá las sanciones o multas conforme a los siguientes criterios

- I. Se tomará en cuenta la importancia de la infracción, las condiciones del infractor y la conveniencia de eliminar prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma, las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ella.
- II. Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la sanción o multa que se imponga.
- III. Tratándose de reincidencia, se impondrá otra sanción o multa mayor dentro de los límites señalados en el artículo 87, y
- IV. En el caso de que persista la infracción, se impondrán multas por cada día que transcurra

**ARTICULO 91.-** No se impondrán sanciones o multas cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

**ARTICULO 92.-** En el procedimiento para la aplicación de las sanciones o multas a que se refiere este Capítulo, se observarán las siguientes reglas

- I. Se comunicarán por escrito al presunto infractor los hechos constitutivos de la infracción, para que dentro del término que para tal efecto se señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y

aporte las pruebas que estime pertinentes,

- II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que se hubieren hecho valer, y
- III. La resolución será debidamente fundada y motivada, y se comunicará por escrito al afectado

En lo conducente, este artículo será aplicable en las rescisiones administrativas que lleven a cabo las dependencias y entidades por causas imputables a los proveedores o contratistas.

**ARTICULO 93.-** Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las disposiciones que de ella deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la ley.

La omisión a lo dispuesto en el párrafo anterior será sancionada administrativamente.

**ARTICULO 94.-** Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil o penal, que puedan derivar de la omisión de los mismos hechos.

## TITULO SEXTO

### De las Inconformidades y el Recurso

#### Capítulo I

##### De las Inconformidades

**ARTICULO 95.-** Las personas interesadas podrán inconformarse por escrito ante la Contraloría, por los actos que contravengan las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que éste ocurra o el inconforme tenga conocimiento del acto impugnado

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten al órgano de control de la convocante, las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de adjudicación del contrato respectivo, a fin de que las mismas se corrijan

Al escrito de inconformidad podrá acompañarse, en su caso, la manifestación aludida en el párrafo precedente, la cual será valorada por la Contraloría durante el periodo de investigación

Transcurridos los plazos establecidos en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría

pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley.

**ARTICULO 96.-** La Contraloría, de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 95, realizarán las investigaciones correspondientes dentro de un plazo que no excederá de 45 días naturales contados a partir de la fecha en que se inicien, y resolverá lo conducente.

Las dependencias y entidades proporcionarán a la Contraloría la información requerida para sus investigaciones, dentro de los ocho días naturales siguientes contados a partir de la recepción de la respectiva solicitud.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere el párrafo anterior, podrá suspenderse el proceso de adjudicación cuando.

- I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o de las disposiciones que de ella deriven, y
- II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés público y no se contravengan disposiciones de orden público, o bien, si de continuarse el procedimiento de contratación, pudieran producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate

**ARTICULO 97.-** La resolución que emita la Contraloría, sin perjuicio de la responsabilidad que proceda respecto de los servidores públicos que hayan intervenido, tendrá por consecuencia:

- I. La nulidad del procedimiento a partir del acto o actos irregulares, estableciendo las directrices necesarias para que el mismo se realice conforme a la Ley.
- II. La nulidad total del procedimiento, o
- III. La declaración de improcedencia de la inconformidad

**ARTICULO 98.-** El inconforme, en el escrito a que se refiere el primer párrafo del artículo 95, deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos impugnados y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones legales aplicables

**Capítulo II****Del Recurso de Revocación**

**ARTICULO 99.-** En contra de las resoluciones que dicten la Secretaría o la Contraloría en los términos de esta Ley, el interesado podrá interponer ante la que la hubiere emitido, recurso de revocación dentro del término de diez días naturales, contados a partir del día siguiente al de la notificación, el que se tramitará conforme a las normas siguientes:

- I. Se interpondrá por el recurrente mediante escrito en el que se expresarán los agravios que el acto impugnado le cause, ofreciendo las pruebas que se proponga rendir y acompañando copia de la resolución impugnada, así como la constancia de la notificación de esta última, excepto si la notificación se hizo por correo.
- II. Si el recurrente así lo solicita en su escrito, se suspenderá el acto que reclama, siempre y cuando garantice mediante fianza los daños y perjuicios que le pudiera ocasionar al Estado o a tercero, cuyo monto será fijado por la Contraloría, el cual nunca será inferior al equivalente al 20%, ni superior al 50% del valor del objeto del acto impugnado. Sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza; en cuyo caso quedará sin efectos la suspensión. No procederá la suspensión cuando se ponga en peligro la Seguridad Nacional, el orden social o los servicios públicos. Si la resolución que se impugna consiste en la imposición de multas, la suspensión se otorgará siempre y cuando se garantice el interés fiscal en cualesquiera de las formas previstas en el Código Fiscal de la Federación.
- III. En el recurso no será admisible la prueba de confesión de las autoridades. Si dentro del trámite que haya dado origen a la resolución recurrida, el interesado tuvo oportunidad razonable de rendir pruebas, sólo se admitirán en el recurso las que hubiere allegado en tal oportunidad.
- IV. Las pruebas que ofrezca el recurrente deberá relacionarlas con cada uno de los

hechos controvertidos y sin el cumplimiento de este requisito serán desechadas.

- V. Se tendrán por no ofrecidas las pruebas de documentos, si éstas no se acompañan al escrito en que se interponga el recurso y en ningún caso serán recabadas por la autoridad, salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida.
- VI. La prueba pericial se desahogará con la presentación del dictamen a cargo del perito designado por la recurrente. De no presentarse el dictamen dentro del plazo de ley, la prueba será declarada desierta.
- VII. La Secretaría o la Contraloría, según el caso, podrá pedir que se le rindan los informes que estimen pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado.
- VIII. La Secretaría o la Contraloría, según el caso, acordará lo que proceda sobre la admisión del recurso y de las pruebas que el recurrente hubiere ofrecido, que deberán ser pertinentes e idóneas para dilucidar las cuestiones controvertidas. La Secretaría ordenará el desahogo de las mismas dentro del plazo de quince días hábiles, el que será improrrogable, y
- IX. Vencido el plazo para la rendición de las pruebas, la Secretaría o la Contraloría, según el caso, dictará resolución, en un término que no excederá de veinte días hábiles. Si no se dicta resolución en el plazo señalado, se entenderá denegada.

**TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** La presente Ley entrará en vigor el 1o de enero de 1994.

**SEGUNDO.-** Se abroga la Ley de Obras Públicas publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 30 de diciembre de 1980, y sus reformas del 28 de diciembre de 1983, 31 de diciembre de 1984, 7 de febrero de 1985, 13 de enero de 1986, 7 de enero de 1988 y 18 de julio de 1991, así como la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 8 de febrero de 1985, y sus reformas del 30 de noviembre de

1987, 7 de enero de 1988 y 18 de julio de 1991, y, se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley

**TERCERO.-** Los reglamentos de las leyes de Obras Públicas y de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, así como las disposiciones administrativas expedidas en estas materias, se seguirán aplicando, en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden los manuales de procedimientos y demás disposiciones relativas a adquisiciones, arrendamientos, servicios y obras públicas

**CUARTO.-** A partir del 1o de enero de 1995, las convocatorias a que se refiere el artículo 32 de esta Ley, serán publicadas, exclusivamente, en la sección especializada del Diario Oficial de la Federación y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra

México, D.F., a 18 de diciembre de 1993 - Dip Cuauhtémoc López Sánchez, Presidente - Sen. Eduardo Robledo Rincón, Presidente - Dip Sergio González Santa Cruz, Secretario - Sen. Antonio Melgar Aranda, Secretario - Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y tres.- Carlos Salinas de Gortari - Rúbrica - El Secretario de Gobernación, José Patrocinio González Blanco Garrido - Rúbrica

**PRESUPUESTO de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1994.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Presidencia de la República

**CARLOS SALINAS DE GORTARI,** Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed.

Que la Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

**D E C R E T O**

"LA CAMARA DE DIPUTADOS DEL HONORABLE CONGRESO DE LA UNION EN 'EJERCICIO' DE LA FACULTAD QUE LE OTORGA LA FRACCION IV, DEL ARTICULO 74 DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA

**PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACION PARA EL EJERCICIO FISCAL DE 1994.**

**CAPITULO PRIMERO**

**DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 1.** El ejercicio y control del gasto público federal y de las erogaciones del Presupuesto de Egresos de la Federación para el año de 1994, se sujetarán a las disposiciones de este Decreto y a las demás aplicables a la materia.

**Artículo 2.** Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para la Presidencia de la República, las dependencias del Ejecutivo Federal y los ramos de Aportaciones a Seguridad Social y Erogaciones no Sectorizables para el año de 1994, importan la cantidad de N\$107,509,089,500 (CIENTO SIETE MIL QUINIENTOS NUEVE MILLONES OCHENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL) y se distribuyen de la siguiente manera

00002	Presidencia de la República	296,300,000
00004	Gobernación	1,495,800,000
00005	Relaciones Exteriores	708,500,000
00006	Hacienda y Crédito Público	5,135,000,000
00007	Defensa Nacional	5,494,000,000
00008	Agricultura y Recursos Hidráulicos	11,504,600,000
00009	Comunicaciones y Transportes	8,795,189,800
00010	Comercio y Fomento Industrial	7,251,340,700
00011	Educación Pública	24,559,777,500
00012	Salud	5,304,100,000
00013	Marina	1,649,280,200
00014	Trabajo y Previsión Social	470,900,000
00015	Reforma Agraria	1,396,754,500
00016	Pesca	364,600,000
00017	Procuraduría General de la República	1,031,400,000
00018	Energía, Minas e Industria Paraestatal	434,160,700
00019	Aportaciones a Seguridad Social	8,787,657,400



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**ASPECTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y  
PROFUNDAS**

**ING. ROBERTO AVELAR LÓPEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

*RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN*

*CIMENTACIONES*

*ASPECTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS*

*M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO*

## ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Por<sup>(\*)</sup>

GABRIEL MORENO PECERO

### GENERALIDADES.

Dentro del curso de Cimentaciones Superficiales corresponde tratar en esta parte el análisis de capacidad de carga, es decir, se trata por lo tanto de responder a la pregunta: ¿qué esfuerzo permite el suelo que le imponga un cimiento superficial de manera que la estructura de la que forma parte ese cimiento, se comporta adecuadamente?

Los anteriores expositores han comentado ya, los tipos de cimentación superficial que se emplean comúnmente, y los estudios previos que se requieren hacer para determinar el cimiento más conveniente a una estructura dada, que comprenda tanto al aspecto técnico de determinar las características mecánicas (resistencia, deformidad, etc.) del material o los materiales en que se efectuara el apoyo de los cimientos, así como la consideración de los aspectos económicos, de manera que mediante el conocimiento de los resultados de esos estudios previos, se puede ahora pasar a determinar la llamada capacidad de carga del cimiento elegido.

---

<sup>(\*)</sup> ingeniero Civil.- Maestría en Ingeniería.- Profesor de Mecánica de Suelos en la U.N.A.M. y en la Universidad Iberoamericana.

## INTRODUCCIÓN.

Antes que nada, conviene hacer una definición de lo que se entenderá en esta exposición, por capacidad de carga del material de apoyo de un cimiento; al respecto, existen en los diferentes tratados, definiciones más o menos detalladas del concepto; como siempre, en ellas se tienen virtudes y defectos, por lo que el hecho de dar aquí una definición, es con el exclusivo propósito de entendernos. Tomando en cuenta lo anterior, se puede considerar que la capacidad de carga de un material de apoyo de un cimiento, es la magnitud del esfuerzo que trasmite el cimiento, al material ; y que produce en este su rotura. La capacidad de carga así definida, puesto que produce la falla del material de apoyo, se denomina capacidad de carga a la falla, desde luego en la práctica se afecta de un cierto factor de seguridad que determina la capacidad de carga admisible de proyecto o de diseño. Si se requiere dar una definición aclaratoria de la capacidad de carga admisible, se podría proponer como tal: " es el esfuerzo que proporciona el cimiento de una estructura al material en que se apoya, de manera que el comportamiento del cimiento resulte adecuado a la función de la estructura ". En esta definición habría que discutir qué es lo que se considera comportamiento adecuado de la estructura. En él, están implícitas dos condiciones a cumplir por el cimiento; primera que no se produzca la rotura del material de apoyo, y segunda, que bajo la acción de las cargas impuestas por el cimiento, no se produzcan en el material de apoyo deformaciones considerables. En esta exposición, y tal como se ha dado la definición de capacidad de carga a la falla, se tratará exclusivamente del primer aspecto, ya que el segundo, será objeto de la exposición que se dará a la presente.

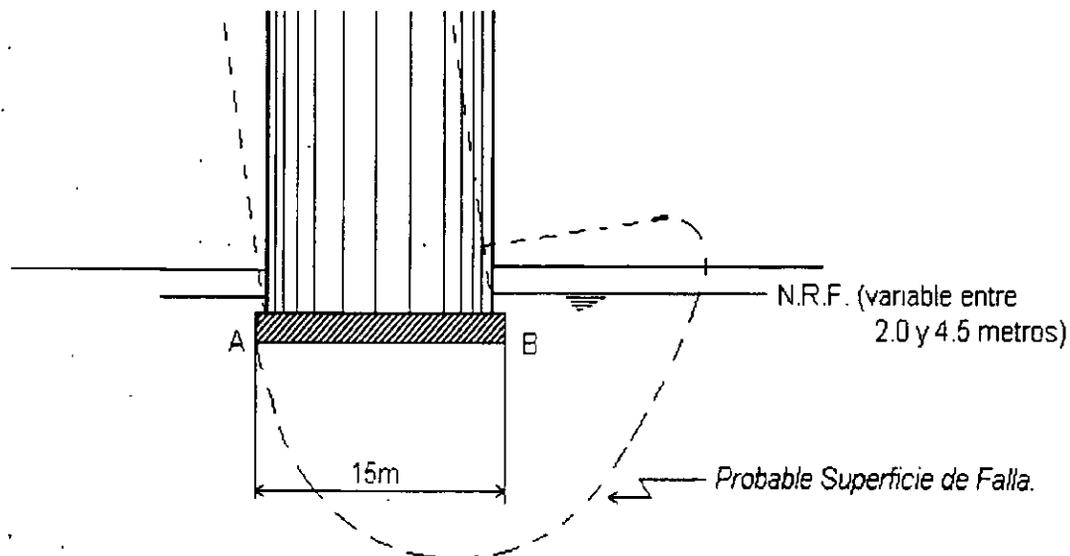
Es conveniente mencionar que a pesar de la importancia inegable de este aspecto de las cimentaciones superficiales, en los primeros días de la ingeniería de las cimentaciones, el valor de la capacidad de carga se seleccionaba de acuerdo al criterio del ingeniero, basado en su " experiencia ". Así en el pasado, los ingenieros usaron simples reglas empíricas; muchos ingenieros que estudiaron en las décadas de los treinta y los cuarentas, en la entonces Escuela Nacional de Ingeniería de la U.N.A.M., mencionan que, en aquellas épocas se les enseñaba que para determinar la capacidad de carga de un terreno, debía de colocarse sobre él, una mesa de cuatro patas, cargarla y medir los asentamientos de la misma. De la relación entre estos asentamientos y las cargas aplicadas, se obtenían los datos que se consideraban adecuados para determinar la capacidad de carga del terreno. otros métodos que en aquella época se comentaba, era el del famoso " Barretón ", en él se tomaba un barretón, se levantaba unos dos metros y se dejaba caer verticalmente; el barretón penetraba varios centímetros en el terreno en que se quería determinar la capacidad de carga y se suponía que la distancia penetrada, multiplicada por la resistencia, se igualaba con el peso del barretón multiplicado por la altura de caída, y en esta forma se obtenía lo que pretenciosamente se llamaba la capacidad de carga del suelo, para resistir el peso de un edificio cuyas características geométricas no se tomaban en cuenta. Se mencionaba también, lo que se llamaba " fatiga de resistencia del terreno ", siendo ésta la misma para un edificio que tuviera diez por diez metros de área o cien por cien metros, esta idea se enseñaba como una evidencia en los años comentados. Ahora, a un geotecnista que proceda de esta manera, se le considera que lo que determina no tiene que ver nada con la capacidad de carga de un material de apoyo.

Desde luego, el interés en el análisis de la capacidad de carga de las cimentaciones no es reciente, se inició en el año de 1857, con un trabajo teórico muy meritorio de Rankine.

Lo que podría considerarse como el inicio de la investigación moderna de problema, principia con un trabajo teórico del profesor Ludwing Prandtl, en 1921, quien estudió el fenómeno de la indentación de metales; este estudio teórico fue tomado en cuenta por Reissner, que en 1924 estudio la capacidad de materiales sin peso y con fricción interna. En 1934 y 1935, Caquot y Buisman respectivamente, aplicaron las soluciones teóricas antes mencionadas al análisis de cimentaciones; y en el año de 1943 apareció un trabajo de Terzaghi que conjuntó lo que hasta esa fecha se tenía, en forma tal, que su contribución ha sido básica. A partir de entonces, muchos ingenieros investigadores han tratado este tema con la idea de obtener resultados más próximos a la realidad. En el presente escrito se mencionarán sólo aquellas teorías y criterios que ya han sido calibrados en la práctica diaria de manera que, pueden servir de base para entra a los refinamientos mencionados.

Con el objeto de visualizar la importancia del tema, se presenta a continuación el caso de una falla típica, por capacidad de carga, de un depósito de granos que ocurrió en Canadá hace tiempo.

Un silo de 15 metros de ancho, 24 metros de altura y 70 metros de longitud, descansando sobre una arcilla laminada muy sensitiva, sufrió un colapso debido a la rotura por resistencia al corte del estrato de suelo colocado debajo, como se muestra en la figura.



La cimentación estaba constituida por una losa corrida apoyada a 3.0 metros bajo el nivel del terreno natural; el nivel de aguas freáticas aparecía a profundidades que variaban entre 2.0 y 4.5 metros. Antes de la construcción de la estructura, se llevó a cabo un ensayo de carga superficial, sobre un cimiento de 30 por 30 cm por un corto tiempo con resultados aparentemente satisfactorios. Puesto que la resistencia a la compresión simple  $q_u$ , de la arcilla cercana a la superficie, fue casi dos veces tan grande como el valor promedio obtenido para el depósito entero, el comportamiento satisfactorio del cimiento de ensayo, no es sorprendente e ilustra como pueden ser engañosos los resultados de tal ensayo, a menos que sean completados por otros resultados y apropiadamente interpretados. Posteriores investigaciones revelaron que la resistencia a la compresión simple, bajaba de 2.0 Kg/cm<sup>2</sup> al nivel de la losa de cimentación, a 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>, a una profundidad de 5.5 metros bajo ella. El contenido de agua correspondiente aumentaba con profundidad 34 a 46 %. La sensibilidad de la arcilla aumentaba de 2.0 a 5.0, lo que indicaba la gran dependencia que tenía la resistencia de la arcilla de su estructura. Los valores promedio de la resistencia a la compresión simple, fueron de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> por encima de los seis metros y 0.8 Kg/cm<sup>2</sup> para los siguientes 21.0 metros. La profundidad total afectada por la falla era aproximadamente 18.0 metros. La presión impuesta por el silo vacío fue de 0.9 Kg/cm<sup>2</sup> y de 3.0 Kg/cm<sup>2</sup> cuando se lleno con el grano.

El peso del silo vacío había producido un asentamiento muy pequeño, de 3mm entre el punto A y 1.5 mm en el punto B. Se comenzó la operación de llenado del silo, la presión ejercida sobre el suelo alcanzo en un mes, el valor de 2.5 cm en el punto A y 4.0 cm en el punto B. Los siguientes seis meses, los silos permanecieron parcialmente llenos y la presión ejercida sobre el suelo, varió entre 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.1 Kg/cm<sup>2</sup>. Pero el asentamiento durante el período de seis meses aumento rápidamente y alcanzó los valores de 26.0 cm en A y 22.0 cm en B. El asentamiento total estimado debido a la consolidación de la arcilla era solamente de 12.0 cm. Por lo tanto, el asentamiento observado al final de este período no podía haber sido causado solamente por consolidación. Más de la mitad del asentamiento medido durante este período de seis meses, podía haber sido causado por deformación provocada por esfuerzos tangenciales. Cuando se intento llenar los silos, la presión transmitida al suelo aumentó, en un mes, de 2.1 Kg/cm<sup>2</sup> a su valor final de 3.0 Kg/cm<sup>2</sup>. Justamente antes de la falla, Los asentamientos fueron de 35.0 cm en A y 29.0 cm en B. Los silos fallaron súbitamente en dos minutos, tomando la posición mostrada en el esquema de la figura.

El ejemplo anterior y muchos otros informes similares, indican la importancia de hacer el análisis de capacidad de carga. Si la arcilla laminada subyacente a la losa de cimentación de los silos antes mencionados, hubiera sido estudiada dentro de la profundidad a la cual la superficie de falla tuvo lugar, la altura del suelo y el colapso de los silos se hubiera podido evitar.

La capacidad de carga a la falla del material que sirve de apoyo al cimiento, se puede determinar del análisis teórico, considerando las propiedades físicas reales de ese material, o en algunos casos, de una apropiada interpretación de ensayos de carga adecuados. Para encontrar la capacidad de carga a la falla, pueden emplearse las propiedades promedio del material de apoyo promedio para depósitos uniformes, para cada zona de variación regular. Para depósitos de variación errática, un criterio puede ser el emplear en el análisis el valor de la resistencia más bajo obtenido.

Otro hecho importante es la selección del factor de seguridad, selección que depende de que tan bien son conocidas las propiedades del suelo, del tipo de carga y del peligro impuesto por una falla completa de la cimentación. Para la mayoría de las estructuras donde no hay posibilidad de tolerar la falla del material de apoyo y cuando se conocen razonablemente bien las propiedades mecánicas de ese material, así como las cargas en cuanto a magnitud y distribución, un factor de seguridad del orden de 2.5 puede emplearse para la consideración de carga totales. Si hay una componente grande de la carga viva, que es improbable que se desarrolle, un factor de seguridad de 2.0 puede ser empleado para la carga total. Cuando las condiciones del material de apoyo no están establecidas, un factor de seguridad de 3.0 puede emplearse, y si hay condiciones sospechosas, el valor del factor de seguridad debe elevarse a 4.

Para estructuras de tipo provisional, donde algún riesgo de una falla por capacidad de carga puede ser tolerado, no puede usar un factor de seguridad de 1.5 :

En los sitios en que el nivel de aguas freáticas está a baja profundidad, conviene calcular la capacidad de carga con la consideración de que ese nivel se puede levantar hasta la base de la cimentación o aún más arriba.

En el estudio de una cimentación de una estructura importante, las propiedades mecánicas del material de apoyo y la magnitud y la distribución de las cargas, son los factores dominantes para determinar la capacidad de carga y el factor de seguridad apropiado.

En lo anterior, se ha hecho una semblanza del análisis de la capacidad de carga de un cimiento; por lo que se ha escrito dicha capacidad de carga depende entre otras cosas de la resistencia del material de apoyo, y esta resistencia está en función de la falla de ese material, es decir, el material resiste bajo la acción de carga hasta que falla, por ello, resulta conveniente mencionar los tipos de falla que comúnmente se presentan para el curso de cimientos superficiales.

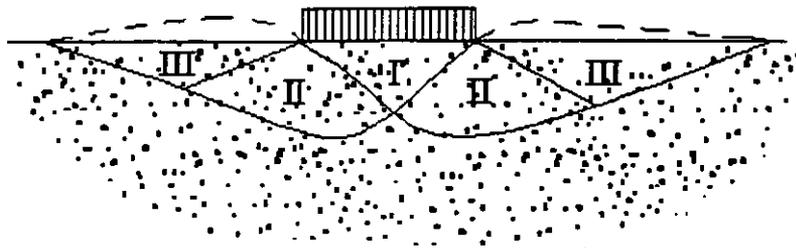
#### TIPOS DE FALLA.

Para determinar los tipos de falla que ocurren por capacidad de carga puede recurrir como siempre, al análisis teórico con la consideración de hipótesis simplificadoras y/o a la observación del comportamiento de cimentaciones. Cualquiera que sea el caso, se puede concluir que la falla ocurre por rotura del material de apoyo, debido a la aparición de esfuerzos cortantes por la acción de la sobrecarga impuesta por la cimentación.

En términos generales se puede distinguir tres tipos de fallas:

- A).- Falla por corte general.
- B).- Falla por corte local.
- C).- Falla por punzonamiento.

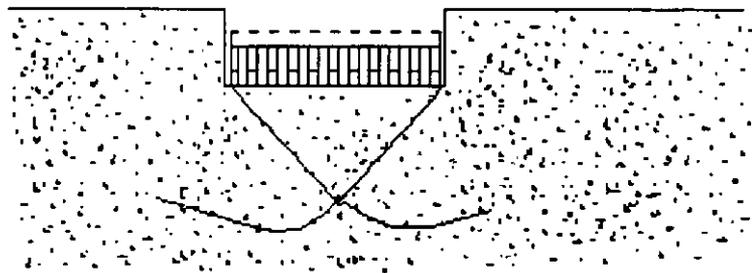
La falla por corte general se caracteriza por la aparición de una superficie de deslizamiento continua, desde un borde de la cimentación hasta la superficie del terreno, como puede observarse en la figura.



FALLA GENERAL

En términos generales la falla es súbita y catastrófica, la cimentación se inclina y existe una tendencia al bufamiento en el suelo adyacente a los lados de la cimentación, aunque el colapso final del suelo se produce de un solo lado.

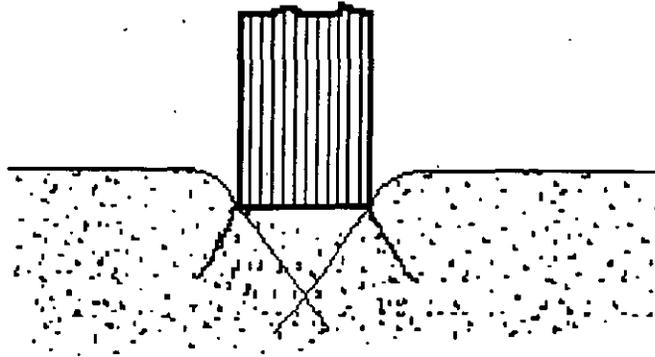
La falla por corte local es aquella en que la superficie sólo se define claramente e la inmediata vecindad del cimiento. En general, existe una marcada tendencia al bufamiento del material de apoyo, a los lados de la cimentación y un hundimiento de la misma, tal que si se lleva ha valores del orden de la mitad del ancho o diámetro del cimiento, puede lograrse que la superficie de falla se desarrolle hasta la superficie exterior del terreno de apoyo, es decir, para pasar de una falla de corte local a una de corte general en este caso, se requiere provocar un hundimiento considerable. En este tipo de falla, no se produce colapso catastrófico ni inclinación de la cimentación, la que más bien se empotra en el terreno movilizanddo la resistencia de los estratos más profundos.



FALLA LOCAL

La falla por punzonamiento significa un movimiento vertical de la cimentación debido a la compresión del terreno inmediatamente debajo del cimiento. Este tipo de falla no es fácilmente observable, la penetración subsecuente de la zapata, se debe a la rotura por corte alrededor de la cimentación. En terreno fuera del área de carga casi ni se entera de

la presencia del cimiento. Con excepción de pequeños y bruscos movimientos verticales de la cimentación, no se observa en esta inclinación.



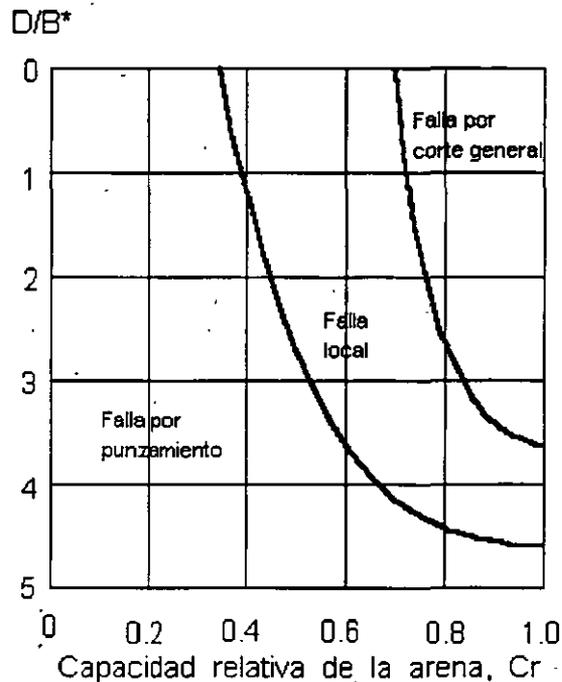
### FALLA POR PUNZAMIENTO

Una cuestión que surge de inmediato, es el determinar los factores de los que depende el que se presente en la práctica un cierto tipo de falla. Si se analizan todos ellos, se llega a la conclusión de que el más importante, en el sentido de que su influencia es fundamental, es la compresibilidad relativa del suelo donde se efectúa el apoyo. En términos generales, si por ejemplo, se tiene un suelo incompresible, la falla será de tipo general, si por el contrario el suelo es muy compresible, (con respecto a su resistencia) la falla que se presentará será por punzamiento. un hecho que en primera instancia no se siente muy lógico, pero que las experiencias al respecto así lo han determinado, es el de que la clase de suelo no es un factor que influya en el tipo de fallas que se presentan. Las experiencias que existen, indican que si se tiene un cimiento sobre arena compacta, lo común es que se produzca una falla de tipo general, mientras que, la misma zapata apoyada en arena suelta provocará una falla por punzamiento, sin embargo, si la zapata se coloca sobre la arena compacta pero a una cierta profundidad, la falla ocurrirá por punzamiento o también si bajo la arena compacta existe un estrato de suelo deformable.

También se ha observado que una cimentación en una arcilla saturada y compresible, puede fallar por corte general si el procedimiento constructivo que se siga es tal que no se genera cambio de volumen en el suelo, en tanto que, en el mismo suelo, la falla puede ser por punzamiento si se permite cambio de volumen del suelo de cimentación, por ejemplo, si la carga se aplica con relativa lentitud en la práctica.

Lo anterior no deja de ser cualitativo, por ello, los investigadores han tratado de introducir algunos parámetros tales como el llamado índice de *rigidez* que constituye un intento de tener ciertos parámetros que al cuantificarlos puedan determinar el tipo de falla que puede presentarse.

En la figura se muestran gráficamente los resultados de una serie de experiencias realizadas por Vesic, en el caso de arenas, para determinar el tipo de fallas que puede presentarse en función de la compacidad relativa de la arena y de una relación en que interviene la profundidad de desplante.



$B^* = B$  para zapatas cuadradas o circulares.

$B = 2BL/(B+L)$  para zapatas rectangulares.

(Ref. Vesic, A. Capacidad de carga de cimientos profundos en arenas).

Resulta entonces evidente que la capacidad de carga del material de cimentación, dependerá del tipo de falla que se presente y que la "falla" sólo se define con claridad en el caso de falla por corte general, puesto que, en los otros tipos de falla se lleva implícita la variable deformación, por ello, han surgido algunos criterios para determinar la carga límite de falla, por ejemplo, aquel que la define como el punto en que la pendiente de la curva esfuerzo - asentamiento se vuelve horizontal.

Por lo antes escrito, es necesario determinar de qué magnitud son las deformaciones que producen las fallas por corte local y por punzonamiento.

Algunas experiencias al respecto, debidas a Skempton, indican que en arcillas saturadas los asentamientos pueden ser del 3 al 7 % del ancho de la zapata, valores que se aumentan hasta un 15 % a medida que las zapata son más profundas. En el caso de arenas De Beer, Meyerhof, Muhs y Vesic, han encontrado que en el caso de zapatas superficiales los asentamientos necesarios para llegar a las cargas límite de falla, varían del 5 al 15 %, magnitudes que pueden alcanzar el 25 % para zapatas profundas. Se ha encontrado que a medida que las zapatas aumentan de tamaño, los valores antes mencionados tienden a sus magnitudes máximas.

## DETERMINACIÓN DE LA CARGA LIMITE DE FALLA.

Existen algunas teorías en relación al cálculo de la carga límite de falla, todas están limitadas casi exclusivamente a soluciones obtenidas haciendo la hipótesis de tener un sólido rígido plástico, que no muestra ninguna deformación antes de que se produzca la falla por corte, y después de ella se supone que se produce un flujo plástico a esfuerzo cortante. Las teorías también contemplan casi siempre, el caso de falla general, modificando los resultados para tomar en cuenta el caso de materiales de apoyo compresible. En términos generales, las teorías mencionadas, suponen un material de apoyo homogéneo y ocupando un semi - espacio con resistencia:

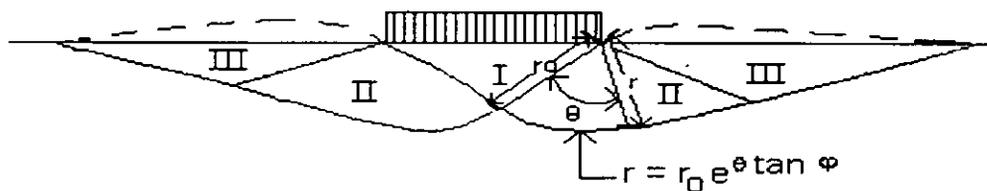
$$s = c + \sigma \tan \phi$$

Y de comportamiento rígido plástico. Se considera además, que el ancho B de la cimentación, es bastante mayor a su longitud L (problema bidimensional), que se desprecia la resistencia al esfuerzo cortante del material de apoyo, arriba del nivel del desplante y se considera que no existe fricción entre el material de apoyo y la cimentación.

En términos generales, estas hipótesis no son inadecuadas para el caso de la profundidad de apoyo sea menor o igual al ancho del cimiento (cimentación superficial) también para el caso de que la longitud L del cimiento sea mayor a cinco veces su ancho B. Reissner y Prandtl resolvieron el problema empleando la teoría de la plasticidad. En su planteamiento, se considera que el material de apoyo sujeto a falla, consiste de tres zonas. La primera sujeta a un estado de empuje activo de Rankine, la segunda que sufre un estado de corte radial y finalmente las zonas terceras que reciben un empuje pasivo de Rankine. En la figura se observa que las superficies de falla en las zonas primera y tercera, son planas mientras que en las zonas segundas, constituyen dos familias : una de curvas y otras de superficies planas. Las trazas de los fragmentos curvos de las superficies de falla, resultan ser espirales logarítmicas de ecuación:

$$r = r_0 e^{\theta \tan \phi}$$

En la figura se puede ver el significado de las literales que aparecen en la fórmula.



Podemos concluir que en el caso de tener un material de apoyo de comportamiento exclusivamente cohesivo, es decir,  $\varphi = 0$ ,  $c \neq 0$ , los tramos curvos tienen por ecuación:

$$r = r_0$$

lo que significa que resultan ser curvas circulares de radio  $r_0$ .

Prandtl y Reissner en un análisis consideraron primero, que el material de apoyo no tenía peso y encontraron que la fórmula de la capacidad de carga era:

$$q_f = c N_c + \gamma D_f N_q$$

donde:

$q_f$  = Capacidad de carga de la falla, en unidades de esfuerzo.

$c$  = Cohesión.

$\gamma$  = Peso volumétrico de material de apoyo.

$D_f$  = Profundidad de desplante.

$N_c$  y  $N_q$ , factores de capacidad de carga adimensionales cuyo valor depende exclusivamente del ángulo  $\varphi$ .

Para el caso de considerar un material friccionante ( $c = 0$ ) y apoyado en la superficie del material de apoyo ( $D_f = 0$ ) se puede obtener:

$$q_f = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

donde :

$q_f$  = Capacidad de carga de la falla en unidades de esfuerzo.

$B$  = Ancho del cimiento.

$N_\gamma$  = Factor de capacidad de carga, adimensional.

Para los casos de materiales de apoyo de comportamiento intermedio ( $c \neq 0$ ,  $\varphi \neq 0$ ) se acepta la superposición de causas y efectos y se llega a la ecuación:

$$q_f = c N_c + D_f \gamma N_q + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma$$

Ecuación que se conoce como de Terzaghi.

**TABLA 2. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA.**

$\phi$	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> / N <sub>c</sub>	tan $\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.35	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
11	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.62	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	792.86	1.20	1.19

El hecho de aceptar superposición de causas y efectos presupone que la forma de la superficie de falla va a ser la misma en el caso de un material de apoyo de comportamiento friccionante y en el de uno de comportamiento cohesivo y aún en el de material de comportamiento cohesivo - friccionante. Esta hipótesis que desde luego no es correcta, conduce a errores que dejan un margen de seguridad que no pasa el 17 a 20 % para  $\varphi$  comprendido entre  $30^\circ$  y  $40^\circ$  y que es igual a cero para  $\varphi = 0$ .

La observación de los valores de los coeficientes de capacidad de carga, permite hacer algunas conclusiones interesantes.

Así se tiene:

$\varphi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_q / N_c$	$N_c / N_\gamma$	$N_q / N_\gamma$
$0^\circ$	5.14	1.0	0	0.20	$\infty$	$\infty$
$15^\circ$	10.98	3.94	2.65	0.36	4.14	1.48
$30^\circ$	30.14	18.4	22.4	0.61	1.34	0.82
$45^\circ$	133.88	134.88	271.76	1.01	0.40	0.49

**Primera.-** En suelos de comportamiento cohesivo no se incrementa notablemente la capacidad de carga si se profundiza el cimiento, en cambio esto sí se logra si se incrementa aunque sea poco, la resistencia del material de apoyo.

**Segunda.-** En suelos de comportamiento cohesivo, la capacidad de carga en unidades de esfuerzo, no depende del ancho B del cimiento.

**Tercero.-** En suelos de comportamiento friccionante la capacidad de carga depende tanto del ancho del cimiento como de la profundidad del desplante.

En la tabla que se anexa a estas notas, aparecen indicados los valores de los coeficientes de capacidad de carga que se han obtenido para diferentes valores del ángulo  $\varphi$ .

Al hacer el examen de las valoraciones de los coeficientes  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ , obtenidos en diferentes soluciones teóricas del problema, se encuentra que es el tercero el que sufre menor variación en su magnitud, ya que se encuentran valores de la tercera parte al còbte de los que se indican en la tabla mencionada.

Actualmente continua la investigación del problema de la evaluación de la capacidad de carga y existe tendencia a unificar el criterio en el sentido de utilizar los valores de los coeficientes de capacidad de carga que aparecen en la tabla anexa.

En lo que sigue se harán algunos comentarios respecto a factores que influyen en la determinación de la capacidad de carga, que son:

- a) Dimensiones del cimiento.
- b) Compresibilidad del material de apoyo.

- c) Rugosidad de la base del cimiento.
- d) Cimientos adyacentes.
- e) Nivel de aguas freáticas.
- f) Velocidad de aplicación de la carga.

### DIMENSIONES DEL CIMIENTO.

Como se comentó, la determinación teórica de la capacidad de carga, se ha hecho sobre la base de análisis bidimensional, lo que exige que el cimiento sea bastante más largo que ancho y que el material de apoyo sea homogéneo en cuanto a resistencia. En relación al primer hecho, se ha encontrado que debe cumplirse el que la relación  $L / B$  sea mayor de 5. Investigaciones tanto teóricas como de pruebas de campo, indican que los coeficientes de capacidad de carga, pueden modificarse en función de otros coeficientes llamados de forma, tal como se indica en la siguiente expresión:

$$q_r = c N_c \zeta_c + \gamma D_f N_q \zeta_q + (B/2) \gamma N_\gamma \zeta_\gamma$$

Algunos resultados experimentales han determinado valores para los coeficientes de forma que pueden obtenerse si se manejan las fórmulas que se anotan en seguida.

Forma de la base	$\zeta_c$	$\zeta_q$	$\zeta_\gamma$
Rectangular	$1 + (B / L) (N_q / N_c)$	$1 + (B / L) \tan\phi$	$1 - 0.4 (B / L)$
Circular o cuadrada	$1 + (N_q / N_c)$	$1 + \tan\phi$	0.60

### COMPRESIBILIDAD DEL MATERIAL DE APOYO.

Otra de las hipótesis que se hizo en la determinación de la capacidad de carga, fue la de considerar el material de apoyo incompresible, lo que en cierta forma fue motivada por la aceptación de que la falla se produciría en forma general. Cuando se tiene un material de apoyo compresible, como ya se comentó, la falla es de tipo local y la capacidad de carga se reduce. Uno de los criterios más aceptados para efectuar la reducción es el debido a Terzaghi quien propone disminuir los parámetros de resistencia de manera de considerar en los cálculos los siguientes valores:

$$C_r = (2 / 3) c$$

$$\phi_r = \tan^{-1} (2 / 3) \tan\phi$$

donde:

$C_r$  = Cohesión reducida.

$\phi_r$  = Ángulo de fricción interna reducida.

En general, este criterio resulta ser bastante conservador en casos de suelos de comportamiento friccionante y también, aunque no tanto, en el caso de suelos de comportamiento cohesivo, quizá debido entre otras cosas a que la compresibilidad relativa de un suelo, tiende a disminuir a medida que aumenta el tamaño del cimientado. Existen algunas investigaciones interesantes que toman en cuenta esta influencia pero ellas no han conducido a criterios que puedan aplicarse con suficiente seguridad en los cálculos que ahora se hacen en la práctica, por lo que se recomienda, mientras tanto seguir con el criterio de Terzaghi.

### **RUGOSIDAD DE LA BASE DE LA CIMENTACIÓN.**

Evidentemente entre cimientado y material de apoyo, se producen esfuerzos cortantes que pueden considerarse que incrementen la capacidad de carga. Las investigaciones que se han hecho al respecto, sugieren que la capacidad de carga de una cimentación lisa sobre la superficie de un suelo de comportamiento no cohesivo, debe ser sólo la mitad de la capacidad de una cimentación rugosa, pero otros hechos experimentales han mostrado un efecto casi nulo de la rugosidad, al menos para cargas verticales. Mientras se dilucida esta cuestión, se sugiere seguir utilizando los factores anotados que no consideran este efecto.

### **CIMIENTOS ADYACENTES.**

En general, las expresiones y teorías al respecto indican que en suelos friccionantes sueltos, (bajos valores de  $\phi$ ) la influencia de cimientados adyacentes es despreciable, lo que no sucede para suelos friccionantes compactos (altos valores de  $\phi$ ).

Los efectos aún disminuyen más cuando la forma del cimientado tiende a tener una área de apoyo cuadrada, por ello, no se recomienda tomar en cuenta los efectos de la interferencia en los cálculos de capacidad de carga.

### **NIVELES DE AGUAS FREÁTICAS.**

La presencia del nivel de aguas freáticas en el material de apoyo, es un factor que sí requiere tomarse en cuenta en el caso de la determinación de la capacidad de carga.

Para suelos gruesos, la presencia del agua puede anular la llamada cohesión aparente, lo que produce una considerable disminución de la resistencia. También los tres términos de la ecuación de la capacidad de carga, pueden sufrir disminución considerable. Por ello, se recomienda hacer el cálculo de la capacidad de carga considerando el nivel freático más alto posible, durante la vida útil de la estructura.

Una ecuación que se propone para tomarla en cuenta en los cálculos de la capacidad de carga, es la siguiente:

$$\gamma = \gamma' + \left(\frac{z^w}{B}\right) (\gamma_m - \gamma')$$

donde:

$\gamma$  = Peso volumétrico del material de apoyo, por considerar en los cálculos de capacidad de carga.

$\gamma_m$  = Peso volumétrico del material de apoyo con su humedad natural.

$\gamma'$  = Peso volumétrico del material de apoyo sumergido.

$z^w$  = Profundidad del nivel de agua freáticas respecto al nivel de desplante.

$B$  = Ancho del cimiento.

Desde Luego, existe también el efecto de las fuerzas de filtración que en este caso, se consideran despreciables.

## VELOCIDAD DE CARGA.

Las teorías de capacidad de carga, se han desarrollado bajo la hipótesis de que las sollicitaciones son estáticas, sin embargo, existen casos reales en que no se cumple esta condición, por lo que es conveniente hacer algunos comentarios respecto a cómo se modifica la capacidad de carga al incrementarse la velocidad de aplicación de los esfuerzos. En términos generales, la velocidad de aplicación de la carga, modifica la capacidad de carga sólo en la medida en la que puede relacionarse con la disipación de la presión que aparece en el agua del suelo, generada por la misma aplicación de la carga. Bajo esa consideración, se han echo experiencias, encontrándose los siguientes resultados:

a) Cuando se pasa de una carga estática a una de impacto, las cimentaciones apoyadas en arena compacta o en arcilla dura, cambian de tipo de falla, de corte general a punzonamiento.

b) Cuando se pasa de una carga estática a una de impacto, se produce una ligera disminución inicial en la capacidad de carga de cimentaciones en arena compacta.

c) Todas las cimentaciones en arcillas muy duras, muestran un aumento muy considerable en su capacidad de carga, de la condición estática a la de impacto.

Estas notas dan un panorama general, acerca del análisis de capacidad de carga de cimentaciones superficiales, y en ellas se ha puesto especial énfasis en las limitaciones que tienen las formas teóricas que existen al respecto, para que en su aplicación práctica, se logren los mejores resultados.

## REFERENCIAS.

1. Bjerrum, L. y Cverland, A. "Foundation Failure of an Oil Tank in Fredrikstad, Norway", Procs, IV International Conference on Soil Mechanics and Engineering, Vol 1, Londres (1957), pp 287 - 290.
2. Brinch Hansen, J., "Simple beregning af fundamenteres bæreevne Ingenieren"; Vol 64, No 4 (1965), pp 95 - 100.
3. Buisman, A.S.K., "De weerstand van paalpunten in zand", de Ingenieur 50 (1935), pp - Bt. 25 - 28, 31 - 35.
4. Buisman, A.S.K., "Grondmechanica", Waltman, Delft (1949), pág. 190.
5. Caquot, A., "Equilibre des massifs a frottement interne", Ganthier - Villars, Paris (1934), pp 1 - 91.
6. Caquot, A. y Kérisel, J., "Traté de Mécaniques des Sols", Ganthier - Villars, Paris (1956).
7. De Beer, E. E., "Grondmechanica, Deel II", Fundering N. V. Standard Boekhandel, Antwerpen (1949), pp 41 - 51.
8. De Beer, E.E., "Bearing Capacity and Settlement of Shallow Foundations on Sand, Baring Capacity and Settlement of Foundatione", Procs., Symposium held at Duke University (1965), pp 15 - 34.
9. De beer, E.E. y Vesió, A., "Etude expérimentale de la capacité portante du sable sous des fondations directes établies en surface", Annales des Travaux Publics de Belgique 59, N° 3 (1958), pp 5 - 58.
10. Meyerhof, G. G., "An Investigation of the Bearing Capacity of Shallow Footings on Dy Sand", Procs., II International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol 1, Rotterdam (1948) , pp 237 - 243.
11. Meyerhof, G. G., "The Ultimate Bearing Capacity of Foundations", Geotechnique, Vol 2 (1951), pp 301 - 332.
12. Meyerhof, G. G., "Influencè of Roughness of base and Ground Water Conditions on the Ultimate Bearing Capacity of Foundations", Geotechnique, Vol 5, N° 3 (1955), pp 227 - 242.
13. Skempton, A. W., "An Investigation of the Bearing Capacity of a Soft Clay Soil", Journal of the Institution of Civil Engineers, Vol 8, Londres (1942), pp 307 - 321.
14. Skempton, A. W., "The Bearing Capacity of Clays", Procs., Building Research Congress, Londres (1951), pp 180 - 189.
15. Tersaghi, K., "Erdbaumechanik auf Bodenmechanischer Grundlage", Wien (1925).

16. Terzaghi, K., "Theoretical Soil Mechanics", John Wiley and Sons, Nueva York (1943).
17. Terzaghi, K. y Peck, R. B., "Soil Mechanics in Engineering Practice", Jhon Wiley and Sons, "a. de. (1966), pág. 729, Nueva York (1948).
18. Tschebotarioff, G. P., "Soil Mechanics, Foundations and Earth Sttructures", McGraw-Hill Book Co. Inc., Nueva York (1951).
19. Vesió, A., "Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand", National Academy of Sciences, National Research Council, Highway Research Record, N° 39 (1963), pp 112 - 153.
20. Vesió, A., "Análisis de la Capacidad de carga de Cimentaciones Superficiales", (1974), Istituto de Ingenieria, U.N.A.M.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA**

**ANEXO**

**ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACIÓN DE  
LAS CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS**

**ING. ROBERTO AVELAR LÓPEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

*RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN*

*ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACIÓN DE LAS  
CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS*

*M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO*

## ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACIÓN DE LAS CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS.

### Objetivo.

En lo que sigue, se hará una exposición de aspectos relacionados con las cimentaciones profundas mediante cilindros, con el fin de que al final de ellos, se tenga una idea de la forma en que se eligen, se diseñan y se construyen este tipo de cimientos.

### Definición.

Cilindro es un elemento de apoyo de las estructuras constituido por concreto armado, que tiene la forma de un cilindro. Normalmente es hueco y el espesor de su pared es del orden de 0.80 m.

### Elección.

En términos generales, los cilindros se eligen como elementos de cimentación cuando se conjuntan dos condiciones simultáneamente:

- La estructura que va a ser soportada tiene concentraciones altas de esfuerzos.
- Existe a una cierta profundidad, relativamente grande, un estrato francamente resistente.

Un ejemplo clásico que frecuentemente se tiene en la Ingeniería Civil, es el de los puentes en donde aparte de conjuntarse las dos condiciones anteriores, aparecen otras que forzan aún más la elección de cimentación de cilindros. Entre estas condiciones está el hecho siempre importante, de que la construcción de la cimentación mediante cilindros, ofrece casi la seguridad de que no habrá interrupción durante la construcción, por efecto de temporales, lo que si ocurre en el caso de emplear otro tipo de cimentaciones profundas, como por ejemplo, pilotes.

Una condición que debe tenerse en cuenta siempre, en la elección del tipo de cimentación y fundamentalmente en la determinación de la profundidad a la que deben llevarse los cimientos, es la socavación, es decir, aquel fenómeno consistente en el arrastre de las partículas sólidas del suelo por efecto de la energía cinética del agua; es obvio que el desplante de los apoyos debe llevarse a una profundidad mayor que la correspondiente a la socavación, esta condición, en muchas ocasiones conduce a una elección de cimiento profundo mediante cilindros.

Cuando en la estratigrafía del suelo de cimentación, aparecen fragmentos de roca, de tamaños de medianos a grandes, (mayores de 25 cm de diámetro) y en por ciento

mayores de 10, la introducción de pilotes se dificulta y en ocasiones es prácticamente imposible; en esos casos, una solución alternativa para la cimentación, es la elección de cilindros, debido a que el procedimiento constructivo de ellos permite atravesarlos sin grandes dificultades; claro está que, a medida que el tamaño de los fragmentos de roca se incrementa, la dificultad de hincado, aun de los cilindros, también lo hace. En relación con la magnitud de las cargas, no sólo deben considerarse las verticales sino también las horizontales, producto de fuerzas de frenaje, de sismo, de viento, etc. En general, las cimentaciones mediante cilindros son bastante más estables y seguras que las piloteadas, para este tipo de fuerzas.

#### Casos Especiales y de Elección de Cilindros.

- a).- Es frecuente que para proteger los apoyos de los puentes se diseñen y construyan elementos llamados "Duques de Alba" que tienen por objeto absorber las fuerzas provocadas por choques de buques.

En ocasiones se elige como elemento receptor de esas fuerzas a cilindros, calculándose en este caso su profundidad de hincado en función de la magnitud de la fuerza que debe absorber.

Como quiera que sea el cilindro es un elemento rígido, los cálculos determinados

para este tipo de acción, una profundidad de hincado bastante grande; con el objeto de disminuirla, en ocasiones, se recurre a hacer que el cilindro sea un elemento relativamente flexible y para ello, se le dota de unos elementos amortiguadores en la parte en que recibe el impacto del buque, constituidos por resortes.

- b).- Recientemente los cilindros se han utilizado como elementos de acción de maquinaria y obreros a la zona de construcción de túneles con relativo éxito. Como ejemplo tenemos algunas de las lumbreras de acceso a los colectores que ahora se están construyendo en la zona del Valle de México, en este caso el diámetro de los cilindros es del orden de los 9 m.
- c).- En Japón se usan cilindros gigantescos como elementos de cimentación de edificios de muchos niveles cuyo hundimiento en el terreno de apoyo, se consigue empleando la Obra de Mano. Este tipo de apoyo se usa cuando se tienen dos estratos de suelo, uno superior, poco resistente y deformable constituido por ejemplo por arcillas y el otro inferior, francamente resistente; además, se debe cumplir que el primero mencionado, sea totalmente homogéneo.

#### Procedimiento de Construcción.

El procedimiento de construcción, constituye el factor fundamental en el costo de los cilindros. Prácticamente, el costo por metro de cilindro (es de \$15,000.00 a \$ 20,000.00) varía poco con los diámetros usuales: 4, 5, 6 y 7 m.

El procedimiento constructivo más usual es el llamado " Pozo Indio " , consiste en esencia en descender el cilindro en el terreno de apoyo por su propio peso, a medida

que desde su interior se excava el suelo en el que penetra. La excavación del suelo, normalmente se hace empleando una cuchara de almejas pero en el caso de los cilindros que se mencionó que se utilizan en Japón para cimentación de edificios, la excavación se ejecuta por obreros que deben trabajar rítmicamente, pues de no hacerlo se corre el riesgo de que en alguna zona del cilindro se excava más que en otra, lo cual puede propiciar su inclinación, que es en estos casos, situación de fracaso, debido a que resulta muy difícil volver a la verticalidad a cilindros con dimensiones tan grandes. Un caso especial en que también se utiliza la Obra de Mano, lo constituye el procedimiento constructivo mediante aire comprimido. La idea es introducir aire a presión en la parte inferior del cilindro, con el objeto de equilibrar la presión del agua del suelo evitar que ésta inunde el interior del cilindro; en estas condiciones es posible hacer descender al interior obreros que excaven el suelo de apoyo y propicien el hundimiento del cilindro. Las experiencias que existen al respecto, indican que este método es factible emplearlo hasta profundidades del orden de los 35 m, también se ha encontrado que su costo se incrementa muy rápidamente a partir de los 12 m de profundidad. La razón estriba en el hecho de que el rendimiento del trabajador disminuye rápidamente a medida que la presión del aire se incrementa.

#### Consideraciones Especiales.

a).- Estabilidad del fondo durante la excavación.

Es común, cuando se tienen arenas, que los sondeos de exploración previos determinen una alta compacidad de ellos, y que durante su excavación para lograr que el cilindro penetre, se encuentra que la tal alta compacidad no existe, las arenas se sienten sueltas y existe la duda de si servirán con elementos de apoyo seguro del cilindro. La experiencia y la teoría indican que basta colar el tapón inferior del cilindro y confinar las arenas para que éstas tiendan a recuperar rápidamente la compacidad original; la razón de esta condición es el flujo de agua ascendente dentro del cilindro que genera la flotación de las partículas sólidas de la arena, producto, en ocasiones, del desnivel entre las superficies libres del agua freática dentro y fuera del cilindro y también a la extracción rápida del elemento excavador; para evitar este efecto se puede recurrir a mantener el agua en el interior del cilindro siempre a un nivel superior al que tiene fuera del cilindro, o bien a disminuir la permeabilidad del suelo de apoyo; para este caso, en ocasiones, se ha recurrido a colocar alrededor del cilindro costales llenos con arcilla.

En el caso de que el suelo, en el fondo del cilindro, sea fino como por ejemplo, arcilla, la falla de fondo es relativamente benéfica, pues facilita el hincado del cilindro, pero debe cumplirse que el volumen suelo que falle sea semejante al que sustituye el cilindro; si no es así, se corre el peligro de que queden oquedades entre el suelo y la superficie lateral del cilindro o bien que se produzcan asentamiento en el terreno superficial, alrededor del cilindro. La experiencia indica que es más adecuado no provocar la falla del fondo, manteniendo siempre el tirante de agua en el interior del cilindro.

b).- Fricción lateral.

De acuerdo con el procedimiento constructivo, los cilindros se introducen venciendo la fricción lateral con su peso propio, por ello desde el diseño debe tenerse en cuenta que se produzca esta condición. En el caso de los suelos gruesos e inclusive con fragmentos de roca, es decir, para materiales de comportamiento francamente friccionante, la teoría determina que la fricción lateral debe incrementarse proporcionalmente con la profundidad, sin embargo, experiencias realizadas expresamente indican que por debajo de los 7 u 8 m, adquiere valores prácticamente constantes; la razón de este hecho se puede explicar si se tiene en cuenta el fenómeno conocido como arqueo.

En el caso de los suelos finos como por ejemplo en el de las arcillas, la fricción lateral es realmente provocada por una adherencia entre la pared exterior del cilindro y el suelo fino; en este caso, la adherencia se considera en el cálculo prácticamente constante con la profundidad y para el caso de arcillas muy poco resistentes, su valor es aproximadamente igual a la cohesión; a medida que la resistencia de la arcilla se incrementa también lo hace la adherencia, pero no llega a sobrepasar las 5 ton/m<sup>2</sup>. Según algunas medidas realizadas.

Con el objeto de disminuir la fricción lateral, se han recurrido a varios métodos, como son:

- 1.- Disminución de la fricción, en el caso de los suelos gruesos, mediante inyecciones de agua a través de chiflones.
- 2.- Disminución de la adherencia con utilización de electrólisis.
- 3.- Disminución de la adherencia por destrucción de la estructura del suelo fino.

En algunos casos se recurre a tratar de incrementar el peso del cilindro con sobrecargas externas, o bien manteniendo estanco su interior.

c). Verticalidad.

Una de las condiciones que debe cumplir el cilindro es obviamente el que sus paredes sean verticales, pero en la práctica, esta condición frecuentemente es difícil de cumplir.

Las razones son la heterogeneidad en cuanto a resistencia y deformación del suelo de cimentación y también en el procedimiento constructivo.

En la práctica se han tenido problemas graves a este respecto que han ocasionado desde dejar el cilindro inclinado, hasta abandonar este tipo de cimentaciones. Para enderezar los cilindros se han recurrido a procedimientos tales como sobrecarga excéntrica, disminución de adherencia en un lado del cilindro, empujes horizontales, etc.

## ALGUNOS COMENTARIOS EN RELACIÓN CON CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS.

### PROBLEMAS ESPECIALES

#### I. Fricción Lateral.

Una de las situaciones críticas que se presenta durante la construcción de los cilindros, es que éstos frecuentemente se quedan " pegados ", es decir, el suelo circundante al cilindro ejerce fuerzas en él, que se oponen a que baje. Es conveniente, dada la frecuencia con que se presenta esta situación, el estudiarla con cierto detalle. Por ello separaremos los dos elementos que intervienen : el tipo de suelo y el cilindro.

En cuanto al primero de los factores conviene dividirlo en suelos de comportamiento friccionante y suelos de comportamiento cohesivo. Como ejemplo típico de los primeros tenemos a las arenas secas o saturadas, y el segundo a las arcillas.

##### a) Suelos de comportamiento friccionante

En este tipo de suelos el esfuerzo de fricción entre ellos y los cilindros depende de la fuerza normal en la superficie de contacto y de la naturaleza de las superficies en cuyo contacto se desarrolla la fricción.

La fuerza normal ( $\sigma$ ) a su vez es función del peso propio de las partículas sólidas del suelo que se encuentran a profundidades menores que la correspondiente a la posición de fuerza normal, y se acepta que existe una cierta proporcionalidad entre ese peso propio y la fuerza normal, de manera que si llamamos a este coeficiente de proporcionalidad  $k$  puede escribirse:

$$\sigma = k \gamma z \quad (1) \text{ donde:}$$

$\sigma$  = esfuerzo normal

$k$  = coeficiente de proporcionalidad

$z$  = profundidad a la que se considera

El esfuerzo de fricción que podemos llamar  $f$ , a la profundidad  $z$  dentro de la magnitud de

$$f = \mu \sigma \quad (2) \text{ donde:}$$

$f$  = esfuerzo de fricción

$\mu$  = coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción depende de la naturaleza de los materiales en contacto, en este caso suelo friccionante y concreto.

Reuniendo las fórmulas 1 y 2 se tiene :

$$f = \mu k \gamma z \quad (3)$$

Para el coeficiente  $k$  deben considerarse las teorías de empuje de tierras que existen, tales como la de Rankine donde definen 3 coeficientes : el pasivo,  $k_p$ , debido a la condición de empuje pasivo, el activo,  $k_a$ , debido a la condición de empuje activo y el coeficiente de empuje en reposo,  $k_0$ , debido a la condición de reposo del suelo.

La primera pregunta que surge al respecto es ¿cuál de los 3 coeficientes mencionados es el que debe emplearse en el cálculo de la fricción?, si se analiza con detalle esta cuestión se llega a la conclusión de que ninguna de las tres representa la condición en que se comporta el suelo en la vecindad del cilindro, pero quizá los que más se aproximan son  $k_a$  y  $k_0$ . De éstos dos el más adecuado resulta ser lo debido a que si las partículas sólidas de la arena no se movieran sería, sin duda, el empuje en reposo la condición a considerar; como las partículas sólidas del suelo se muevan, realmente el empuje que ejercen disminuirá y por lo tanto, el coeficiente de empuje será un poco menor que el de reposo.

Algunas experiencias al respecto han mostrado que un valor adecuado para este coeficiente es de 0.4.

En cuanto al coeficiente  $\mu$ , de fricción entre el suelo y el concreto del cilindro, su valor como ya se indicó, depende de la naturaleza de las superficies en contacto. Se ha encontrado adecuado expresarlo en función del material cuyo comportamiento cambia, es decir, en función de la fricción de la arena, teniendo en cuenta que normalmente los cilindros o son de concreto o se recubren de acero.

Algunas normas alemanas al respecto recomiendan considerar a  $\mu$  como :

$$1/3 \tan \theta < \mu < 2/3 \tan \theta \quad \text{donde :}$$

$$\theta = \text{ángulo de fricción interna del suelo}$$

En términos generales, la  $\theta$  de las arenas varía entre  $30^\circ$  y  $45^\circ$  de manera que puede escribirse como :

$$0.19 < \mu < 0.66$$

Se sugiere que el menor valor se emplee cuando se tienen arenas muy sueltas de granos redondeados y con mala granulometría en contacto con acero y el mayor valor de  $\mu$  para el caso de arenas compactadas de granos angulosos y de mala granulometría en contacto con concreto.

Si se toman en cuenta los valores numéricos mencionados se llega a la conclusión de que el esfuerzo de fricción varía entre :

$$f \begin{matrix} 0.08 \gamma z \\ 0.26 \gamma z \end{matrix}$$

Es decir, que el valor máximo es del orden de 3 veces el mínimo o lo que es lo mismo que como máximo la fricción entre suelo y cilindro sea 3 veces mayor que el valor más pequeño de ésta.

Es conveniente observar que de acuerdo con la fórmula teórica la fricción es función directa de la profundidad  $z$ .

Hasta aquí la parte teórica.

Experiencias al respecto indican que a partir de unos 7 a 8 m. la profundidad, para suelos friccionantes, la fricción permanece prácticamente constante. Para explicarnos este hecho, tenemos que revisar las hipótesis de la teoría en el sentido de observar si se cumplen en la realidad. En estas condiciones, puede fácilmente llegarse a la conclusión de que en el caso en estudio, el suelo se mueve con respecto al cilindro a una velocidad que va siendo mayor a medida que la profundidad  $z$  se aproxima a la correspondiente a la cuchilla del cilindro, todo esto, debido al procedimiento constructivo que se emplea ( pozo indio ). Esto quiere decir que si se acepta la fórmula general teórica de la fricción, para que  $f$  se mantenga constante a pesar de que  $z$  se incrementa es necesario que algo disminuya, ese algo puede ser el producto  $\mu k$  y el incremento de  $z$  debe ser contrarrestado por el decremento de  $\mu k$ , la disminución de este último producto puede deberse a que la  $k$  disminuye ó  $\mu$  ó bien ambos; existiendo estas tres alternativas posibles se llega a la conclusión de que lo más factible de suceder es que disminuye  $\mu$ , para ello basta recordar que el efecto dinámico reduce la fricción hasta en algunas ocasiones anularla. La anterior consideración teórica lleva a una conclusión práctica interesante, entre más rápido se mueve la arena con respecto al cilindro, menos fricción se ejerce entre éste y la arena; quizá esta observación sea la regla pero para solucionar el problema tan común mencionado al principio, de que el cilindro se quede detenido. Si esto es así, todas las recomendaciones que se den al respecto deben tratar de cumplirlas.

Analizando la misma situación desde otro punto de vista, y pensando fundamentalmente en la zona del cilindro en que la fuerza de la fricción se va incrementando con la profundidad, se puede hacer la reflexión. Hace tiempo se hicieron algunas mediciones de presiones en las paredes de algunos sitios encontrándose resultados similares al mencionado, es decir, que a partir de una cierta profundidad el esfuerzo normal a la pared se mantenía prácticamente constante. Por otra parte, también existe un estudio teórico de las presiones verticales que recibe una estructura cilíndrica (alcantarilla) cuando sobre ella se coloca una sobrecarga impuesta por un terraplén, en él Spangler y Marston encontraron que también a partir de una cierta altura del terraplén los esfuerzos que se ejercían sobre la estructura se mantenían prácticamente constantes; la razón en ambos casos se ha explicado en la teoría de la mecánica de suelos mediante el llamado arqueado de suelos; este efecto en esencia consiste en que las partículas sólidas del suelo en lugar de ejercer su peso sobre las que están debajo de ellas, lo transmiten a las que están a su lado, de manera que son éstas las que sufren los mayores esfuerzos a expensas de que las que le sigan hacia abajo descansan de estos mismos esfuerzos, si esto es cierto, querría decir que en la zona en que los esfuerzos de fricción son prácticamente constantes el descanso mencionado no es total, es decir, la disminución de las presiones verticales efectivamente existe pero no es en magnitud tal que mantenga las fuerzas de fricción constantes con la profundidad, quizá la explicación más

razonable a esta situación sea la combinación de los dos efectos mencionados, es decir, la disminución de  $\mu$  por el efecto dinámico que se tiene cuando la arena se mueve con respecto al cilindro y el del arqueado de los suelos.

Analizando así la situación conviene indicar cuál o cuáles son las soluciones más adecuadas.

### PRIMERA SOLUCIÓN

Abatir con rapidez el nivel de las aguas en el interior del cilindro. Esta solución tiene un doble efecto benéfico, por un lado, el peso del cilindro aumenta pues pasa de una condición de sumergido a no sumergido, por otro lado se establece un flujo de agua a través de la arena, ascendente con ella en la zona de apoyo del cilindro que la "suelta" y hace que penetre hacia el interior del cilindro provocando en muchas ocasiones el hincado del mismo. Analizando teóricamente este problema con el objeto de poder responder a la pregunta de cuánto es conveniente abatir del nivel de agua en el interior del cilindro, la teoría nos indica que debe ser como mínimo, la magnitud determinada por la siguiente fórmula:

$$h. = \frac{\gamma_1}{\gamma_0} L$$

donde:

- $\gamma_1$  = peso volumétrico sumergido del suelo
- $\gamma_0$  = peso volumétrico del agua
- L = longitud de recorrido del agua dentro del suelo

Si se quisiera dar una recomendación práctica de lo anterior, se tendría que decir que el abatimiento mínimo del agua en el interior del cilindro en el suelo y que esa fracción es el valor absoluto de la diferencia entre el peso volumétrico del suelo saturado menos el peso volumétrico del agua.

### SEGUNDA SOLUCIÓN

Una segunda solución que en ocasiones se ocurre es el disminuir el material que aparece a partir del nivel a que se lleva el cilindro con el objeto de que el que está en contacto con el cilindro pierda su apoyo y su peso venza la fricción interna del suelo, en estas condiciones, se tendrá una especie de falla de la masa de suelo vecina al cilindro (en una distancia que depende de la resistencia friccionante del suelo y de la fricción entre suelo y cilindro).

Analizando teóricamente esta condición se llega a la conclusión de que la distancia horizontal que debe excavarse hacia los lados del cilindro y abajo del nivel de apoyo de éste, debe variar entre 2 cm y 6 cm por cada metro de altura del cilindro.

Esta recomendación tiene la desventaja de que cuando en ocasiones se emplean explosivos para hacer la excavación mencionada se produce en el agua una alta presión que a veces llega a fracturar el cilindro.

### TERCERA SOLUCIÓN

Como tercera solución poco empleada en la práctica, se tiene el uso de chiflones de agua. Si se quiere analizar teóricamente su efecto se llegará a la conclusión de que en esencia provoca la disminución de la fricción entre el cilindro y suelo por la correspondiente disminución del coeficiente de fricción al inducir el movimiento de las partículas sólidas del suelo y del agua misma en la vecindad de la pared exterior del cilindro.

### CUARTA SOLUCIÓN.

Como cuarta solución se ocurre aquella que tiende a cambiar la naturaleza de los materiales en contacto y que consiste en esencia en poner en la superficie exterior del cilindro, antes de hincarlo, una grasa que disminuye definitivamente la fricción.

#### b). Suelos de comportamiento cohesivo

Como ejemplo típico ya se anotó antes a las arcillas y realmente en este caso, éstas lo que hacen es pegarse al cilindro, es decir, adherirse; se siente que existe una cierta correlación entre la resistencia del suelo y la fuerza con la que se adhiere el cilindro, desde luego no se puede afirmar de antemano que tal relación sea lineal. La resistencia de este tipo de suelo está expresado por:

$$s = c \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} s = \text{resistencia} \\ c = \text{cohesión} \end{array}$$

es decir, la resistencia es constante e independiente del esfuerzo normal, luego entonces la adherencia también lo será.

Resultados de algunas pruebas realizadas por Tomlinson muestra que para cohesiones relativamente pequeñas la adherencia puede considerarse de igual magnitud a éstas pero a medida que se va incrementando el valor de la cohesión la adherencia va teniendo más pequeños que está llegando a ser prácticamente constante (independiente del valor de la cohesión) siendo  $4 \text{ ton/m}^2$  la magnitud que alcanza para el caso de arcillas en contacto con acero y de  $6 \text{ ton/m}^2$  para el caso de arcillas en contacto con concreto.

A fin de llegar a soluciones del problema que nos ocupa es conveniente mencionar que los factores de los que depende la resistencia y por lo tanto la adherencia, son la estructura del suelo y su contenido de agua.

Sabido es que a medida que se incrementa el contenido de agua se disminuye la resistencia de las arcillas; en cierta forma lo que sucede puede explicarse con relativa facilidad si se considera que entre las partículas sólidas existen fuerzas que son las que generan la resistencia del suelo, si se disminuyen las fuerzas de atracción entre las partículas sólidas, también lo hace la resistencia del suelo, y para ello una posibilidad es aumentar la presión hacia las partículas sólidas aumentando el espesor de la película de agua que existe entre partícula sólida y partícula sólida, es decir, lo que se requiere es incrementar el contenido de agua del suelo; por otra parte existen entre las partículas sólidas fuerzas de repulsión que disminuyen en su magnitud a medida que se incrementa la concentración de sales que tenga el agua del suelo, es aumentar la

magnitud de las fuerzas de repulsión y para ello se necesita disminuir la concentración de sales en el agua; en resumen, si se quiere disminuir la resistencia del suelo y para ello existen dos alternativas en cuanto al contenido del agua:

- a) Incrementar el contenido de agua.
- b) Disminuir la concentración de sales que existen en el agua del suelo.

Llevadas las anteriores ideas a la práctica, se encuentra el ingeniero, con el problema de que es necesario aumentar el contenido de agua en la profundidad de la pared externa del cilindro para disminuir ahí la adherencia y para eso requerirá provocar un flujo del agua hacia esa frontera; es obvio que entre más rápido provoque ese flujo, mayor eficiencia obtendrá del procedimiento, pero las arcillas son materiales muy poco permeables y por lo tanto en condiciones normales el flujo de agua a través de ellas es muy lento, surge entonces la necesidad de incrementarlo en cuanto a rapidez y por lo tanto se tiene como posibilidad para lograrlo la electrólisis.

En el pasado se han hecho algunas pruebas obteniéndose resultados relativamente satisfactorios, por ejemplo, con motivo del proyecto de un túnel de 3.5 m de diámetro interior a profundidades de 15 a 20 m a través de los depósitos lacustres de arcilla blanda de la Ciudad de México, apareció el problema de la construcción de lumbreras de acceso cuyo diámetro interior se proyecta del orden de 8 m.

Dadas las características de baja resistencia al corte y de expansividad de las arcillas del Valle, se llegó a la conclusión de que la solución más adecuada sería la de hincar un cilindro de concreto, haciéndolo bajar por propio peso y excavando en el fondo, sin abatir el nivel del agua dentro del cilindro, con objeto de contrarrestar la falla por el fondo. De acuerdo con los estudios realizados se previó que la adherencia entre concreto y suelo será, por lo menos, de  $3 \text{ ton/m}^2$  de área perimetral del cilindro; esto implica que la pared del cilindro debería tener un espesor no menor de 1.25 m, si se deseaba garantizar el peso suficiente para vencer la adherencia. Se pensó entonces en la forma de disminuir la adherencia, recurriendo a la "electrólisis", con el fin de reducir el espesor de la pared, ya que, por razones estructurales no se requieren más de 25 cm, para soportar las presiones laterales hasta una profundidad de 20 m. Se realizaron entonces pruebas de extracción de un tubo de hierro de 13 m de longitud y 8.9 cm de diámetro exterior, que se había hincado previamente y dejado reposar por un lapso de 15 días. Se ejecutaron varias pruebas de diferentes intervalos de tiempo, sin tratamiento alguno. En seguida se aplicó una corriente eléctrica, haciendo funcionar al tubo como cátodo y empleando como ánodos dos varillas de acero con la misma longitud que al tubo, hincadas a 2 m de distancia a ambos lados de éste. Bajo un potencial de 40 volts, la corriente se aplicó durante periodos sucesivos de 5, 10 y 15 minutos, suspendiendo en cada uno de ellos la corriente inmediatamente antes de realizar la prueba de extracción.

Finalmente, se llevó a cabo una última prueba extrayendo el tubo mientras la corriente estaba actuando, después de 5 minutos. La figura 9 ilustra las variaciones de la adherencia a través del tiempo y en ella puede observarse que ésta disminuye notablemente con la corriente eléctrica, pasando de valores máximos de  $3 \text{ ton/m}^2$ , después de 5 minutos de tratamiento. Este fenómeno es una consecuencia de la acumulación de agua alrededor del cátodo. De tales resultados experimentales se concluyó que la pared del cilindro tendrá un espesor de 25 cm y estará provista de una

camisa exterior de lámina de hierro, No. 14 ó 16, servirá simultáneamente de cimbra y cátodo. En su etapa final el cilindro tendrá, en su extremo inferior, una tapa de concreto colada bajo el agua. Pero, al retirar el agua del interior para iniciar los trabajos dentro de la lumbreira, se presentará el problema de la tendencia del cilindro a subir a consecuencia del efecto de flotación. Tal tendencia deberá ser resistida por adherencia entre lámina y suelo. Nuevamente entrará en acción la corriente eléctrica, pero ahora cambiando la polaridad; es decir, haciendo funcionar a la camisa exterior de lámina como ánodo, con lo cual se conseguirá aumentar la adherencia.

Quizá se debería proponer para estos casos también el inyectado de agua pero no mediante chiflones sino con tubos de diámetro común llevados a través del interior de la pared de concreto del cilindro y saliendo a diferentes profundidades convenientemente estudiadas.

Desde el punto de vista del otro factor, es decir, de la estructura es conocido el hecho de que destruyendo éste se disminuye la resistencia del suelo arcilloso y por lo tanto su adherencia al cilindro. Con el objeto de notar la forma en que conviene destruir esa estructura es necesario hacer un razonamiento acerca de qué tipo de estructura tienen las arcillas en su proximidad al cilindro.

Actualmente se sabe que a partir de una cierta magnitud de la deformación inducida en las arcillas, éstas se comportan en forma similar. Este comportamiento determina en ejes esfuerzo - deformación, una línea recta paralela al eje de las deformaciones, se puede afirmar que exhiben un comportamiento plástico. La explicación que se da al respecto de la similitud en el comportamiento de las arcillas después de una cierta deformación es la de que todas adquieren una misma forma de la estructura, se afirma, que las partículas sólidas se orientan siendo partículas paralelas entre sí, de manera que todas las arcillas en estas condiciones y con los mismos contenidos de agua deberán exhibir aproximadamente la misma resistencia ( la razón de que sea aproximadamente, es de que no están tomando en cuenta otros factores tales como la forma de las partículas sólidas, su composición mineralógica y la concentración de sales en el agua). La resistencia que exhiben estas arcillas se denomina en la teoría de la Mecánica de los suelos, residual

Pues bien, las arcillas que están en la proximidad de la pared del cilindro es muy probable que tengan esta condición de resistencia residual pues por el procedimiento constructivo que se sigue en el hincado del cilindro, se induce en ella una deformación considerable. Si así es, al destruir la estructura de la arcilla significa desde el punto de vista teórico que efectivamente ésta no debe existir, esta condición llevada a la práctica implica que es necesario destruirla por completo, o sea remoldearla totalmente; en ocasiones en la práctica cuando el cilindro se "pega" a la arcilla se ha recurrido a hacer una serie de sondeos en el perímetro externo del cilindro con el objeto exclusivo de remoldear a la arcilla y por lo tanto destruirle su estructura.

Otros procedimientos que se emplean para despegar los cilindros coinciden con los anotados para el caso de los suelos friccionantes como son el dejar sin apoyo el suelo en la vecindad del cilindro, el de abatir la superficie libre del agua en el interior del cilindro a fin de incrementar el peso del mismo.

## II. Pérdida de la Verticalidad

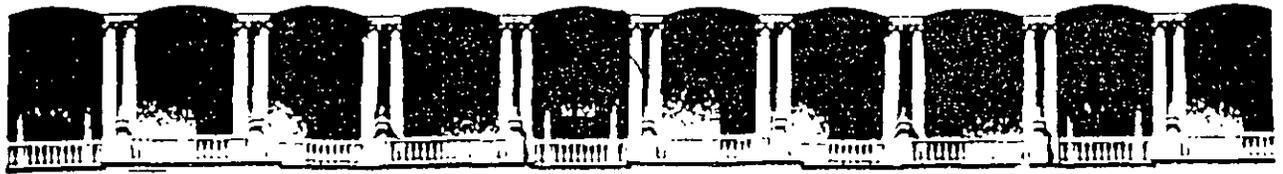
Uno de los problemas que frecuentemente se presentan durante el hincado de los cilindros es la pérdida de su verticalidad. Las causas de tal situación son varias; una de ellas es la falta de homogeneidad en el suelo, en este caso, bien puede suceder, que una zona del cilindro quede apoyada en el suelo más compresible y menos resistente, o bien también es frecuente que el avance del procedimiento constructivo se haga en forma uniforme, es decir, que en una zona de apoyo del cilindro se excave más que en otro; otra causa lo constituye el hecho ya comentado antes de no obligar a que el centro de gravedad del cilindro esté localizado lo más bajo posible.

Para corregir esta anomalía en la práctica se recurre a procedimientos tales como excavar más en la zona menos hundida, o jalar el cilindro con cables normales cuando no va muy profundo. Ha habido ocasiones en que al analizarlo estructuralmente y desde el punto de vista de Mecánica de Suelos se ha llegado a la conclusión de que es posible dejarlo inclinado, quizá en esos casos podría aumentarse el factor de seguridad colocando algunos elementos que actuarán como puntales, como por ejemplo pilotes inclinados.

## III. Falta de Apoyo Lateral

En ocasiones por el procedimiento constructivo que se sigue se excava más volumen de suelo que el correspondiente a la parte del cilindro que penetra en el suelo, esto provoca que se observe que el suelo en la vecindad del cilindro se hunda.

Esto también se provoca a diferentes profundidades lo que se traduce en la formación de una serie de cavernas localizadas en la inmediata vecindad de la pared externa del cilindro. Esta condición implica que el suelo que rodea al cilindro no de la suficiente reacción horizontal. En el caso de puentes y apoyos muy esbeltos esta condición es esencial puesto que se requiere una condición de empotramiento real, es decir, los proyectos de la estructura exigen que el apoyo no sufra ningún desplazamiento horizontal, por ello en estos casos cuando se presenta la situación mencionada se recurre a inyectar las cavernas o a tratar de disminuir los esfuerzos horizontales (caso del puente Metiac).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS**

**ING. GILBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

REGLAMENTO DE

LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción Y del artículo 89 la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos , he tenido a bien expedir el siguiente

DECRETO POR EL QUE SE REFORMA Y ADICIONA  
EL REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRA PUBLICAS

## INDICE

Capitulo I	
Disposiciones generales.....	3
Capitulo II	
De la Planeación, Programación y Presupuestación de la Obra Publica.....	7
Capitulo III	
Del Padrón de Contratistas.....	10
Capitulo IV	
De la Contratación y Ejecución de las Obras.....	14
Capitulo V	
De las Obras por Administración Directa.....	39
Capitulo VI	
De los Servicios Relacionados con la Obra Pública...	42
Transitorios.....	45

**REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS**  
**CAPITULO I**  
**Disposiciones Generales**

Artículo 1.- En todos los casos en que este Reglamento haga referencia a la Ley, se extenderá que se trata de la Ley de Obras Públicas. Cuando aluda a la Secretaría, contraloría, dependencias, entidades, dependencia coordinadora de sector y sector, serán las que se consideran como tales en la Ley.

Artículo 2.- Las dependencias y entidades en la realización de obras públicas y en la contratación de servicios relacionados con las mismas, se sujetarán a lo establecido en la ley, este Reglamento y las demás disposiciones administrativas que sobre la materia expide la secretaría.

Los órganos de gobierno de las entidades emitirán, de conformidad con su legislación específica, las políticas, bases y lineamientos a que se refiere al artículo 10. de la Ley las cuales contendrán:

- I. Los procedimientos que permitan la adecuada planeación, programación de cada obra pública, estableciéndose los criterios que habrán de adoptarse para la realización de las acciones, actos y contratos que lleven a cabo, a fin de racionalizar los recursos disponibles;
- II. Las directrices que habrán de establecer y observar los directores generales a sus equivalente, a fin de que los criterios a que se refiere el artículo 60. bis de la Ley, se adopten e instrumenten en la administración de la entidad bajo las modalidades que al efecto determinen;
- III. La forma, términos, porcentajes, vigencia y cancelación a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituir las personas físicas o morales que contraten la ejecución de obra pública o presten servicio relacionados con la misma en lo referente a la seriedad de las proposiciones, para la correcta inversión de los anticipos que en su caso reciban y para el cumplimiento de los contratos;
- IV. Las circunstancias en que se podrá referir el fallo de adjudicación del contrato respectivo y los procedimientos y condiciones al efecto;
- V. Los procedimientos que se observarán para la aplicación de penas convencionales a los contratistas en los contratos de obras y de servicios;
- VI. Los procedimientos que se aplicarán para fundamentar y elaborar el dictamen respectivo en los casos de adjudicación de contratos, que de conformidad con la ley puedan estar exceptuados de licitación pública, y
- VII. Las directrices conforme a las cuales llevarán a cambio el control de cada una de los términos del artículo 61 de la ley.

Artículo 3.- Las disposiciones administrativas que con fundamento en la Ley expedida la Secretaria, las hará del conocimiento de las dependencias y, cuando corresponda, de los órganos de gobierno de las entidades para su aplicación.

Cuando dichas disposiciones se refieren a las condiciones que deberán observar en las obras y servicios relacionados son éstas, se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

Para efectos de lo dispuesto en el último párrafo del artículo 6o. de la Ley, la secretaria expedirá disposiciones administrativas para los contratos de obras y servicios relacionados con las mismas, así como para los acuerdos para la ejecución de obra y servicios por administración directa, en los siguientes aspectos:

- I. Normas y reglas administrativas para las dependencias y entidades, lleven acabo la planeación, programación y Presupuestación de las obras que realicen, así como de las acciones para efectuar los procesos de adjudicación, contratación y finiquito de las mismas;
- II. Criterios para efectuar los procesos referentes a licitación, evaluación de los proposiciones, ejecución, recepción y finiquito de las obras públicas;
- III. Procedimientos para el análisis , cálculo e integración de los precios unitarios de los conceptos de obra;
- IV. Procedimientos para efectuar los ajustes de los costos de los insumos que intervienen en los precios unitarios;
- V. Procedimientos para efectuar las modificaciones a los contratos en monto o plazo par absorber las imprecisiones de la programación y presupuestación de las obras que se presenten durante su ejecución, y
- VI. Procedimientos para la suspensión de las obra o rescisión de los contratos.

Artículo 4.- Entre los trabajos que tiendan a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios y explotar y desarrollar los recursos agropecuarios y explotar y desarrollar los recursos naturales del país, que la Ley considera obra pública, quedan comprendidos:

- I. Desmontes, subsoléos, nivelación de tierras, desazolve y deshierbe de canales y presas, lavado de tierras;
- II. Instalación para la cía y desarrollo agropecuario;
- III. Obras para la conservación del suelo, agua y aire;
- IV. Instalación de islas artificiales y plataformas localizadas en zonas lacústres, plataformas continental o zócalos submarinos de las islas, utilizadas o indirectamente en las explotación de recursos;

V. Los demás de infraestructura agropecuaria o para la explotación de los recursos naturales que señalen las leyes de la materia.

Artículo 5.- Se sujetaran a las disposiciones de la ley y este Reglamento:

I. La instalación , montaje, colocación o aplicación de muebles que deban incorporarse, adherirse o destinar a un inmueble;

II. La contratación de la instalación, montaje, colocación o aplicación de los bienes a que se refiere la fracción anterior, cuando incluya la adquisición o fabricación de los mismos;

III. La conservación, mantenimiento y restauración de los bienes a que se refiere este artículo.

## CAPITULO II

### **De la Planeación, Programación y Presupuestación de la Obra Publica:**

Artículo 6.- Las dependencias y entidades en la planeación de las obras públicas, realizarán los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica económica y social de la realización de la obra.

Artículo 7.- En la planeación de las obras o servicios relacionados con las mismas por administración directa, las dependencias y entidades deberán considerar la disponibilidad real del personal adscrito a las áreas de proyecto y construcción de que dispongan, así como los recursos de maquinaria y equipo de construcción de su propiedad.

Esta disposición deberá establecerse en los convenios que se celebren con las entidades federativas conforme al artículo 7o. de la Ley.

Artículo 8.- La dependencia encargada de la planeación de un conjunto de obras en cuyo estudio, proyecto o construcción intervengan dos o más dependencias o entidades será responsable de proponer y promover ante éstas, la adecuada coordinación de las diversas intervenciones de las propias ejecutoras.

Artículo 9.- Las dependencias al terminar el programa de realización de cada obra, deberán prever los periodos o plazos necesarios para la elaboración de los estudios y proyectos específicos, así como los requeridos para llevar a cabo las acciones de convocar, licitar, contratar y ejecutar los trabajos conforme a lo dispuesto en la Ley y este Reglamento.

Artículo 10.- Las dependencias y entidades deberán elaborar su programa y presupuesto anual de obras, incluyendo:

- I. Las obras, estudios técnicos y proyectos de diseño, que se encuentran o las que deban iniciarse;
- II. Los trabajos de conservación y mantenimiento de bienes inmuebles, y
- III. Las obras que deban realizarse, por requerimiento de las otras dependencias o entidades, así como las de desarrollo regional a través de los convenios que celebren los Ejecutivos Federal y Estatal, cuando sea el caso.

Artículo 11.- Las dependencias y entidades en la formalicen de su programas y presupuesto anual de las obras deberán considerar los objetivos, metas, prioridades y estrategias derivadas de las políticas y directrices contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales institucionales , regionales y espaciales.

Sin perjuicio de los establecido en la ley, en este Reglamento, y en otras disposiciones legales aplicables, las dependencias y entidades observarán las disposiciones administrativas que diste la Secretaría respecto del ejercicio del gasto en las obras públicas .

Artículo 12.- Para que las dependencias o entidades puedan realizar del artículo 29 de la Ley, es indispensable que los servidores públicos responsables de la adjudicación contratación y ejecución, verifiquen que se cuente con la disponibilidad presupuestal correspondiente.

En dichas obras se deberá prever los impactos económicos, sociales y ecológicos que se originen con su ejecución, y de realizarse cerca de o en un centro de población. deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia, contando para ello con las autorizaciones correspondientes.

## CAPITULO III

### Del Padrón de Contratistas.

Artículo 16.- Las personas interesadas en inscribirse en el padrón de Contratistas de Obra Públicas, deberán solicitarlo por escrito, acompañado, según su naturaleza jurídica y características, la siguiente información y documentos:

- I. Datos generales de la interesada;
- II. Capacidad legal de la solicitante;
- III. Experiencia y especialidad;
- IV. Capacidad y recursos técnicos, económicos y financieros;
- V. Relación de maquinaria y equipo propio o de otras empresas filiales;
- VI. Ultima declaración del impuesto sobre la Renta;
- VII. Testimonio de la Escritura Constitutiva y reformas;
- VIII. Inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes y, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, en la Cámara que le corresponda;
- IX. Cédula Profesional del responsable técnico, para el caso de prestación de servicios;
- X. Registro en el Instituto Mexicano del Seguro Social, en el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, y
- XI. Los demás documentos e información que la Secretaría o el propio interesado considere pertinentes.

Artículo 17.- Quienes conformen a la Ley están obligados a inscribirse en el Padrón a que se refiere el artículo anterior, adquirirán el carácter de contratistas al quedar inscritos en el mismo; quienes contraten con las dependencias y entidades y estén exentos de inscripción en el Padrón conforme a la Ley, serán considerados para efectos de la propia Ley y este Reglamento como contratistas, en consecuencia las dependencias y entidades no podrán exigir ni a los contratistas obligados ni a los exentos, el que éstos se encuentren inscritos en otro registro distinto para concursar o contratar.

Las dependencias y entidades deberán solicitar a la Secretaría la suspensión o cancelación del registro a los contratistas, cuando tengan conocimiento que éstos se encuentran dentro de alguno de los supuestos de suspensión o cancelación que establece la Ley, fundado y motivado dicha solicitud.

Artículo 18.- En el mes de agosto de cada año, la Secretaría publicará en el Diario Oficial de la Federación, la relación de personas físicas o morales registradas en el Padrón de Contratistas de Obras públicas e informará bimestralmente a las dependencias y entidades de las inscripciones, suspensiones y cancelaciones que se lleven a cabo con posterioridad a la publicación mencionada.

Artículo 19.- Los contratistas que deseen participar en concurso de su especialidad y cuya solicitud de inscripción en el Padrón hubiere sido presentada dentro del plazo de veinte días que establece el artículo 22 de la Ley, podrán hacerlo, presentando ante la dependencia o entidad contratante:

- I. Declaración por escrito señalando que su registro se encuentra en trámite, la fecha de presentación de la solicitud y la especialidad que manifestó, y
- II. Copia de la solicitud de inscripción, con el sello o acuse de recibo de la Secretaría.

Para la firma del contrato el adjudicatario lo deberá cuando proceda, en términos de la Ley, tener vigente su registro en el Padrón de contratistas de Obras Públicas.

Artículo 20.- Transcurrido el plazo que establece la Ley sin que la Secretaría haya resuelto sobre la solicitud de inscripción en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas el interesado podrá participar en concurso y contratar en su especialidad.

Al efecto, el contratista interesado deberá presentar ante la dependencia o entidad contratante:

- I. Declaración por escrito señalando que se encuentra en el supuesto a que se refiere el artículo 22 de la Ley, indicando la especialidad que manifestó al solicitar su registro. De este escrito se le asignará copia a la Secretaría;
- II. Copia del escrito a que se refiere la fracción anterior, con sello o acuse de recibo de la Secretaría, y
- III. Copia de la solicitud de inscripción, con sello o acuse de recibo de la Secretaría.

Artículo 21.- Los contratistas comunicarán por escrito a la Secretaría, las modificaciones relativas a su capacidad técnica y económica y a su especialidad, cuando a su juicio consideren que ello implica un cambio en la clasificación. La Secretaría resolverá lo conducente en un plazo que no excederá de veinte días hábiles contados a partir de la fecha en que se presente la comunicación.

Artículo 22.- En el procedimiento para negar la inscripción o para suspender o cancelar el registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, la Secretaría resolverá las siguientes reglas:

I. Se comunicarán por escrito al contratista los hechos que ameriten la negativa de inscripción, suspensión o cancelación del registro según sea el caso, para que dentro del término que a tal efecto se le señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles, exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes;

II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, la Secretaría resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubieren hecho valer, y

III. La Secretaría fundará y motivará debidamente la resolución que proceda y la comunicará por escrito al afectado.

Quando desaparezcán las causas que originaron la negativa de inscripción, el interesado podrá iniciar nuevamente los trámites de solicitud de inscripción.

Artículo 23.- Las personas físicas o morales que participen en la contratación de obras públicas, lo harán siempre y cuando posean plena capacidad para celebrar los contratos respectivos de conformidad con las disposiciones legales que regulan su objeto social o constitución; se encuentren inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, pudiendo en los casos del artículo 5o. de este ordenamiento estar inscritos solamente en el de Proveedores del Gobierno Federal; hayan cubierto la cuota anual que al efecto establezca la Ley Federal de Derechos y satisfagan los demás requisitos que disponen la Ley y este Reglamento.

En ningún caso podrán presentarse propuestas ni celebrar contrato alguno de obra pública o de servicios relacionados con las mismas, por sí o por interpósita persona, quienes se encuentren en cualesquiera de los supuestos del artículo 37 de la Ley.

## CAPÍTULO IV

### De la Contratación y Ejecución de las Obras

Artículo 24.- Para asegurar la seguridad de las proposiciones en los concursos que celebren las dependencias, el proponente deberá entregar:

- I. Cheque cruzado expedido por él mismo con cargo a cualquier institución de crédito, o
- II. Fianza otorgada por el Institución de fianzas debidamente autorizada.

La garantía por la que el proponente opte, será a favor de Tesorería que le corresponda en los términos del artículo 35 de la Ley. La convocante conservará en custodia la garantía hasta la fecha en que se dé a conocer el fallo, en que serán devueltas a los concursantes, excepto aquélla que corresponda a quien se le haya adjudicado el contratista constituya la garantía de cumplimiento del contrato correspondiente.

El monto de la garantía será del cinco por ciento del importe de la proposición.

Artículo 25.- Los contratistas garantizarán a las dependencias el o los importes que por concepto de anticipo les otorguen de conformidad con lo pactado en el contrato respectivo, que se ajustara a lo siguiente:

- I. La garantía será por la totalidad del monto concedido y se constituirá mediante fianza otorgada por institución de fianzas debidamente autorizada a favor de la Tesorería que corresponda, conforme a lo dispuesto en el artículo 35 de la Ley que será presentada previamente a la entrega del anticipo, dentro de los quince días hábiles, contados a partir de que el contratista reciba copia del contrato o del acta de fallo de adjudicación y para los ejercicios subsecuentes de la fecha de notificación señalada en la siguiente fracción;
- II. Para el trámite de la garantía de la primera exhibición, la convocante proporcionará el contratista copia del contrato suscrito por éste o copia del acta de fallo de adjudicación; para los ejercicios subsecuentes, se notificará por escrito, el monto del anticipo concedido para la compra y producción de materiales, equipos de instalación permanente y demás insumos, conforme a la inversión autorizada, y
- III. La garantía subsistirá hasta la total amortización del anticipo correspondiente, en cuyo caso, la contratante, dando conocimiento a la Tesorería que le corresponde en los términos de la Ley, lo notificará por escrito a la institución afianzadora para su cancelación.

Artículo 26.- La garantía que se otorgue a la dependencia para el cumplimiento del contrato se ajustará a lo siguiente:

I. Se constituirá fianza por el diez por ciento del importe de la obra contratada, mediante póliza de institución autorizada expedida a favor de la Tesorería que corresponda, conforme a lo previsto en el artículo 35 de la Ley; cuando ésta se realice en más de un ejercicio presupuestal, la fianza se substituirá por otra equivalente al diez por ciento del importe de los trabajos aún no ejecutados, incluyendo en dicho importe los montos relativos a los ajustes de costo y convenios, si los hubiere;

II. La fianza deberá ser presentada dentro de los quince días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el contratista hubiere recibido copia de la fecha en que el contratista hubiere recibido copia del fallo de adjudicación o del contrato suscrito por éste; para ejercicios subsecuentes, el mismo plazo contará a partir de la fecha en la inversión autorizada se notifique por escrito al contratista. Si transcurrido el plazo respecto no se hubiera otorgado la fianza, la dependencia podrá determinar la rescisión administrativa del contrato;

III. Para los efectos del artículo 48 de la Ley, el contratista garantizará los trabajos dentro de los quince días hábiles siguientes a la recepción formal de los mismos, substituyendo la fianza vigente por otra equivalente al diez por ciento del monto total ejercido para responder de los defectos que resulten de la realización de los mismos, de vicios ocultos o de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido en su ejecución. La vigencia de esta garantía será de un año contado a partir de la fecha de determinación de los trabajos, la que se hará constar en el acta de recepción formal de los mismos, al término del cual, de no haber inconformidad de la dependencia, la institución afianzadora procederá a su cancelación automáticamente. En caso de presentarse vicios ocultos, la dependencia deberá comunicarlo de inmediato y por escrito a la contratista y a la afianzadora, y

IV. Cuando las obras o los servicios relacionados con las mismas, en los términos previstos en el contrato relativo, consten de partes que puedan considerarse terminadas y cada una de ellas completa o utilizable a juicio de la dependencia y se haya pactado su recepción en el propio contrato, la fianza se sujetará en lo conducente, a lo dispuesto en la fracción anterior y deberá otorgarse para cada una de las partes de los trabajos recibidos.

Artículo 27.- El otorgamiento de los anticipos se deberán pactar en los contratos de obras y en los servicios relacionados con las mismas, conforme a las siguientes bases:

I. Los importes de los anticipos concedidos, deberán ser puestos a disposición del contratista con antelación a la fecha que para inicio de los trabajos se señale en la convocatoria y en las bases de la licitación, misma que se estipulará y en las bases de la licitación, misma que se estipulará en el contrato respectivo; el atraso en la entrega del anticipo, será motivo para diferir sin modificar, en igual plazo, el programas de ejecución pactado y formalizar mediante convenio la nueva fecha de iniciación de los trabajos. Cuando el contratista no entregue la garantía de los anticipos dentro del plazo señalado

en la fracción Y del artículo 25 de este Reglamento, no procederá el diferimiento y por lo tanto deberá iniciar la obra en la fecha establecida.

Los contratistas, en su proposición, deberán considerarse para el análisis de financiamiento de los trabajos, el importe de los anticipos;

II. Para que el contratista realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicie los trabajos la contratante deberá otorgar en diez por ciento de la asignación presupuestal aprobada en el primer ejercicio para el contrato.

Cuando los trabajos se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente, la dependencia o entidad podrá por única vez y bajo su responsabilidad, complementar en el segundo ejercicio los gastos para el inicio de los trabajos, hasta por el diez por ciento del importe de la asignación aprobada para dicho ejercicio, en este caso el concursante deberá anexar a su proposición el importe desglosado por los conceptos a que se refiere esta fracción;

III. Para la compra y producción de materiales de construcción, la adquisición de equipo que se instalen permanentemente y además insumos se deberá otorgar, además del anticipo para inicio de los trabajos, hasta un veinte por ciento de la asignación aprobada al contrato en el ejercicio de que se trate; cuando las condiciones de la obra lo requieran, el porcentaje podrá ser mayor, en cuyo caso será necesaria la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad o de la persona en quien éste haya delegado por escrito tal facultad.

Los pagos podrán efectuarse en una o varias exhibiciones, de acuerdo con lo pactado en el contrato;

IV. En las convocatorias para la adjudicación de los contratos de obras públicas y en la invitación para presentar proposición para los servicios relacionados con las mismas, se deberán indicar los porcentajes que se otorgarán por concepto de anticipos;

V. No se otorgarán anticipos para el o los convenios que se celebren en los términos del artículo 41 de la Ley, ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios, que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate;

VI. La amortización deberá efectuarse proporcionalmente con cargo a cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados que se formulen, debiéndose liquidar el faltante por amortizar en la estimación final.

El porcentaje inicial de amortización será el resultante de dividir la o las cantidades recibidas por concepto de anticipos entre el importe de la obra; para la amortización de exhibiciones subsecuentes, deberá adicionarse el porcentaje anterior el que resulte de dividir el monto de la o las cantidades recibidas entre el importe de la obra aun no ejecutada, en la fecha en que las mismas sean entregadas al contratista;

VII. En el supuesto señalado en la fracción III y para los efectos de la aplicación del artículo 46 de la ley, el importe del o los ajustes resultantes deberá efectuarse en un porcentaje igual o al de los anticipos concedidos, y

VIII. Para la amortización de los anticipos en los casos de rescisión de contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que le sea comunicada la rescisión al contratista, para lo cual se le reconocerán los materiales que tenga en obra o en proceso de adquisición debidamente comprobado mediante la exhibición correspondiente, conforme a los datos básicos de precios del concurso, considerando los ajustes de costos autorizados a la fecha de rescisión, siempre y cuando sean de la calidad requerida, puedan utilizarse en la obra y el contratista se comprometa por escrito a entregarlos en el sitio de los trabajos.

En los contratos respectivos se deberán pactar que en caso de que el contratista no reintegre el saldo por amortizar, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación, que en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los gastos financieros se calcularán sobre el saldo no amortizado y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga la cantidad a disposición de la contratante.

Artículo 28.- Para los efectos de las fracciones III y VII del artículo 31 de la Ley, las dependencias y entidades exigirán exclusivamente a los interesados que cumplan con los requisitos siguientes:

I. Capital contable mínimo requerido con base en los últimos estados financieros auditados o en su última declaración fiscal;

II. Registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas que contenga la olas especialidades para ejecutar la obra específica de que se trate o cuando sea el caso, la documentación a que se refieren los artículos 19 y 20 de este ordenamiento. la exigencia de especialidades genéricas, sólo procederá para la realización de trabajos que requieran de la aplicación de todas las claves en ellas contenidas;

III. Testimonio de Acta Constitutiva y modificaciones en su caso, según su naturaleza jurídica;

IV. De acuerdo con las disposiciones legales aplicables, registro actualizado en la Cámara que le corresponda;

V. Relación de los contratos de obra en vigor que tenga celebrados tanto con la Administración Pública, así como los particulares, señalando el importe total contratado y el importe por ejercer desglosado anualidades;

V. Capacidad técnica, y

VII. Declaración escrita y bajo práctica de decir verdad de no encontrarse en los supuestos del artículo 37 de la Ley.

Tratándose de obras financiadas con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, las bases, lineamientos y requisitos para la inscripción serán establecidos en cada caso por la Secretaría, atendiendo a las condiciones, circunstancias, montos y complejidad de los trabajos.

Habiendo se satisfecho los requisitos señalados y, según el caso, pagado a la dependencia o entidad el costo de la documentación e información necesaria para preparar su proposición, el interesado quedará inscrito y tendrá derecho a presentarla.

Artículo 29.- Para los efectos del tercer párrafo del artículo 57 de la Ley, los plazos para la inscripción, preparación de proposiciones y acto de apertura de ofertas, serán fijados por la convocante de acuerdo al monto, características, especialidad, condiciones y complejidad de los trabajos.

Se deberá convocar por escrito a cuando menos tres personas y comprobar que éstas cuentan con la especialidad requerida para el concurso, de conformidad con el Padrón de Contratistas de Obras Públicas. Los interesados que acepten participar quedarán obligados a presentar propuesta, la cual deberá ser admitida por la convocante y deberán ser apercibidos de que el incumplimiento de esta obligación será motivo para que la dependencia o entidad solicite a la Secretaría la aplicación del artículo 24 de la Ley.

Para llevar a cabo la adjudicación se deberá contar con un mínimo de tres propuestas, en caso de no contar con éstas, se declarará desierto el concurso y se convocará nuevamente.

La adjudicación del contrato, invariablemente deberá ser a favor de la persona cuya proposición solvente resulte la económicamente más baja en los términos del artículo 34 del presente ordenamiento.

Artículo 30.- La información y documentación mínima que las dependencias y entidades proporcionarán a los interesados para preparar su proposición será:

- I. Origen de los fondos para realizar los trabajos y el estimado para el primer ejercicio, el caso de obras que rebasen un ejercicio fiscal;
- II. Manifiesto escrita de conocer el sitio de los trabajos;
- III. Catálogo de conceptos, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios propuestos e importes parciales y el total de la proposición;
- IV. Datos básicos de costos de material puestos en el sitio de los trabajos, de la mano de obra y del uso de la maquinaria de construcción;
- V. Análisis de precios unitarios de los conceptos solicitados, estructurados con costos directos, costos indirectos, costos de financiamiento de los trabajos y cargo por utilidad.

El procedimiento de análisis de los precios unitarios, podrá ser por asignación de recursos calendarizados o por el rendimiento por hora o turno.

Los costos directos incluirán los cargos por concepto de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipo de construcción.

Los costos directos incluirán los cargos por concepto de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipo de construcción.

Los costos indirectos estarán representados como un porcentaje del costo directo, dichos costos se desglosarán en los correspondientes a la administración de oficinas centrales, de la obra, seguros y fianzas.

El costo de financiamiento de los trabajos, estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos; para la determinación de este costo deberán considerarse los gastos que realizará el contratista en la ejecución de los trabajos, los pagos por anticipo y estimaciones que recibirá y la tasa de interés que aplicará, debiendo adjudicarse el análisis correspondiente:

El cargo por utilidad, será fijado por el contratista mediante un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento;

VI. Programas de ejecución de los trabajos, utilización de la maquinaria y equipo de construcción, adquisición de materiales y equipo de instalación permanente, así como utilización del personal técnico, administrativo y de servicios encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos, en la forma y términos solicitados, y

VII. Relación de maquinaria y equipo de construcción indicando si es de su propiedad, y ubicación física.

Tratándose de propuestas que presenten concursantes extranjeros, éstos deberán acreditar que la integración de las mismas partió de iguales condiciones en cuanto a precio, costo, financiamiento, oportunidad y demás que resulten pertinentes, de las que hubieren servido a los nacionales para integrar las suyas.

Artículo 32.- La dependencia o entidad invitará al acto de apertura de proposiciones a la Cámara que corresponda y a las dependencias que conforme a sus atribuciones deban asistir, así como a otros servidores públicos o representantes del sector privado que considere conveniente, con una anticipación no menor de cinco días hábiles a la fecha del acto.

Artículo 33.- El acto de presentación y apertura de proposiciones será presidido por el servidor público que designe la convocante, quien será la única autoridad facultada para aceptar o desechar cualquier proposición de las que se hubieren presentado, en los términos de la Ley y este Reglamento, y se llevará a cabo en la forma siguiente:

I. Se iniciará en la fecha, lugar y hora señalados. Los concursantes al ser nombrados entregarán sus proposiciones y demás documentación requerida en sobre cerrado en forma inviolable,

II Se procederá a la apertura de los sobres y no se dará lectura a la postura de aquellas proposiciones que no contengan todos los documentos o hayan omitido algún requisito, las que serán desechadas;

III. El servidor público que presida el acto leerá en voz alta, cuando menos, el importe total de cada una de las proposiciones admitidas;

IV. Los participantes en el acto rubricarán todos los documentos de las proposiciones en que se consigne los precios y el importe total de los trabajos motivo del concurso;

V. Se entregará a todos los concursantes un recibo por la garantía otorgada;

VI. Se levantará el acta correspondiente en la que se hará constar las proposiciones recibidas, sus importes, así como las que hubieren sido rechazadas y las causas que motivaron el rechazo, el acta será firmada por todos los participantes y se entregará a cada uno una copia de la misma. Se informará a los presentes: la fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de un plazo que no excederá de veinte días hábiles contados a partir de la fecha de apertura de proposiciones. La omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y efecto del acta, y

VII. Si no se recibe proposición alguna o todas las presentes fueren desechadas se declarará desierto el concurso, situación que quedará asentada en el acta.

Artículo 34.- La dependencia o entidad convocante para determinar la solvencia de las proposiciones y efectuar el análisis comparativo y dictamen a que se refiere el artículo 36 de la Ley, deberá considerar:

A. En los aspectos preparatorios para el análisis comparativo de las proposiciones :

I. Constatar que las proposiciones recibidas en el acto de apertura, incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación; la falta de alguno de ellos o que algún rubro en lo individual esté incompleto, será motivo para desechar la propuesta;

II. Comprobar que el contratista cuente, en su registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, con la especialidad para la obra específica de que se trate; que esté al corriente en el pago de los derechos correspondientes y que cumpla con los demás aspectos de carácter legal que se hayan establecido en las bases de la licitación,

III. Verificar, en el aspecto técnico, que el programa de ejecución sea factible de realizar con los recursos considerados por el contratista en el plazo solicitado y, que las características, especificaciones y calidad de los materiales que deban suministrar,

considerados en el listado correspondiente sean de las requeridas por la dependencia o entidad, y

IV. Revisar, en el aspecto económico, que el programa de ejecución sea factible de realizar con los recursos considerados por el contratista en el plazo solicitado y, que las características, especificaciones y calidad de los materiales que deban suministrar, considerados en el listado correspondiente sean de las requeridas por la dependencia o entidad, y

IV. Revisar, en el aspecto económico, que se haya considerado para el análisis, cálculo e integración de los aspectos de los precios unitarios, los salarios y precios vigentes de los materiales y demás insumos en la zona o región de que se trate; que el cargo por maquinaria y equipo de construcción, se haya determinado con base en el precio y rendimiento de estos considerados como nuevos y acorde con las condiciones de ejecución del concepto del trabajo correspondiente; que el monto del costo indirecto incluya los cargos por instalaciones, servicios, sueldos y prestaciones del personal técnico y administrativo y además cargos de naturaleza análoga y; que en el costo por financiamiento se haya considerado la repercusión de los anticipos.

Las proposiciones que satisfagan todos los aspectos señalados en las fracciones anteriores, se calificarán como solventes y, por lo tanto, sólo éstas serán consideradas para el análisis comparativo, debiéndose desechar las restantes.

B. En los aspectos preparatorios para la emisión del fallo:

I. Elaborar un dictamen, con base en el resultado del análisis comparativo, que servirá como funcionamiento para que el titular o el servidor público en quien se haya esta facultad, emita el fallo correspondiente, y

II. Señalar en el dictamen mencionado, los criterios utilizados para la evaluación de las proposiciones; los lugares correspondientes a los participantes cuya propuesta sean solventes, indicando el monto de cada una de ellas y las proposiciones desechadas con las causas que originaron su exclusión.

El contrato respectivo deberá asignarse a la persona que de entre los proponentes haya presentado la postura solvente más baja. En caso de que todas las proposiciones; fueran desechadas se declarará desierto el concurso.

Artículo 35.- La dependencia o entidad dará a conocer el fallo del concurso de que se trate, en el lugar, fechas y hora señalados para tal efecto, declarando cuál concursante fue seleccionado para ejecutar los trabajos objeto del concurso y le adjudicará el contrato correspondiente; acto al que serán invitadas todas las personas que hayan participado en la presentación y apertura de proposiciones. Para constancia de fallo, se levantará acta, la cual firmarán los asistentes, a quienes se les entregará copia de la misma, contenido además de la declaración anterior, los datos de identificación del concurso y de los trabajos objeto del mismo; lugar, fecha y hora en que se firmará el contrato respectivo en los términos de la Ley, y la fecha de iniciación de los concursantes no invalidará el contenido y efectos del acta.

En el supuesto de que el postor a quien se haya adjudicado el contrato no se encuentre presente, se le notificará por escrito anexando copia del acta de fallo.

Artículo 36.- El concursante a que se adjudique el contrato deberá entregar según el caso:

I. Los análisis de precios que completen la totalidad de los conceptos del catálogo proporcionando, en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de la fecha del fallo, y

II. El programa de ejecución de los trabajos, detallados por conceptos, consignados por periodos las cantidades por ejecución e importes correspondientes; una vez considerados, según el caso, el programa de suministros que la dependencia o entidad haya entregado a la contratista referente a materiales, maquinaria, equipo, aparatos, instrumentos y accesorios de instalación permanente.

Los programas anteriormente señalados, deberán convenirse con la dependencia o entidad y se entregarán a la firma del contrato o dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la fecha del fallo de adjudicación.

Artículo 37.- Cuando por circunstancias imprevisibles la dependencia se encuentre imposibilitada para dictar el fallo en la fecha prevista en el acto de presentación de proposiciones, podrá diferir por una sola vez su celebración, debiendo comunicarse previamente por escrito a los interesados e invitados la nueva fecha que hubiere fijado, la que en todo caso quedará comprendida dentro de los veinte días hábiles siguientes contados a partir de la fecha en primer término.

Artículo 38.- Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo dentro de los veinte días hábiles siguientes al de adjudicación, el contratista favorecido sin incurrir en responsabilidades podrá determinar no ejecutar la obra.

En este supuesto, la dependencia o entidad deberá regresarle la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición incurrido el contratista para preparar y elaborar su propuesta.

Artículo 39.- Cuando el contratista a quien se hubiere adjudicado el contrato no firme o si habiéndolo firmado no constituye la garantía de cumplimiento en el plazo establecido, perderá en favor de la convocante la garantía de seriedad de su proposición.

Artículo 40.- Sin perjuicio de las modalidades que se convengan en función de las particulares de cada contrato, cuyos modelos dará a conocer la Secretaría, formará parte de las estipulaciones del propio contrato lo referente a:

I. La autorización de la inversión para cubrir el comportamiento derivado del contrato y de la partida presupuestal que se afectará, así como la fecha de iniciación y terminación de los trabajos;

II. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales;

III. Forma y término de garantizar la correcta inversión de los anticipos, el cumplimiento del contrato y en su caso, convenios;

IV. Plazo, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;

V. Montos de las penas convencionales que se aplicarán por día de atraso imputable al contratista, en la entrega de partes o elementos estructurales o de instalaciones, definidas e identificables de la obra para el uso de terceros o para iniciar los trabajos en que intervengan otros contratistas en la misma área de trabajo o por incumplimiento en la fecha pactada en el contrato para la determinación de la obra.

Los días de atraso se determinarán a partir de las fechas de terminación fijadas en programa de ejecución a que se refiere el artículo 36 fracción II de este Reglamento, con los ajustes acordados por las partes.

Las penas señaladas son independientes de las que se convengan para asegurar el interés general, respecto de las obligaciones específicas de cada contrato y será sin perjuicio de la facultad que tienen las dependencias y entidades para exigir el cumplimiento del contrato o rescindirlo, y

VI. Procedimiento de ajuste de costo que deberá ser propuesta desde las bases del concurso por la dependencia o entidad, de entre alguno de los señalados en el artículo 50 de este Reglamento, el cual deberá permanecer vigente el ejercicio del contrato.

Artículo 41.- En ningún de los casos los derechos y obligaciones derivados de los contratos para realización de las obras Públicas, podrán ser cedidos en todo o en partes a otras personas físicas o morales distintas de aquella a la que se le hubiere adjudicado el contrato, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados que cuenten con la aprobación previa y por escrito de la contratante.

Tampoco podrán ser objeto de subcontratación las obras, salvo en los supuestos y con arreglo a los requisitos previstos en el último párrafo del artículo 38 de la Ley.

Artículo 42.- Para los efectos del artículo 39 de la Ley, se entenderá por:

I. Precio unitario, el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto de trabajo determinado; ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad, y

II. Precio alzado, el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista por la obra totalmente terminada y ejecutada en plazo establecido conforme al proyecto, especificaciones y normas de calidad requeridas y cuando sea el caso, probada y operando sus instalaciones.

Los contratos que se celebren bajo esta modalidad, no serán susceptibles de modificarse en monto o plazo ni estarán sujetos a ajustes de costos.

Artículo 43.- La dependencia o entidad proveerá lo necesario para que se cubra al contratista:

I. El o los anticipos dentro de un plazo no mayor de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que hubiere entregado en forma satisfactoria la o las fianzas correspondientes;

II. Las estimaciones por trabajos dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de la fecha en que se hubiere aceptado y firmado las estimaciones por las partes, fecha que se hará constatar en la bitácora y en las propias estimaciones, y

III. El ajuste de costo que corresponda a los trabajos ejecutados confirme a las estimaciones correspondientes, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de que la dependencia o entidad emita el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción respectivo.

Para efectos del pago oportuno las dependencias radicarán los documentos de pago en la Tesorería de la Federación con siete días hábiles de antelación al vencimiento del plazo y con cuatro días hábiles respecto de las que se radiquen en lo foráneo.

Los servidores públicos de las áreas técnicas administrativas que prevean autoricen o efectúen los pagos en las dependencias y entidades, serán responsables en su ámbito de competencia del estricto cumplimiento de este artículo, y deberán establecer y observar los procedimientos, forma y términos previstos para los trámites correspondientes.

Artículo 44.- En el caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos financieros se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso se computarán por días calendario desde la fecha de pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del organismo ejecutor. Lo previsto en este párrafo se deberá pactar en los contratos respectivos.

Artículo 45.- Las estimaciones se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes en la fecha de corte que fije la dependencia o entidad. Para tal efecto:

I. El contratista deberá entregar a la residencia de supervisión, la estimación acompañada de la documentación de soporte correspondiente dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la fecha de corte; la residencia de supervisión dentro de los ocho días hábiles siguientes deberá revisar, y en su caso, autorizar la estimación;

II. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas, las partes tendrán dos días hábiles contados a partir del vencimiento del plazo señalado para la revisión, para conciliar dichas diferencias, y en su caso, autorizar la estimación correspondiente.

De no ser posible conciliar todas las diferencias, las pendientes deberán resolverse e incorporarse en las siguientes estimación.

Artículo 46.- Las dependencias y entidades establecerán anticipadamente a la iniciación de las obras, la residencia de supervisión, la que será responsable directa de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos.

Artículo 47.- La residencia de supervisión representará directamente a la dependencia o entidad ante el o los contratistas y terceros en asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos o derivados de ellos, en el lugar donde se encuentran las obras.

Para los efectos del párrafo anterior, la dependencia o entidad designará al residente de supervisión que tendrá a su cargo cuando menos:

I. Llevar la bitácora de la o las obras;

II. Verificar que los trabajos se realicen conforme a lo pactado en los contratos correspondientes, o en el acuerdo a que se refiere el artículo 51 de la Ley, así como a las órdenes de la dependencia o entidad a través de la residencia de supervisión;

III. Revisar las estimaciones de trabajo ejecutados y conjuntamente con la superintendencia de construcción del contratista aprobarlas y firmarlas para su trámite de pago;

IV. Mantener los planos debidamente actualizados;

V. Constar la terminación de los trabajos,

VI. Rendir informes periódicos y final del cumplimiento del contratista en los aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos.

Artículo 48.- El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas al efecto por la dependencia o entidad contratante. Las

responsabilidades y los daños perjuicio que resultaren por su inobservancia, será a cargo del contratista.

Artículo 49.- La dependencia o entidad, si está última es de aquellas que se encuentran bajo el supuesto señalado en el penúltimo párrafo del artículo 47 de la ley, dentro de los plazos establecidos en el artículo, constará la terminación de los trabajos realizados por contrato o por administración directa y deberá levantar acta de recepción en la que conste este hecho, que contendrá como mínimo:

- I. Nombre de los asistentes y el carácter con que intervengan en el acto;
- II. Nombre del técnico responsable por parte de la dependencia o entidad y, en su caso, el del contratista;
- III. Breve descripción de las obras o servicios que se reciben;
- IV. Fecha real de terminación de los trabajos;
- V. Realización de las estimaciones o de gastos aprobados, monto ejercido, crédito, crédito a favor o en contra y saldos, y
- VI. En caso de trabajos por contrato, las garantías que continuarán vigentes y la fecha de su cancelación.

Con un anticipación no menor de diez días hábiles, a la fecha en que se levante el acta de recepción lo comunicarán a la Contraloría, a fin de que si lo estima convenientemente, nombre restantes que asistan al acto.

La recepción de las obras corresponde a la dependencia o entidad contratante y se hará bajo su exclusiva responsabilidad.

En la fecha señalada, se levantará el acta con o sin la comparecencia de los representantes a que se refiere este artículo:

Artículo 50.- En el supuesto que establece el artículo 46 de la Ley, la revisión de los costos se hará según el caso, mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

- I. Revisar cada uno de los precios de cada contrato para tener el ajuste;
- II. Revisar un grupo de precios, que multiplicara por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el 80% del importe total faltante del contrato:

En los procedimientos anteriores, la revisión será promovida por la dependencia o entidad o a solicitud escrita del contratista, la que se deberá acompañar de la documentación comprobatoria necesaria dentro de un plazo que no excederá de veinte días hábiles siguientes a la fecha de publicación de los relativos de precios aplicables al

ajuste de costos que solicite; la dependencias o entidad dentro de los veinte días hábiles siguientes, con base en la documentación aportada por el contratista, resolverá la procedencia de la petición, y

III. En el caso de las obras en las que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de las obras, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones, oyendo a la Cámara Nacional de la Industria que corresponda.

En este supuesto, las dependencias y entidades podrán optar por el procedimiento anterior cuando así convenga, para lo cual, deberán agrupar aquellas obras o contratos que por sus características contengan conceptos de trabajo similares y consecuentemente sea aplicable al procedimiento mencionado. Los ajustes se determinarán para cada grupo de obras o contratos y se aplicarán exclusivamente para los que se le hubiere determinado, y no se requerirá que el contratista presente la documentación justificatoria.

Artículo 51.- La aplicación de los procedimientos a que se refiere el artículo anterior, deberá pactarse en el contrato correspondiente y se sujetará a lo siguiente:

I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos, respecto de la obra faltante de ejecutar conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa que se hubiese convenido.

Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para la obra pendiente de ejecutar conforme al programa que se encuentre en vigor;

II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos, serán calculados con base en los relativos o índices que determine la Secretaría.

Cuando los relativos que requiera el contratista o la contratante no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida la Secretaría;

III. Los procedimientos originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato, el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta a que se refiere la fracción V del artículo 31 de este Reglamento;

IV. La formación del ajuste de costos deberá efectuarse mediante el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente, en consecuencia no se requiere de convenio alguno, y

V. Los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría.

Artículo 52.- Para los efectos de los artículos 42 y 43 de la Ley, las dependencias y entidades podrán suspender o rescindir los contratos de obras o de servicios adjudicándose a lo siguiente:

I. Cuando se determine la suspensión de la obra o rescisión del contrato, por causa no imputable al contratista, la dependencia o entidad pagará, a solicitud del contratista, los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables. El contratista dentro de la fecha de la notificación escrita de la contratante sobre la suspensión o rescisión, deberá presentar estudio que justifique su solicitud; dentro de igual plazo la dependencia o entidad deberá resolver sobre la procedencia de la petición, para lo cual se deberá celebrar convenio entre las partes, y

II. En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aun no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días hábiles siguientes a la fecha de notificación de la rescisión. En dicho finiquito deberá preverse el sobre costo de los trabajos aun no ejecutados, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados.

Lo anterior es sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran existir.

La dependencia o entidad procederá a la rescisión del contrato cuando el contratista no inicie los trabajos en la fecha pactada, suspenda injustificadamente los trabajos o incumpla con el programa de ejecución por falta de materiales, trabajadores o equipo de construcción y no repare o reponga alguna parte de la obra rechazada que no cumpla con las especificaciones de construcción o normas de calidad, así como cualquier otra causa que implique contravención a los términos del contrato.

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y por lo tanto no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión, cuando el atraso tenga lugar por la falta de pago de estimaciones y del ajuste de costos dentro los plazos establecidos en el artículo 43 de este Reglamento, de información referente a planos, especificaciones o normas de calidad, de entrega física de las áreas de trabajo y de entrega oportuna de materiales y equipos que deba suministrar la contratante, así como cuando la dependencia o entidad hubiere ordenado por escrito la suspensión de los trabajos.

Las propias dependencias y las entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o del Departamento del Distrito Federal o reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, darán cuenta a la Secretaría y a la Contraloría dentro de los diez días hábiles siguientes a la suspensión o rescisión sobre las causas que la motivaron.

En los contratos se deberá estipular que las partes convenientes que cuando la dependencia o entidad determine justificadamente la rescisión administrativa del contrato, la decisión correspondiente se comunicará por escrito al contratista, exponiendo las razones se comunicará por escrito al contratista, exponiendo las razones que al efecto se tuvieren para éste, dentro del término de veinte días hábiles contados a

partir de la fecha en que recibida la notificación de rescisión, manifieste lo que a su derecho convenga, en cuyo caso la dependencia o entidad resolverá lo precedente, dentro del plazo de veinte días hábiles siguientes a la fecha en que hubiere recibido el escrito de contestación del contratista.

Lo previsto en este artículo es sin perjuicio de que los contratistas se conformen por escrito ante la autoridad correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes al del acto motivo de dicha inconformidad la pruebas documentales necesarias.

Artículo 53.- En todos los casos de rescisión de contrato o de suspensión definitiva de los trabajos que se efectúen por administración directa, la dependencia o entidad deberá levantar acta circunstanciada, donde se haga constar el estado que éstos guardan; en dicha acta se asentarán las causas que motivaron la rescisión o suspensión definitiva. En caso de suspensiones temporales no se requerirá levantar acta circunstanciada.

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto, si opta por rescindir el contrato lo solicitará a la dependencia o entidad, la cual decidirá dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la solicitud; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente.

Artículo 54.- Las dependencias y entidades, por sí o a petición de la Secretaría de la Contraloría, podrán suspender las obras contratadas o que se realicen por administración directa o rescindir los contratos cuando no se hayan atendido las observaciones que estas dependencias hubieren formulado con motivo del incumplimiento de las disposiciones de la Ley y demás aplicables.

5 3 10

## **CAPITULO V**

### **De las Obras por Administración Directa**

Artículo 55.- Las dependencias y entidades podrán realizar obras por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción, personal técnico trabajadores y materiales que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán según el caso:

- I. Utilizar la mano de obra local complementaria que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;
- II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario;
- III. Utilizar los materiales de la región;
- IV. Contratar instalados, montados, colocados o aplicados los equipos, instrumentos, elementos prefabricados terminados y materiales que se requieran, y
- V. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de las obras por administración directa, bajo ninguna circunstancia podrán participar terceros como contratistas, sean cuales fueren las condiciones particulares, naturaleza jurídica o modalidades que éstos adopten, incluidos los sindicatos, asociaciones y sociedades civiles y demás organizaciones o instituciones similares; exceptuando lo señalado en la fracción IV que antecede.

El acuerdo para la ejecución de las obras por administración directa deberá contener como mínimo, la mención de los datos relativos a la autorización de la inversión respectiva; el importe total de la obra y monto a disponer para el ejercicio correspondiente; la descripción de la obra y las fechas de iniciación y terminación de los trabajos.

Artículo 56.- Los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción de maquinaria y equipo de construcción de cada una de las obras que se realicen por administración directa, deberán elaborarse conforme a lo siguiente:

- I. El programa de ejecución se desagregará en etapas, conceptos y actividades, señalando fechas de iniciación y terminación de cada una de ellas; las cantidades de obra que se ejecutarán mensualmente, así como sus importes correspondientes y el importe total de la producción mensual;
- II. El programa de utilización de recursos humanos, deberá consignar la especialidad, categoría, número requerido y percepción totales por día, semana o mes. El programa

incluirá al personal técnico, administrativo y obrero, encargado directamente de la ejecución de los trabajos, y

III. El programa de utilización de la maquinaria y equipo de construcción, deberá consignar las características del equipo capacidad, número de unidades y total de horas efectivas de utilización, calendarizadas por semana o mes. La residencia de supervisión a que se refiere al artículo 47 de éste Reglamento, será responsable directamente de la ejecución, supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos y tendrá las mismas obligaciones a que se refiere el artículo mencionado.

Los órganos de control interno de las dependencias y entidades verificarán que se dé estricto cumplimiento a la realización de las acciones señaladas para las obras por administración directa.

Artículo 57.- El presupuesto de cada una de las obras que se realice por administración directa, será el que resulte de aplicar a las cantidades de trabajo del catálogo de conceptos, los costos unitarios analizados y calculados con base en las especificaciones de ejecución, normas de calidad de los materiales y procedimientos de construcción previstos. Dicho presupuesto se integrará además con los siguientes importes:

I. De los equipos, mecanismos y accesorios de instalación permanente, los cuales incluirán los fletes, maniobras, almacenajes y todos aquellos cargos que se requieran para transportarlos al sitio de los trabajos;

II. De las instalaciones de construcción necesarias para la ejecución de los trabajos y en su caso, de su desmantelamiento así como de los fletes y acarreos de la maquinaria y equipo de construcción y los seguros correspondientes;

III. De las construcciones e instalaciones provisionales destinadas a servicios administrativos, médicos, recreativos, sanitarios y de capitación, campamento y comedores que se construyan en el sitio de la obra, así como del mobiliario equipo necesario para éstas;

IV. De los suelos, salarios, viáticos o cualquier otra remuneración que reciba el personal técnico, administrativo y de servicios encargados directamente en la ejecución de los trabajos, de conformidad con el programa de utilización de recursos humanos, y

V. De los equipos de transporte aéreo, marítimo o terrestre, con sus respectivos cargo por combustible y lubricantes, así como de los materiales de consumo en oficinas, calendarizados por mes.

En el presupuesto que se refiere este artículo no podrán incluirse cargos por imprevistos, erogaciones adicionales o de índole similar.

Se entenderá por costo unitario, el correspondiente a la suma de cargo por concepto de materiales a la suma de cargos por concepto de materiales, mano de obra y utilización de maquinaria y equipo de construcción, sea propio o rentado.

## CAPITULO VI

### De los Servicios Relacionados con la Obra Pública

Artículo 58.- Los contratos de servicios relacionados con la obra pública a que se refiere el artículo 26 de la ley, sólo se podrán celebrar cuando en las unidades responsables no se dispongan cuantitativa o cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlos a cabo.

Se consideraran servios relacionados con la obra pública todo el trabajo que tenga por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consultorías especializadas, la supervisión de la ejecución de las obras y de los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones.

Quedan comprendidos como servicios relacionados con las obras públicas:

- I. La planeación, anteproyecto y diseño de ingeniería civil industrial y electromecánica;
- II. La planeación, anteproyecto y diseños arquitectónicos y artísticos;
- III. Los estudios técnico de agrología y desarrollo pecuario hidrología, mecánica de suelos, topografía, geología, geotécnia, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito;
- IV. Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnico-económica, evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones;
- V. Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones, laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica de suelos y de resistencia de materiales y radiografías industriales, preparación de especificaciones de construcción, presupuesto base o la elaboración de cualquier otro documento para la licitación de la adjudicación del contrato de obra correspondiente;
- VI. Los trabajos de organización, informática y sistemas;
- VII. Los dictámenes, peritajes y avalúos, y
- VIII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

Los contratistas que hayan realizado, o vayan a realizar por sí o a través de empresas que forman parte del mismo grupo los servicios señalados en la fracción V de este artículo, no podrán participar en el concurso correspondiente. Esta disposición deberá establecerse en la convocatoria o en la invitación que se extienda a las personas seleccionadas y se pactará en el contrato respectivo.

Igual restricción es aplicable para los contratistas que presenten servicios de los señalados en la fracción. VII de este artículo en los casos en se requiera dirimir diferencias entre al contratista y la contratante.

Esta restricción no será aplicable cuando la licitación comprenda la ejecución de la obra incluido el proyecto.

Artículo 59.- Los contratos de servicios relacionados con la obra pública, además de las estipulaciones que se mencionan en el artículo 40 de este Reglamento, deberán incluir como anexos integrantes del contrato, según la complejidad y características, lo siguiente:

I. Los términos de referencia que deberán precisar entre, el objetivo del servicio, descripción y alcance, las especificaciones generales y particulares, así como los servicios y suministros proporcionados por la contratante, producto esperado, forma de presentación y suministros proporcionados por el contratante;

II. Programa de ejecución de los trabajos desagregados en fases o etapas, conceptos y actividades, señalando de iniciación y terminación, así como las interrupciones programadas cuando sea el caso;

III. Programa de utilización de recursos humanos indispensables para el desarrollo del servicio, anotando especialidad, categoría y número requerido, así como las horas-hombre necesarias para su realización por semana p mes y los totales y sus respectivos importes;

IV. Programa de utilización del equipo científico y en general, del requerido para la ejecución del servicio, anotando características, número de unidades y totales de horas efectivas de utilización, calendarizadas por semana o mes;

V. La metodología que se aplicará y las fuentes de información a que se recurrirán para determinar los índices o relativos que servirán de base para la revisión de costos de los trabajos aún no ejecutados a que se refiere el artículo 46 de la Ley.

Las dependencias y entidades cuando adjudiquen directamente un contrato de servicios relacionados con la obra pública, deberán elaborar un dictamen en el que manifiesten las causas que motivaron la adjudicación a favor del seleccionado.

## TRANSITORIOS

PRIMERO.- EL presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Se abrogara el Acuerdo que se establece las normas que deberán observarse en la ejecución de las obras públicas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1984; se abrogan las "Bases y normas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas, aplicables a todos los proyectos y obras que realicen las dependencias a que se refiere la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas"; se deroga la sección 3.7 denominada "De los trabajos menores de conservación y mantenimiento" de las "Reglas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas y de servicios relacionados con las mismas", publicadas en Diario Oficiales de la Federación de fechas 26 de enero de 1970 y 1o. de junio de 1982, respectivamente, y todas aquellas disposiciones que se opongan al presente Decreto

TERCERO.- Para efectos de lo dispuesto en el artículo tercero transitorio del Decreto que reforma la Ley de Obras Públicas publicado en el Diario Oficial de la Federación de 7 de enero de 1988, en plazo que no excederá de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que entre en vigor este Decreto, los órganos de gobierno de las entidades para estatales emitirán las políticas, bases y lineamientos que conforme a la Ley de Obras Públicas y a este Decreto les corresponde, tomando en consideración las características, necesidades, objetivos y metas de las propias entidades. Hasta en tanto se lleve a acabo lo anterior, seguirán siendo aplicables a las entidades las disposiciones reglamentarias y administrativas que correspondan a la dependencias.

# LEY DE OBRAS PÚBLICAS

## TITULO PRIMERO

### Disposiciones Generales CAPÍTULO ÚNICO

Artículo 1o.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de la obra pública que realicen:

- I. Las unidades de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos;
- III. Las Procuradurías Generales de la República y de Justicia del Distrito Federal;
- IV. El Departamento del Distrito Federal;
- V. los organismos de descentralizados;
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que de conformidad con las disposiciones legales aplicables sean considerados entidades paraestatales.

Las disposiciones de esta Ley rigen para los actos y contratos que celebren las entidades paraestatales, para cuyo efecto sus órganos de gobierno emitirán de conformidad a este mismo ordenamiento las políticas, bases y lineamientos para la contratación y ejecución de obras públicas, tomando en consideración la naturaleza, fines y metas de las propias entidades.

Artículo 2o.- Para los efectos de esta Ley se considera obra pública todo trabajo por objeto crear, construir, conservar o modificar bienes inmuebles por su naturaleza o disposición de Ley.

Quedan comprendidos:

- I. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes a que se refiere este artículo, incluidos los que tienden a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios del país, así como los trabajos de explotación, localización,

perforación, extracción y aquellos similares que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

II. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles destinados a un servicio público o al uso común, y

III. Todos aquellos de naturaleza análoga.

Los bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias o entidades conforme a lo pactado en los contratos de obra, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sin perjuicio de las adquisiciones de los mismos rijan por la Ley respectiva.

Artículo 3o.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por:

I. Secretaría: La Secretaría de Programación y Presupuesto;

II. Contraloría: La Secretaría de la Contraloría General de la Federación;

III. Dependencias: Las señaladas en las fracciones I a IV del Artículo 1o. de esta Ley;

IV. Entidades: Las mencionadas en las fracciones V y VI del propio artículo 1o;

V. Sector: El agrupamiento de entidades coordinado por la Secretaría de Estado o departamento administrativo que en cada caso designe el Ejecutivo Federal; y

VI. Dependencias coordinadoras de sector: las secretarías de Estado o Departamento Administrativos a que se refiere la fracción anterior:

Artículo 4o.- El gasto de la obra pública se sujetará, en su caso, a lo previsto en los Presupuestos anuales de Egresos de la Federación y del Departamento Federal, así como las disposiciones de la Ley de Presupuesto, contabilidad y gasto público federal en lo conducente, a las disposiciones que esta ley se establecen.

Artículo 5o.- Estarán sujetos también a las disposiciones de esta Ley, en los términos que la misma establece, los contratos de servicios relacionados con la obra pública, que requieran celebrar las dependencias y entidades mencionadas el Artículo 1o. de esta Ley.

Artículo 6o.- El Ejecutivo Federal aplicará la presente Ley por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de la intervención que se atribuya a otras dependencias del propio Ejecutivo conforme a ésta o a otras disposiciones legales.

perforación, extracción y aquellos similares que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

II. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles destinados a un servicio público o al uso común, y

III. Todos aquellos de naturaleza análoga.

Los bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias o entidades conforme a lo pactado en los contratos de obra, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sin perjuicio de las adquisiciones de los mismos rijan por la Ley respectiva.

Artículo 3o.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por:

- I. Secretaría: La Secretaría de Programación y Presupuesto;
- II. Contraloría: La Secretaria de la Contraloría General de la Federación;
- III. Dependencias: Las señaladas en las fracciones I a IV del Artículo 1o. de esta Ley;
- IV. Entidades: Las mencionadas en las fracciones V y VI del propio artículo 1o;
- V. Sector: El agrupamiento de entidades coordinado por la Secretaría de Estado o departamento administrativo que en cada caso designe el Ejecutivo Federal; y
- VI. Dependencias coordinadoras de sector: las secretarías de Estado o Departamento Administrativos a que se refiere la fracción anterior:

Artículo 4o.- El gasto de la obra pública se sujetará, en su caso, a lo previsto en los Presupuestos anuales de Egresos de la Federación y del Departamento Federal, así como las disposiciones de la Ley de Presupuesto, contabilidad y gasto público federal en lo conducente, a las disposiciones que esta ley se establecen.

Artículo 5o.- Estarán sujetos también a las disposiciones de esta Ley, en los términos que la misma establece, los contratos de servicios relacionados con la obra pública, que requieran celebrar las dependencias y entidades mencionadas el Artículo 1o. de esta Ley.

Artículo 6o.- El Ejecutivo Federal aplicará la presente Ley por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de la intervención que se atribuya a otras dependencias del propio Ejecutivo conforme a ésta o a otras disposiciones legales.

La Secretaría quede facultad para interpretar las disposiciones de esta Ley para efectos administrativos.

La propia Secretaría queda facultad para interpretar las disposiciones de esta Ley para efectos administrativos.

La propia Secretaría, oyendo la opinión de la Comisión, Intersecretarial Consultiva de la obra pública a que se refiere el artículo II de esta Ley expedirá las disposiciones administrativas que en aplicación de la misma deban en la contratación y ejecución de las obras.

En el Reglamento de esta Ley se determinarán los aspectos sobre los cuales la propia Secretaría podrá ejercer la atribución a que se refiere el párrafo anterior.

Artículo 6o. BIS.- Lo titulares de las dependencias incluidos los de las que, en los términos del artículo anterior compete la aplicación de la ley, serán responsables de que, en la adopción e instrumentación de los sistemas y procedimientos para la realización de las acciones, actos y contratos que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen los siguientes criterios:

- I. Proveer a la simplificación administrativa, reducción, agilización y transparencia de los procedimientos y trámites;
- II. Ejecutar las acciones tendientes a descentralizar las funciones que realicen, con objeto de procurar que los trámites se lleven a cabo y resuelvan en los mismos lugares en que se originen las operaciones;
- III. Promover la efectiva delegación de facultades en servidores públicos subalternos, empleando criterios de tasas porcentuales o cualquier otro que dinamice los topes o rangos que se establezcan en dicha delegación, a efecto de garantizar mayor oportunidad en la de decisiones y flexibilidad de diferenciación en la atención de los asuntos, considerando monto en dinero, complejidad, ocasionalidad y mayor o menos vinculación con las prioridades nacionales de los mismos;
- IV. Fortalecer la operación estructuras y niveles de decisión de sus órganos regionales, y
- V. Racionalizar y simplificar las estructuras con que cuenten a efecto de utilizar los recursos estrictamente indispensables para llevar a cabo operaciones.

Los órganos de Gobierno de las entidades, de acuerdo a las disposiciones legales que les resulten aplicables, dictarán los lineamientos y políticas que habrán de observar los directores generales o sus equivalentes de las propias entidades a fin de que los criterios a que se refiere este artículo, se adopten e instrumenten en cada entidad, bajo las modalidades que los propios órganos de gobierno determinen.

La contraloría vigilará y comprobará la aplicación de los criterios a que se refiere este artículo.

Artículo 7o.- La ejecución de las obras públicas con cargo total a fondos federales conforme a los convenios entre el Ejecutivo Federal , estará sujeta a las disposiciones de esta Ley. Para estos efectos se pactará lo conducente en los mencionados convenios, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados.

Artículo 8o.- Cuando por las disposiciones especiales de la obra se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que en razón de las atribuciones tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere el artículo anterior, se establecerán para los términos para la coordinación de las acciones de las dependencias y entidades que intervengan.

Artículo 9o.- Las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, cumplirán directamente ante la secretaría, con las obligaciones que esta Ley señala a las entidades sectorizadas parā con sus respectivas dependencias coordinadoras sector.

Artículo 10o.- DEROGADO.

Artículo 11.- Se creara la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública, como órgano de asesoría y consulta para la aplicación de esta Ley, que se entregaran bajo la presidencia del Secretario de Programación y Presupuesto, con representantes permanentes que serán los titulares de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público; Contraloría General de la Federación; Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comercio y Fomento Industrial; Agricultura y Recursos Hidráulicos; Comunicaciones y Transportes; Desarrollo Urbano y Ecología, y del Departamento del Distrito Federal.

La comisión invitará a sus sesiones a representantes de otras dependencias y entidades, así como se los sectores social y privado, cuando por naturaleza de los asuntos que deban tratar, se considere pertinente su participación.

El Ejecutivo Federal establecerá las bases para la organización y funcionamiento de la comisión.

## TITULO SEGUNDO

### DE LA OBRA PÚBLICA CAPITULO I

#### De La Planeación, y de le Programación y Presupustación de las Oras

Artículo 12.- En la realización de las obras públicas, las dependencias y entidades deberán:

- I. Ajustarse a los objetivos y prioridades del Plan de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, en su caso; de acuerdo con las estimaciones de recursos y las determinaciones sobre instrumentos y responsabilidades de su ejecución, contenidas en el Plan y en los programas mencionados;
- II. Ajustarse a las prevenciones contenidas en los programas anuales que elaboren las propias dependencias y entidades para la ejecución del Plan y los programas a que se refiere la fracción anterior;
- III. Ajustarse a los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, o de las entidades respectivas, y
- IV. Respetar las disposiciones legales y reglamentarias y tomar en consideración los planes y programas de los Estados Unidos y Municipios.

Artículo 13.- En la planeación de cada obra pública las dependencias y entidades deberán prever y considerar, según el caso:

- I. Las acciones a realizar, previas, durante y posteriores a su ejecución;
- II. Las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquellas en servicio;
- III. La coordinación con otras dependencias y entidades que realicen las obras en las mismas áreas;
- IV. Los avances tecnológicos aplicables en función de la naturaleza de las obras y la selección de materiales, productos, equipos y procedimientos de tecnología nacional, que satisfagan los requerimientos técnicos y económicos del proyecto;

“Tratándose de la edificación de vivienda de interés social, se procurara que en su construcción se utilicen, preferentemente, módulos, sistemas y componentes industrializados”.

V. Los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran deteriorarse, los proyectos deberán incluir si ello fuera posible, lo necesario para que se preserven o restauren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos. En tal supuesto de dará intervención a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y, en su caso, a las dependencias que tengan atribuciones en la materia, y

VI. Preferentemente, el empleo de los recursos humanos y la utilización de los materiales propios de la región, así como productos equipos y procedimientos de tecnología nacional.

Artículo 14.- Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos con base en las políticas, prioridades, objetivos y estimaciones de recursos de la planeación nacional del desarrollo, considerando:

- I. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;
- II. Las acciones que se han de realizar y los resultados previsibles;
- III. Los recursos necesarios para su ejecución y la calendarización física y financiera de los mismos, así como los gastos de operación, y
- IV. Las unidades responsables de su ejecución.

Asimismo, los programas y presupuestos deberán incluir las acciones y recursos para llevar a cabo el proceso de la planeación, y de programación y presupuestación de las obras, a que se refiere este capítulo.

Las dependencias y aquellas entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del Departamento del Distrito Federal, o que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, una vez aprobados por los órganos de gobierno, los programas y presupuestos de obra pública serán enviados a la Secretaría para su examen, aprobación e inclusión, en lo conducente afin de verificar la relación que guarde dichos programas con los objetivos y prioridades del Plan y los programas de desarrollo del País.

Artículo 15.- Serán elementos de la obra pública, las investigaciones, las asesorías y las consultorías especializadas, así como los estudios técnicos y de preinversión que requieran su realización.

Artículo 16.- En la programación de la obra pública, las dependencias y entidades preverán la realización de los estudios y proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran y las normas y especificaciones de ejecución aplicables.

El programa de la obra pública indicará las fechas previstas de iniciación y terminación de todas sus fases, considerando las acciones previstas a su iniciación y las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde realizarse.

Artículo 17.- Las dependencias y entidades, dentro de su programa, elaborarán los presupuesto de cada una de las obras públicas que deban realizar, distinguiendo las que se han de ejecutar por contrato o por administración directa, Los presupuestos incluirán , según el caso, los costos correspondientes a:

- I. Las investigaciones, asesorías, consultorias y estudio que se requieran:
- II. Los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;
- III. La regularización y adquisición de la tierra;
- IV. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios , las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipo o de cualquier otro accesorio relacionado con la obra, los cargos adicionales para y funcionamiento, así como los indirectos de la obra;
- V. Las obras de infraestructura complementarias que requieran la obra;
- VI. Las obras relativas a la preservación, restauración y mejoramiento de las condiciones ambientales;
- VII. Los trabajos de conservación y mantenimiento ordinario, preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo, y
- VIII. Las demás previsiones que deban tomarse en consideración según la naturaleza y características de la obra.

Artículo 18.- En el caso de obras cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total de la obra, como el relativo a los ejercicios de que se trate.

## CAPITULO II

### Del Padrón de Contratistas de Obra Públicas

Artículo 19.- La Secretaría llevará el padrón de contratistas de Obras Públicas y fijará los criterios y procedimientos para clasificar a las personas inscritas en él, de acuerdo con su especialidad, capacidad técnica y económica, y su ubicación en el país.

La Secretaría hará del conocimiento de las dependencias y entidades y del público en general, las personas registradas en el padrón.

Las dependencias y entidades sólo podrán celebrar contratos de obra pública o de servicios relacionados con la misma, con las personas inscritas en el Padrón.

La clasificación a que se refiere este artículo deberá ser considerada por las dependencias y entidades en la convocatoria y contratación de las obras públicas.

Artículo 20.- Las personas interesadas en registrarse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, deberán solicitarlo por escrito y satisfacer los requisitos que establezca el Reglamento de esta Ley.

Artículo 20 Bis.- Quedan exceptuados de la obligación de registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas:

- I. Las personas con quienes se contrate la realización de trabajos en los supuestos previstos por la fracción I del artículo 55 de esta Ley;
- II. Quienes contraten con las dependencias y entidades la realización de trabajos en los términos de la fracción V del artículo 56 de esta Ley, y
- III. Aquellos que, excluyan trabajos cuyo monto se encuentre establecido dentro de los límites a que se refiere el párrafo segundo del artículo 57 de esta Ley.

Artículo 21.- El registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas tendrá una vigencia indefinida. La Secretaría podrá verificar en cualquier tiempo la información que los contratistas hubieren aportado para la obtención de su registro.

Artículo 22.- La Secretaría, dentro de un término que no excederá de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud, resolverá sobre la inscripción. Transcurridos este plazo sin que haya respuesta, se tendrá por registrado el solicitante.

Artículo 23.- La Secretaría está facultada para suspender el registro de los contratistas cuando:

I. Se les declare en estado de quiebre o, en su caso, sujeto a concurso de acreedores, o

II. Incurran en cualquier acto u omisión que les sea imputable y que perjudique los intereses de la dependencia o entidad contratante.

Cuando desaparezcan las causas que hubieren motivado la suspensión del registro, el contratista lo acreditará ante la Secretaría, la que dispondrá lo conducente a fin de que el registro del interesado vuelva a sustituir todos sus efectos legales.

Artículo 24.- La Secretaría está facultada para cancelar el registro de los contratistas cuando:

I. La información que hubieren proporcionado para la inscripción resultare falsa, o hayan actuado con dolo o mala fe en una subasta o ejecución de una obra;

II. No cumplan en sus términos con algún contrato por causa imputable a ellos, y perjudiquen con ello gravemente los intereses de la entidad o dependencia adecuada, o el interés general;

III. Se declare quiebra fraudulenta;

IV. Hayan celebrado contratos en contravención con lo dispuesto en esta Ley, por causa que le sean imputables, o

V. Se les declare incapacitados legalmente para contratar.

Artículo 25.- Contrata las resoluciones que nieguen las solicitudes de inscripción o determinen la suspensión o la cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá interponer recursos de revocación en los términos de esta Ley.

## CAPITULO III

### De los Servicios relacionados con la Obra Pública

Artículo 26.- Las dependencias y entidades podrán contratar servicios relacionados con las obras pública, siempre que se trate de servicios profesionales de investigación y consultoría y asesoría especializadas, estudios y proyectos para cualesquiera de las fases de la obra pública, así como de dirección o supervisión.

Los contratos que se refiere este Artículo podrán adjudicarse directamente bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad, quedando en lo demás sujetos a las disposiciones de esta Ley y a las que de ellas se deriven.

Las dependencias o entidades a que se refiere este Artículo podrán adjudicarse directamente bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad, quedando en lo demás sujetos a las disposiciones de esta Ley y a las que de ellas se deriven.

Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, primero verificarán si en sus archivos o en los de las entidades o dependencias afines existen estudios o proyectos sobre la materia. De resultar positiva la verificación y de comprobarse que el estudio de la entidad o dependencia, no procederá la contratación.

Artículo 27.- No quedaren comprendidos dentro de los servicios a que se refiere el Artículo, los que tengan como fin la ejecución de las obras por cuneta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

## CAPITULO IV

### De la Ejecución de las Obras

Artículo 28.- Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas por contrato, o por administración directa.

Artículo 29.- Para que las dependencias o entidades puedan realizar obras será menester que:

- I. Las obras estén incluidas en el programa de inversión autorizado;
- II. Se cuente con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción el presupuesto, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro, y
- III. Se cumplan los tramites o gestiones complementarios que se relaciones con las obras y los que deban realizarse conforme a las disposiciones estatales y municipales.

Artículo 29 Bis.- Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen obras por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito local y municipal, y cumplirán con los requisitos técnicos que para las obras públicas se establezcan en el Reglamento de esta Ley, en que señalará las normas mínimas, incluyendo las de seguridad, que deberán observarse en la ejecución de las mismas.

La violación de esta disposición, independientemente de la responsabilidad penal y administrativa a que diera lugar para los servidores públicos y los contratistas, originarán la nulidad de pleno derecho del contrato celebrado para la ejecución que se trate.

Artículo 30.- Los contratos de obra pública se adjudicaran o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo que establece la Ley.

Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior, aquellos casos en que el contrato sólo pueda celebrarse con una determinada, por ser el titular de la o las patentes necesarias para realizar la obra.

Artículo 31.- Las convocatorias, que podrán referirse a una o más obras, se publicarán en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando en uno de los estados federados donde se ejecutaran las obras, y contendrán:

- I. El nombre de la dependencia o de la entidad convocante;
- II. El lugar y descripción general de la obra que se desee ejecutar;
- III. Los requisitos que deberán cumplir los interesados;
- IV. Información sobre los anticipos;
- V. El plazo para la inscripción en el proceso de adjudicación, que no podrá ser menor de diez días hábiles contados a partir de la fecha de la publicación de la convocatoria;
- VI. El lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de la apertura de proposiciones;
- VII. La especialidad, de acuerdo al Padrón de Contratistas que se requiera para participar en el concurso, y
- VIII. Los criterios conforme a los cuales se decidirá la adjudicación.

En el ejercicio de sus respectivas atribuciones, la Contraloría y la dependencia coordinadora de sector podrán intervenir en todo proceso de adjudicación del contrato.

Artículo 32.- Todo interesado que satisfaga los términos de la convocatoria tendrá a presentarse proposiciones.

Artículo 33.- En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los Artículos 55 ó 56, las dependencias y entidades podrán optar por contratar las obras que las propias disposiciones se señalen, sin llevar a cabo las licitaciones que establece el Artículo 30 de esta Ley.

La opción que las dependencias y entidades ejerzan en los términos del párrafo, deberá fundarse, según las circunstancias que concurran en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. En el dictamen a que se refiere el Artículo 36, deberán acreditar que la obra de que se trata se encuadere en algún de los supuestos previstos en los Artículos 55 ó 56, expresando, de entre los criterios mencionados aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción.

Artículo 34.- Las personas físicas o morales que participen en las licitaciones y ejecuten obra pública o presenten en las licitaciones y ejecuten obra o presenten servicios relacionados con la misma, deberán garantizar:

- I. La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de adjudicación;
- II. La correcta inversión de los anticipos que, en su caso, reciban, y
- III. El cumplimiento de los contratos.

Los órganos de gobierno de las entidades fijarán las bases y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban construirse.

Artículo 35.- Las garantías que deban otorgar los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, se construirán en favor de:

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I a III del Artículo 1o. de esta Ley;
- II. La Tesorería del Distrito federal, en los actos o contratos que celebren con el propio departamento;
- III. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y
- IV. Las Tesorerías de los estados y municipios, en los casos de las obras a que se refiere el Artículo 7o. de esta Ley.

Artículo 36.- La dependencia o entidad convocante, con base en el análisis comparativo de las proposiciones administrativas y en su propio presupuesto de la obra, emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo.

En la junta pública se dará a conocer el fallo mediante el cual se adjudicará el contrato a la persona que, de entre los proponentes:

- I. Reúna las condiciones legales, así como las técnicas y económicas requeridas por la convocante;
- II. Garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato, y
- III. Cuenten con la experiencia requerida por la convocante para la ejecución de los trabajos.

Si una vez considerados los criterios anteriores, resultare que dos o más proposiciones satisfacen los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la postura más baja.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los interesados podrán inconformarse ante la Contraloría en los términos del artículo 58 de esta Ley.

La resolución que contenga el fallo, dicta en contravención de los requisitos establecidos en este precepto, será nula de pleno derecho.

Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando las posturas presentadas no fueren aceptables y procederán a expedir una nueva convocatoria.

Artículo 37.- No podrán presentarse propuestas ni celebrar contrato alguno de obra pública, las personas físicas o morales siguientes:

I. Aquéllas en cuyas empresas participe el funcionario que deba decidirse directamente, o los que le hayan delegado tal facultad, sobre la adjudicación del contrato, o su cónyuge o sus parientes consanguíneos o por afinidad hasta el cuarto grado, sea como accionista, administradores, gerentes, apoderados o comisarios;

II. Los contratistas que por causa imputable a aquellos mismos se encuentren en situación de mora, respecto de la ejecución de otra u otras obras públicas que tengan contratadas, y

III. las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de Ley.

En los casos a que se refiere el Artículo 7o., se aplicara lo dispuesto por este Artículo, para lo cual se pactará lo conducente en los convenios respectivos.

Lo establecido en este Artículo se aplicará también a los contratos de servicios relacionados con la obra pública.

Artículo 38.- La adjudicación del contrato obligará también a la dependencia o entidad y a la persona en que hubiera recaído en dicha adjudicación a formalizar el documento relativo, dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participe siguiente, en los términos del Artículo 36 y de su propuesta, y así sucesivamente.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacer ejecutar la obra podrá hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad respectiva, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. En estos casos, el contratista seguirá siendo responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad y el subcontratista no quedará subrogado en ningún de los derechos del primero.

Artículo 39.- Los contratos de obra a que se refiere esta Ley se celebrará a precio alzado o sobre la base de precios unitarios.

En los contratos a que se refiere el párrafo anterior, podrán incorporarse las modalidades que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones de ejecución de la obra.

Formará parte del contrato la descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, así como los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes.

Artículo 40.- La ejecución de la obra contratada deberá iniciarse en la fecha señalada, y para ese efecto, la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deba llevarse a acabo.

Artículo 41.- Las dependencias y entidad pondrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obras pública o de servicios relacionados con las mismas mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados con las mismas, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta separadamente, no rebase el 25% del monto o del plazo pactado en el contrato, ni implique variaciones sustanciales al proyecto original.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado o varían sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar, por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos del artículo 29. Este convenio adicional deberá ser autorizado por el titular de la dependencia o entidad. Dichas modificaciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley.

De las modificaciones a que se refiere el párrafo anterior el titular de la dependencia o entidad informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno a partir de la fecha en que se hubiere formalizado la modificación.

Artículo 42.- Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente, podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada. Tratándose de entidades, los órganos de gobierno acordarán la designación de los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión.

Artículo 43.- Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos de obras por razones de interés general o por contravención de los términos del contrato o de las disposiciones de esta Ley.

Artículo 44.- Las dependencias y entidades comunicaran la suspensión del contrato al contratista. Las propias dependencias y las entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del Departamento del

Distrito Federal o que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, lo harán del conocimiento de la Controlara y de la Secretaría. Esta última, a su vez, informará en la cuenta Pública, de las causas tales suspensiones y rescisiones.

Artículo 45.- Las estimaciones de trabajo ejecutados correspondientes a contratos en ejercicio, se formularán y autorizarán bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad.

Artículo 46.- Cuando durante la vigencia de un contrato de obras circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que dicho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las parte, determinen un aumento o reducción en un cinco por ciento o más de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos podrán ser revisados. Las dependencias o entidades emitirán la resolución que acuerde o reducción correspondiente.

Artículo 47.- El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y éstas verificarán que los trabajos están debidamente concluidos dentro de los treinta días hábiles siguientes, salvo que se pacte expresamente otro plazo.

La recepción de los trabajos se hará dentro de los treinta días hábiles a la fecha en que se haya constatado la terminación de los trabajos en los términos del párrafo anterior.

La dependencia o entidad, si esta última es de aquéllas cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del Departamento del Distrito Federal o de las que reciban transferencias con cargos a dichos presupuestos, comunicará a la Contraloría la terminación de los trabajos e informará la fecha señalada para su recepción a fin de que, si lo estima convenientemente, nombre representantes que asistan al acto.

En la fecha señalada la dependencia o entidad bajo su responsabilidad recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente con o sin la comparecencia de los representantes a que se refiere el párrafo anterior.

Artículo 48.- Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido en los términos señalados en el contrato respectivo y en Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

Artículo 49.- D E R R O G A D O.

Artículo 50.- Los contratos que con base en la presente Ley, celebren las dependencias, se considerarán de derecho público.

Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados, serán resueltas por los tribunales federales.

Artículo 51.- En los términos del Artículo 29, las dependencias y entidades ejecutarán obras por administración directa sin intervención de contratistas, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto.

Previamente a la ejecución de estas obras, la dependencia o entidad emitirá el acuerdo respectivo, del cual formará parte: la descripción pormenorizada de la obra que se debe ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro, y el presupuesto correspondiente.

En la ejecución de estas obras son aplicables, en lo concedente, las disposiciones contenidas en los artículos 41, 42, 46, 47 y 59 de esta Ley.

Artículo 52.- Las dependencias y los organismos descentralizados cuando se trate de bienes del dominio público de la Federación, deberán enviar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, copia de los títulos de propiedad si los hubiere y los datos sobre localización y construcción de las obras públicas para que se incluyan en los catálogos e inventarios de los bienes y recursos de la nación y, en su caso, para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal.

Artículo 53.- Una vez concluida la obra o parte utilizables de la misma, las dependencias y entidades vigilarán que la unidad que deba operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos actualizados, las normas y especificaciones que fueron aplicadas en la ejecución, así como los manuales e instructivos de operación, conservación y mantenimiento correspondiente.

Artículo 54.- Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad que de una obra pública después de terminada, estarán obligadas a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento y vigilaran que su uso, operación mantenimiento y conservación se realicen conforme a los objetivos y acciones de los programas respectivos.

Las dependencias y entidades llevarán registros de los gastos de conservación y mantenimiento, así como de restitución de la eficiencia de la obra o de su aprovechamiento y, en su caso, de los gastos para su demolición.

Artículo 55.- El Presidente de la República acordará la ejecución de las obras, así como el gasto correspondiente, y establecerá los medios de control que estime pertinentes cuando éstas se relaciones con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean

necesarias para salvaguardar la integridad la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior.

Artículo 56.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán realizar, o contratar en los términos del artículo 33, las obras que se requieran en los supuestos que a continuación se señalan:

I. Cuando peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por casos fortuitos o de fuerza mayor. En estos casos las dependencias y entidades se coordinarán, según proceda, con las dependencias competentes;

II. Cuando la dependencia o entidad hubiere rescindido el contrato respectivo. En estos casos la dependencia hubiere rescindido el contrato respectivo. En estos casos la dependencia o entidad verificará previamente, conforme al criterio de adjudicación que establece al segundo párrafo del artículo 38, si existe otra proposición que resulte aceptable, en cuyo caso el contrato se celebrará con el contratista respectivo;

III. Cuando se trate de trabajos cuya ejecución requiera de la aplicación de sistemas y procedimientos de tecnología avanzada;

IV. Cuando se trate de trabajos de conservación, mantenimiento, restauración mantenimiento, restauración, reparación y demolición, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución, y

V. Cuando se trate de trabajos que requieran, fundamentalmente, de mano de obra campesina o urbana marginada y, que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiados de la localidad o del lugar donde deba ejecutarse la obra, o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas, o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas y constituidas por los propios habitantes beneficiados.

Para los casos previstos en las fracciones anteriores, se convocará a la o las personas que cuenten con la capacidad de respuesta inmediata y los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios.

El titular de la dependencia, en plazo que no excederá de diez días hábiles contados a partir de la fecha de iniciación de los trabajos, deberá informar de estos hechos a la Secretaría y a la Contraloría; las entidades, además harán del conocimiento tales hechos, en el mismo plazo, a sus órganos de gobierno.

Artículo 57.- Cuando por razón del monto de la obra, resulte inconvenientemente llevar a cabo el procedimiento a que se refiere el artículo 30 por el costo que éste represente, las dependencias y entidades podrán contratar sin ajustarse a dicho procedimiento,

siempre que le monto de la obra objeto del contrato, no exceda los límites a que se refiere esta artículo y se satisfagan los requisitos que el mismo señala.

Para los efectos del párrafo anterior, en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Distrito Federal, se establecerán los montos máximos de las obras que las dependencias y entidades podrán contratar directamente.

Si el monto de la obra supiera los máximos a que se refiere el párrafo anterior, pero no excede los límites que igualmente establecerán los mencionados Presupuestos, el contrato relativo podrá adjudicarse a la persona que reúna las condiciones necesarias para la realización de la obra, previa convocatoria que se extenderá a, cuando menos, tres personas que cuenten con la capacidad de respuesta y los recursos técnicos, financieros y además que sean necesarios para la ejecución de la obra.

Para los efectos de la aplicación de este precepto, cada obra deberá considerarse individualmente, a fin de determinar se queda comprendida dentro de los montos máximos y límites, que establezcan los Presupuestos de Egresos; en la inteligencia de que, en ningún caso, el importe total de una obra podrá ser fraccionado para que quede comprendida, en los supuestos a que se refiere este artículo.

Los montos máximos y límites, fijarán atendiendo a la cuantía de las obras, consideradas individualmente, y en función de las inversión total autorizada a las dependencias y entidades.

Artículo 58.- Las obras que realicen las dependencias y entidades fuera del territorio nacional, se regirán por la legislación del lugar donde se encuentre el inmueble y por esta Ley, en lo que fuere aplicable.

Artículo 58 Bis.- Tratándose de licitaciones públicas los contratistas o licitantes que hubieren participado en ellas podrán inconformarse por escrito, indistintamente, ante la dependencia o entidad convocante o ante la Contraloría, dentro de los diez días naturales siguientes al fallo del concurso o, en su caso, al del día siguiente a aquél en que se haya emitido el acto relativo a cualquier etapa o fase del mismo.

Transcurrido dicho plazo precluye para los contratistas solicitantes el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que las dependencias, entidades o la Contraloría puedan actuar en cualquier tiempo en los términos de los artículos 36, 43, y 72 de esta Ley.

## CAPITULO V

### De la Información y Verificación

Artículo 59.- Las dependencias y entidades deberán remitir a la Secretaría y a la Contraloría, en la forma y términos que éstas señalen, la información relativa a las obras que realicen o contraten.

En lo referente a la información que corresponda rendir a las entidades deberá estarse a las bases y requisitos que se establezcan conjuntamente por la coordinadora de sector, las Secretarías de Programación y Presupuestos, de hacienda y Crédito Público y de la Contraloría General de la Federación en los términos del artículo 10 de la Ley de las Entidades Paraestatales.

Para tal efecto, las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática la documentación comprobatoria del gasto de dichas obras, cuando a partir de la fecha de su recepción.

Artículo 60.- Se deroga.

Artículo 61.- Las dependencias y entidades controlarán todas las fases de las obras públicas a su cargo. Para tal efecto las dependencias establecerán los medios y procedimientos de control que requieran de acuerdo a las normas que dicte el Ejecutivo Federal a través de la Contraloría, y las entidades lo harán de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal lo harán de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal de las Entidades Paraestatales.

Artículo 62.- La Controlara y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán verificar en cualquier tiempo que las obras y los servicios relacionados con ellas realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados.

Artículo.- Las dependencias y entidades proporcionarán todas las facilidades necesarias a fin de que la Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ámbito de sus respectivas competencias, puedan realizar el seguimiento y control de las obras públicas.

Artículo 64.- Se Deroga.

Artículo 65 La Secretaría y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, podrán realizar las visitas e inspecciones que estime pertinentes a las dependencias y

entidades que realicen obras públicas, así como solicitar de los servidores públicos de las mismas y de los contratistas, en su caso, todos los datos e informes relacionados con las obras.

Artículo 65 Bis.- Las dependencias, entidades y la Contraloría. de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere en el artículo 58 Bis, realizarán las investigaciones a que se refiere el artículo 58 Bis, realizarán las investigaciones correspondientes, en un plazo que no excederá de 45 días naturales, contados a partir de la fecha en que se inicien y resolverán lo conducente para los efectos de los artículos 36, 43 y 72 de esta Ley.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere el párrafo anterior podrá suspender el cumplimiento de las obligaciones pendientes por parte de las dependencias o entidades, Procederá la suspensión:

- I. Cuando se advierta que exista o pudieran existir las situaciones a que se refiere los artículos 36, 43 y 72, y
- II. Cuando con ella no se siga perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público y siempre que, de cumplirse las obligaciones, pudieran producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate.

Tomada la resolución a que se refiere el primer párrafo de este artículo y sin perjuicio de la responsabilidad que preceda respecto de los servidores que hayan intervenido, las dependencias y entidades deberán proceder en los términos de los artículos 36 y 56 fracción II de esta Ley.

## TITULO TERCERO

### De las Infracciones y Sanciones

#### CAPITULO ÚNICO

Artículo 66.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley o la normas que con base en ella se dicte, podrán ser sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de diez a mil veces el salario mínimo diario, vigente en el Distrito Federal en la fecha de la infracción.

Sin perjuicio de lo anterior, los contratistas que incurran en infracciones a esta Ley, según la gravedad del acto u omisión de que fueren responsables, podrán ser sancionados con la suspensión o cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas.

Cuando proceda, la Contraloría podrá proponer a la dependencia o entidad contratante la rescisión administrativa del contrato en que incida la infracción.

A los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones correspondientes.

Artículo 67.- Tratándose de multas, la Secretaría las impondrá conforme a los siguientes criterios:

- I. Se tomará en cuenta la importancia de la infracción, las condiciones del infractor y la conveniencia de destruir prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ellas;
- II. Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la multa que se imponga;
- III. Tratándose de reincidencia, se impondrá otra multa mayor, dentro de los límites señalados en el artículo precedente, o se duplicará la multa inmediata anterior que se hubiere impuesto, y
- IV. En el caso en que persista la infracción, se impondrán multas como tratándose de reincidencia, por cada día que transcurra.

Artículo 68.- No se impondrá sanciones cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiere dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, vista, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

Artículo 69.- En el procedimiento para la aplicación de las sanciones a que se refiere esta capítulo, se observarán las siguientes reglas:

I. Se comunicarán por escrito al presunto infractor los hechos constitutivos de la infracción, para que dentro del término que para tal efecto se señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles, exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes;

II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que se hubieran hecho valer, y

II. La resolución será debidamente fundada y motivada, y se comunicará por escrito al afectado.

Artículo 70.- Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las normas que de ella se deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la Ley.

La omisión a lo dispuesto en el párrafo anterior será sancionada administrativamente.

Artículo 71.- Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

Artículo 72.- Los actos, convenios, contratos y negocios jurídicos de las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho.

## TITULO CUARTO

### De los Recursos Administrativos

#### CAPITULO ÚNICO

Artículo 73.- En contra de las resoluciones que dicten la Secretaría o la Contraloría en los términos de esta Ley, el interesado, podrá interponer ante la Dependencia que hubiere emitido la resolución, recurso de revocación dentro del término de quince días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente al de la notificación

La tramitación del recurso se sujetará a las normas siguientes:

I. Se interpondrá por el recurrente mediante escrito en el que expresará los agravios que el acto impugnado lo cause, ofreciendo las pruebas que se proponga rendir y acompañado copia de la resolución impugnada, así como la constancia de la notificación de esta última, excepto si la notificación se hizo por correo;

II. En el recurso no será admisible la prueba de confesión de las autoridades. Si dentro del trámite que haya dado origen a la resolución recurrida, el interesado tuvo oportunidad razonable de rendir pruebas, sólo se admitirá en el recurso las que hubiere allegado en tal oportunidad;

III. Las pruebas que ofrezca el recurrente deberá relacionarlas con cada uno de los hechos controvertidos, y sin el cumplimiento de este requisito serán desechadas;

IV. Se tendrán por no ofrecidas las pruebas de documentos si éstos no se acompañan al escrito en que se interponga el recurso y en ningún caso serán recabados por la Secretaría o por la Contraloría; salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida.

V. La prueba pericial se desahogará con la presentación del dictamen a cargo del perito designado por el recurrente. De no presentarse el dictamen dentro del plazo de la ley, la prueba será declarada desierta;

VI. La secretaria o la Contraloría podrán pedir lo que se les rinda los informes que estimen pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado;

VII. La Secretaría o la Contraloría acordarán lo que proceda sobre la admisión del recurso y de las pruebas que el recurrente hubiere ofrecido, que deberán ser pertinentes e idóneas para dilucidar las cuestiones controvertidas. La Secretaría o la Contraloría ordenarán el desahogo de las mismas dentro del plazo de quince días hábiles el que será improrrogable; y

VIII. Vencido el plazo para la rendición de las pruebas la Secretaría o la Contraloría, en su caso, distarán resolución en un término que no excederá de treinta días hábiles.

Artículo 74.- Contra la resolución que cancele o suspenda registro en el Padrón de Contratistas de obras Públicas podrá solicitarse la suspensión del acto impugnado, conforme a las siguientes bases:

- I. Será solicitada en el mismo escrito en el que se interponga el recurso;
- II. Dentro de los diez días hábiles siguientes, la Secretaría señalará la garantía y el monto por el que ésta deba otorgarse, y
- III. Otorgada la garantía, se suspenderá la aplicación de la resolución impugnada.

Por lo

C

## **ARTÍCULOS TRANSITORIOS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS**

Artículo primero.- Esta Ley entrará en vigor el primero de enero de 1981.

Artículo segundo.- Se abroga a Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas del 21 de diciembre de 1965, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 4 de enero de 1966, y se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente.

Artículo tercero.- El Reglamento de la presente Ley se expedirá a más tardar 180 días de la publicación de ésta, en tanto se comunicará aplicando el Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 1967, así como las demás disposiciones administrativas relacionadas, en todo lo que no se disponga a esta Ley.

Artículo cuarto.- Las personas físicas o morales que al 31 de diciembre de 1980, tengan vigente su registro en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal, se considerarán inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, hasta el 30 de junio de 1981.

Quienes estén interesados en inscribirse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas para el periodo comprendido entre el 1o. de enero y el 30 de junio de 1981, pagarán la cantidad de \$1,000.00 por concepto de derechos.

Artículo quinto.- Durante el ejercicio fiscal de 1981 las dependencias y entidades podrán realizar obras de acuerdo a lo establecido en artículo 33, siempre que el importe de cada obra no exceda del límite señalado en la tabla siguiente, conforme a su inversión total autorizada en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal.

**ARTÍCULOS TRANSITORIOS DEL DECRETO  
DE REFORMAS Y ADICIONES DE LA  
LEY DE OBRAS PÚBLICAS**

Artículo primero.- El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cuatro.

Artículo segundo.- Se derogara: el párrafo segundo del Artículo 40, el párrafo segundo del Artículo 45, el Artículo 60, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

Artículo tercero.- Para los efectos de inscripción y revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y en tanto no se expidan las modificaciones al Reglamento de la Ley, consecuentes con este Decreto, seguirán siendo exigibles los requisitos que establece al Artículo 20 de la Ley de Obras Públicas que por este ordenamiento se reforma.

Artículo cuarto.- Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se oponga a esta ordenamiento.

El decreto por el que se reforma y adiciona la Ley de Obras Públicas, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1983.

## ARTÍCULOS TRANSITORIOS

Artículo primero.- El presente Decreto entrará en vigor el día primero de mil novecientos ochenta y cinco.

Artículo segundo.- Se adiciona la Ley de Obras Públicas, con los artículos 6o. Bis y 20 Bis.; y se deroga el Artículo 64 de esta Ley de Obras Públicas y las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

Artículo tercero.- Los contratistas que antes de la entrada en vigor del presente Decreto hubieren solicitado y obtenido su inscripción o revalidado en el Padrón de Contratistas de Obra Públicas, para el período comprendido entre el 1o. de julio de 1984 y el 31 de junio de 1985, se considerarán inscritos en los términos del artículo 21 por este ordenamiento se reforma .

Las resoluciones que recaigan a las solicitudes de inscripción o revalidación presentadas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, tendrán efectos que previene el artículo 21 del mismo.

Artículo cuarto.- Para los efectos del artículo 6o. Bis de este Decreto, las dependencias y entidades a más tardar sesenta después de su aplicación deberán proveer en el ámbito de su competencia a la debida observancia de los criterios que en el citado numeral se establecen, sin que ello implique el incremento en términos absolutos o relativos de carácter presupuestal, organización o de recursos materiales. Las dependencias competentes no autorizarán propuestas en tal supuesto, salvo que se trate de incrementos reales de las operaciones.

Artículo quinto.- Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no oponga a esta ordenamiento.

Este Decreto fue publicado en el Diario oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1984.

## **ARTÍCULO TRANSITORIO**

Artículo único.- En presente Decreto entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Este decreto fue publicado en el Diario Oficial de la federación el día 7 de febrero de 1985.

## **ARTÍCULOS TRANSITORIOS**

Primero.- El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo.- Se derogara todas las disposiciones que se opongan al presente Decreto.

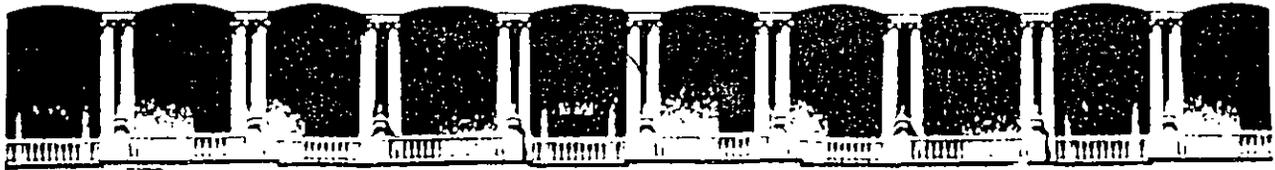
DIARIO OFICIAL 13 de enero de 1986.

## TRANSITORIOS

Artículo primero.- El presente Decreto entrará en vigor, el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Artículo segundo.- Se deroga:

I. La fracción VII del artículo 1o., el artículo 10; la fracción V del artículo 13 pasando las actuales fracciones VI y VII a ser V y VI; el penúltimo párrafo del artículo 14; el tercer párrafo del artículo 38; el tercer párrafo del artículo 51; la fracción Y del artículo 56, pasando las actuales fracciones II a VI a ser Y a V, y el segundo párrafo del artículo 59 de la Ley de Obras Públicas.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**ANEXO**

**CIMENTACIONES: SUPERFICIALES COMPENSADAS  
PROFUNDAS**

**ING. ROBERTO AVELAR LÓPEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

*RESIDENTES EN CONSTRUCCIÓN*

*ANEXO I*  
*CIMENTACIONES*

*M.I. GABRIEL MORENO PECERO.*

# C I M E N T A C I O N E S

## I. SUPERFICIALES ( $h \leq 2b$ ).

- I.a. Zapatas Aisladas.
- I.b. Zapatas Corridas.
- I.c. Losas de Cimentación.
- I.d. Cascarones.

## II. COMPENSADAS.

- II.a. Totalmente Compensadas.
- II.b. Parcialmente Compensadas.
- II.c. Sobrecompensadas.

## III. PROFUNDAS.

- III.a. Pilotes.
- III.b. Pilas.
- III.c. Cilindros.
- III.d. Cajones.

## I. SUPERFICIALES.

- I.a. Para recibir columnas. Pueden ser cuadradas o rectangulares, se ligan entre sí por una cadena.
- I.b. Para recibir muros o una serie de columnas.
- I.c. Se usa cuando por efecto de que la resistencia del terreno sea muy baja o de que las cargas sean muy grandes se requiera que más del 50% del área de construcción estuviese cubierta de zapatas corridas en cuyo caso resulta más económico hacer una losa continua que cubra toda el área.
- I.d. Se emplean cuando el terreno tiene baja capacidad de carga o cuando la estructura tenga claros muy grandes.

## II. COMPENSADAS.

Este tipo de cimentaciones se desplantan a una profundidad tal que el peso de la tierra excavada iguale el peso de la estructura. La constituyen: una losa corrida en el fondo de la excavación, contratrabes en dos direcciones, muro de contención y losa tapa.

$P_E$  = Peso de la estructura.

$P_{VT}$  = Peso del volumen de la tierra desalojada.

- II.a. Totalmente compensadas  $P_E = P_{VT}$ .
- II.b. Parcialmente compensadas  $P_E > P_{VT}$ .

Obliga al empleo de dos o más tipos de cimentación, o sea, una parte de la carga se toma por compensación y la otra por cimentación profunda.

- II.c. Sobrecompensadas.  $P_E < P_{VT}$ .

La estructura tiende a emerger hasta lograr su total equilibrio.

## III. PROFUNDAS.

Se utilizan cuando se tienen estructuras muy pesadas sobre suelos compresibles. Su función es transmitir la carga de la estructura a estratos profundos con mayor resistencia.

- III.a. Elementos muy estables con  $\phi$  de 0.30 a 1.00 m. Se clasifican en:

- Por los materiales usados en su construcción.

- Madera.
- Acero.

- Concreto simple.
- Concreto reforzado.
- Concreto preesforzado
- Mixtos.

- Por el lugar de su construcción.

- Prefabricados.
- Fabricados en el lugar de hinca.

--Por su sección transversal.

- Hueca.
- Maciza.

- Por su apoyo.

- De fricción.
- De punta.
- De apoyo mixto.

- Por su forma de colocación.

- Hincados a percusión; con previa excavación o sin ella.
- Fabricados "*in situ*".

III.b. Pilas. Su ancho varía de 1.00 a 2.00 m. En ocasiones se construyen con ampliación de base (campana) en el fondo a fin de disminuir la presión de contacto.

Se usan cuando se requiere transmitir las cargas de una estructura a través de un espesor de suelo blando o a través de agua hasta un estrato de suelo resistente.

III.c. Cilindros. De concreto reforzado, pueden ser circulares o elípticos. Sus Diámetros varían de 3.00 a 6.00 m; se construyen huecos con el fin de ahorrar material y eliminar peso propio. Con tapa en su punta.

Se utilizan preferentemente en los puentes.

III.d. Cajones. Forma paralelepípeda y en ocasiones elíptica, con anchos similares a los de los cilindros.

Se hacen de concreto reforzado formando cajones o celdas desplantados a la profundidad de la capa resistente. El cajón es una estructura que es hundida a través del terreno o del agua con el fin de excavar y colocar la cimentación a la profundidad prescrita.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE CIMENTACIONES DE PILOTES Y DE SUSTITUCIÓN

*En la enorme ciudad de México desplantada sobre un suelo muy especial, débil y problemático, vulnerabilísimo ante los sismos y con características variables, se han usado y ensayado muy diferentes sistemas de cimentación. Aunque hemos tenido a nuestra disposición, el que podríamos llamar un magnífico campo de experimentación escala natural, hay en esta materia ciertos perjuicios o conceptos arraigados que ameritan aclaraciones y revisión.*

Independientemente de su propio material, en México se han usado básicamente dos tipos de pilotes: de punta y de fricción.

Llamamos de *punta* a los que se apoyan hasta la capa resistente de terreno, que en la zona compresible y en el centro de la ciudad generalmente se encuentra a 30 31 metros de profundidad con relación al nivel de la calle y que en otras aparece a 21 y 24 metros.

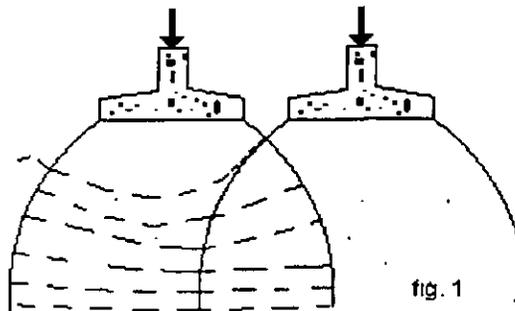
Los pilotes de *fricción* o de *adherencia* no se hincan hasta esas capas y toman su carga al adherirse al suelo que los circunda.

El terreno del Valle de México, en el que se encuentra la ciudad, se va asentando paulatinamente. Esto es que siendo muy acuoso, puesto que en la antigüedad fue un gran lago o cuenca, las arcillas y limos que principalmente lo constituyen, acomodan sus partículas, debido a los constantes movimientos sísmicos que se verifican aunque sólo sean registrados por sismógrafos. Y también por su desecación incrementada por los numerosos pozos artesianos.

Ese asentamiento provoca que los edificios con pilotes de punta que se apoyan sobre la capa resistente que se asienta menos que las superiores, vayan sobresaliendo con relación a los que simplemente descansan sobre estas últimas.

Tratando de evitar tal fenómeno, sobre los pilotes de punta han usado controles diseñados para poder bajar o nivelar los edificios apoyados en ellos. O también se usan los pilotes de fricción que al no llegar hasta el estrato resistente pueden, al menos, bajar en parte con el terreno.

**Bulbo de presión.** La presión de un cimiento sobre el terreno, no se trasmite hacia abajo verticalmente sino que con la profundidad se va ampliando su zona de influencia y constituyen el llamado *bulbo de presión* (Fig. 1).



Se pueden verificar dos asentamientos: El inmediato que depende mucho de la amplitud del cimiento y el que nosotros llamamos *subsecuente* que se presenta luego y se relaciona con el bulbo.

Los cimientos cercanos, no resisten la suma de los que cada uno puede soportar por separado, al menos en terrenos compresibles, pues al traslaparse los bulbos de presión, hacen que la zona donde actúan resulte menor a la suma de las que obrarían bajo cada uno, aisladamente.

En varias ocasiones, edificios recibidos sobre cimentaciones superficiales se han asentado más de lo debido y al hacer otros similares en un terreno semejante con cimientos más amplios, no se a logrado evitar ese asentamiento. La razón obvia es que ya los bulbos de presión de los primeros habían abarcado todo el terreno disponible a la profundidad que se comprime más, pues en la superficie por estar ya consolidado, el asentamiento inmediato no era de importancia.

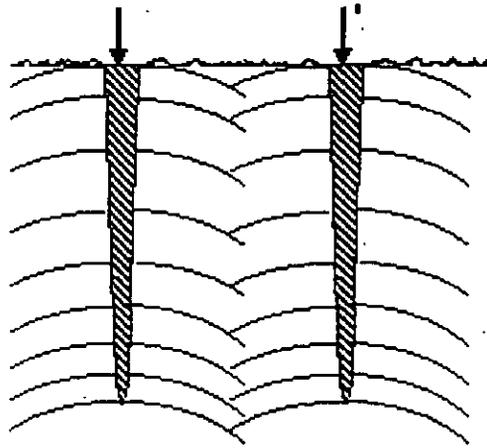
## PILOTES DE FRICCIÓN

Para varios técnicos de pilotes de fricción no dan las garantías necesarias y hasta afirman que durante los sismos se han comportado peor que los de punta: sin embargo en numerosos casos han funcionado muy satisfactoriamente.

Creemos que lo malo no ha estado en su propia naturaleza, sino en un deficiente cálculo y un falso criterio para su aplicación, en los que han faltado consideraciones muy lógicas, que a continuación trataremos de explicar, aceptando desde luego, que su resistencia a la carga no es ni de fácil ni de precisa determinación.

Por lo pronto podemos afirmar , que si se prueban dos pilotes de fricción cercanos y cada uno demuestra poder soportar por ejemplo 25 toneladas; los dos juntos no podrán soportar 50 toneladas.

Los pilotes de fricción también tienen sus bulbos, que en su caso podríamos llamar, más propiamente, zonas de influencia (Fig.2) y por la misma razón, si están cercanos tampoco se pueden sumar el trabajo que desempeñarían por separado y a veces no se logra nada aumentando su número con otros de la misma longitud.



**Fig. 2**

Tales zonas de influencia, más grandes de lo que se puede suponer, resultan de imposible determinación exacta, tanto en su amplitud y profundidad como en la distribución de sus esfuerzos interiores.

Muchos calculistas, se han conformado con valuar la resistencia del pilote de fricción proporcionándola simplemente con su perímetro y especifican que para que su trabajo sea efectivo, deben hincarse a una distancia mínima entre dos pilotes, que recomiendan; por ejemplo, de 1.50 ó 2.00 metros. En realidad aunque la ampliación del bulbo no va precisamente en proporción a su diámetro, sí se afecta por éste y es más lógico hacer variar dicha distancia de acuerdo con él, recomendándola por ejemplo de 3 ó mejor, 4 diámetros.

Aunque a veces conviene hincar pocos pilotes de fricción gruesos en vez de varios más delgados, en general es mejor usar estos últimos, pues su área de contacto y su zona de influencia, resultan mayores en proporción a su sección.

Por otra parte, muchos especialistas han llegado a la conclusión correcta de que la resistencia del pilote de fricción por unidad de longitud, aumenta con la profundidad, pero en esta suposición tan simplista, frecuentemente se exagera ese incremento de resistencia.

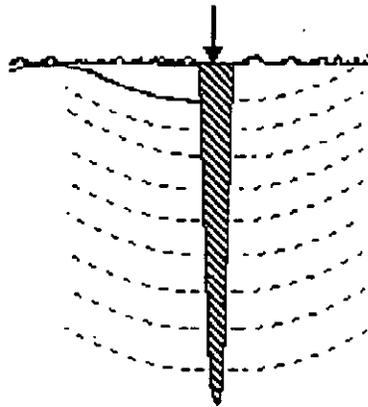
En nuestro subsuelo y tratándose por ejemplo de un pilote de fricción de 20.0 metros y al que se le asignan en su parte superior una resistencia de  $1,000 \text{ kg / m}^2$  de área de contacto, en su extremo inferior podrá calcularse de unos  $1,200 \text{ kg / m}^2$  pero no más como en ocasiones se ha supuesto.

Teóricamente se podría pensar que el terreno profundo, por su propio peso ya está en condiciones de tener una compactación mayor, pero la realidad es que su estructura cavernosa, celular y embebida en agua, no tiene una resistencia mucho mayor que la de su parte alta, como lo demuestran los datos obtenidos con un sencillo tubo con punta de acero que se hince por golpeo o presión y por lo que se nota que hay varias capas profundas que presentan más facilidad a la penetración que otras superiores.

**Deformación de los estratos.** Bajo un cimiento común de superficie, la presión que éste ejerce va deformando los estratos como se indica en la fig. 1. A medida que el bulbo amplía su área, la presión unitaria disminuye, de manera que las deformaciones de los estratos se van haciendo cada vez menores hasta nulificarse.

Si un pilote de fricción corto se ha hinclado bajo un cimiento y sólo tiene una longitud igual a la profundidad afectada por el mismo, su utilidad es prácticamente nula y no es correcto pensar que se puede aplicar parte de la carga al cimiento y parte al pilote o pilotes. En esa zona el mismo terreno que sostiene al cimiento tiene que sostener a los pilotes y es imposible que duplique su resistencia.

Debemos considerar que el efecto del pilote de fricción (Fig. 3), es el de ir deformando las capas que atraviesa, ejerciendo para esto unos esfuerzos que se traducen en la carga que puede soportar.



**Fig. 3**

Aun en la zona comprimida por el cimiento, el pilote de fricción puede deformar con más seguridad las capas que atraviesa, y teniendo esto en cuenta, hasta conviene a veces suprimir la zapata del cimiento y recibir los pilotes solamente con las correspondientes contratrabes.

De todas maneras, el pilote de fricción profundo tiene mayores oportunidades de atravesar más capas de mejor resistencia y por esto es correcto aumentar esta con la profundidad.

**Recomendaciones de diseño.** En resumen, se pueden recomendar tres maneras para diseñar una cimentación apoyada en pilotes de fricción.

1. Diseñarla considerando el comportamiento de los pilotes con un criterio correcto acerca de su forma de trabajo.
2. Basarse, para el caso, en experiencias obtenidas en edificios similares y terrenos semejantes, puestos sobre pilotes de fricción cuyos resultados han sido muy satisfactorios.

3. Proyectar la cimentación de manera que después de construida y de ir comprobando paulatinamente su resultado, se puedan colocar más pilotes, quizá de mayor profundidad, hincándolos inclusive en los lugares donde se juzgue que sean más necesarios.

Este sistema, muy recomendable, se puede lograr diseñando entre las contratrabes losas de cimentación reticuladas, con casetones por ejemplo de 60 x 60 centímetros que quitándolos donde se requiera permitan la introducción de otros pilotes. Este sistema, altamente recomendable, permite hasta colocar al principio menos pilotes de los que se recomendaba necesario, observar el comportamiento de la construcción e hincar después los que hagan falta en los lugares donde se requiera.

En general, no debe ser motivo de preocupación que el pilote de fricción, al recibir una carga de fricción, al recibir una carga excesiva, falle por compresión ya que lo común es que su sección por sí misma resista mucho más a dicha carga de lo que puede soportar por adherencia.

Si los pilotes de fricción se hincan cuando ya la estructura está a medio construir, lo que ordinariamente se hace por medio de gatos de presión, el edificio puede bajar unos centímetros, pero después al reaccionar el terreno debido a su elasticidad, como explicaremos al tratar los pilotes de punta, ese hundimiento puede reponerse.

**Pilotes tipo "B"** . Se han presentado casos de cimentaciones con pilotes de fricción, sobre todo cuando la capa resistente es muy profunda en los que aun después de aumentar el número de ellos, continuó su tendencia al asentamiento.

Se comprobó que lo que cedía era la tierra comprendida entre el extremo inferior de los pilotes y el estrato resistente. Así, se hincaron pilotes llamados "*tipo B*" que se introducen con seguidor hasta el estrato profundo y que por su parte alta no llegan hasta los cimientos (Fig. 4), y de inmediato se suspendió el asentamiento.

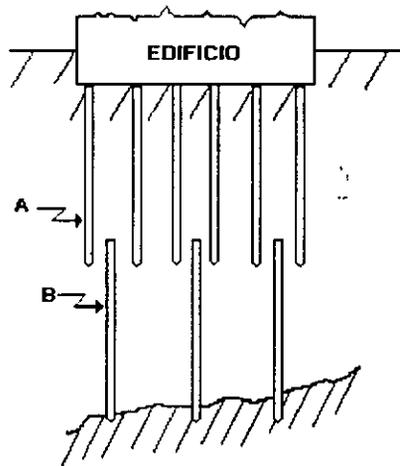


FIG. 4

Esto pilote "tipo B" que se cruzan con los inicialmente colocados que podemos llamar "tipo A", demostraron también que las zonas de influencia de los pilotes de fricción son muy amplias pues se colocaron a tres metros de los iniciales y el resultado fue muy bueno.

**Pilotes de madera.** La falta de renovación de nuestros bosques, ha provocado la prohibición de las autoridades para el uso de los pilotes de madera, que resultan muy ligeros y sobre todo cuando trabajan a fricción satisfacen muy bien su cometido, con la sola condición que sean de buena calidad. Dentro del agua freática del Valle de México que en muchas partes llega apenas a 1.30 ó 1.50 metros bajo el nivel de la calle, la madera no se pudre y hasta da más garantías que el pilote de concreto si el recubrimiento de las varillas no es lo suficientemente capaz de evitar su oxidación.

En los pilotes de madera, con frecuencia las juntas han fallado pero si se hacen bien no hay razón para ello. Una junta recomendable es la de la (Fig. 5), que implica un cilindro de acero o una cuña central que al hincar el pilote, con la presión hace que la madera se comprima fuertemente contra el cilindro. Para protegerlo de la oxidación, conviene dar a este un espesor suficiente para soportarla por mucho tiempo o emplear un recubrimiento adecuado.

Los pilotes de madera, sólo requieren tener un tramo superior de concreto armado para prever las posibles variaciones en el nivel del agua freática.

**Pilotes con base ampliada.** Finalmente podemos sugerir, para edificios relativamente ligeros, por ejemplo de cinco niveles, los pilotes de la (Fig. 6), que nos han dado muy buenos resultados, incrementando la resistencia del terreno.

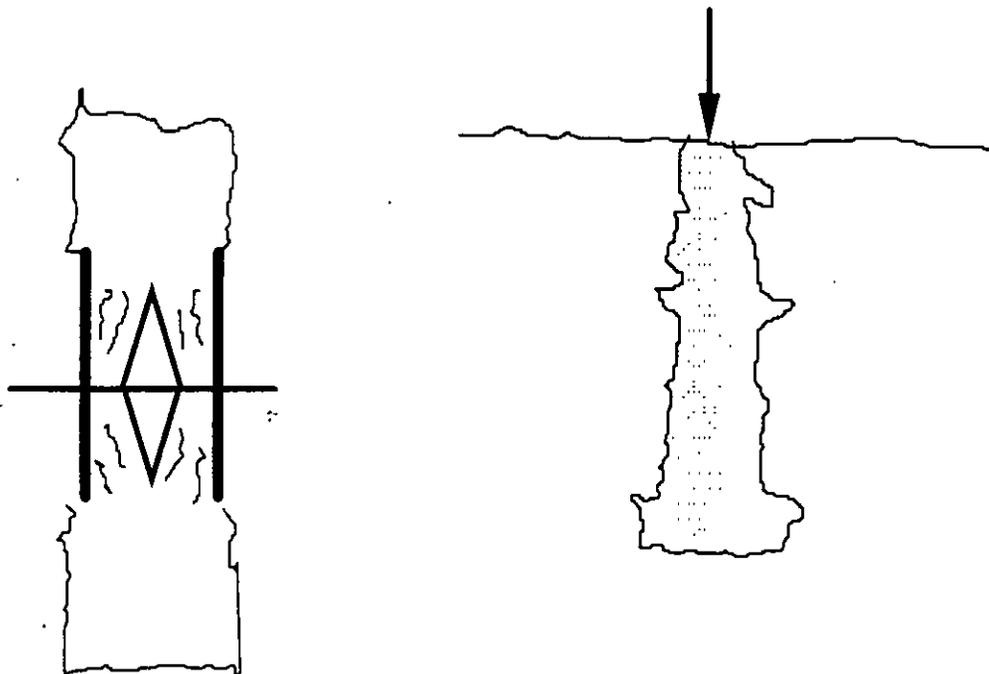


FIG. 5 Y 6

De unos 3.5 a 8.0 metros de profundidad, bajan las cargas a través de unos estratos, pudiendo llegar a otros de mayor resistencia. Trabajan también a la fricción y llenado y comprimiendo zonas débiles su base se amplía al ser vaciados.

Son de concreto, no requieren acero, son fáciles de hacer y resultan económicos.

Para emplearlos, se hacen perforaciones de 30 ó 35 centímetros de diámetro, con la sencilla y casi manual maquinaria con la que se perforan los pozos artesianos. La arcilla al arquearse puede sostenerse sin tener desprendimiento a corto plazo; el pozo queda inundado por el agua freática.

Después, desde el nivel del terreno se vierte la mezcla de concreto, relativamente seca hasta llegar a la superficie.

El hecho de que el agua freática salga expulsada bastante limpia al vaciar el concreto, demuestra que éste se afecta poco y la constancia de que el volumen introducido de la mezcla, resulta mayor al de la hoquedad, comprueba que debido a la presión superior esa mezcla se ha introducido en partes blandas y dilatado en su extremo inferior.

#### **PILOTES DE PUNTA.**

Con relación a los pilotes de punta, tenemos también que hacer algunas consideraciones no comunes.

Indudablemente, estos pilotes también tienen sus ventajas. Su resistencia, es generalmente superior a la del pilote de fricción, por tanto se requieren en menor número y se pueden colocar más cercanos teniendo siempre cuidado, después de estudiar el sondeo previo, de que el manto donde se apoyan tenga la suficiente resistencia.

No hay que preocuparse demasiado por el pandeo que se les pueda considerar al trabajar como columnas largas, pues pilotes de acero, aún de 30 metros de profundidad y de sólo 7 u 8 centímetros de diámetro han resistido bien la carga sin pandearse, dado la efectividad para el caso del terreno que los circunda. Desde luego, no recomendamos esos pilotes de acero, pues después de no mucho tiempo de hincados se han extraído demasiado oxidados.

**Levantamiento de pilotes.** Como hemos indicado, el mayor levantamiento de los edificios apoyados en pilotes de punta, con relación a los que descansan sobre las capas superficiales, se debe a que el terreno de la ciudad en general, va bajando paulatinamente de nivel en esas capas, más que el estrato resistente donde se apoyan.

Son muy pocos los que consideren que el terreno muy elástico de la ciudad de México después de deformarse hacia abajo por la presión ejercida para el hincado del pilote, trata de reponerse expulsándolo hacia arriba (Fig. 7).

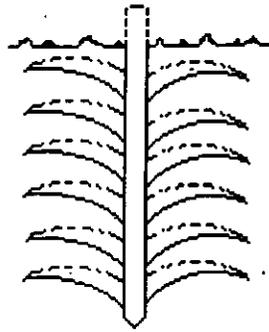


Fig. 7

Este fenómeno se comprueba ampliamente al observar que si un edificio sobre pilotes de punta se construye junto a otro más antiguo que también los tiene, éste, invariablemente se inclina hacia el lado opuesto (Fig. 8) por la influencia del levantamiento casi inmediato de los pilotes del nuevo.

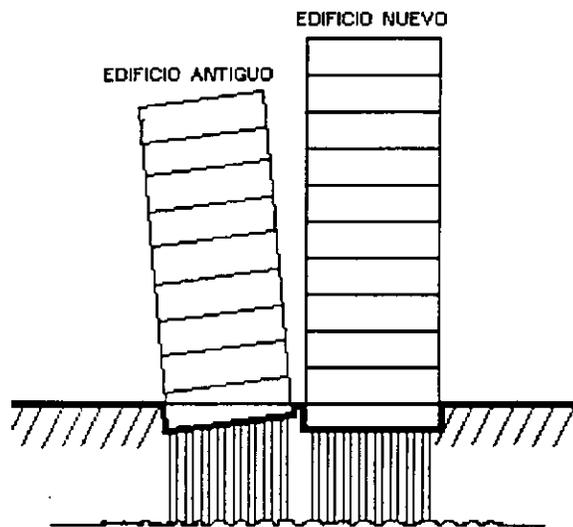


Fig. 8

Lo anterior se debe muy poco a la expansión de la tierra del edificio nuevo por la introducción de sus pilotes, pues el volumen de éstos es muy reducido comparado con el del terreno, Y, además, antes de iniciar las cimentaciones, normalmente ya sobresalen del mismo.

Es normal que un pilote de 30 metros en este suelo se levante muy rápidamente 20 ó 25 centímetros.

El levantamiento de los pilotes por este concepto, se puede evitar si después de haberse vaciado en el lugar, se extraen los moldes que para esto se usaron y al sacarlos apoyados en los mismos pilotes, corrigen la deformación del terreno.

**Fricción negativa.** Al calcular los pilotes de punta, además de considerar la carga que reciben y su peso propio, se ha acostumbrado incrementarlos con lo que se llama *fricción negativa* que corresponde al efecto que tiene el terreno, a medida que se consolida, de colgarse del pilote. Pero en general no se tiene que este fenómeno se verifica más bien en las capas superficiales y para que suceda, es necesario que el terreno deformado hacia abajo, se reponga totalmente, lo que toma tiempo y que al final no conviene sobrepilotear los edificios pues así su levantamiento resulta excesivo. Concluimos en que no es muy importante la *fricción negativa*.

Cuando por los pilotes de punta, el edificio sobresale demasiado, sus partes superiores quedan arriba del terreno como indica la (Fig. 9). Al venir el sismo, los pilotes pueden sufrir un desalojamiento horizontal muy peligroso y hasta llegar a la rotura. El terreno, al haberse despegado, se levanta con ellos pero la realidad es que ahí debe quedar muy flojo y no contribuye al confinamiento de los pilotes.

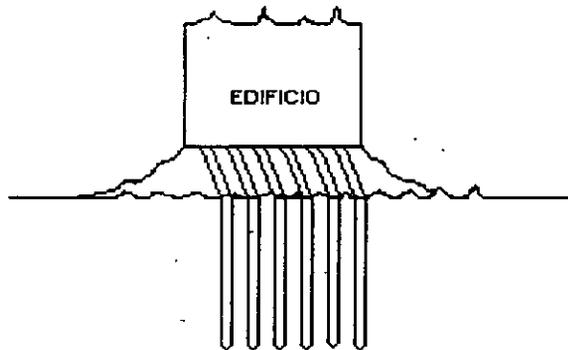


Fig. 9

Se han empleado pilotes de concreto que en su parte inferior terminan con un tubo de acero con punta que puede tener de 3.0 a 5.0 metros de largo y unos 10.0 centímetros de diámetro. La punta llega hasta el estrato resistente y se pretende que al irse consolidando el terreno superior, ella vaya penetrando y evite que el edificio sobresalga. Hay casos en que han dado un aceptable resultado, pero las indeterminaciones a las que están sujetos, no lo hacen fácil de prever.

**Pilotes de control.** Para que el pilote de punta sea más confiable, es necesario que en su parte superior se coloque algún control que permita bajar el edificio cuando sobresale demasiado e inclusive nivelarlo.

Los más conocidos son en esencia, semejantes al indicado en la (Fig. 10). Aflojando las tuercas, el edificio puede bajar y apretándolas, subir o nivelarse.

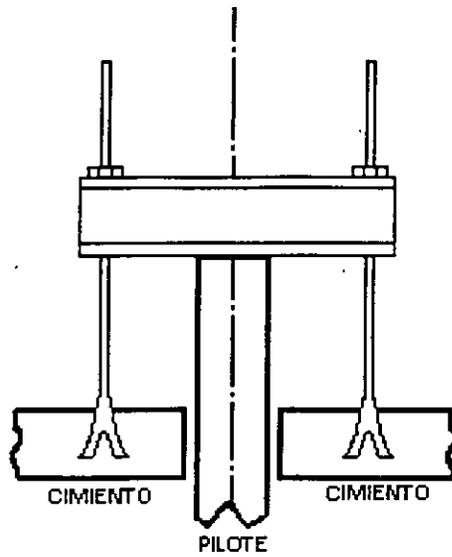


Fig. 10

Los mayores problemas de este control se deben a que se tiene que contar con un espacio al que pueden entrar los obreros que lo operen y a las dificultades de sellar la junta entre el pilote y la cimentación para que, permitiendo el movimiento, evite la entrada del agua freática que pueda tener mucha presión cuando la cimentación es profunda.

Nosotros hemos usado controles que consisten (Fig. 11) en dejar sobre el pilote un espacio lleno de arena con una tapa de concreto armado que en su centro lleva un tubo de acero de 10.0 centímetros de diámetro con su tapón de rosca que permita la extracción de la arena para bajar el edificio.

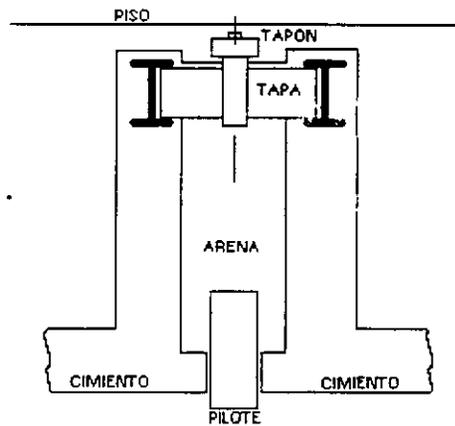


Fig. 11

La tapa de concreto puede construirse entre dos viguetas de acero. Si con el tiempo, vaciando toda la arena, el pilote llega a esa tapa, ésta se puede destruir, rebajar el pilote, llenar el hueco otra vez de arena, reconstruir la tapa y así lograr que el sistema siga funcionando por más años.

Este control no permite subir al edificio, cosa poco interesante en este tipo de suelo, pero bajando unos pilotes más que otros, sí se puede nivelar.

El agua freática, aunque llene el cilindro a través de la arena, no tiene por donde salir y como la tapa puede llegar prácticamente hasta el piso, sólo requiere en este, de un pequeño registro para que los obreros puedan extraer la arena.

La arena queda muy comprimida por la reacción del pilote. En nuestro caso, la hemos aflojado con un taladro eléctrico y extraído con aspiradora, pero ese trabajo también se puede ejecutar casi manualmente.

Al aplicar esos controles en un edificio cuyas zapatas de cimientos no tuvieron toda su área construida, se nos presentó el problema de que después de bajarlo y nivelarlo con éxito en las primeras intervenciones, al presentarse la siguiente, habiendo sacado toda la arena y aún quedando bastante espacio libre para bajar el edificio, éste ya no pudo hacerlo.

Quizá hubiera convenido construir las zapatas de cimientos de menor amplitud o dejar más espacio libre entre el pilote y el concreto que lo circunda, pues es fácil que al bajar en las primeras ocasiones, la tierra hubiera sellado tal espacio. Pero la causa principal del problema puede haber sido que el terreno adherido a los pilotes haya impedido que la cimentación pudiera bajar más, fenómeno que hay que tener en cuenta ya que puede repetirse en cualquier sistema de controles.

## CIMIENTOS POR SUBSTITUCIÓN

Consisten en extraer del suelo una cantidad de tierra cuyo peso equivalga al del edificio por construir.

A primera vista, pocas cosas hay tan convincentes como este tipo de cimentaciones al grado de que ha satisfecho a especialistas que lo han usado con profusión. Sin embargo, los múltiples fracasos del sistema que se han traducido en *asentamientos* y *desniveles excesivos* nos llevan a investigar más detenidamente el caso.

Al excavar el terreno, el subsuelo evidentemente se levanta, su estructura original celular y de naturaleza cavernosa se deforma o se rompe. Ya no resiste lo que soportaba inicialmente y al presentarse la nueva carga el edificio desciende bastante y con frecuencia más de un lado que de otro.

El levantamiento de la parte baja del terreno excavado se debe a dos causas: siendo la arcilla de la ciudad muy impermeable, antes de permitir fácilmente el paso del agua freática - si ésta solo se va sacando a medida que se excava - recibe la presión hidrostática que lo eleva. En segundo lugar siendo el terreno muy elástico, sobresale al

faltarle el peso que se le ha quitado. Esta deformación de su estructura se verifica, inclusive, desde cierta profundidad.

Por otra parte, es posible que el terreno excavado, no estuviera apoyado plenamente sobre el inferior sino que ya sea por el efecto de arco, (Fig.12), o por esfuerzo cortante, hubiera estado detenido al menos en parte por los terrenos colindantes.

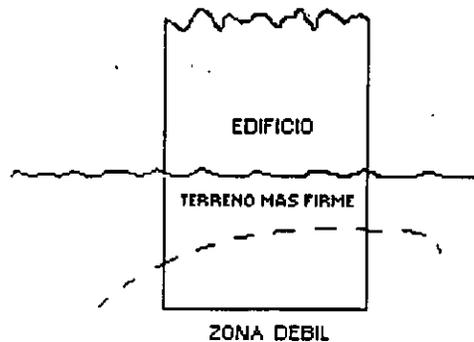


Fig. 12

Por otra parte, no hay nada más preciso que el principio de Arquímedes según el cual cualquier cuerpo introducido en un líquido, experimenta una reacción igual al peso del volumen del líquido, que desaloja y la cimentación impermeable dentro del agua freática, tienen la tendencia a flotar. Hay que tener en cuenta esto para los esfuerzos que el fenómeno produce en la cimentación, pero no es indicado aprovecharlo para tomar su carga pues el nivel del agua freática está sujeto a cambio y su efecto se puede anular con la filtración.

**Excavaciones profundas.** Las excavaciones profundas en el Valle de México, pueden ocasionar, serios problemas.

Una excavación profunda que se hizo bajo un edificio alto, provocó lo siguiente: sus constructores colocaron ataguías correctamente que fueron sostenidas por una estructura provisional de acero. Y, sin embargo, una serie de casas colindantes de sólo dos pisos cada una, fueron destruidas con tal excavación.

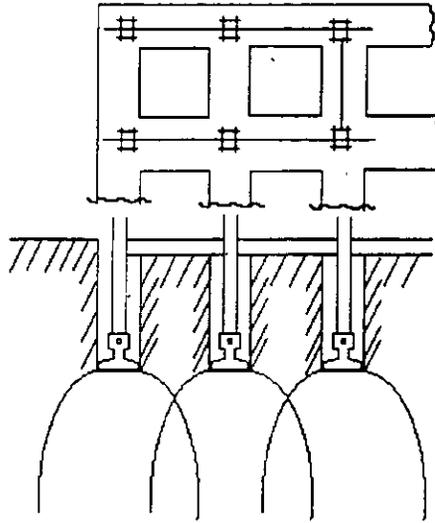


Fig. 13

En ellas empezaron a aparecer importantes grietas que en un sentido demostraron asentamientos quizá debidos al enjutamiento del terreno al faltarle el agua que extraían. Y, alternativamente, se presentaban otras de consideración que quizás obedecían al levantamiento del mismo que se expandía ya sin su peso superior.

Una solución que puede ser indicada para las cimentaciones por substitución, es la de excavar al principio solamente las zonas longitudinales entre columna y columna. Construir en ellas las contratraves con unas zapatas de cimientos y sobre las columnas ya desplantadas, iniciar la construcción hasta que tenga el peso suficiente para evitar el levantamiento del terreno (Fig. 13).

Después de completar la excavación, recibir en las contratraves ya construidas las losas completas de cimentación, teniendo que resolver por supuesto el problema de la impermeabilización y, luego, proseguir la construcción hasta terminarla (Fig. 14).

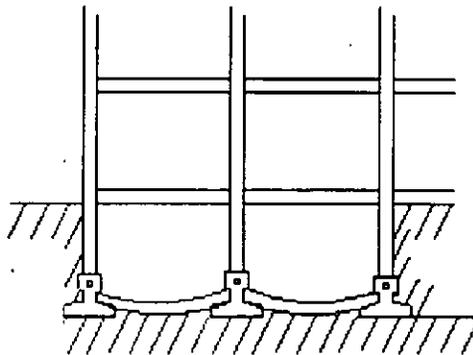


Fig. 14

## INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

En todos los casos, es importante realizarla. Hasta en suelos resistentes a veces han aparecido cavernas que a primera vista no se hubieran podido detectar.

Lo más importante en el sondeo que simplemente se hace por penetración, hincando un tubo de acero con punta del mismo material, anotando los golpes que la caída de una pesa requiere para pasar cada una de las capas que atraviesa.

Siempre hay que investigar el nivel del agua freática.

Si se trata de un edificio, por ejemplo de cuatro pisos, es indicado llegar hasta el estrato resistente y tratar de medir su espesor hasta donde el clavado del tubo lo permita. Conviene extraer muestras de los estratos perforados, inclusive para detectar los arenosos. En estos fluye mejor el agua del subsuelo.

La extracción de muestras tomadas para su análisis es interesante, pero en nuestro concepto, tiene menor importancia.

Su costo resulta elevado y son muchas las profecías de asentamientos y comportamiento del terreno, al menos en el de esta ciudad, hechas aun por muy especialistas, que se han alejado totalmente de lo que se desarrolló con el tiempo.

En general las fórmulas de hincado de pilotes *no* son aplicables a la determinación de las capacidades de carga de los pilotes de concreto precolados. Si se utiliza alguna fórmula, deberá tomarse en cuenta el efecto del peso del pilote. El análisis estático, más buen juicio, verificado mediante pruebas de carga, constituyen la mejor base para estimar la capacidad de carga de los pilotes.

Los pilotes de concreto precolados ofrecen desventajas en condiciones difíciles de hincado, como cuando se encuentran piedras u obstrucciones, ya que no se pueden hincar en exceso; sin embargo, su principal inconveniente es el del desperdicio de los cortes. Los márgenes de desperdicio que tienen que incluirse en los costos son mucho más altos que para la mayoría de los demás tipos de pilotes.

### Pilotes Cilíndricos Preesforzados

Estos pilotes tienen un diámetro muy grande, por lo común de unas 54.0 pulgadas. Se emplean para puentes y otros proyectos importantes. No los estudiaremos aquí, debido a que son sumamente especializados.

## RESUMEN

Tipo de pilote	Ventajas	Desventajas
Madera	Bajo costo, facilidad de hincado.	Se rompen con facilidad al encontrar obstáculos o aplicarles mucha energía de hincado. Tienen un alto costo de desperdicios de corte.
De madera compuestos	Bajo costo. Con frecuencia más baratos que los pilotes tratados con creosato.	Problemas de conexiones. Su hincado puede resultar difícil.
Vigas H	Fáciles de hincar. Capacidad para lograr una buena penetración.	Empalmes costosos. Problemas de asiento en el fondo. Se debe tomar en cuenta la corrosión.
Pilotes Tubulares	Fáciles de obtener y económicos. Fáciles de hincar. Se puede inspeccionar el fondo. Se pueden hincar en secciones cortas.	A menos que se suelden los empalmes, se pueden llenar de agua. Los pilotes de fricción requieren un análisis cuidadoso.
Colados in situ hincados con mandriles	Económicos. El interior se puede inspeccionar. Se adaptan a grandes variaciones de longitud. Los tipos cónicos son convenientes como pilotes de fricción.	Se necesitan equipos pesados y especializados. Los colapsos, el desgarramiento de los moldes y los problemas de filtración del agua provocan numerosos rechazos.
Colados in situ sin mandriles	Fáciles de hincar. Se empalman con facilidad. Con equipos ligeros. Raras veces se desgarran o tienen filtraciones de agua.	Capacidad limitada para aceptar un hincado enérgico.
Sin moldes (perforados)	Bajo costo. Rápidos. Sin vibraciones.	Problemas en suelos con desplomes y con altos contenidos de agua. Las pruebas de carga resultan muy costosas.
Lechada inyectada	No hay vibraciones.	No se pueden inspeccionar. Se requieren pruebas extensas de carga.
Base ensanchada	Densificación de suelos granulares sueltos. Gran capacidad de carga.	No se pueden inspeccionar. Se necesitan moldes en suelos compresibles.
Precolados	Permanencia. Alta capacidad y resistencia a los pandeos	Grandes desperdicios de corte. Difíciles de manejar. Se necesita chiflonado para ayudar en el hincado. Se rompen con facilidad.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

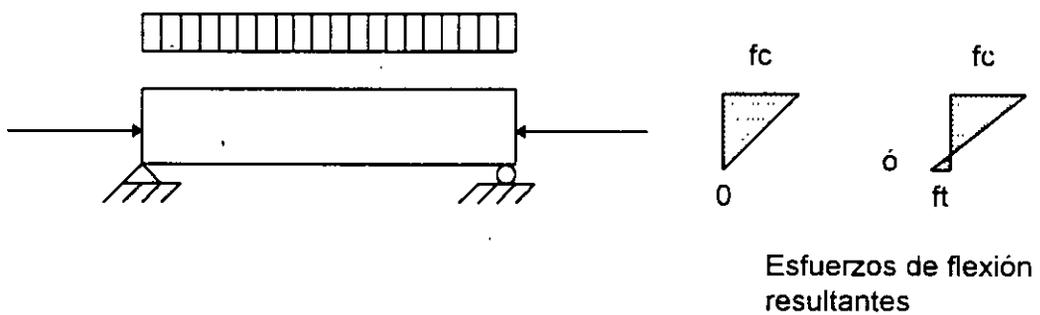
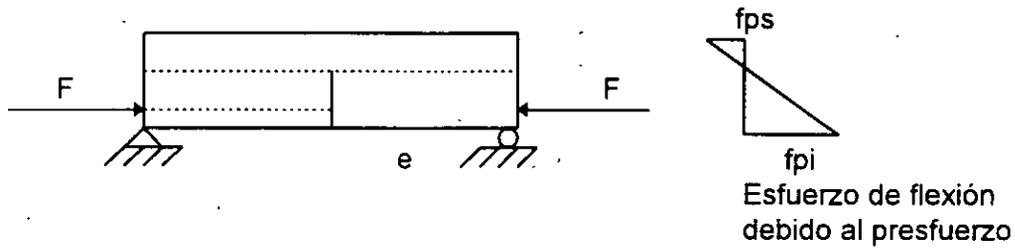
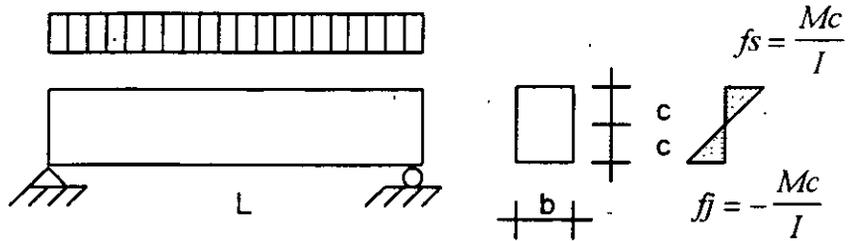
**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

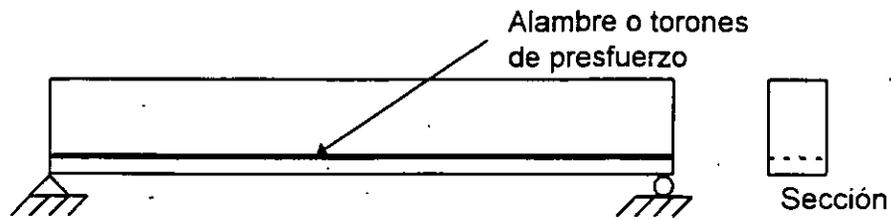
**CONCRETO PRESFORZADO Y MONTAJE**

**ING. JOSE GAYA PRADO  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

# ILUSTRACIÓN DEL PRINCIPIO DE PRESFUERZO



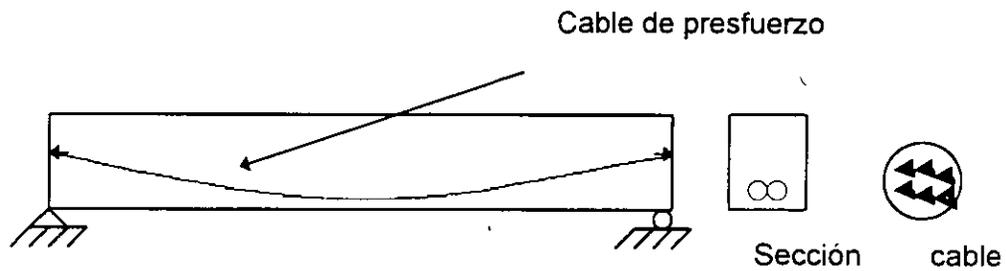
## FORMAS DE PRESFORZAR EL CONCRETO



### A) TRABE PRETENSADA

(Se tensa antes de colocar el concreto)

- El pretensado siempre es prefabricado

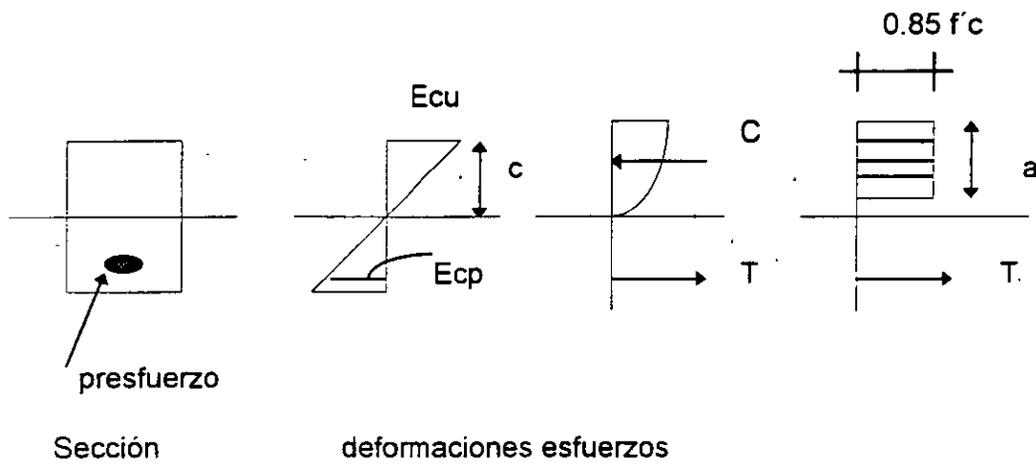


### B) TRABE POSTENSADA

(Se tensa después de colocar el concreto)

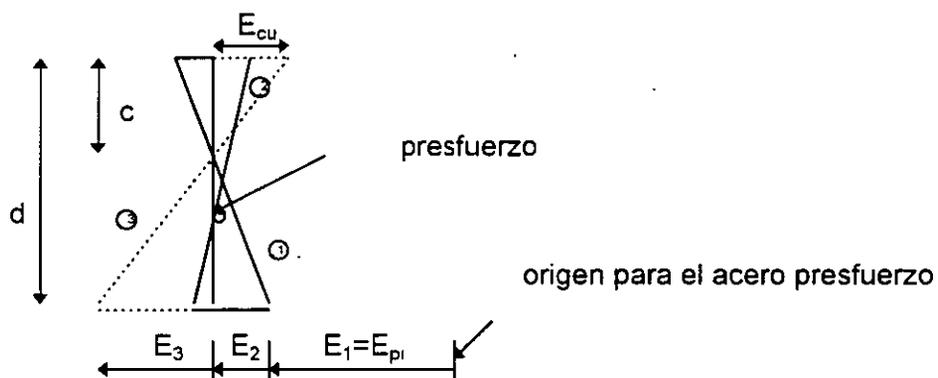
- El postensado en general es colado in situ

# ESTADO ESFUERZO-DEFORMACION



a).- Hipótesis

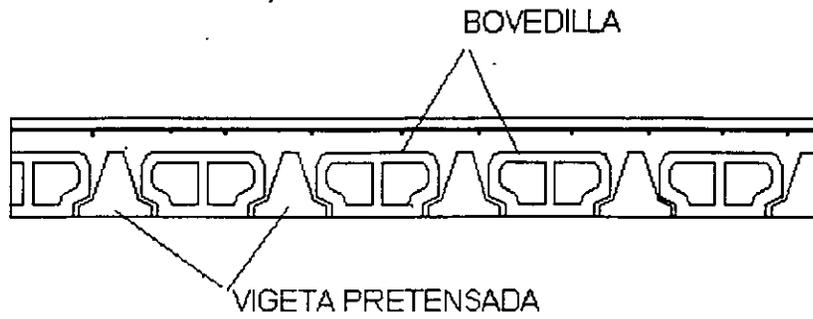
Origen para el concreto



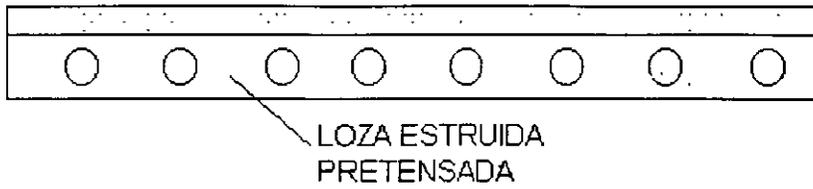
b).- Diagrama de deformaciones

## SISTEMAS DE PISOS PREFABRICADOS

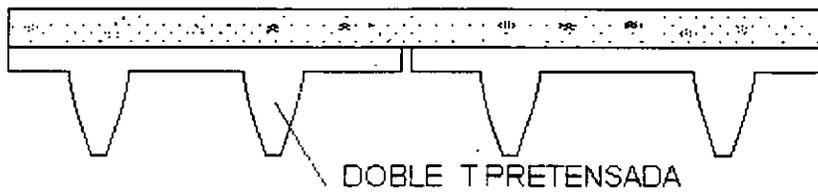
a)



b)



c)



# SECCIONES COMPUESTAS

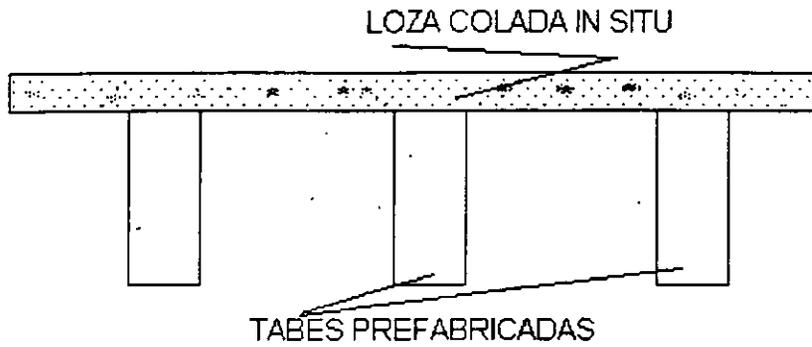
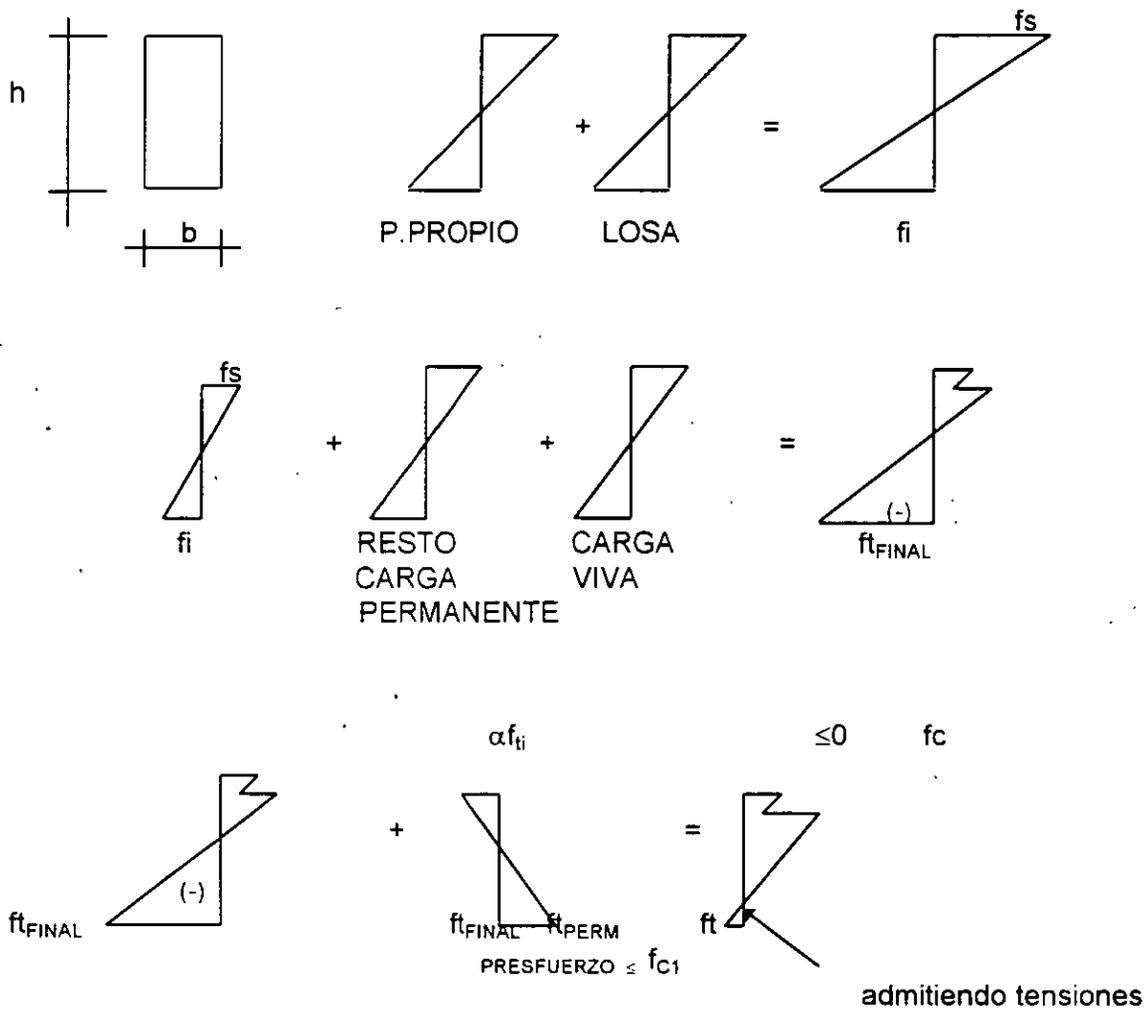
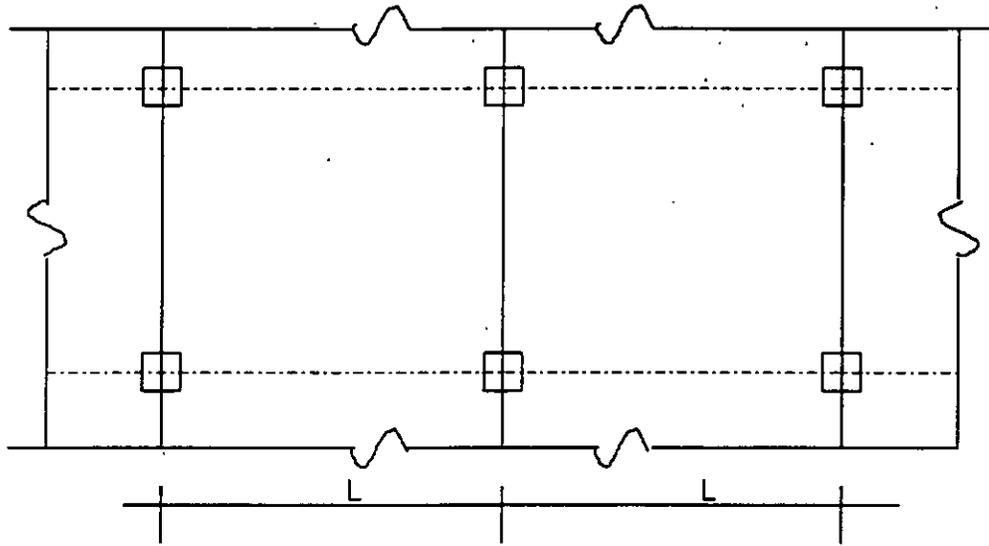


DIAGRAMA DE ESFUERZOS PARA DISEÑO  
(no son válidos cronológicamente)

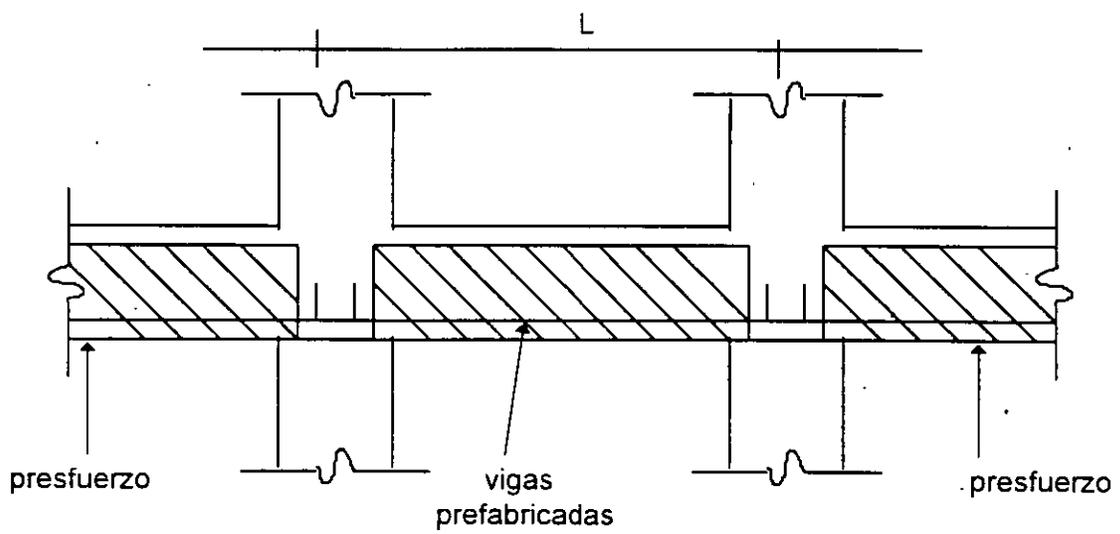


# ESTRUCTURACIÓN PRETENSADA

PLANTA

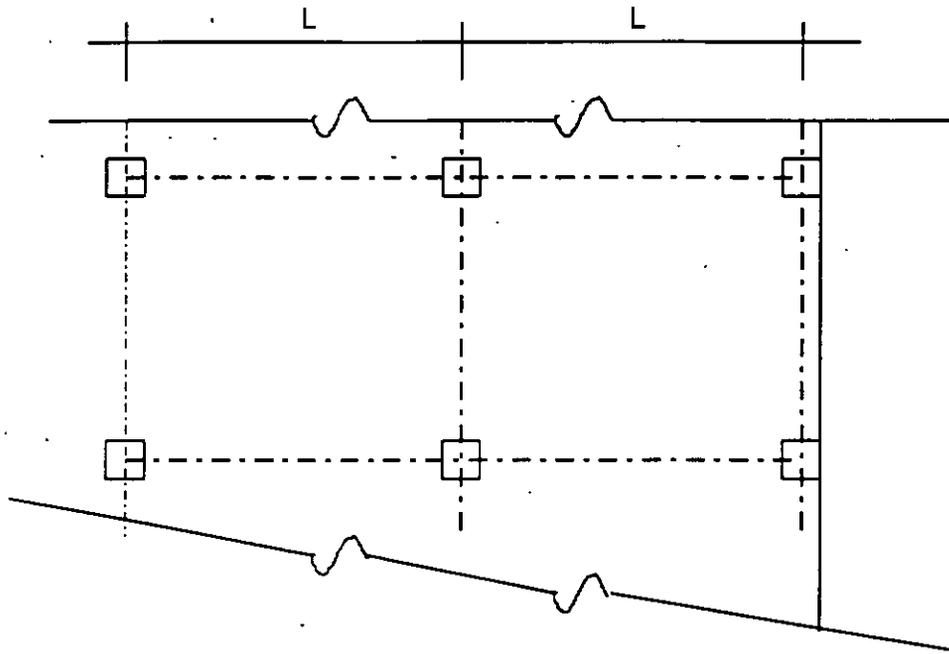


ELEVACION

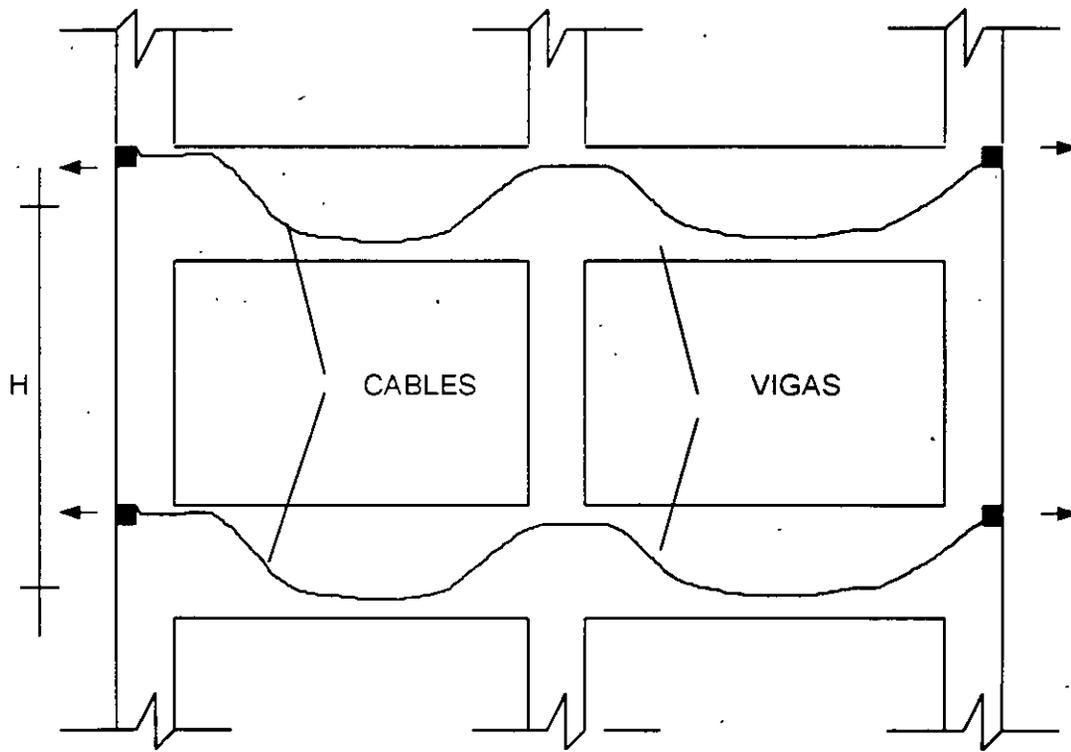


# ESTRUCTURACION POSTENTADA

## PLANTA



## ELEVACION





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, RECOMENDACIONES  
RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MÁS FRECUENTES FALLAS EN  
LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE UN HOTEL**

**ING. ALFREDO ARELLANO LÓPEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS RECOMENDACIONES  
RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES  
FALLAS EN LAS INSTALACIONES  
HIDROSANITARIAS DE UN  
HOTEL**

**ING. SERGIO HERRERA MUNDO**

**RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES  
FALLAS EN LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS  
DE UN HOTEL**

A).- TOMA DOMICILIARIA.

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.- PRESENCIA DE ARENA	• TUBERÍAS FRACTURADAS	• INSTALAR FILTROS "Y"
2.- PERDIDA POR FRICCIÓN	• ESCASO DIAMETRO	• AUMENTO DE DIÁMETRO DESPUÉS DE MEDIDOR
3.- DESBORDE FRECUENTE EN CISTERNA	• FALLA DE FLOTADOR	• CAMBIO POR CALIDAD • INSTALACIÓN ALARMA ALTO NIVEL

B).- CISTERNA

1.- PRESENCIA DE IMPUREZAS	• CISTERNA DESTAPADA	• REVISIÓN DE SELLADO DE ACCESO
2.- PRESENCIA DE ALIMAÑAS O ROEDORES	• TUBOS ABIERTOS	• REVISIÓN DE PROTECCIÓN DE TUBOS VENTILADORES
3.- CONTAMINACION ORGÁNICA	• TUBOS CERCANOS	• CORREGIR INFILTRACIONES

C).- EQUIPO DE BOMBEO

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRANSMISIÓN POR TUBERÍAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INSTALAR MANGUERAS FLEXIBLES</li> </ul>
2.-	GOLPES DE ARIETE EN BOMBAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIERRE ABRUPTO DE VÁLVULAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INSTALAR VÁLVULAS CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO</li> </ul>
3.-	GOLPE DE ARIETE ANTES DE TANQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GOLPE DE ARIETE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DERIVACIÓN DE LA RED AL TANQUE DE PRESIÓN BAJO EL NIVEL DE AGUA</li> </ul>
4.-	DESCEBADO DE SUCCIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FALLA DE VALVULA DE PIE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DERIVACIÓN DE LA TOMA A DESCARGAS DE BOMBAS</li> </ul>
5.-	BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FALLA EN SUCCIONES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• REVISIÓN DISTANCIA Y DIÁMETRO DE SUCCIONES</li> </ul>
6.-	ARRANQUE Y PARO CONSTANTE DE BOMBAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMÁTICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• REPOSICIÓN DE COLCHÓN DE AIRE</li> </ul>

D).- REDES DE ABASTECIMIENTO

PROBLEMA CAUSAS RECOMENDACIONES

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS		<ul style="list-style-type: none"> <li>HACER DERIVACIONES EN COLUMNAS PARA ROMPER ARMONÍA ONDAS.</li> </ul>
	a).- SISEO	VELOCIDAD EXCESIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALAR ESPIRALES DE LAMINA PARA REDUCIR VELOCIDAD</li> </ul>
	b).VIBRACIONES	TRANSMISIÓN DE EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISIÓN ANCLAJES A ESTRUCTURAS.</li> <li>INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS.</li> <li>INSTALAR MANGUERAS FLEXIBLES EN COLUMNAS.</li> </ul>
	c).- GOLPES	VÁLVULAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR QUE VÁLVULAS DE COMPUERTA ESTÉN TOTALMENTE CERRADAS.</li> <li>RETIRAR VÁLVULAS CHECK EN REDES.</li> </ul>
	d).- ARRANQUE Y PARO DE EQUIPO	TRANSMISIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISIÓN DE COMUNICACIONES CON TUBOS DE ESCALERA Y DUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACÚSTICO.</li> </ul>
2.-	FRACTURAS		<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES.</li> </ul>
	a).- MOVIMIENTO SÍSMICO.	ESFUERZO AL CORTE	
	b).- AGUA CALIENTE	POR DILATACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALAR JUNTAS DE DILATACIÓN.</li> </ul>
	c).- EN UNIONES	FALLA SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR CALIDAD DE MANO DE OBRA EN SOLDADURA, ROSCAS Y UNIONES ( CHECAR MOTIVOS ANTERIORES).</li> </ul>
	d).- EN UNIONES	GOLPE DE ARIETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOCALIZAR Y ELIMINAR EL GOLPE DE ARIETE.</li> </ul>

E).- ALIMENTACIONES INTERIORES.

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS		
	a).- GOLPE INTERMITENTE	LLAVES DE LAVABO FLOTADOR EN W C	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISIÓN DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO.</li> <li>REVISIÓN DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO.</li> </ul>
	b) - ACCION DE FLUXOMETROS	ALTA VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>INDISPENSABLE.AUMENTO DE DIÁMETROS.</li> </ul>
	c) _ GOLPES	GOLPE DE ARIETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR QUE EXISTEN CAMARAS DE PRESIÓN DE 60 cm DE LONGITUD EN TODOS LOS MUEBLES</li> </ul>
2.-	DEMASIADO TIEMPO PARA ABASTECER AGUA CALIENTE	SE ENFRÍA AGUA EN TUBERÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALARLO SI NO LO HAY REVISAR CIRCULADOR.</li> </ul>
3.-	VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA		
	a) - POR ACCIONAR MUEBLES CERCANOS	DIÁMETROS REDUCIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAMBIAR DIÁMETROS.</li> </ul>
	b).- POR ARRANQUE DE EQUIPO DE BOMBEO	SISTEMA DESBALANCEADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA.</li> </ul>
	c).- POR EXCESO DE TEMPERATURA	ALTA TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE.</li> </ul>
4 -	FALTA DE AGUA SIN MOTIVO APARENTE	AIRE EN TUBERÍAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>ELIMINAR AIRE EN TUBERÍAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS, REVISAR PENDIENTES HACIA VÁLVULAS ELIMINATORIAS DE AIRE.</li> </ul>
5 -	SALIDA INTERMITENTE DE AGUA (ESCAPE)	AIRE EN TUBERÍAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>ELIMINAR AIRE EN TUBERÍAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS, REVISAR PENDIENTES HACIA VÁLVULAS ELIMINATORIAS DE AIRE.</li> </ul>
6 -	SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA FRÍA	INSTALACIÓN ERRÓNEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR ALGUNA INTERCONEXIÓN INDEBIDA.</li> </ul>
		TUBERÍAS UNIDAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR QUE NO SE HAYA RETIRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS.</li> </ul>
		REGADERAS AJUSTABLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRA</li> </ul>
		CONEXIONES INVERTIDAS EN MEZCLADORAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR VÁLVULAS MEZCLADORAS DEL TIPO DE "RELOJ".</li> </ul>
7 -	SALPICADURAS EN LAVABOS	EXCESIVA PRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALAR VÁLVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES.</li> </ul>
8 -	MOLESTIAS POR USO DE REGADERA (GOLPEA)	EXCESIVA PRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>VERIFICAR QUE LA PRESIÓN NO EXCEDA DE 4 Ó 4.5 Kg. / cm<sup>2</sup>.</li> </ul>
9 -	FALTA AGUA EN MUEBLES ALEJADOS	FALTA DE PRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>VERIFICAR DIÁMETROS ( POR PERDIDA DE FRICCIÓN EN USO DE ALTA SIMULTANEIDAD)</li> </ul>
		EQUIPO INSUFICIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS</li> </ul>

F).- DESAGÜES Y VENTILACIÓN.

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1 - NO ARRASTRA SÓLIDOS EL INODORO	<ul style="list-style-type: none"> <li>DESCARGA INEFICIENTE</li> <li>POCA AGUA (TANQUES)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR DOBLE VENTILACIÓN.</li> <li>AUMENTAR CAPACIDAD DE AGUA EN CAJA.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>POCA AGUA (FLUXOMETRO)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REGULAR FLUXOMETRO A MAYOR CANTIDAD DE AGUA.</li> </ul>
2.- NO DESCARGA EL INODORO	<ul style="list-style-type: none"> <li>OBTURACION EN DRENAJE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DESTAPAR DRENAJE</li> </ul>
3 - ESCURRIMIENTOS EN PISO DE INODORO	<ul style="list-style-type: none"> <li>MUEBLE MAL ASENTADO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR JUNTA SELLADORA</li> </ul>
4.- ESCURRE EL TANQUE DEL INODORO	<ul style="list-style-type: none"> <li>FRACTURA O MAL MONTAJE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DESMONTAR Y REVISAR</li> </ul>
5 - SE DESBORDAN COLADERAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>OBTURACION EN DRENAJES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DESTAPAR DRENAJES</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>MUEBLES MAL CONECTADOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR DIÁMETRO DE DESCARGA</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>TINA A COLADERA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAMBIAR REJILLA POR TAPA CIEGA</li> </ul>
6 - NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE LAVABO	<ul style="list-style-type: none"> <li>OBTURACION EN TRAMPA "P"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DESTAPAR DRENAJE</li> </ul>
7.- PRESENCIA DE AGUA EN LAVABO SIN USO	<ul style="list-style-type: none"> <li>MUEBLES INTERCONECTADOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INDEPENDIZAR O CAMBIAR CONEXIÓN EN "T" POR "Y"</li> </ul>
8.- NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE FREGADERO	<ul style="list-style-type: none"> <li>GRASA EN LA TUBERÍA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ELIMINAR GRASA</li> <li>INSTALAR TRAMPA ESPECIAL</li> </ul>
9.- MALOS OLORES EN CUARTO DE BAÑO	<ul style="list-style-type: none"> <li>FALLA EL SELLO HIDRÁULICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACIÓN</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>SE EVAPORA EL SELLO HIDRÁULICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REPONER SELLO</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>FALTA SELLO O ROTO EN COLADERAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REPONER COMO EN COLADERAS</li> </ul>
10 - MOVIMIENTOS DE AGUA EN INODORO, SIN USARLOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>PRESIONES DE AIRE EN TUBERIAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACIÓN</li> </ul>
11.- PRESENCIA DE AGUA EN TINA, SIN USO	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOS TINAS INTERCONECTADAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CORREGIR EL SISTEMA, SEPARAR</li> </ul>
12 - EXPULSION DE AGUA POR CUALQUIER DESAGUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIRE EN TUBERIAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FALLA DE SISTEMA DE DOBLE VENTILACIÓN</li> </ul>
13 - DESBORDE DE MUEBLES PISOS BAJOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>CONEXION A TUBERIAS QUE OPERAN A TUBO LLENO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEPARAR ESTOS DRENAJES DE LOS PISOS SUPERIORES O DE BAJADA PLUVIAL</li> </ul>
14 - OBTURACIÓN DE BAÑOS PÚBLICOS DE DAMAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>PRESENCIA DE TOALLAS SANITARIAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUMENTAR DIÁMETRO DE TRONCALES A 150m</li> </ul>

G).- SISTEMA PLUVIAL

PROBLEMAS

CAUSAS

RECOMENDACIONES

1.-	HUMEDADES a).- EN LOSA.	• FISURAS	• REVISAR IMPERMEABILIZACIÓN
			• REVISAR SI HAY GRIETAS PILARES EN UNIÓN DE COLADERA.
			• REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA.
			• LIMPIAR COLADERA
	b).- EN MUROS	• FISURAS	• MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES.
			• REVISAR JUNTAS DE BAJADA
			• REVISAR QUE NO HAYA OBTURACIONES EN DRENAJE BAJO PISO.
2.-	COLADERA DESBORDADA EN VEZ DE DESAGÜE	• COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	• REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (OBTURADORES) EN BASE DE BAJADA.
3.-	BROTA AGUA EN REGISTROS DE ALBAÑAL	• FALTA DE CAPACIDAD DE COLECTOR	• AUMENTAR DIÁMETRO O DAR NUEVAS SALIDAS.
			• EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS SELLADOS.
4.-	PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	• ALBAÑAL PRINCIPAL SATURADO	• INSTALAR VÁLVULAS CHECK



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**IMPERMEABILIZACIÓN**

**ING. MARIO GÓMEZ GALVARRIATO  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**CURSOS ABIERTOS**  
**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**IMPERMEABILIZACION**

**ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MICROPRIMER</li> <li>• MICROFEST</li> <li>• MICROLASTIC</li> <li>• MICROLASTIC FBR</li> <li>• MICROSEAL 1</li> <li>• MICROSEAL 2 F</li> <li>• MICROSEAL 3 A</li> <li>• HIDROPRIMER</li> <li>• VAPORTITE 550</li> <li>• ROOF COATING</li> <li>• PLASTIC CEMENT</li> <li>• FESTER M.I.P.</li> <li>• ASFALTO OXIDADO</li> </ul>
ASFALTICOS	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FERROFEST "I"</li> <li>• VINLOX MEMBRANE COATING</li> <li>• FESTEGRAL</li> <li>• INTEGRAL AZ</li> <li>• FESTEX SILICON</li> </ul>
NO ASFALTICOS	
IMPERMEABILIZANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FESTERFELT</li> <li>• BUTILFEST</li> <li>• FESTER FLEX</li> <li>• FESTER PLY</li> <li>• PELICULA DE POLIETILENO</li> </ul>
MEMBRANAS DE REFUERZO	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FESTALUM</li> <li>• FESTER BLANC (VER SECC. RECUBRIMIENTOS)</li> <li>• FESTER BOND (VER SECC. RECUB.)</li> <li>• PINTURA DE HULE CLORADO (VER. SECC. RECUB.)</li> <li>• SUPER COLOR COAT (VER SECC. RECUBRIMIENTOS)</li> </ul>
ACABADOS	

PLASTICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEROFEST</li> <li>• ASBESTOFEST</li> <li>• ELASTOFEST</li> <li>• FESTIJOINT</li> <li>• S.R.H. 200</li> <li>• PLASTIC CEMENT (VER SECC. ASFALTICOS)</li> <li>• MICROSEAL 2F (VER SECC. ASFALTICOS)</li> </ul>
SINTETICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SILICON FESTER</li> <li>• THIOFEST</li> <li>• VINLOX C.W.C.</li> <li>• FESTAGRIL</li> </ul>
SELLADORES	
COMPLEMENTOS DE SELLADORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BANDA FLEXIBLE OJILLADA DE P.V.C. (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETO)</li> <li>• FEXPAN (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETOS)</li> <li>• SISMOFLEX (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETOS)</li> <li>• AEROFEST (VER SECC. PLASTICOS)</li> </ul>
VARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BRISTAR</li> <li>• FESTER TAK</li> <li>• APCOSEAL "FESTER TIPO I"</li> <li>• GEOTEXTILES SUPAC*</li> <li>• PETROMAT*</li> <li>• FESTERMICIDE</li> <li>• PISTOLA TUBULAR Y PISTOLA ½ CAÑA</li> <li>• ADITIVO PARA ASFALTO</li> </ul>

ADITIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FESTEGRAL</li> <li>• INTEGRAL AZ</li> <li>• FESTERLITH 1500 "N"</li> <li>• FESTERLITH 1500 "R"</li> <li>• FESTERLITH 1600 S.F.</li> <li>• FESTERLITH 1700 S.F.</li> <li>• FESTERLITH A.I.</li> <li>• FESTER MIX</li> <li>• FESTAIRE</li> <li>• FESTARD</li> </ul>
ADHESIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FESTER BOND</li> <li>• EPOXINE 200 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO</li> <li>• EPOXINE 220</li> <li>• EPOXINE 300 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO</li> <li>• EPOXINE 710</li> </ul>
MEMBRANAS CURADO	<p>DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CURAFEST BLANCO Y ROJO</li> <li>• CURAFEST BLANCO EMULSION</li> </ul>
PRODUCTOS PARA CONCRETO	
TRATAMIENTOS PISOS	<p>DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FERROFEST "H"</li> <li>• FERROFEST "H" L.P.U.</li> <li>• ENDUMIN Y ENDUMIN READY MIX</li> <li>• LAPIDOFEST</li> <li>• EPOXINE 500</li> <li>• EPOXINE 510</li> <li>• EPOXINE 1000 MORTERO</li> </ul>
GROUTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FERROFEST "G" Y FERROFEST "G" L.P.U.</li> <li>• FESTER GROUT N.M.</li> <li>• EPOXINE 600 GROUT</li> <li>• BANDA FLEXIBLE DE P.V.C (ojillada)</li> <li>• FEXPAN</li> </ul>
COMPLEMENTOS (DE PRODUCTOS PARA CONCRETO)	<p>PARA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SISMO FLEX</li> <li>• CIMBRA FEST</li> <li>• EPOXINE 200</li> <li>• EPOXINE 300</li> <li>• EPOXINE 400</li> <li>• INTEGRAL A.Z. (VER SECC. ADITIVOS)</li> </ul>

## EPOXICOS

- EPOXINE 100
- EPOXINE 400 (VER SECC. COMP. DE PROD. PARA CONCRETO)
- EPOXINE 500 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO)
- EPOXINE 510 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO)
- EPOXITRAN Y EPOXITRAN DILUYENTE
- DILUYENTE PARA EPOXINE

## ARQUITECTONICOS

- FESTER BLANC
- FESTER BOND (VER SECC. ADHESIVOS)
- SUPER COLOR COAT
- EPOXINE 100 (VER SECC. EPOXICOS)
- PINTURA DE HULE CLORADO
- FESTER ROLL
- SOLVENTE PARA FESTER ROLL

## RECUBRIMIENTOS

## INDUSTRIALES

- FESTARQ
- EPOXINE 100 (VER SECC. REC. EPOXICOS)
- EPOXINE 400 (VER SECC. COMP. DE PRODUCTOS P. CONCRETO)
- EPOXINE 500 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO)
- EPOXINE 510 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO)
- EPOXINE 710 (VER SECC. ADHESIVOS)
- EPOXINE 1000 MORTERO (VER TRAT. PISOS)
- EPOXITRAN
- EPOXITRAN DILUYENTE

## MICROPRIMER

### IMPRIMADOR ASFALTICO EMULSIONADO

#### DESCRIPCION

MICROPRIMER es una emulsión asfáltica líquida de gran estabilidad, con un alto contenido de sólidos.

#### USOS

- Para sellar la porosidad en superficies de mampostería y concreto.
- Como imprimador en impermeabilizaciones con MICROLASTIC, MICROFEST y en sistemas de aplicación en caliente.

#### VENTAJAS

- No es inflamable.
- Se aplica en superficies húmedas o secas.

#### RENDIMIENTO

1 litro de MICROPRIMER diluido con un litro de agua rinde aproximadamente 5 m<sup>2</sup>.

#### APLICACION

- Limpiar perfectamente la superficie.
- Diluir con agua a partes iguales y aplicar con brocha, cepillo o equipo mecánico.
- Una vez aplicado, permitir que el material seque 24 horas antes de cubrirlo con las capas impermeables.

#### PRESENTACION

Bote con 4 lt.

Cubeta con 19 lt.

Tambor con 200 lt.

#### ALMACENAJE

En lugar seco y fresco.

## MICROFEST

RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE FIBRATADO PARA TECHOS Y AZOTEAS.

### DESCRIPCION

Gompuestó asfáltico emulsionado, formado con fibras de asbesto y rellenos minerales.

### USOS

Para impermeabilizar techos y azoteas. Se adhiere a superficies húmedas o secas.

### VENTAJAS

- No es inflamable.
- Por su fácil aplicación y bajo costo, resulta el material ideal para AUTOCONSTRUCCIONES, obras económicas y de interés social.

### RENDIMIENTO

Sin membrana: 1.5 lt./m<sup>2</sup>

Con membrana: 1 lt./m<sup>2</sup> por capa

### APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasa, etc. Imprimir la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco el imprimador, aplicar una capa continua y uniforme de MICROFEST con brocha de ixtle o cepillo de fibra dura. Si el sistema es como membrana de refuerzo, utilizar FESTER FLEX, asentándolo perfectamente mientras aún esté fresco el MICROFEST\*. Un mínimo de 24 horas después, aplicar una segunda capa de MICROFEST\*. Ocho días más tarde, aplicar el acabado reflectivo FESTALUM o FESTERBLANC.

### PRESENTACION

Boté con 4 lt.

Cubeta con 19 lt.

Tambor con 200 lt.

### ALMACENAJE

Lugar seco y fresco

\* Tomar en cuenta el clima, la humedad y la zona donde se aplica

## MICROLASTIC

### IMPERMEABILIZANTE ELASTICO Y FLEXIBLE

#### DESCRIPCION

Dispersión de asfaltos refinados y derivados de hule modificado. Máxima elasticidad y flexibilidad. Extraordinaria adherencia a superficies húmedas o secas.

#### USOS

Como revestimiento impermeable para muros, techos, azoteas, dalas, coronas de cimentación, etc., siempre como segunda capa impermeable. Como adhesivo para placas de aislamiento térmico. (poliestireno, poliuretano, etc.).

#### VENTAJAS

Por su alta elasticidad y flexibilidad se adapta perfectamente a los esfuerzos por las contracciones térmicas que sufren los diversos elementos constructivos. Se adhiere firmemente a superficies de cualquier textura húmedas o secas, en cualquier temporada del año.

#### RENDIMIENTO

Sin membrana: 1.5 lt./m<sup>2</sup> a dos manos.

Con membrana: 1 lt./m<sup>2</sup> por capa.

#### APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasa, etc. Imprimir la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco, se recomienda aplicar una primera capa con MICROFEST o MICROSEAL 3A, asentando FESTER FLEX, dejar secar un mínimo de 24 hrs., y después, aplicar una segunda capa con MICROLASTIC. Ocho días después, aplicar el acabado reflectivo FESTERBLANC. No se debe aplicar FESTALUM.

#### PRESENTACION

Bote con 1 lt..

Bote con 4 lt..

Cubeta con 19 lt..

Tambor con 200 lt..

#### ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

## MICROLASTIC FBR

### IMPERMEABILIZANTE AHULADO DE ALTA VISCOSIDAD

#### DESCRIPCION

Compuestos de asfaltos seleccionados, mezclas de hules modificados y cargas minerales, alta viscosidad. Gran elasticidad y adherencia a superficies húmedas o secas.

#### USOS

- Como recubrimiento impermeable para techos, azoteas, muros, cimentaciones, etc.
- Como cama para aislamientos térmicos.
- Obras de interés social.

#### VENTAJAS

- Su gran contenido de cargas minerales y hules modificados permiten en ciertos casos aplicar MICROLASTIC FBR sin membrana de refuerzo.
- Su alta viscosidad facilita el control del espesor durante la aplicación.

#### RENDIMIENTO

Sin membrana: 2 lt./m<sup>2</sup> a dos manos.

Con membrana: 1 lt./m<sup>2</sup> por capa.

#### APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasas, etc. Imprimir la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco, aplicar una capa de MICROLASTIC FBR sin diluir ni calentar, con brocha de ixtle, cepillo de fibra dura o equipo mecánico. Si el sistema es con membrana, asentar FESTER FLEX inmediatamente. 24 hrs. después, aplicar una segunda capa de MICROLASTIC FBR. Ocho días después, aplicar el acabado reflectivo FESTER BLANC. (No utilizar FESTALUM).

#### PRESENTACION

Bote con 4 lt.

Cubeta con 19 lt.

Tambor con 200 lt.

#### ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

## MICROSEAL 1

### SELLADOR ASFALTICO ANTICORROSIVO

#### DESCRIPCION

Dispersión asfáltica de consistencia líquida.

#### USOS

- Para imprimir superficies húmedas o secas antes de la aplicación de MICROSEAL 2F o MICROSEAL 3A.
- Para conservar estructuras de madera y metal en la intemperie.

#### VENTAJAS

- No es inflamable
- Contiene sustancias que impiden la acción de elementos corrosivos, como las sales marinas.

#### RENDIMIENTO

1 litro de MICROSEAL 1 diluido en 1 litro de agua rinden aproximadamente 5 m<sup>2</sup>.

#### APLICACION

##### a) Estructura de metal o madera.

- Limpiar perfectamente la superficie y dejarla sin oxidación, barnices y pintura mal adherida.
- Agitar el MICROSEAL 1 y aplicar con brocha, cepillo o pistola de aire.
- Dejar secar un mínimo de 24 hrs. antes de aplicar cualquier sistema.

##### b) Mampostería y Techos.

- Limpiar perfectamente la superficie a que quede libre de polvo y partículas sueltas.
- Diluir el MICROSEAL 1 con agua a partes iguales y aplicar con brocha, cepillo o pistola de aire.
- Dejar secar un mínimo de 24 hrs. antes de aplicar cualquier sistema.

#### PRESENTACION

Bote con 4 lt.

Cubeta con 19 lt.

Tambor con 200 lt.

#### ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

## MICROSEAL 2F (FIBRATADO)

### IMPERMEABILIZANTE Y TERMOAISLANTE PARA SUPERFICIES HUMEDAS

#### DESCRIPCION

Dispersión asfáltica, con fibras de asbesto y rellenos minerales selectos.

#### USOS

Ideal como base para materiales aislantes y como recubrimiento para cuartos de refrigeración.

#### VENTAJAS

Excelente como impermeabilizante para superficies húmedas y como material termoaislante.

#### RENDIMIENTO

Sin membrana: 2 lt./m<sup>2</sup>

Con membrana: 1 lt./m<sup>2</sup>

#### APLICACION

Limpiar perfectamente la superficie. Imprimir con MICROSEAL 1 y al secar, colocar una primera capa de MICROSEAL 2 fibratado sin diluir y sin calentar, con brocha de ixtle, cepillo de fibra dura o equipo mecánico. Si el sistema es con membrana, asentar el FESTER FLEX de inmediato. 24 hrs. después, aplicar una segunda capa de MICROSEAL 2F. Cuando el recubrimiento impermeable quede a la intemperie proteger con el acabado reflectivo FESTERBLANC o FESTALUM.

#### PRESENTACION

Bote con 4 lt..

Cubeta con 19 lt..

Tambor con 200 lt..

#### ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

Dr. 47

## MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

### I.- MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

Estos materiales tienen por definición, la cualidad principal de impedir el paso del agua a través de las películas que forman. Sin embargo, ésta no debe ser su única característica, pues existen otras que son también de mucha importancia. Por ejemplo: deben ser dúctiles, tener cierta elasticidad y plasticidad, ser resistentes al envejecimiento o a la intemperie y tal vez al tránsito, no deben escurrir a temperaturas ambientes máximas y su instalación debe ser fácil, además de tener una buena adherencia sobre los sustratos y tener precio razonable, por mencionar algunas más. Todas éstas son características que deben reunir estos materiales para que su uso se justifique en las construcciones.

Existen normas de calidad hechas por la American Society For Testing and Material (A.S.T.M.) para todos estos materiales.

Estas y otras normas, han sido establecidas para definir con toda claridad la calidad de un impermeabilizante determinado, con las cuales el constructor puede establecer requerimientos y comparaciones, y así, solicitar a proveedores o contratistas, materiales que cubran las normas de calidad correspondientes. Por lo tanto, al solicitar impermeabilizantes que cubran especificaciones determinadas, ya se está dando el primer paso para obtener mejores impermeabilizaciones, pues al menos no habrá fallas motivadas por la mala calidad del material.

El estudio de los materiales impermeabilizantes se ha dividido en dos grandes grupos: los bituminosos y los no bituminosos. Los bituminosos están fabricados a partir de asfaltos de petróleo o bien de alquitrán de hulla. En el caso concreto de México, el asfalto es especialmente abundante y el alquitrán de hulla bastante escaso, por lo cual prácticamente sólo se emplea el asfalto para la fabricación de impermeabilizantes.

Los bituminosos se pueden subdividir por su forma de aplicación, ya que ésta se puede efectuar en caliente, en frío, en forma prefabricada o en combinación de ellos tres.

A continuación se explica el uso de cada material y se describen las principales características que ellos deben poseer:

#### 1°.- LOS CEMENTOS PLASTICOS ("BITUPLASTIC")

Ellos son mastiques asfálticos que se emplean en el calafateo de grietas y zonas críticas.

Las características que deben reunir estos materiales son las siguientes:

Tendrán como vehículo, solvente en pequeñas cantidades, para que no se produzcan resecamientos no contracciones fuertes

Su consistencia es la de una pasta espesa no escurrible, aplicable a espátula.

Ellos deben tener una alta ductilidad, pues deben soportar movimientos en grietas y juntas.

Su resistencia al intemperismo debe ser muy buena, pues algunas veces quedan expuestas a la intemperie, como por ejemplo, cuando se usa para sellar tornillos en techos de lámina o para trabajos de mantenimiento, y de hecho, se puede decir que estos materiales nunca deben de perder su ductilidad.

## 2°.- LA BASE IMPRIMADORA

### a)- BASE IMPRIMADORA EN SOLVENTES ("IMPERPRIM SOLVENTE"):

Ellos son líquidos de color negro que se emplean como base "tapa poros" en las superficies por impermeabilizar y sirven también para asegurar la adherencia de las capas subsecuentes. Deben tener como características necesarias una viscosidad muy baja, pues deben penetrar lo más posible en la porosidad de la superficie. Su secado debe ser rápido para que no se interrumpan demasiado los trabajos de impermeabilización. Debe lograrse una adherencia en húmedo buena, porque generalmente cuando se usa sobre las losas de concreto, éstas tienen un alto contenido de humedad. Puesto que la mayoría de los solventes empleados no son compatibles con el agua, es necesario que la fórmula contenga solventes aditivos que contrarresten es inconveniente.

### b)- BASE IMPRIMADORA EN EMULSION ACUOSA ("IMPERPRIM S-L"):

Es un líquido café oscuro que tiene el mismo uso y características que la base imprimadora en solventes, pero con la ventaja de que se penetra más en el concreto húmedo, debido a que el vehículo adelgazador es agua, en lugar de solventes derivados del petróleo, con lo cual se logra también un manejo menos peligroso, si bien su secado es un poco más lento.

## 3°.- REVESTIMIENTOS IMPERMEABLES

### a)- DE APLICACION EN CALIENTE ("OXIBIT 1412"):

Desde mediados del siglo pasado tomó gran popularidad el uso de asfalto soplado u oxidado para la impermeabilización de techos, ya que para un mismo punto de reblandecimiento, se obtiene mayor ductibilidad en asfalto oxidado que en los asfaltos endurecidos exclusivamente por destilación con arrastre de vapor, lo cual se traduce en mayor resistencia al agrietamiento motivado por los cambios de temperatura y por los movimientos de los techos.

Las características más notables y sencillas de medir de un asfalto son "el punto de reblandecimiento", mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir qué tipo de asfalto oxidado se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientes. Obviamente para mayor inclinación o temperatura, se requiere un mayor punto de reblandecimiento.

La "penetración" es una medida muy importante, porque está directamente relacionada con la ductilidad del material, es decir, con la propiedad de estirarse sin romper la continuidad de la película, lo cual produciría grietas en el sistema impermeable y permitiría el paso del agua.

Generalmente un asfalto con mayor punto de reblandecimiento tienen menor penetración (menos ductilidad), por lo cual es conveniente emplear asfalto con la mayor penetración posible, procurando que no disminuya el punto de reblandecimiento, para evitar que la carpeta impermeable se escurra e inutilice la impermeabilización. Cuando se utilicen estos productos, es muy importante no sobrecalentar ni recalentar el material, ya que en ambos casos se eliminan aceites plastificantes, provocándose un degradamiento en las características y propiedades del asfalto, lo que origina un envejecimiento prematuro del material. Por ello es necesario disponer del equipo adecuado de calentamiento, como son las calderas especiales para este fin, que disponen de termómetros, aislamiento térmico, etc.

Los usos específicos de cada tipo de asfalto oxidado, dependen de la pendiente del techo; de las máximas temperaturas, del calor, peso y tipo de acabado, etc. En términos generales, podemos decir que el tipo "A" sólo debe utilizarse en techos con poca pendiente y en climas extremadamente fríos, no en México.

El tipo "B" en techos con poca pendiente y en climas fríos, aplicable a muy pocas regiones de México.

El tipo "C" en techos con pendientes hasta de 50°, en climas templados o en techos con pendientes pequeñas y en clima cálido.

Finalmente, el tipo "D" en techos con pendientes fuertes y en clima cálido.

De lo anterior se desprende que para las condiciones de nuestro país, el tipo "C" debe ser el de uso general, y solamente en casos extremos se deberá emplear el tipo "D".

Los asfaltos oxidados de aplicación en caliente pueden mejorarse, dándoles mayor ductilidad, mediante un proceso de oxidación catalítico, haciéndolos más elásticos mediante la incorporación de hules sintéticos, o confiriéndoles mayor resistencia al intemperismo mediante la incorporación de ciertas cargas minerales. Sin embargo, se recomienda a los técnicos especificadores, que constaten que esas adiciones se efectúen en fábricas debidamente instaladas y bajo control químico, porque, cuando se hacen en forma empírica, generalmente degradan la calidad del revestimiento asfáltico.

Puede pensarse que la impermeabilización con asfalto oxidado de aplicación en caliente, seguirá siendo por muchos años la alternativa más económica para impermeabilizar y que, siguiendo los lineamientos de instalación correctos, bajo un sistema impermeable fuerte y completo, resuelve con éxito la protección de muchos tipos de techos.

## b)- DE APLICACION EN FRIO

### b. 1) - REVESTIMIENTO EN FRIO CON BASE EMULSION ACUOSA ("IMPERCOAT S-40", "ELASTICOAT", "FIBRACOAT").

Estos revestimientos impermeables reúnen notables ventajas entre las que destacan las siguientes:

- Se obtienen ya listos para usarse y no es necesario calentarlos previamente. Son flexibles a bajas temperaturas y no escurren en las condiciones más extremas.
- Se adhieren sobre todo tipo de superficies o materiales húmedos o secos.
- Funcionan sobre pendientes con cualquier inclinación, aún verticales.
- Su manejo es sencillo y exento de peligros.
- Se pueden aplicar en forma manual o con equipo neumático.
- Conservan sus propiedades por largo tiempo, aún en exposiciones directas al intemperismo.
- Se pueden emplear solos o combinados con membranas de refuerzo, para obtener sistemas multi-capas.
- Las limitaciones de estos productos son las siguientes
  - I. No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.
  - II. Requieren de 4 a 8 horas de tiempo de secado por capa, y su costo es algo mayor que los revestimientos de aplicación en caliente, pero tienen ventajas que, en algunos casos, los justifican ampliamente.

### b. 2)- REVESTIMIENTOS EN FRIO EN BASE DE SOLVENTES ORGANICOS ("ASFASOL", "FLEXOL").

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos productos impermeabilizantes que se aplican directamente del envase y cuyo vehículo es un solvente; reciben también el nombre de impermeabilizantes rebajados. Estos impermeabilizantes son productos asfálticos mejorados con la adición de fibra de asbesto, elastómeros y rellenos minerales, que alargan su vida y permiten que formen capas, con una gran resistencia al agrietamiento producido por los efectos de la intemperie.

Los impermeabilizantes rebajados forman películas flexibles y sumamente impermeables con características de gran adhesividad, lo que permite que se utilicen no sólo como impermeabilizantes en sistemas nuevos, sino también como productos para rejuvenecimiento en sistemas ya aplicados y que puedan tener cierto deterioro. Además, ellos soportan inmersión continua.

## 4°.- MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIELTROQUIM", "IMPERFELT", "VITROCOAT")

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esto impermeabilizaciones más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua.

Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

- I. Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
- II. Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
- III. Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
- IV. Aumentan la resistencia del sistema impermeable a los esfuerzos mecánicos.
- V. Retrasan el avance de las grietas superficiales hacia la losa.

Las diversas membranas de refuerzo que se obtienen en el mercado mexicano, cubren las funciones enumeradas y es aceptado que dichas membranas son elementos recomendables en un buen sistema de impermeabilización.

En el mercado nacional existen diferentes tipos de membranas, teniéndose entre ellas los fieltros, elaborados a base de fibras de celulosa, madera, algodón o fibras sintéticas, con las que se forman fieltro laminados que se saturan con asfalto y se utilizan como elementos de refuerzo con impermeabilizantes de aplicación en caliente. Estas membranas son impermeables por sí mismas, por lo cual aumentan la efectividad del sistema, además del refuerzo que le confieren.

Existen también membranas de filamentos de fibra de vidrio que se saturan o no con asfalto y que se utilizan como refuerzo en impermeabilizaciones de aplicación en caliente o en frío. Estas membranas no son impermeables de por sí, por lo cual sólo actúan como refuerzo.

#### 5°.- MATERIALES PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO")

Los materiales prefabricados contienen tres de los elementos enunciados para un sistema impermeable, en un solo conjunto, ya que constan de un fieltro de celulosa o fibra de vidrio, recubierto con asfaltos estabilizados, terminando o no, con gravillas minerales opacas y decorativas.

De acuerdo con las necesidades del diseño, se pueden colocar como capas intermedias o de acabado.

#### 6°.- ACABADOS

Los acabados son un elemento fundamental en la impermeabilización y con mucho acierto se ha dicho que, la vida útil del acabado, es la vida del sistema impermeable.

Lo anterior es comprensible, si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y por los destructores rayos ultravioleta de la luz solar. También debe considerarse que los materiales asfálticos, principalmente los de aplicación en caliente, son muy poco resistentes a la acción de la intemperie, por lo cual no es recomendable que queden directamente expuestos. Por ello, debe procurarse mantener siempre en condiciones, el acabado de cualquier impermeabilización.

Los acabados para impermeabilizaciones deben ser de colores claros, con el objeto de que los techos se calienten lo menos posible, lográndose con esto que los interiores se mantengan más frescos y que la vida útil de la impermeabilización se vea incrementada.

Los acabados más frecuentes para terminar los sistemas de impermeabilización, son los siguientes:

- I. Las gravillas naturales o pigmentadas.
- II. Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
- III. Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
- IV. Las pastas reflejantes (Fabricadas empleando "QUIMIWELD").
- V. El papel aluminio.
- VI. En enladrillado u otro recubrimiento cerámico.
- VII. Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXÓCRETO").
- VIII. Los recubrimientos elastoméricos con alta resistencia a la abrasión ("TIROLPLASTIC").
- IX. Los acabados prefabricados ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Veamos con más detalle:

- I. LAS GRAVILLAS NATURALES O PIGMENTADAS, son muy interesantes por su naturaleza inorgánica que les confiere alta resistencia al intemperismo, lográndose una amplia vida útil. Sin embargo, debe hacerse notar, que entre partícula y partícula hay intersticios en los cuales queda expuesto el asfalto al ataque de los elementos, además de que estas gravillas, generalmente tienen algún contenido de humedad, por lo que, al aplicarse en asfalto caliente, hay un anclaje pobre, lo cual ocasiona que posteriormente las gravillas se desprendan y quede "calvo", por así decirlo, el recubrimiento impermeable. Para evitar estos problemas, se recomienda aplicar una capa de acabado adicional sobre la base de gravillas, con lo cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.
- II. LAS PINTURAS BITUMINOSAS ("BITUCOLOR ALUMINIO"), de color aluminio, son un acabado muy fácil de instalar, por lo que son ideales para trabajos de mantenimiento continuo, tienen una vida útil del orden de 1 a 3 años, dependiendo de su calidad y deben ser renovadas frecuentemente. No se recomiendan para techos con tránsito y su reflectividad es de primera clase.
- III. LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"), son muy decorativos y durables, pero deben tener ciertas características para asegurar buenos resultados. Ellos no se deben aplicar directamente sobre asfalto de aplicación en caliente, sino sobre una base previa de gravilla o fibras ancladas al asfalto y pueden ser aplicados en forma directa, sobre algunos revestimientos de aplicación en frío. Deben formar películas con buena elasticidad y estar formuladas con resinas exentas de plastificantes volátiles, para que no se rigidicen rápidamente con la exposición directa al sol. Un acabado que cumpla las anteriores consideraciones, aplicado con un rendimiento del orden de ½ litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.
- IV. LAS PASTAS REFLECTIVAS, se fabrican a partir de cal, cemento blanco y un ligante a base de resinas emulsionadas que les confiere cohesión y buena adherencia ("QUIMIWELD").

Estas pastas son durables y económicas, por lo cual su uso se ha extendido bastante. Son resistentes al intemperismo y soportan bien el tránsito eventual. Por ser rígidas, pueden aparecer ligeras fisuras, pero ellas no crean fallas de impermeabilidad.

- V. EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflejante y es resistente al intemperismo. Sin embargo, su uso se ha visto limitado por su pobre adherencia al asfalto, que ocasiona rápidos desprendimientos y roturas que dejan al descubierto el asfalto en un tiempo muy breve.
- VI. EL ENLADRILLADO, es el recubrimiento tradicional de azoteas en nuestro país, y es un magnífico elemento protector para impermeabilizaciones. Entre sus cualidades podemos enumerar que es un material decorativo, que da un buen aislamiento al calor, siendo resistente a la intemperie y al tránsito frecuente. Cuando el ladrillo se coloca cuidadosamente sobre una impermeabilización, sin dañar a ésta, se puede asegurar que la impermeabilización tendrá una vida útil prolongada. Sin embargo, en la práctica se observa que los enladrilladores destruyen la carpeta impermeable, casi en forma inevitable, con lo que las filtraciones se manifiestan en seguida. La viciada práctica constructiva de fijar los hilos de nivel con clavos, directamente sobre la superficie; lo de palear mezcla sobre la azotea; la de hacer pilas de ladrillos o de transitar con carretillas sobre las impermeabilizaciones, producen daños que rompen la continuidad del sistema y se presentan posteriormente las humedades. Es muy importante llamar la atención sobre el punto anterior, para así poder lograr una mayor colaboración entre los residentes, albañiles e impermeabilizadores, que redunde en trabajos más seguros, mejor coordinados y ejecutados. Siempre el trabajo en equipo, dará mejores frutos.
- VII. LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS ("FLEXOCRETO"), han ido adquiriendo en los últimos tiempos mayor importancia, como acabados para impermeabilización. Ellos son verdaderos sustitutos del enladrillado, ya que soportan tránsito pesado, aún de vehículos, y su vida útil es muy prolongada. Estos acabados se aplican con espesores mínimos de 1 cm y se hacen a base de emulsiones asfálticas, con agregados de granulometría controlada y cemento Portland, colocándose sobre el techo por medio de maestras y emparejando con reglas de madera, en la misma forma en que se cuele un piso de concreto, pudiéndose obtener tanto acabados finos, como ásperos. Como estos acabados son colocados por el mismo instalador de la impermeabilización, se logra una garantía total sobre la impermeabilidad del techo, ya que se elimina la posibilidad de que durante el enladrillado se dañe la impermeabilización. Creemos que este tipo de acabados se irá aplicando cada vez más por las ventajas que posee. Estos acabados son magníficos sustitutos del ladrillo, pero no deben emplearse como impermeabilización única. Con ellos se obtendrá un funcionamiento óptimo si se colocan siempre sobre un sistema de impermeabilización completo, que contenga todos los elementos requeridos.
- VIII. RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION ("TIROLPLASTIC"). En los últimos tiempos se han venido desarrollando algunos recubrimientos "tipo pintura", que llevan en su formulación agregados de muy alta

resistencia a la abrasión, con lo cual se obtienen superficies que no se desgastan fácilmente con el tránsito de personas.

Estos revestimientos especiales superan a otro tipo de materiales semejantes, en cuanto a su resistencia al tránsito. Son de muy alta duración y se instalan fácilmente, teniendo también la característica de poderse colocar prácticamente en cualquier color.

- IX. ACABADOS PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO"). La característica de estos acabados es que son sumamente resistentes a la intemperie y de color uniforme, son fáciles de colocar y dan buena impermeabilidad a los sistemas en los que se aplican.

Estos son, a grandes rasgos, los materiales impermeabilizantes más usados hoy en día. Claro está que faltarían mencionar otros tales como las láminas metálicas, ya de cobre o plomo, u otros materiales como tejas o pizarras que en sí no son materiales impermeabilizantes.

## II.- SISTEMAS IMPERMEABLES

Ya se ha establecido que los sistemas impermeabilizantes deben constar con un mínimo de tres componentes principales que son:

- a) EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
- b) LA CARPETA IMPERMEABLE.
- c) EL ACABADO.

El primario o base adherente tendrá por objeto sellar la porosidad y las partículas de polvo sueltas en la superficie. La carpeta impermeable, será la verdaderamente responsable de la impermeabilidad del sistema. Estas carpetas pueden estar formadas por capas alternadas de revestimientos y membranas de refuerzo. Se acepta generalmente que, a mayor número de capas, se obtiene más seguridad y mayor duración, lo cual es relativamente cierto cuando se comparan entre sí sistemas a base de los mismo materiales. Sin embargo, debe de considerarse también, que existen materiales de mejor funcionamiento con los que se obtienen óptimos resultados a espesores menores. Podemos establecer que un material más elástico, dúctil, impermeable y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menor espesor. Los acabados, como ya quedó dicho también, tienen por función proteger a la carpeta impermeable contra el ataque del intemperismo y del ataque físico por el uso inadecuado e imprevisto a que se somete esa carpeta.

Una vez establecidos ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

- i. Los de aplicación en frío.
- ii. Los de aplicación en caliente
- iii. Los de aplicación mixta.
- iv. Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

i. LOS DE APLICACION EN FRÍO.

Ellos se efectúan partiendo de materiales listos para usarse, sin necesidad de calentarlos. Los materiales de aplicación en frío se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, en algunos casos aún estando húmedas, lo cual reduce la posibilidad de que se presenten las tan comunes burbujas y desprendimientos, aunque algunas veces aparecen cuando se trabaja con superficies con alto contenido de humedad.

Otro aspecto interesante es que los refuerzos que se emplean para aplicaciones en frío son generalmente dúctiles y flexibles, lográndose con ello trabajos mejor adaptados a las sinuosidades de las superficies.

Ventajas también muy importantes de estos sistemas de aplicación en frío, son que no se escurren, sea cual fuera la inclinación de las superficies o la temperatura de operación y que tampoco se cristalizan.

Se debe mencionar que estos sistemas son muy resistentes al intemperismo y al envejecimiento natural, manteniéndose impermeables, flexibles y dúctiles durante muchos años.

Así pues, los impermeabilizantes en frío son sumamente ventajosos en la mayoría de los casos, ya que su instalación es rápida y sin molestias, además de que tienen una gran efectividad y larga duración.

Por otra parte, estos materiales son bastante indicados para trabajos de mantenimiento local, ya que por su facilidad de aplicación pueden ser instalados por personal que tenga poco entrenamiento.

ii. SISTEMAS DE APLICACION EN CALIENTE.

Los sistemas de impermeabilización que se aplican en caliente, tienen la ventaja de ser económicos, formar carpetas fuertes y resistentes a la penetración y resistir el tránsito y el uso rudo que suele existir en algunas obras en construcción. Por estas razones es recomendable su uso en techos que serán recubiertos con enladrillado, además de cualquier otro tipo de obra en las que se requiera una buena protección a bajo costo. Ventaja adicional de estos materiales es la de que están exentos de solventes.

Para que estos materiales se puedan aplicar en forma adecuada, deben de ser calentados hasta que se fundan. Sin embargo, la temperatura del calentamiento no debe ser superior de 220 °C., porque se degradan. Tampoco debe recalentarse el material durante más de 10 hr., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies húmedas. Se puede decir pues, que los procedimientos de impermeabilización a base de asfaltos, oxidados aplicados en caliente, están llamados a perdurar en la industria de la construcción, mientras no se encarezcan demasiado los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

iii. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA.

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminados con una capa superior de impermeabilizante en frío, con lo cual se logran conjugar las ventajas de ambos procedimientos, que son: obtener fuerza y resistencia al mal trato, que confiere la impermeabilización en caliente; protegerla por un recubrimiento en frío, que soporta el intemperismo y el envejecimiento. Simultáneamente se fijan mejor las gravillas y se pueden terminar bien varios detalles que son fundamentales para asegurar la eficacia de la impermeabilización, tales como: pretilas, bajadas pluviales, tuberías, etc., lográndose además una cubierta superior, sumamente resistente al agrietamiento.

Lo anterior explica el porqué, con los sistemas mixtos, se obtienen carpetas impermeables seguras y durables.

iv. SISTEMAS A BASE DE PREFABRICADOS.

Estos sistemas tienen la ventaja de poseer un espesor uniforme controlado en fábrica, con lo cual se obtiene una protección adecuada en todos los puntos recubiertos. Son indicados para recubrir superficies desde bajas temperaturas, hasta de 60 °C., sin riesgo de escurrimiento. Además, debemos mencionar que su acabado granulado en colores, se aplica en fábrica, lográndose con ello un aspecto decorativo de larga duración.

Este tipo de sistemas se pueden fijar sobre la superficie, bien por medios mecánicos o bien por medio de adhesivos asfálticos en frío o caliente, con bastante rapidez; es recomendable colocar membranas de refuerzo adicionales.

## IMPERMEABILIZANTES NO BITUMINOSOS.

Todo lo que se ha mencionado anteriormente se refiere a impermeabilizantes de índole asfáltica. Sin embargo, hay que indicar que existen otros impermeabilizantes de distinta base, los cuales se pueden dividir en:

- 1) ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR", "ALBERQUIM"), que pueden ser líquidos o ya en membranas prefabricadas.

LOS ELASTOMERICOS LIQUIDOS. Son los productos que se aplican por medio de brocha o equipo de aspersión, sobre las superficies.

Algunos de ellos curan por evaporación del solvente y algunos otros por reacciones químicas, significando que son cien por ciento sólidos. Estos materiales tienen magníficas propiedades generales. Por ejemplo: los hay que son a base de neopreno-hypalon, poliuretanos o hule clorado, y se emplean con éxito en el acabado de albercas. Tienen alta resistencia al intemperismo y una gran elasticidad. Sin embargo, su uso en techos es bastante limitado, debido al muy alto precio del producto.

LOS ELASTOMERICOS SOLIDOS. Que se presentan ya en forma de membranas prefabricadas, tales como las de hule butilo, P.V.C. o similares; tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, como las superficies no son siempre totalmente planas, sino que hay algunas irregularidades, se forman pequeños olanes durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pegar en forma eficiente. El resultado es que aunque a través de la membrana no logra pasar el agua, ella pasará por el traslape, ocasionando muy serios problemas. Por esta razón, la aplicación de estos materiales se debe encargar a compañías muy especializadas en este tipo de trabajos.

## 2) MATERIALES VARIOS.

Otro grupo sería el formado por los materiales rígidos, cerámicas, materiales rígidos, cerámicos, materiales rígidos laminados tales como las tejas, las láminas metálicas, que pueden ser de cobre, plomo, fierro o aluminio y un tercer grupo que estaría formado por los materiales de capilaridad negativa o hidrófugos, en los cuales podríamos señalar dos grupos: los silicones para impermeabilizaciones de superficies verticales y el de los impermeabilizantes integrales, formados a base de jabones metálicos.

## 3) MATERIALES CERAMICOS.

En el grupo de los materiales rígidos, cerámicos, tenemos por ejemplo las tejas, que en algunas épocas se han usado como materiales únicos en los techos, pero que debido a que se rompen y desacomodan fácilmente con el viento, se considera que su uso, hoy en día, debería de destinarse más bien a fines únicamente decorativos y de protección contra la intemperie. Lo correcto sería colocar debajo de las tejas una impermeabilización formal, como sucede en otros países. Este material día a día va cayendo en desuso.

## 4) LAMINAS METALICAS.

Podríamos citar las láminas metálicas de plomo o de cobre. Como ejemplo de la aplicación de ellas se pueden mencionar el Palacio de los Deportes o la misma Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en la Ciudad de México. Con su uso se pueden lograr efectos decorativos muy interesantes y de muy alta duración. Sin embargo, se debe señalar que su colocación significa una verdadera obra de artesanía, ya que deben de soldarse con todo cuidado los traslapes oblicuos. Además, en ellas deben de hacerse recortes muy finos y su costo es muy elevado, lográndose muy buenos resultados, aunque deben ser tomados en cuenta los inconvenientes ya mencionados.

En cambio, no es lo mismo cuando se usan láminas de fierro, aun cuando éste galvanizado, porque existen puntos, sobre todo donde se daña el galvanizado a la hora del engargolado en los traslapes, que inevitablemente se oxidan, se corroen y dan puntos de penetración al agua. Lo más grave de este tipo de recubrimientos, es que posteriormente el agua se almacena debajo de ellos y "sigue lloviendo" muchos meses después de que pasa la temporada de lluvias. Así pues, se recomienda que estos

acabados sean tratados con mucho cuidado, cuando decidan usarse las láminas de fierro como impermeabilizantes.

- 5) Un quinto grupo sería, como ya se mencionó, el de los MATERIALES DE CAPILARIDAD NEGATIVA. Estos materiales no forma verdaderas películas sobre los materiales que protegen, sino que su acción consiste en invertir la capilaridad de las porosidades, de tal manera que de ser afines hacia el agua sean repelentes hacia ella, por lo cual habrá cierto rechazo al agua que esté en contacto con esa superficie. Naturalmente que el agua es rechazada en tanto que la presión que la empuja hacia dentro, son supere a la fuerza de repelencia.

Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos a su vez, divididos en dos grupos, formados por:

- a) SILICONES REPELENTES ("AQUASIL "A" Y "S" ), los cuales se emplean para proteger de la entrada de agua de la lluvia, superficies verticales. Debe hacerse hincapié en que estos repelentes a base de silicones, no son para impermeabilizar techos, puesto que ahí se acumulan tirantes de agua con presiones suficientes para vencer a la repelencia de los silicones. Deben emplearse exclusivamente en fachadas en las cuales se tengan acabados a base de materiales absorbentes, con la limitación de que los poros de dichos materiales deben de ser de tamaño capilar. Si son poros grandes, entonces la acción de los silicones se ve bastante disminuida y el agua será absorbida hacia el interior.
- b) El segundo grupo de estos materiales es el formado por lo IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES ("IMPERQUIM POLVO, LIQUIDO Y PASTA") que, generalmente, están formados a base de jabones metálicos, con lo cual se disminuye grandemente la absorción del agua. Debe decirse que estos materiales tampoco son una solución completa en losas de concreto, ya que ahí el agua no entrará exclusivamente por la porosidad que queda en el concreto, sino que también penetrará a través de las fisuras capilares y por todos los detalles constructivos que componen la losa, independientemente de que en ellos invariablemente se presentan agrietamientos posteriores al colado, por la hidratación natural del cemento, o bien, por los asentamientos de las construcciones.

Así pues, los impermeabilizantes integrales son adecuados y se recomiendan más bien para disminuir en alto grado la absorción de agua a través de cimentaciones, en muros de concreto, cisternas, etc., pero con las serias reservas ya mencionadas. Una vez enumerados los diferentes materiales impermeabilizantes con que se cuenta, y explicada la forma de combinarse para lograr lo que se llama un sistema impermeable, se señalan algunos sistemas:

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION						
TIPO DE SUPERFICIE	VIDA UTIL ESPERADA					
	3 AÑOS		5 AÑOS		10 AÑOS	
	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE
LOSAS MONOLITICAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
LOSAS ALIGERADAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CASCARONES DE CONCRETO	IQF1	————	IQF2	————	IQF4	————
LOSAS DE SIPOREX	IQF1S	IQC1S	IQF2S	IQC2S	IQF4S	IQC4S
BOVEDA CATALANA	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
MADERA	IQF1M	IQC1M	IQF2M	IQC2M	IQF4M	IQC4M
TRABELOSAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CHAROLAS DE BAÑO	————	————	IQF1	IQC2	IQF2	————
CORONAS DE CIMENTACION	————	————	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2

#### “IQF1”

- Limpieza y preparación de la superficie, eliminando materiales sueltos o mal adheridos.
- Calafateo de zonas críticas, tales como grietas, juntas, chaflanas, bajadas, tuberías, etc., empleando “Bituplastic”.
- Aplicación de una mano de imprimador “imperprim S-L”, para sellar la porosidad de la superficie a razón de 0.2 lt./m<sup>2</sup>
- Aplicación en frío de una capa de impermeabilizante “Impercoat S-40” a razón de 1.5 lt./m<sup>2</sup>.
- Colocación de una malla de fibra de vidrio “Vitrcoat” con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de “Impercoat S-40” a razón de 1.5 lt./m<sup>2</sup>.
- Aplicación de gravilla a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

#### **"IQF2"**

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQF1".
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitracoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt./m<sup>2</sup>.
- Colocación de una segunda malla "Vitracoat".
- Aplicación de una tercera capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

#### **"IQC1"**

- Síganse los tres primeros pasos realizados para "IQF1".
- Aplicación en caliente de una capa de impermeabilizante. "Asfalquim 1512" a razón de 1.5 Kg/m<sup>2</sup>.
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

#### **"IQC2"**

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQC1".
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Colocación de una segunda lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una tercera capa de "Asfalquim" 1512.
- Aplicación de gravilla a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

#### **"IQF4"**

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQF2".
- Colocación de una tercera malla de "Vitracoat".
- Aplicación de una cuarta capa de "Impercoat S-40".
- Colocación de una cuarta malla de "Vitracoat".
- Aplicación de una quinta capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

#### **"IQC4"**

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQC2".
- Colocación de una tercera lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una cuarta capa de "Asfalquim 1512".

- Colocación de una cuarta lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una quinta capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**NOTAS:**

"S." : En los sistemas terminados en "S", auméntese lo siguiente al punto segundo: sellado de juntas entre losa y losa, empleando "Gasolastic".

"M." : En los sistemas terminados en "M", sustitúyase el punto tercero por lo siguiente: claveteado sobre toda la superficie de, una lámina de "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 20 cm.

ACABADOS PARA IMPERMEABILIZACION					
MATERIAL	VIDA UTIL ESPERADA	RESISTENCIA EL TRANSITO	COLOR	NIVEL DE PRECIO	CICLO DE MANTENIMIENTO
FLEXODECOR	5 AÑOS	EVENTUAL	TODOS COLORES	25 %	5 AÑOS
PASTA QUIMIWEL	5 AÑOS	EVENTUAL	BLANCO	5 %	5 AÑOS
BITUCOLOR ALUMINIO	3 AÑOS	NO	ALUMINIO	5 %	3 AÑOS
BITUCOLOR ROJO	5 AÑOS	NO	ROJO OSCURO	3 %	3 AÑOS
FLEXOCRETO	20 AÑOS	EXCELENTE	TODOS COLORES	70 %	10 AÑOS
ENLADRILLADO	20 AÑOS	EXCELENTE	ROJO	100 %	10 AÑOS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**APLICACIÓN DE COMPUTADORA EN LA RESIDENCIA DE OBRA**

**ING. OSCAR MARTÍNEZ JURADO  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN

APLICACIÓN DE COMPUTADORA EN LA  
RESIDENCIA DE OBRA

ING. ARTURO FLORES ALDAPE

## I. INTRODUCCIÓN.

La computación se presenta en la actualidad como una herramienta de uso práctico e inmediato que conduce a la toma de decisiones acertadas sobre aspectos tales como Presupuestos, Análisis de precios Unitarios, Control de Obra, Sistemas de Apoyo al Diseño tanto Arquitectónico como Industrial.

Dadas las circunstancias económicas por las que atraviesa el País, es necesario hacer más eficientes nuestro trabajo tanto en la parte técnica como en la parte administrativa de las obras, puesto que la falta de control atenta contra el aspecto fundamental de cualquier obra que es el ECONÓMICO.

El uso de métodos computarizados se justifica plenamente por el volumen de datos que se generan dentro de una empresa constructora, ya que el proceso en forma manual requiere un gran esfuerzo tanto humano como de recursos, ocupando también una gran cantidad de tiempo.

En un informe de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción encontraremos que de una muestra de 50 empresas constructoras el 92 % de dichas empresas cuenta con equipo de computo. Asimismo dentro de ese 92 %, el 90 % procesa su información en microcomputadoras.

La ventaja del uso de microcomputadoras radica en su inmediata utilización, a lo que se agrega el gran volumen de paquetería para muy diversas aplicaciones que existe en el mercado.

El hecho anterior permite que el usuario final de la microcomputadora no requiere tener conocimiento amplios de la computación para desarrollar sus aplicaciones. En el campo de la construcción y el control de las obras existen múltiples sistemas de aplicación inmediata: como son Sistemas de Precios Unitarios, Control de Inventarios, Control de Avances de Obra, Programación de obras mediante Ruta Crítica, etc.

Para una adecuada selección de equipo y de los sistemas computacionales se debe tomar en cuenta los factores problema más representativos como son:

- Obsolescencia e incompatibilidad de los equipos.
- Servicio de mantenimiento.
- Soporte técnico de los programas.
- Uso de paquetes incompletos o poco documentados.
- Falta de información sobre actualizaciones.
- Deficiencias en los paquetes sobre todo en cálculos muy especializados.

Para el caso de los especialistas en computación a la búsqueda de necesidades de paquetes para desarrollar tenemos los siguientes, por orden de necesidad:

- Programas para Planeación de Obras.
- Programas de Administración de Obras.
- Programas de Ingeniería.

- Programas de Control de Estimaciones.
- Programas de Control Financiero.

Aun cuando queda mucho camino por recorrer en el campo de la computación aplicada a la Construcción, el futuro se representa muy prometedor en este campo. En un futuro no muy lejano se contará con computadoras instaladas directamente en la obra con comunicación directa al sistema general de la empresa u organismo controlador. En cuanto al costo de instalación y de desarrollo de equipos y sistemas, dado el volumen de competencia que existe en el mercado, es muy probable que tienda a ser menor representativo dentro de los gastos indirectos y traiga consigo además un mayor aprovechamiento de los recursos humanos.

## II. TIPOS DE SISTEMAS

Independientemente de los paquetes comerciales de aplicación especializada como pueden ser: Precios Unitarios, Ruta Crítica, Control de Estimaciones, etc. existen cuatro grandes aplicaciones que permiten el uso de las microcomputadoras sin necesidad de desarrollar paquetes especializados.

Estas son las siguientes:

- PROCESADOR DE PALABRAS
- HOJAS DE CALCULO ELECTRÓNICAS
- PROCESADORES DE BASES DE DATOS
- AYUDAS PARA EL DISEÑO (CAD)

En el caso de los procesadores de palabras su uso va más encaminado a labores de tipo secretarial y para la redacción de informes técnicos o administrativos. No tienen una gran relevancia en el control de las obras.

Por el lado de los Sistemas de Ayuda para el Diseño su aplicación se orienta más hacia labores de proyecto aún cuando pueden aprovecharse para la misma obra como apoyo de gabinetes.

El uso de Hojas de Cálculo Electrónicas representa un gran apoyo para los mecanismos de control de la obra, ya que existen paquetes de muy fácil aplicación que lo mismo sirve para desarrollar precios unitarios que elaborar programas de obra y programas de avance físico financiero.

Por otro lado cuando se cuenta con un gran volumen de información de características afines se recomienda el uso de Paquetes de manejo de bases de datos muchos de los cuales con la práctica permiten desarrollar aplicaciones propias tales como Precios Unitarios, Control de recursos, Control de almacenes, Control de inventarios, Nóminas, etc.

El uso de hojas de cálculo o bien de Sistemas de manejo de bases de datos está sujeto al volumen de la información y a la complejidad de los cálculos requeridos.

### III. LA PLANEACIÓN INICIAL DE LA OBRA.

Para desarrollar este capítulo partamos de una base de la práctica común en la construcción en la construcción en México. La contratación de las obras mediante el mecanismo de licitación pública o concurso de obra a precios unitarios.

Los primeros pasos dentro de un concurso de obra se refieren a los trámites administrativos para la inscripción al mismo concurso. El control en este paso se refiere únicamente al control de la documentación necesaria para ser aceptado como proponente al concurso. Una simple relación de los documentos necesarios lleva acabo el control de esta etapa.

Cuando se cuenta con las bases del concurso es necesario elaborar un control mas ordenado de la documentación necesaria para ser aceptado como proponente al concurso. Una simple relación de los documentos necesarios lleva acabo el control de esta etapa.

Cuando se cuenta con las bases del concurso es necesario elaborar un control mas ordenado de la documentación que debe acompañar a la propuesta. Las reglas del juego en los concursos de obra son muy estrictas, dado que la falta de un documento puede motivar la descalificación al concurso de obra. El control de esta parte debe llevarse muy rigurosamente para evitar probables descalificaciones. El costo en si de la elaboración de un concurso motiva a un adecuado control de los tiempos y la integración de la documentación.

La parte más importante dentro de la elaboración de un concurso de obra lo es indudablemente la elaboración del presupuesto de obra.

Los pasos que se recomiendan para la obtención del presupuesto de obra se mencionan a continuación haciendo notar que la selección del paquete de computadora para la elaboración de los precios unitarios y la obtención del presupuesto correspondiente debe cubrir los pasos en la medida más cercana.

Corresponde al responsable de la elaboración de los precios y presupuestos aceptar el mecanismo de control o bien de acuerdo a su experiencia acoplar un sistema ya elaborado a su forma de trabajo.

Partamos de las siguientes bases.

No se ha definido el indirecto de obra puesto que éste será producto del importe de la misma en costo directo y del programa de ejecución de la obra.

Se tomarán en cuenta todos los aspectos de dificultad o facilidades en la elaboración del presupuesto correspondiente, lo anterior será producto de la o las visitas al lugar de la obra.

La obtención de los precios se hará en una primera versión sin costo para obtener la explosión de materiales correspondientes.

Una vez establecido lo anterior procederemos a mencionar los pasos a seguir en la elaboración del presupuesto inicial.

#### REVISIÓN DEL CATALOGO DE CONCEPTOS

Esto se refiere al análisis detallado del catálogo de conceptos para precisar la elaboración de las matrices correspondientes.

#### OBTENCIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para este paso se obtienen las matrices de los precios unitarios tomando en cuenta tanto los materiales, mano de obra y equipo necesarios para cada concepto del catálogo. Los precios de los insumos no importan en esta etapa.

#### OBTENCIÓN DE LA EXPLOSIÓN DE INSUMOS

A partir de la obtención de los primeros precios unitarios se procede a sumarizar los insumos obteniendo una relación de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la ejecución de los conceptos en el catálogo de materiales.

#### MERCADEO DE MATERIALES

Este paso del proceso es muy importante puesto que permitirá una completa evaluación del presupuesto tomando en cuenta todos los factores del mercado como pueden ser financiamientos, descuentos, mejor precio por compras masivas, mejores proveedores, aprovechamiento de materiales en el lugar y finalmente una perspectiva amplia que servirá para la misma ejecución de la obra.

#### REANALISIS DEL PRESUPUESTO CON EL MERCADEO DE INSUMOS

Una vez obtenido en inventario de los insumos del presupuesto se procede al cálculo de los factores que intervienen en la mano de obra para obtener el factor de salario real.

Junto con este factor se procede a actualizar el valor de los insumos correspondientes dentro de las matrices de precios unitarios obtenidos de esta manera el presupuesto valorizado a costo directo para el catálogo de precios en estudio.

Si se desea la obtención de otra u otras alternativas de presupuesto en base a la aplicación de factores tanto en materiales como en mano de obra o maquinarias y equipo, el sistema seleccionado de precios unitarios debe permitir esta posibilidad.

#### CALCULO DEL FACTOR INDIRECTOS

Una vez obtenido el presupuesto de obra a costo directo y en base al programa de obra realizado se procede al cálculo del factor de indirectos en función de la duración

de la misma obra y a las necesidades que se deriven según el proceso constructivo en función de los frentes de ataque, o bien por las características mismas en cuanto al flujo de recursos de la misma obra.

La combinación del presupuesto de obra y el programa de avance físico financiero de la misma nos permitirá la toma de decisiones adecuada para la presentación de la propuesta correspondiente. Por consiguiente es recomendable que en la toma de decisiones para la adquisición de equipo o paquetes se tomen en cuenta que dichos equipo o paquetes cumplan adecuadamente los pasos a seguir en la elaboración de presupuestos y programas obra.

El uso de hojas de cálculo es muy recomendable para la obtención de programas de obra valorizados y aun de precios unitarios y presupuestos de obra permitiendo la obtención de varias alternativas a un tiempo razonablemente corto.

Cuando el volumen es bastante considerable es recomendable recurrir a la adquisición de paquetes ya desarrollados cuidando como ya cometamos que cubra lo más posible nuestra necesidades.

#### IV: EL CONTROL ( EJEMPLOS DE APLICACIÓN)

##### CONTROL DE PROGRAMA DE OBRA

El ANEXO NUM 1 muestra una hoja de trabajo elaborada en LOTUS 123 para el control de fechas de programación.

Se encuentra dividido en columnas, cada una de las cuales con un título. Las primeras columnas provienen del programa original de la obra elaborado por algún procedimiento que produce las fechas de inicio y terminación programadas; las columnas mencionadas son las siguientes:

**CLAVE:** se refiere a la clave presupuestal a de actividad.

**CONCEPTO:** representa el nombre de la actividad o clave presupuestal.

**UNIDAD:** la unidad en que se controla o mide la actividad.

**CANTIDAD:** es la cantidad de unidades del presupuestos de obra correspondiente.

**FECHA DE INICIO:** la fecha probable de inicio de la actividad según el programa de ruta crítica.

**FECHA DE TERMINACIÓN:** la fecha probable de terminación de acuerdo al mismo programa.

Las columnas siguientes son las propias del control en sí a través de la hoja de cálculo:

La columna correspondiente a **RENDIMIENTO TEÓRICO** se obtiene de dividir la cantidad de obra entre la duración del evento.

La **FECHA DE INICIO REAL** es el producto de la obtención de datos reales en obra y se refleja junto con la duración del evento en modificaciones reales a la fecha de **TERMINACIÓN** que es la siguiente columna. Esta columna se calcula sumando a la duración del evento a la fecha de inicio real.

EL **AVANCE TEÓRICO** se calcula haciendo intervenir la fecha de corte o de observación en el cálculo, esto se hace de manera lineal de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{AVANCE TEÓRICO} = \frac{\text{FECHA DE CORTE} - \text{FECHA DE INICIO}}{\text{FECHA DE TERMINACIÓN} - \text{FECHA DE INICIO}}$$

Para este caso las fechas que se toman son las del programa inicial.

El AVANCE SEGÚN FECHAS se calcula de igual manera pero haciendo intervenir las fechas modificadas.

La columna siguiente se refiere al avance real detectado en obra, producto de los informes de los responsables correspondientes.

En seguida tenemos dos columnas de desviaciones:

DESVIACIÓN TEÓRICA que se calcula restando el avance real del avance teórico.

DESVIACIÓN REAL calculada a partir del avance real, restándole el avance según las fechas actualizadas.

La columna de rendimiento real se calcula en base al avance de obra y a las cantidades de obra del presupuesto de la manera siguiente:

RENDIMIENTO REAL = (AVANCE REAL x CANTIDAD) / DÍAS TRANSCURRIDOS

La CANTIDAD POR EJERCER es la diferencia entre lo ejecutado según el avance y la cantidad de obra.

Involucrando la cantidad por ejercer y el rendimiento real obtenido se obtiene el número de días necesarios para la terminación del evento los cuales sumados a la fecha de corte nos permite obtener LA FECHA REAL DE TERMINACIÓN del evento.

#### CONTROL DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

El ANEXO NUMERO 2 es un ejemplo de control de avance financiero de acuerdo a los avances de obra detectados en el ejemplo anterior.

Como se podrá observar en este caso involucraremos el precio unitario correspondiente lo que nos permite obtener por simple multiplicación el importe de estimación correspondiente.

Al final de la hoja se obtiene el TOTAL DE LA ESTIMACIÓN sumando únicamente los valores correspondientes.

ANEXO NUM 1 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LOTUS PARA CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINA	RENDIMIENTO TEORICO.	FECHA DE INIC REAL	FECHA DE TER PROG	AVANCE TEÓRICO	AVANCE S/ FECHAS	AVANCE REAL	DESVIACIÓN TEÓRICA	DESVIACIÓN REAL	RENDIMIENTO REAL	CAN POR EJECUT	DÍAS NECESARIOS	FECHA REAL TERMINACIÓN
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	02-SEP-90	09-SEP-90	1.26	04-SEP-90	11-SEP-90	28.63%	0.06%	50.00%	21.37%	49.94%	1053.22	4.43	0	04-SEP-90
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	05-SEP-90	11-SEP-90	1.48	05-SEP-90	11-SEP-90	0.00%	0.00%	25.00%	25.00%	25.00%	-2.22%	6.64	6	11-SEP-90
1429	ENRASE DE CIMENTACION	M2	7.93	07-SEP-90	13-SEP-90	1.32	07-SEP-90	13-SEP-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.93	6	13-SEP-90
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	09-SEP-90	15-SEP-90	2.64	09-SEP-90	15-SEP-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	15.86	6	15-SEP-90
1430	ARMEX 15x15x3	ML	41.6	11-SEP-90	15-SEP-90	10.40	11-SEP-90	15-SEP-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	41.60	4	15-SEP-90
1426	CONCRETO F'C=150	M3	1.19	16-SEP-90	18-SEP-90	0.60	16-SEP-90	18-SEP-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.19	2	18-SEP-90

ANEXO NUM 2 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LOTUS PARA CONTROL DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	AVANCE ANTERIOR	AVANCE REAL	CANTIDAD POR EJECUTAR	PRECIO UNITARIO	OBRA EJECUTADA	IMPORTE ESTIMACIÓN
1427	EXCAVACIÓN A MANO	M3	8.85	0.00%	50.00%	4.43	14,809.42	4.43	65,531.68
1428	CONCRETO CICLÓPEO	M3	8.85	0.00%	25.00%	6.64	111,750.62	2.21	247,248.25
1429	ENRASE DE CIMENTACIÓN	M2	7.93	0.00%	0.00%	7.93	24,708.75	0.00	0.00
1425	CIMBRA COMÚN	M2	15.86	0.00%	0.00%	15.86	11,713.19	0.00	0.00
1430	ARMEX 15x15x3	ML	41.60	0.00%	0.00%	41.60	9,339.94	0.00	0.00
1426	CONCRETO F'c=150	M3	1.19	0.00%	0.00%	1.19	163,250.90	0.00	0.00
								TOTAL	\$312,779.93



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**PLANEACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**ING. SERGIO ZERECERO GALICIA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## INTRODUCCION

-----

## INTRODUCCION

EN EL CASO PARTICULAR DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, CUANDO SE HABLA DE "PRESUPUESTAR" Y "PROGRAMAR" (CONTROLAR) UNA OBRA DE INGENIERIA, NOS IMAGINAMOS INMEDIATAMENTE EN LLEVAR A CABO ESTOS PROCEDIMIENTOS EN EL PRECISO MOMENTO DE LA EJECUCION DE LA OBRA, CUANDO EN LA REALIDAD SE DEBERIA DE FORMULAR Y ESTABLECER MUCHO ANTES DE QUE SE INICIARA LA CONSTRUCCION, DEBIENDO SER DESDE EL ANTEPROYECTO.

ESTO ES, QUE EL MISMO PERSONAL PROFESIONAL QUE INTERVENDRA EN LA SUPERVISION Y EJECUCION DE LA OBRA DEBIERA CONOCER DESDE SUS INICIOS EL PROYECTO (ANTEPROYECTO), ESTO LES PERMITIRA IR CONOCIENDO EN FORMA MAS CLARA Y PRECISA LO QUE SE PRETENDE EJECUTAR, YA QUE EN MUCHOS CASOS LOS PROYECTISTAS, DISEÑADORES Y PROGRAMADORES NO SON LOS QUE SUPERVISAN, Y MUCHO MENOS LOS QUE CONSTRUYEN, PROVOCANDO QUE LOS DOCUMENTOS QUE ENTREGAN SOLO ELLOS LOS ENTIENDEN, CON ESTO SE PRESENTA LA "PARADOJA" DE QUE HAY QUE CONTROLAR?.

AUNADO CON LO ANTERIOR, ACTUALMENTE NOS ENCONTRAMOS CON UNA DIVERSIDAD DE EMPRESAS ESPECIALISTAS, A LAS QUE LES ENCARGAMOS QUE NOS ELABOREN A CADA UNA LOS PROYECTOS: CIMENTACION, INSTALACIONES, ESTRUCTURAS PREFABRICADOS, CATALOGO DE CONCEPTOS, VOLUMETRIA (CUANTIFICACION), PRECIOS UNITARIOS, RUTA CRITICA, PLANOS ARQUITECTONICOS, PROGRAMACION, ETC., DANDO COMO RESULTADO MUCHAS OPINIONES DISTINTAS, CON DIFERENTES CRITERIOS DE DISEÑO E INCONGRUENCIA ENTRE RESULTADOS.

IMAGINAR QUE UNA PERSONA O GRUPO DE PROFESIONALES CONTROLE Y PROGRAME LA OBRA LA CUAL NO TUVO LA OPORTUNIDAD DE PARTICIPAR EN LA ELABORACION DE LOS DISTINTOS PROYECTOS, REPRESENTA VERDADERAMENTE UN DOBLE ESFUERZO TIEMPO EXTRA PARA CONOCER LOS ALCANCES DEL PROYECTO, COSTO EXTRA PARA CONSULTAS CON LAS EMPRESAS DE CONSULTORIA Y SUPERVISION, Y MALA CALIDAD POR LA INTERPRETACION DE LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

A CONTINUACION SE PRESENTAN LAS FASES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO QUE INTERVIENEN EN UNA OBRA DE INGENIERIA.

## 1) PLANEACION

-----

CON FRECUENCIA SE OBSERVA EN LOS PROYECTOS DE CONSIDERABLE MAGNITUD QUE EN SUS ETAPAS INICIALES PARECE IR DE ACUERDO CON LA PLANEACION ESTABLECIDA, LOS PROBLEMAS Y LAS DIFICULTADES SE PRESENTAN EN ETAPAS AVANZADAS CUANDO YA ES DIFICIL TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS.

POR LO REGULAR SE HA ADAPTADO POR FACILIDAD EL CONTROL DEL PROYECTO, Y HACER VISIBLES LOS PROBLEMAS DESDE SU ORIGEN, EL CUAL SE BASA EN DIVIDIR LO COMPLEJO EN ELEMENTOS RELATIVAMENTE SIMPLES, SUSCEPTIBLES DE ADMINISTRARSE O CONTROLARSE INDIVIDUALMENTE.

LA LLAMADA "ESTRUCTURA DE DIVISION DEL TRABAJO" E.D.T., SE OBTIENE DIVIDIENDO LOS ALCANCES (OBJETIVOS) DEL PROYECTO EN SUS AREAS O SISTEMAS MAS SIGNIFICATIVOS.

EN UNA SEGUNDA ETAPA DE DIVISIONES, CADA SISTEMA O AREA SE DESGLOSA EN SUS PARTES CONSTITUTIVAS DE MAYOR SIGNIFICACION.

EN CADA ETAPA DE DIVISION EL ALCANCE DE CADA ELEMENTO DEBE SER IGUAL A LA SUMA DE LOS ALCANCES DE LOS ELEMENTOS SUBORDINADOS, DE TAL MANERA QUE NINGUNA PARTE O TAREA (ACTIVIDAD) DEL PROYECTO QUEDE FUERA.

EL DESGLOSE DEL PROYECTO SE LLEGA A UN NIVEL, QUE LOS ELEMENTOS RESULTANTES, SIN SER DEMASIADO PEQUEÑOS, PUEDAN CONTROLARSE CON FACILIDAD EL COSTO, TIEMPO Y CALIDAD.

LA ESTRUCTURA DE DIVISION DEL TRABAJO CONTRASTA CON LA PRACTICA COMUN DE DIVIDIR UNA OBRA COMPLEJA DIRECTAMENTE EN CONCEPTOS DE TRABAJO, USADOS COMO BASE EN LA CONTRATACION DE LA OBRA A BASE DE PRECIOS UNITARIOS. ESTA PRACTICA CONDUCE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, A COMETER OMISIONES GRAVES, Y NO PROPORCIONA UNA BASE PARA EL CONTROL DE AVANCES Y COSTOS.

LA PLANEACION Y EL CONTROL DE LOS RECURSOS: MANO DE OBRA, MATERIALES Y EQUIPO ES UN SUBPRODUCTO DE LA ESTRUCTURA DE DIVISION DEL TRABAJO, MIENTRAS QUE LA PRACTICA DE DIVIDIR LA OBRA EN CONCEPTOS, SIN NIVELES DE DIVISION INTERMEDIOS, NO PERMITE ESTABLECER CALENDARIOS DE UTILIZACION DE RECURSOS-Y, PUEDE CONDUCCIR A SITUACIONES DE INSUFICIENCIA DE RECURSOS CRITICOS O DE DESPERDICIO DE LOS MISMOS, CON SERIAS REPERCUSSIONES ECONOMICAS.

CONSECUENTEMENTE LA ESTRUCTURA DE DIVISION DEL TRABAJO SE PRESTA DE MANERA NATURAL EL ESTABLECER UN SISTEMA DE INFORMACION ESCALONADO A DIFERENTES GRADOS DE DETALLE, PROPIOS PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE LA ORGANIZACION, ESTO PERMITE EL CONTROL POR EXCEPCION, PERMITIENDO PROFUNDIZAR EN EL ANALISIS DE SITUACIONES QUE SE APARTAN DE LO PLANEADO EN FORMA INCONVENIENTE.

PARA QUE EXISTA UNA BUENA PLANEACION DE OBRA, ES CONVENIENTE LLEVAR A CABO EN FORMA ORDENADA ALGUNAS ACTIVIDADES, A LAS QUE NOMBRAREMOS: "FASES DE LA PLANEACION", SIENDO:

A) ACTIVIDADES PRELIMINARES PREVIAS A LA OBRA.

- TIPO DE OBRA Y SU UBICACION.
- ALCANCES Y/O OBJETIVOS DE LA OBRA.
- ESTIMADO DE COSTO.
- MONTO PRESUPUESTAL Y/O FONDOS COMPROMETIDOS.
- ANTEPROYECTO (ESTUDIOS PRELIMINARES).
- COSTOS DE FINANCIAMIENTO.
- MARCO NORMATIVO (LEYES Y REGLAMENTOS).
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.
- ORGANIZACION.

B) ETAPAS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

- DETERMINACION DEL VOLUMEN DE OBRA POR EJECUTAR.
- CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE EJECUCION DE LAS ACTIVIDADES.
- CONOCIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR (ESPECIFICACIONES DE LA CALIDAD SOLICITADA).
- PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE EJECUCION.
- DETERMINACION DE LOS COSTOS Y TIEMPOS EMPLEADOS PARA LAS SOLUCIONES ALTERNAS, SELECCIONANDO LA QUE MEJOR DE TODAS ELLAS SE ADAPTE AL PROYECTO.

## 2) DISEÑO

LOS RIESGOS QUE SE PRESENTAN EN ESTA ETAPA IMPLICA EL ESTABLECIMIENTO - DE DIVERSAS TECNICAS DE ANALISIS PARA ETAPAS CRITICAS DEL PROYECTO, POR MEDIO DE LAS CUALES SE TRATA DE EVALUAR O ANALIZAR EN FORMA SISTEMATICA DE LAS DIVERSAS FORMAS ALTERNAS DE LOGRAR UN OBJETIVO DE PROYECTO MUY - ESPECIFICO, CON LO CUAL NOS PERMITIRA SELECCIONAR DE MANERA EFECTIVA - EL QUE PRESENTE LA MEJOR RELACION; "COSTO-TIEMPO-CALIDAD-BENEFICIO".

EL COSTO DE INGENIERIA DE UN PROYECTO ES SIGNIFICATIVAMENTE PEQUEÑO, - COMPARADO CON EL COSTO TOTAL, SIN EMBARGO, ES EN ESTA ETAPA EN DONDE SE TOMAN LAS DECISIONES DE LAS QUE DEPENDE EN GRAN PARTE LA ECONOMIA Y LA EFICIENCIA DE UN PROYECTO.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE DEL CONTROL DE LOS RIESGOS EN LA ETAPA DE - DISEÑO, ES EL DE LA REVISION CRUZADA DE LOS DOCUMENTOS GENERADOS POR - LAS DIFERENTES DISCIPLINAS O ESPECIALIDADES, DE TAL MANERA QUE SE ASE-- GURE LA CONGRUENCIA ENTRE LAS PARTES PROYECTADAS POR DIFERENTES GRUPOS, Y SE ELIMINEN EN LO POSIBLE LAS INTERFERENCIAS ENTRE LAS MISMAS.

ENTRE LO MAS IMPORTANTE DE ESTA FASE ES LA REVISION PREVIA DEL DISEÑO - POR PARTE DE LOS QUE INTERVENDRAN EN LA EJECUCION DE LA OBRA Y EL GRUPO DE ESPECIALISTAS QUE ELABORARON EL PROYECTO, YA QUE PERMITIRA DETECTAR OPORTUNAMENTE LOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS Y LOS DISEÑOS POCO EFECTIVOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA CONSTRUCCION ANTES DE QUE SE INICIE.

## 3) COORDINACION

ENTRE LAS SITUACIONES GENERADORAS DE RIESGOS, NINGUNA TAN PELIGROSA ES EL DE TENER UN CLIMA ASPERO ENTRE LOS PARTICIPANTES EN UN PROYECTO; - EL CLIENTE, PROYECTISTA, SUPERVISOR Y CONSTRUCTOR.

ESTO SE MANIFIESTA EN SITUACIONES EN LAS QUE CADA PARTICIPANTE TIENDE A ESQUIVAR SUS RESPONSABILIDADES, Y TRATA DE HACER RECAER EN LOS DEMAS LOS EFECTOS DESFAVORABLES DE LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN A LO LARGO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.

LA FALTA DE COOPERACION Y EL ENFRENTAMIENTO SE MANIFIESTA TAMBIEN EN UN ENFOQUE LEGALISTA, QUE TRATA DE RESOLVER TODOS LOS PROBLEMAS CON LA - APLICACION DE LEYES, REGLAMENTOS, CODIGOS, CLAUSULAS CONTRACTUALES Y - OTROS, CON EL JUICIO CIVIL COMO ULTIMO RECURSO, POR EXPERIENCIA DE MU-- CHOS AÑOS QUE NINGUN PROYECTO LLEGA A UNA CONCLUSION SATISFACTORIA A - BASE DE GANAR PLEITOS O DISCUSIONES, SINO UNICAMENTE A TRAVES DEL TRA-- BAJO CONJUNTO DE TODOS LOS QUE INTERVIENEN.

EN EL CLIMA DE RELACIONES ASPERAS QUE SE DESCRIBE, LA INFORMACION SE -  
MANEJA COMO UNA ARMA, OCULTANDOLA CUANDO SE CREE CONVENIENTE, Y MANTE--  
NIENDO CADA QUIEN CELOSAMENTE GUARDADA LA QUE TIENEN EN SU PODER.

EN EL COMPLEJO AMBIENTE DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, LAS COMUNI-  
CACIONES ENTRE LOS PARTICIPANTES EN EL PROCESO, CONSTITUYEN EL ELEMENTO  
VITAL DE LA COORDINACION, YA QUE TAN IMPORTANTES SON LAS COMUNICACIONES  
FORMALES COMO LAS INFORMALES.

MUCHOS PROBLEMAS DE COORDINACION EN LA CONSTRUCCION PUEDEN EVITARSE CON  
UN SISTEMA DE INFORMACION CUIDADOSAMENTE PLANEADO, EN FUNCION DE LAS -  
RESPONSABILIDADES Y DECISIONES DE CADA PUESTO.

EL INFORME DIARIO DE LA SUPERVISION Y LA BITACORA DE OBRA, SON PIEDRAS  
ANGULARES DEL CONTROL, Y DESGRACIADAMENTE NO SE LES DA DEMASIADA IMPOR-  
TANCIA Y EN MUCHAS OCASIONES SON IGNORADAS, HASTA QUE SE PRESENTAN PRO-  
BLEMAS EN LA OBRA, Y HASTA LEGALES.

#### 4) ORGANIZACION

-----

ES INDUDABLE QUE LA EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE LOS RIESGOS DE UN PRO---  
YECTO, DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE LA CALIDAD DE LA ORGANIZACION, TODAS  
LAS DEFICIENCIAS QUE REDUNDAN EN PERDIDA DE PRODUCTIVIDAD, Y LA MAYORIA  
DE LAS PERDIDAS EVITABLES, TIENEN SU ORIGEN EN UNA MALA ADMINISTRACION  
DEL PROYECTO.

ES MUY IMPORTANTE LA RAPIDEZ Y OPORTUNIDAD PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS  
Y ADOPTAR LAS DECISIONES CONVENIENTES, EVITANDO QUE LAS SITUACIONES QUE  
INDICAN DAÑOS O PERDIDAS INCIPIENTES CREZCAN Y DEGENEREN EN SERIOS CON-  
FLICTOS POR FALTA DE DECISIONES.

## 5) CONSTRUCCION

-----

UNA DE LAS PREGUNTAS QUE SURGEN RESPECTO A LA ETAPA DE CONSTRUCCION ES, CUANDO INICIAR? , SI LA CONSTRUCCION SE INICIA DEMASIADO PRONTO, SE - CORRE UN GRAN RIESGO DE TENER INTERRUPCIONES, TIEMPOS PERDIDOS Y CAM---BIOS DE ULTIMA HORA, DEBIDO PRINCIPALMENTE; ENTREGA DE PROYECTOS TAR---DIAMENTE, CONCEPTOS DE TRABAJO EQUIVOCADOS O INCOMPLETOS, FALTA DE LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO, POR OTRA PARTE, SI LA CONSTRUC---CION SE INICIA HASTA QUE EL PROYECTO ESTE TOTALMENTE TERMINADO, SE RE---TRASA CONSIDERABLEMENTE LA EJECUCION Y SE TENDRA UN ALTO COSTO DE OPOR---TUNIDAD POR EL DIFERIMIENTO DE LOS INGRESOS DERIVADOS DE LA INVERSION.

EN LO QUE SE REFIERE A "CONTROL DE CALIDAD" ES EL ELEMENTO ESENCIAL - PARA LA REDUCCION DE LOS RIESGOS DE TIPO TECNICO, PARA ESTE OBJETO RE---SULTA CRITICO DISPONER DE ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCION - CLARAS Y PRECISAS, ACTUALMENTE MUCHAS DE ESTAS SE PREPARAN COMO MERO --TRAMITE Y SI SE TIENEN NO SE CONSULTAN, YA QUE ESTAS SON ENCOMENDADAS A PERSONAL SIN EXPERIENCIA EN LA CONSTRUCCION.

LOS FRECUENTES REPORTES DE FALLAS ESTRUCTURALES DEBIDAS A FALTA DE SU---Pervision y control, PONEN EN RELIEVE LA NECESIDAD DE DAR MAYOR IMPOR---TANCIA A ESTAS ACTIVIDADES.

EN CUANTO A LOS CAMBIOS DEL PROYECTO, NINGUNO PERMANECE ESTATICO DURAN---TE SU EJECUCION, DEBIDO POR LAS EXIGENCIAS DEL SERVICIO, IMPREVISTOS, - REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, ETC., POR LO TANTO, UNO DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES DEL CONTROL, CONSISTE EN SEPARAR LAS VARIACIONES DEL - TIEMPO Y DEL COSTO DE EJECUCION DEBIDAS A ESTOS CAMBIOS DE ALCANCE DEL PROYECTO, DE AQUELLAS DEBIDAS A FACTORES DE PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA.

CONTROL Y PROGRAMACION DE OBRA

## CONTROL Y PROGRAMACION DE OBRA

CONTROL. -- ESTABLECER LO QUE SE PIENSA REALIZAR.  
-- DOCUMENTAR LO QUE SE ESTA EJECUTANDO.  
-- ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN FUNCION DE LOS ESTANDARES ESTABLECIDOS.  
-- CONTROLAR POSIBLES CAMBIOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO  
-- SOLUCION DE PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN.  
-- CONOCIMIENTO DE LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES.

PROYECTO. CONOCIMIENTO COMPLETO DE LA OBRA.

SE DEBE DE ENTENDER POR OBRA DESDE LA PLANEACION HASTA LA ENTREGA FISICA Y ADMINISTRATIVA DE LA MISMA, POR LO QUE ES IMPORTANTE CONOCER LOS ASPECTOS: "LEGALES" , "CONSTRUCTIVOS" Y "ADMINISTRATIVOS".

### 1) ASPECTOS LEGALES.

EL CONOCIMIENTO DE ESTE EN UNA OBRA QUEDA ESTABLECIDO POR EL CONTRATO DE LA MISMA, Y POR EL ESTUDIO DE LAS LEYES Y REGLAMENTOS QUE EN EL CONTRATO SE ENUNCIEN.

TIPOS DE REGLAMENTOS DE OBRA: -- FEDERAL  
-- ESTATAL  
-- MUNICIPAL

EN NUESTRO PAIS ES LA LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS Y SU REGLAMENTO, ASI COMO LAS REGLAS GENERALES DE CONTRATACION LAS QUE MARCAN LA NORMATIVIDAD DE LOS CONTRATOS, ES DE IMPORTANCIA REMARCAR SU DOMINIO, YA QUE EN ESTAS SE ENCUENTRAN ESTABLECIDOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS ENTRE EL CLIENTE Y CONTRATISTA.

LINEAMIENTOS DE CONTRATOS DE OBRA:

- a) PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACION.
- b) CLASES DE CONTRATOS.
- c) REVISION DEL CONTRATO.
- d) CLAUSULAS GENERALES DEL CONTRATO.
- e) CARACTERISTICAS DE LOS SUBCONTRATOS.

2) ASPECTOS CONSTRUCTIVOS "CONTROL"

- I) VISITA DEL SITIO DE LA OBRA.
- II) ESTUDIOS QUE SE NECESITAN REALIZAR PARA EL PLANTEAMIENTO ADE--CUADO DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.
- III) PLANOS QUE AFORTEN CON CLARIDAD Y CONGRUENCIA LOS DATOS NECESA--RIOS Y SUFICIENTES PARA CONSTRUIR.
- IV) LAS ESPECIFICACIONES QUE HABRAN DE OBSERVARSE PARA LA FORMA EN QUE SE EJECUTARAN TODAS Y CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES CONSTRUC--TIVAS.
- V) LA DEFINICION POR ESCRITO DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS MEDIANTE LOS CUALES SE REALICEN LOS TRABAJOS QUE EL PROYECTO - EXIJA.
- VI) LOS ESTUDIOS QUE DEFINAN (PROGRAMAS) LOS RECURSOS NECESARIOS - TANTO:
  - MATERIALES
  - MANO DE OBRA
  - HERRAMIENTA
  - MAQUINARIA Y EQUIPO

PARA PODER EJECUTAR LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN FORMA ADECUA--DA Y CONTROLADA DE LA OBRA.

- VII) LOS ESTUDIOS QUE DEFINAN LOS PROGRAMAS DE OBRA EN DONDE SE ES--TABLECERAN LOS TIEMPOS PROGRAMADOS (CALCULADOS) TANTO PARA LA OBRA, COMO PARA CADA UNA DE SUS PARTES.
- VIII) ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES PARA:
  - a) ASEGURAR EL SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA OBRA.
  - b) EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL PROYECTO.
  - c) LOS PERIODOS DE EJECUCION "PROGRAMAS"
  - d) LOS COSTOS PRESUPUESTADOS.
- IX) LINEAMIENTOS PARA LA ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION DE LA - OBRA.
  - a) METODO DE LA RUTA CRITICA "C.P.M."
  - b) TECNICA DE EVALUACION Y REVISION DEL PROGRAMA "P.E.R.T."
  - c) DIAGRAMA DE GANTT "DIAGRAMA DE BARRAS"

- X) METODOS DE EVALUACION DEL PROYECTO.
  - a) PLANOS GENERALES DEL PROYECTO
  - b) NORMAS DEL PROYECTO
  - c) ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO
- XI) LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION Y ALCANCE DE LOS CONCEPTOS DE OBRA.
  - a) DESCRIPCION
  - b) OBJETIVO FUNDAMENTAL, (QUE HACER)
- XII) INSTRUMENTACION DE CONTROL PARA METODOS Y ESTANDARES EN LA EJECUCION DEL PROYECTO.
  - a) PROGRAMA Y CONTROL DE LA MANO DE OBRA
  - b) PROGRAMA DE SUMINISTRO DE MATERIALES
  - c) PROGRAMA DE EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCION
  - d) PROGRAMA DE SUMINISTRO Y COLOCACION DE EQUIPOS ESPECIALES, BOMBAS, CALDERAS, ETC.
  - e) PROGRAMA DE ASIGNACION DE RECURSOS ECONOMICOS DE LA OBRA, SEMANAL, QUINCENAL O MENSUAL.
- XIII) TIPOS DE CONTROLES DE LA PRODUCCION PARA EL CUMPLIMIENTO DE: "CALIDAD-COSTO-TIEMPO".
  - a) CONSEJO Y CONSULTA
  - b) INSPECCION DE LA OBRA
  - c) COSTOS DEL DISEÑO (PROGRAMACION FINANCIERA)
  - d) BITACORA DE OBRA
  - e) ESTIMACIONES DE OBRA
  - f) INFORMES Y REPORTES DE OBRA
  - g) ORGANIZACION DEL EQUIPO DE TRABAJO
  - h) DOCUMENTOS OFICIALES
  - i) JUNTAS Y REUNIONES DE TRABAJO

XIV) CONCLUSION DE LA OBRA.

a) PROCEDIMIENTOS DE RECEPCION DE LA OBRA

+ PUBLICA

+ PRIVADA

b) LINEAMIENTOS REGLAMENTARIOS

+ CONTRACTUAL (ACTA DE ENTREGA-RECEPCION)

+ VICIOS OCULTOS

+ FIANZAS

+ RESPONSABILIDADES

c) CARACTERISTICAS DEL FINIQUITO DE LA OBRA

+ VOLUMENES DE OBRA NORMAL

+ TRABAJOS EXTRAORDINARIOS

+ ADICIONES Y SUSTRACCIONES

+ ARCHIVOS DE OBRA

+ ENTREGA DE DOCUMENTOS DE OBRA

d) PUESTA EN MARCHA LA OBRA

+ MANUAL DE OPERACION

+ PLANOS ACTUALIZADOS

+ PROGRAMAS DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

+ NORMAS Y ESPECIFICACIONES ACTUALIZADAS

+ RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS PARTICIPANTES

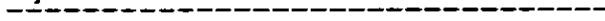
### 3) ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

EL ASPECTO ADMINISTRATIVO DE LA OBRA ES DE GRAN IMPORTANCIA, DEBIDO A QUE SE CONTROLARA UNO DE LOS ELEMENTOS DE MAYOR INJERENCIA DE LA OBRA, SIENDO ESTE LOS RECURSOS ECONOMICOS.

EL CONOCIMIENTO ADMINISTRATIVO QUEDA COMPRENDIDO PRINCIPALMENTE -  
POR:

- a) PRESUPUESTO DE LA OBRA
- b) CONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES, REQUISITOS, FECHAS Y MONTOS DE:
  - + ANTICIPO
  - + FIANZAS
  - + ESTIMACIONES DE OBRA
  - + FONDOS DE GARANTIA
  - + IMPUESTOS
  - + PAGOS IMPOSITIVOS
  - + SINDICATOS, ETC.
- c) CONOCIMIENTO DE:
  - + CONTRATO PUBLICO Y/O PRIVADO
  - + PARTIDAS PRESUPUESTALES
  - + EJERCICIOS FISCALES
  - + REGLAMENTOS FISCALES
- d) CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA FINANCIERO, Y DE LAS POSIBLES FUENTES DE FINANCIAMIENTO QUE PUDIERAN NECESITARSE.
- e) ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES PARA:
  - + OBJETIVOS
  - + EGRESOS
  - + INGRESOS
  - + COBROS
- f) CONTAR CON SISTEMAS DE INFORMACION OPORTUNOS QUE PERMITAN LA -  
TOMA DE DECISIONES PARA CORREGIR DESVIACIONES QUE SE PRESENTEN EN LA OBRA, PUDIENDO SER ENTRE OTROS LOS SIGUIENTES:
  - + BALANCES
  - + CONTROL PRESUPUESTAL
  - + CONTROL COMPROMETIDO
  - + CONTROL EJERCIDO
  - + CONTROL AVANCE FISICO

CONTROL PRESUPUESTAL DE COSTOS



## P R O G R A M A C I O N

### PROGRAMACION GENERAL

TIENE POR OBJETO EL CONOCER DE MANERA PRELIMINAR, LOS TIEMPOS REQUERIDOS PARA LA EJECUCION DE TODAS Y CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA OBRA.

POR SER MUY DIFICIL LA PROGRAMACION DE CONJUNTO DE TODO EL PROCESO DEL PROYECTO, ES CONVENIENTE DIVIDIR ESTE PROCESO EN SUBPROCESOS Y OPTIMIZAR ESTOS POR SEPARADO.

PARA PODER DESARROLLAR EL PROGRAMA PRELIMINAR, SE DEBE DE TENER UN CONOCIMIENTO PLENO DEL PROYECTO, DE LOS VOLUMENES DE OBRA Y LOS RECURSOS, TANTO DE LA EMPRESA COMO DEL LUGAR DONDE SE LLEVARA A CABO LA OBRA.

PROGRAMAR ES DETERMINAR EL TIEMPO QUE SE CONSUMIRA UN TRABAJO QUE DEBE EJECUTARSE EN UNA OBRA, EL TIEMPO ES SIEMPRE UNA DE LAS VARIABLES QUE SE EXPRESAN EN LAS GRAFICAS DE CONTROL, CONOCIDAS COMO PROGRAMAS.

EN MUCHAS OCASIONES LA PROGRAMACION DE LAS OBRAS SE DEJAN A PERSONAL NO CALIFICADO O SIN EXPERIENCIA, POR LO QUE UN PROGRAMADOR REQUIERE DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS ENTRE OTRAS:

- 1) SENTIDO COMUN PARA DESARROLLAR SU ACTIVIDAD
- 2) INGENIO PARA IDEAR SOLUCIONES Y SABER COMO Y DONDE BUSCAR LA INFORMACION
- 3) TENER DISCIPLINA DE TRABAJO
- 4) SER OPTIMISTA, CORDIAL, ACTIVO Y PERSEVERANTE EN LA RESOLUCION DE PROBLEMAS
- 5) CONOCIMIENTOS ACADEMICOS EN SU ESPECIALIDAD
- 6) EXPERIENCIA PRACTICA
- 7) CAPACIDAD PARA APLICAR O ADOPTAR LOS CONOCIMIENTOS TEORICOS Y LA EXPERIENCIA PRACTICA DE EJECUCION AL PROBLEMA EN ESTUDIO

LA PROGRAMACION ES UNA FUNCION DE EQUIPO, PODRIAMOS DECIR TAMBIEN "PROGRAMACION INTEGRADA", ES DECIR, PARTICIPACION DE DISTINTOS PROFESIONALES DE INGENIERIA, POR LO QUE SE REQUIERE LA IMPLANTACION DE REGLAS DE ADMINISTRACION POSITIVAS.

MUCHOS DE LOS PROBLEMAS QUE RESUELVE LA INGENIERIA CIVIL, SE SOLUCIONAN POR MEDIO DE APROXIMACIONES SUCESIVAS, PRIMERO SE ASIGNAN RECURSOS Y SE OBTIENE LA DURACION NORMAL, SI LA DURACION NO ES SATISFACTORIA SE HACE OTRO TANTEO Y SE OBTENDRA OTRA DURACION, POR LO QUE SE REPETIRA EL CALCULO HASTA OBTENER LA DURACION DESEADA.

EL PROGRAMADOR DEBE ESTAR CONSCIENTE DE QUE PARA REALIZAR UNA BUENA PROGRAMACION ES NECESARIO. TENER PERFECTAMENTE DEFINIDA LA META. EL OBJETIVO A SEGUIR, PUES SOLO HASTA DESPUES DE QUE ESTA SEA ESTABLECIDA, SE PODRA INVESTIGAR COMO LOGRARLA, ASI COMO ESTABLECER UN METODO DE EJECUCION DE TRABAJO.

UN METODO SIGNIFICA UN ORDEN DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS PARA LA OBTENCION DE UN FIN, LOS PASOS SUCESIVOS DEL METODO PARA PROGRAMAR UN PLAN DE CONSTRUCCION PUDIERAN SER:

- 1) CONOCER EL PROBLEMA Y ENTENDERLO PERFECTAMENTE
- 2) ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS
- 3) BOSQUEJAR EL PLAN DE ACCION
- 4) FORMULAR LA LISTA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE ACCION
- 5) DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE CADA ACTIVIDAD
- 6) ASIGNACION DE LOS RECURSOS PARA CADA ACTIVIDAD
- 7) SELECCIONAR Y APLICAR LA TECNICA DE OPTIMIZACION ELEGIDA, Y HACER LOS AJUSTES NECESARIOS AL PLAN
- 8) ELABORACION Y ASIGNACION DE LOS DOCUMENTOS DE CONTROL, PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

## TIPOS DE PROGRAMAS DE OBRA

PARA PODER OBTENER EL PRESUPUESTO TOTAL DE UN PROYECTO DE OBRA CIVIL, - ES NECESARIO DEFINIR CON MUCHO DETALLE Y CONOCIMIENTO LOS PROGRAMAS DE OBRA, YA QUE ESTOS, ESTABLECEN CON EXACTITUD LOS TIEMPOS Y LAS CANTIDADES QUE SE REQUIEREN ANTES, DURANTE Y DESPUES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, POR LO TANTO, SE PODRAN ESTABLECER LOS SIGUIENTES PROGRAMAS:

- A) PROGRAMA GENERAL DE OBRA
- B) PROGRAMA DE PRODUCCION  
TIENE LA FINALIDAD DE OPTIMIZAR LA PRODUCCION CON EL EMPLEO ADECUADO Y EFICIENTE DE LOS RECURSOS CON QUE SE CONTARA EN LA OBRA
- C) PROGRAMA DE MANO DE OBRA
- D) PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO
- E) PROGRAMA DE MATERIALES
- F) PROGRAMA FINANCIERO
- G) PROGRAMA DE SUMINISTROS

### PROGRAMA DE MANO DE OBRA

---

AL RESPECTO ES NECESARIO CONOCER SU DISTRIBUCION CON RESPECTO AL TIEMPO, ES IMPORTANTE TENER UNA ADECUADA CLASIFICACION DEL PERSONAL, ESTO ES, EL NUMERO DE TRABAJADORES CALIFICADOS Y CONOCER LOS PERIODOS DE TIEMPO DURANTE LOS CUALES SE NECESITARAN, ESTO CON EL OBJETIVO DE NO OCASIONAR ATRASOS AL PROGRAMA, Y SOBRE TODO EN LAS ACTIVIDADES CRITICAS

POR OTRO LADO, SON IMPORTANTES LAS SECUENCIAS CONSTRUCTIVAS CON RESPECTO AL TIEMPO Y EVITAR TENER MAS OBREROS DE LOS NECESARIOS Y EN LOS PERIODOS REQUERIDOS, YA QUE LA FALTA DE CONTROL REPERCUTE DIRECTAMENTE EN EL COSTO.

PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE MANO DE OBRA, SE PUEDE ESTABLECER EN FORMA GENERAL QUE LA DURACION DE CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES SE DETERMINA, EVALUANDO EL RENDIMIENTO Y EL NUMERO DE CUADRILLAS CON RESPECTO AL VOLUMEN DE OBRA.

EL CATALOGO DE CONCEPTOS EXPRESA LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR Y EL VOLUMEN DE OBRA.

LAS MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS EXPRESAN EL RENDIMIENTO, LA INTEGRACION DE LA CUADRILLA Y LOS INSUMOS A CONSUMIR.

NO ES POSIBLE CUMPLIR CON UN PROGRAMA DE PRODUCCION SIN O SE PRECISA QUE CANTIDAD Y ESPECIALIDAD DE RECURSOS HUMANOS DEBEN OPERAR PARA CADA UNO DE LOS PERIODOS ESTABLECIDOS, POR LO TANTO PODREMOS ESTABLECER LA SIGUIENTE ECUACION:

$$T = \frac{\text{VOLUMEN DE OBRA}}{\text{RENDIMIENTO}}$$

DONDE: T = TIEMPO O DURACION DE LA ACTIVIDAD.

$$\text{No. DE CUADRILLAS} = \frac{\text{VOLUMEN DE OBRA}}{\text{RENDIMIENTO}}$$

#### PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO

---

LA PROGRAMACION DEL EQUIPO Y MAQUINARIA QUE INTERVENDRA EN LA OBRA, - ESTA EN FUNCION DE LOS CONCEPTOS DE TRABAJO, DEL TIEMPO PARA SU EJECU-- CION, DE LOS VOLUMENES Y RENDIMIENTOS DE TRABAJO.

CONOCIENDO ESTOS DATOS SE PODRA CALCULAR EL NUMERO DE UNIDADES DE CADA TIPO DE MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE NECESITARA Y EL TIEMPO DE EMPLEO DE CADA UNA DE ELLAS.

LA MAQUINARIA ES UN RECURSO SUMAMENTE IMPORTANTE EN LA EJECUCION DE - TODA OBRA, ESPECIALMENTE EN LA DE TIPO PESADA E INDUSTRIAL, LOS CARGOS POR RENTA Y OPERACION SON MUY ALTOS, DADO QUE LA MAYOR PARTE DE LA REA-- LIZACION DE LA OBRA DEPENDE DE ESTA.

EL PROGRAMA DE UTILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO ES MUY IMPORTANTE POR EL COSTO Y RETRASO QUE PUEDE GENERAR EN LA OBRA LA FALTA DEL MISMO, Y EL TENERLOS OCIOSOS, GENERA PERDIDAS ECONOMICAS AL CONSTRUCTOR, MERMAN-- DO DIRECTAMENTE EN SUS UTILIDADES.

#### PROGRAMA DE MATERIALES

---

ES NECESARIO QUE ANTES DE COMENZAR LA CONSTRUCCION DE UNA OBRA, SE DE-- BERA DE PROGRAMAR LOS REC. RSOS MATERIALES (SUMINISTRO) Y LA CANTIDAD CORRESPONDIENTE POR PERIODOS O ETAPAS, ESTE PROGRAMA SE HARA CON DETE-- NIMIENTO YA QUE LA ENTREGA INOPORTUNA GENERA UN RETRASO Y PERDIDAS ECO-- NOMICAS DE LA MISMA.

UNO DE LOS CARGOS DIRECTOS QUE MAS PESO TIENEN EN LA EJECUCION DE LA OBRA ES EL MATERIAL, YA QUE EN LOS PRESUPUESTOS DE OBRA CIVIL Y EDIFICACION INCIDE APROXIMADAMENTE UN 60 % A 70 % DEL COSTO DIRECTO, POR LO QUE UNA COMPRA MAL PLANEADA PUEDE GENERAR:

1o. SI SE HACE PREMATURAMENTE SE TENDRA:

- + SOBRECOSTOS POR ALMACENAJE
- + PROBLEMAS DE LIQUIDEZ
- + SOBRECOSTO FINANCIERO

2o. SI NO SE HACE OPORTUNAMENTE SE TENDRA:

- + RETRASO EN LA OBRA
- + SOBRECOSTO POR TIEMPOS MUERTOS
- + PERDIDA DE LA OPORTUNIDAD DE ESCALAR LOS PRECIOS UNITARIOS POR DEMORA
- + SANCIONES ADMINISTRATIVAS

#### PROGRAMA FINANCIERO

ESTE PROGRAMA DEBERA LLEVARSE EN FORMA CONJUNTA CON EL PROGRAMA DE: "MANO DE OBRA", "MATERIALES" Y "MAQUINARIA Y EQUIPO", YA QUE EN BASE A LA DEMANDA DE RECURSOS, SERA LA DEMANDA DE DINERO Y EL NO TENER LIQUIDEZ OCASIONA LA SUSPENSION PARCIAL O TOTAL DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA, REPERCUTIENDO DIRECTAMENTE EN EL PROGRAMA GENERAL.

LA ELABORACION DE ESTE PROGRAMA FINANCIERO DEBERA SER LO MAS REAL POSIBLE, YA QUE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PODRA DETERMINAR EN QUE MOMENTO (TIEMPO) SERA NECESARIO FINANCIAR LA OBRA Y PODER SOLICITARLO CON ANTICIPACION A SU UTILIZACION, YA QUE LA FALTA DE RECURSOS ECONOMICOS PODRIA OCASIONAR PROBLEMAS MUY SERIOS.

UN PROGRAMA, ES UN ORDENADOR DE ACTIVIDADES EN UNA SECUENCIA LOGICA Y CORRECTA, FECHAS DE EJECUCION, TIEMPOS DE DURACION, ASIGNACION DE INSUMOS (MANO DE OBRA, MATERIALES Y MAQUINARIA Y EQUIPO) Y SISTEMAS PARA VERIFICAR Y CONTROLAR LOS AVANCES, LA FORMA EN QUE SE PUEDEN REPRESENTAR LOS PROGRAMAS, ES POR MEDIO DE DIAGRAMAS, LOS CUALES SON:

- A) DIAGRAMAS DE REDES " RUTA CRITICA "
- B) DIAGRAMAS DE BARRAS O GRAFICA DE GANTT

ESTOS DIAGRAMAS, SE EMPLEAN PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE LOS PROYECTOS, Y AMBOS TIPOS TIENEN CIERTAS CARACTERISTICAS, QUE LOS HACEN UTILIZABLES PARA DIFERENTES APLICACIONES PUDIENDO SER ESTAS LAS SIGUIENTES:

-- DIAGRAMAS DE REDES " RUTA CRITICA "

- a) MUESTRAN RAPIDAMENTE LAS TAREAS QUE SON CRITICAS, PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO.
- b) MUESTRAN EL GRADO DE FLEXIBILIDAD EN LOS TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES NO CRITICAS.
- c) PERMITEN EVALUAR FACILMENTE LOS CAMBIOS NECESARIOS PARA EL PLAN DE ACCION Y/O CONTROL.

-- DIAGRAMA DE BARRAS O GRAFICA DE GANTT

- a) PERMITEN UNA REPRESENTACION VISUAL DE LA ESCALA DE TIEMPO INVOLUCRADA.
- b) IDENTIFICACION RAPIDA DE UNA TAREA EN PARTICULAR.
- c) RECONOCIMIENTO RAPIDO DE LOS TIEMPOS RELATIVOS A CADA ACTIVIDAD.

LAS VENTAJAS QUE TIENE LA APLICACION DEL ANALISIS DE DIAGRAMAS DE REDES EN UN PROYECTO SON:

- 1) EN PROYECTOS QUE TIENEN ACTIVIDADES CON MOMENTOS PRECISOS DE INICIO Y TERMINACION.
- 2) CUANDO DEBEN LLEVARSE A CABO UN GRAN NUMERO DE ACTIVIDADES O TAREAS INTERRELACIONADAS, CUALQUIERA DE LAS CUALES PUEDEN OCURRIR SIMULTANEAMENTE.
- 3) PERMITE EVALUAR LOS OBJETIVOS DE LOS PROYECTOS EN TERMINOS DE TIEMPO Y COSTO DESDE LA ETAPA DE PLANEACION.
- 4) PERMITE CONTROLAR LOS PROYECTOS EN TAL FORMA QUE, TAN PRONTO COMO EL COMPORTAMIENTO REAL SEA DIFERENTE DEL PLAN ORIGINAL, PUEDEN TOMARSE LAS MEDIDAS NECESARIAS.
- 5) PROPORCIONA UN MEDIO DE COMUNICACION OBJETIVO, ENTRE LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS Y COMPANIAS INVOLUCRADAS EN UN PROYECTO, Y ENTRE LOS GERENTES Y LOS QUE LO IMPLANTAN.
- 6) MARCA UNA DISCIPLINA DE PENSAMIENTO, QUE DEBE APLICARSE ANTES DEL INICIO DEL PROYECTO, EN TAL FORMA QUE PUEDAN EVALUARSE TODAS LAS ACCIONES DESDE EL PRINCIPIO.
- 7) AUXILIA A LA IMPLANTACION EXPLICITA DE METODOS DE TRABAJO, CON LO CUAL SE ESTABLECE UNA DISCIPLINA EN LA ORGANIZACION.

- 8) AYUDA A DEFINIR CLARAMENTE LA RESPONSABILIDAD DE LAS PARTES QUE INTERVIENEN.
- 9) PERMITE SIMULAR Y EVALUAR METODOS ALTERNATIVOS PARA COMPLETAR EL PROYECTO, ENFATIZANDO LAS TAREAS QUE SON CRITICAS PARA LOGRARLO.
- 10) HACE QUE LA RECOPIACION DE DATOS Y ESTADISTICAS, CONSTITUYA UNA FUNCION FORMAL EN LA ORGANIZACION.

LOS DOS ELEMENTOS BASICOS DE LA RED, SON LAS ACTIVIDADES Y LOS EVENTOS, Y LAS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES ES LA DEFINICION DE LAS RELACIONES LOGICAS.

"ACTIVIDAD" COMPRENDE TODAS LAS ACCIONES NECESARIAS PARA LLEVAR A CABO UNA TAREA ESPECIFICA, LA SERIE DE ACCIONES NECESARIAS PARA COMPLETAR UN PROYECTO, PUEDE ESPECIFICARSE COMO UN CONJUNTO DE ACTIVIDADES SEPARADAS.

"EVENTO" TIENE LUGAR EN UN PUNTO PRECISO EN EL TIEMPO Y ESTA ASOCIADA A UNA ACTIVIDAD, PARA MOSTRAR UN LOGRO DEFINIBLE EN LA TERMINACION DEL PROYECTO, POR EJEMPLO, EL INICIO Y TERMINACION DE UNA ACTIVIDAD, O EL MOMENTO DE TIEMPO EN QUE SE COMPLETA UNA PORCION DE UNA ACTIVIDAD.

LA DEFINICION DE LAS INTERRELACIONES LOGICAS ENTRE ACTIVIDADES, Y SU REPRESENTACION EN LOS DIAGRAMAS DE RED, PERMITEN LA IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES QUE SON CRITICAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS Y PERMITEN UN RAPIDO ANALISIS, DEL EFECTO DE LAS DEMORAS EN CIERTAS ACTIVIDADES Y LAS DE RESTRICCIONES EN LOS RECURSOS ASIGNADOS, EXISTEN DOS TIPOS DE RELACION LOGICA SIENDO ESTAS:

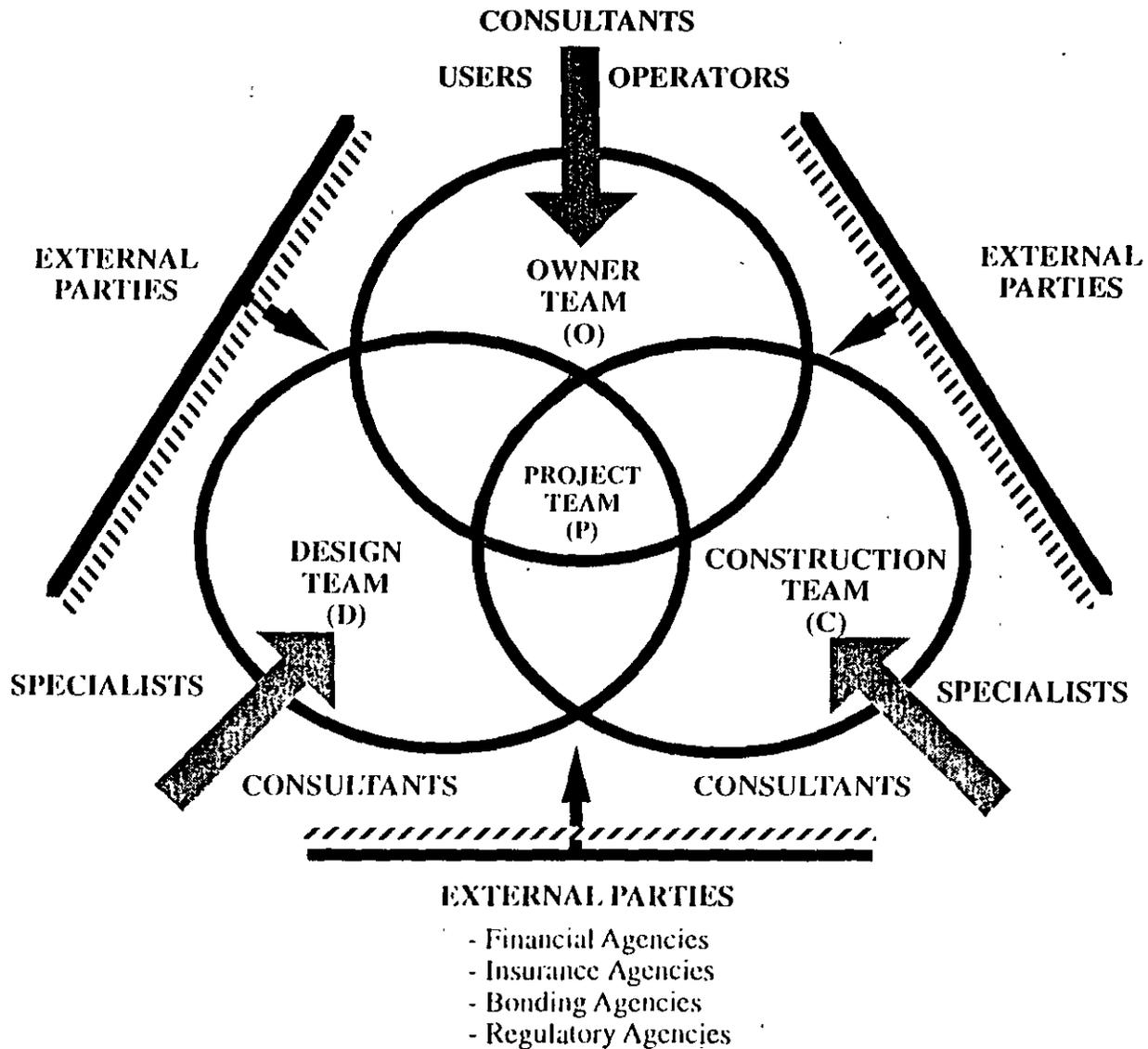
"ESTRICTA" ES UNA RESTRICCION IMPUESTA POR LA SECUENCIA NATURAL DE LOS EVENTOS Y QUE ES IMPOSIBLE CAMBIAR O MODIFICAR.

"LIBRE" POR LO REGULAR AUTO IMPUESTA, REPRESENTA LA PRACTICA NORMAL DENTRO DEL PROYECTO.

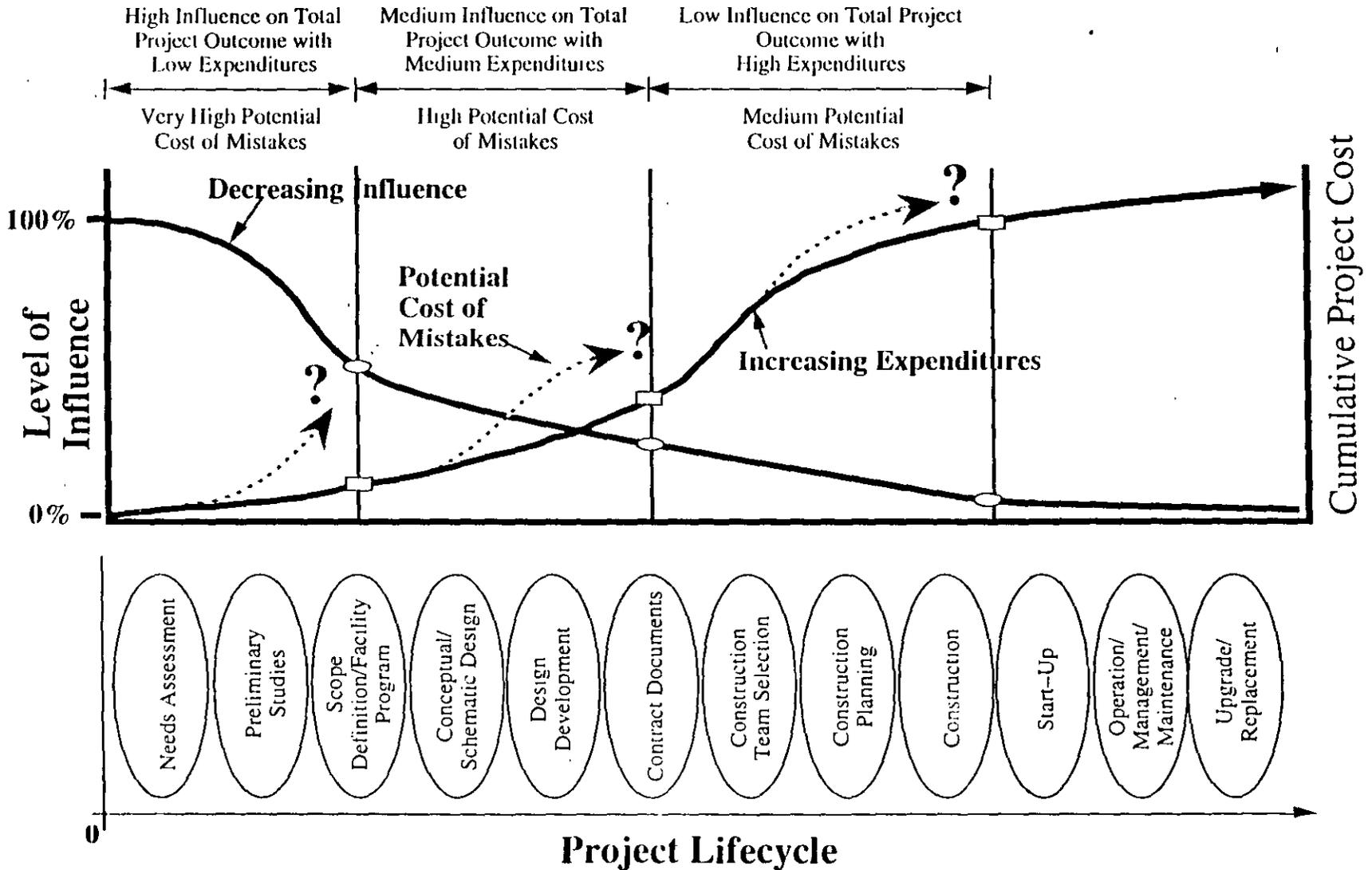
DESPUES DE DEFINIR LAS ACTIVIDADES, EVENTOS Y RELACIONES LOGICAS, SE PROCEDE A DETERMINAR LAS RELACIONES DE LOS EVENTOS CON EL TIEMPO, ES DECIR, DEFINIR EL TIEMPO QUE CADA ACTIVIDAD REQUIERE, EL TIEMPO ESTIMADO DEPENDE DE MUCHO DE LA ASIGNACION DE LOS RECURSOS SUPUESTOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SOBRE LA UNIDAD DE TIEMPO A UTILIZAR, DE ACUERDO A LA DURACION DEL PROYECTO, CON OBJETO DE QUE CADA ACTIVIDAD TENGA DURACION DE CUANDO MENOS LA UNIDAD.

EL SIGUIENTE PASO EN EL ANALISIS DE LA RED, ES LA ASIGNACION DE LOS RECURSOS A UNA ACTIVIDAD, QUE DETERMINA EN ALTO GRADO SU DURACION, DE ACUERDO A LA DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA, MATERIALES, MAQUINARIA, EQUIPO Y DINERO, DEBIENDOSE INTENTAR LA NIVELACION DE LOS RECURSOS PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO.

# Compatible Objectives

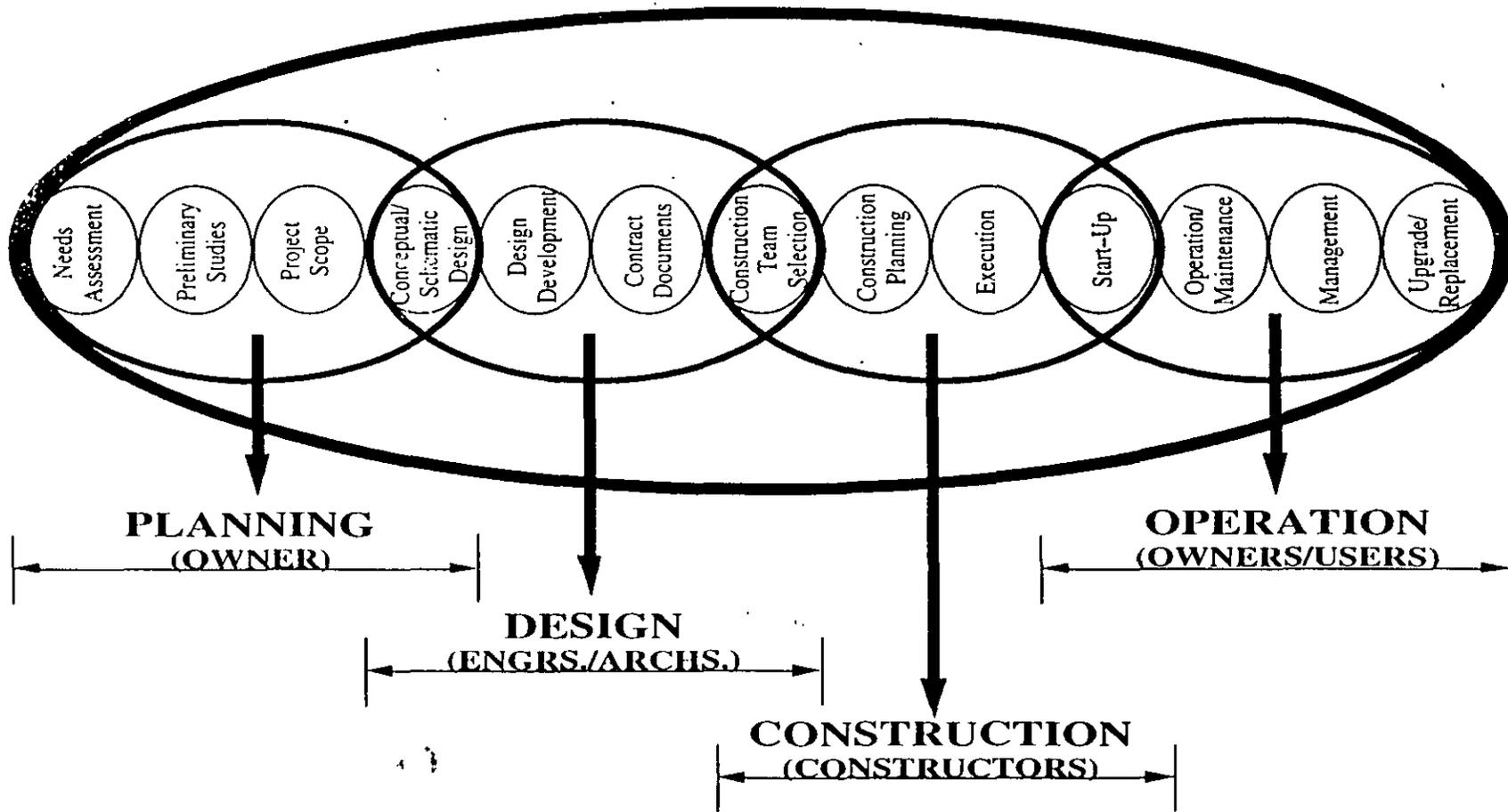


# Project Influence Curve

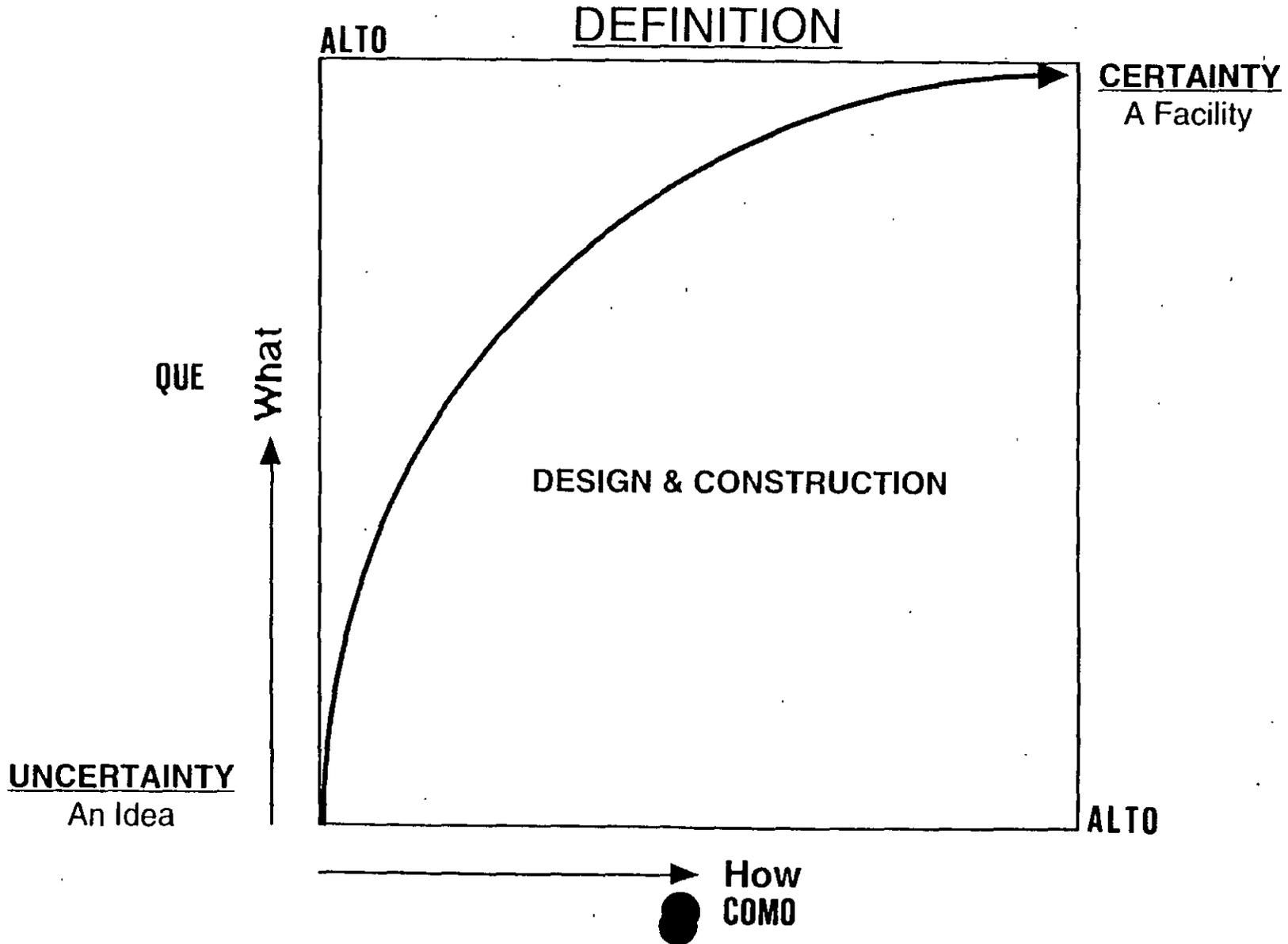


Etapas del Proyecto ciclo de Vida del Proyecto

# Project Stages: Project Life Cycle



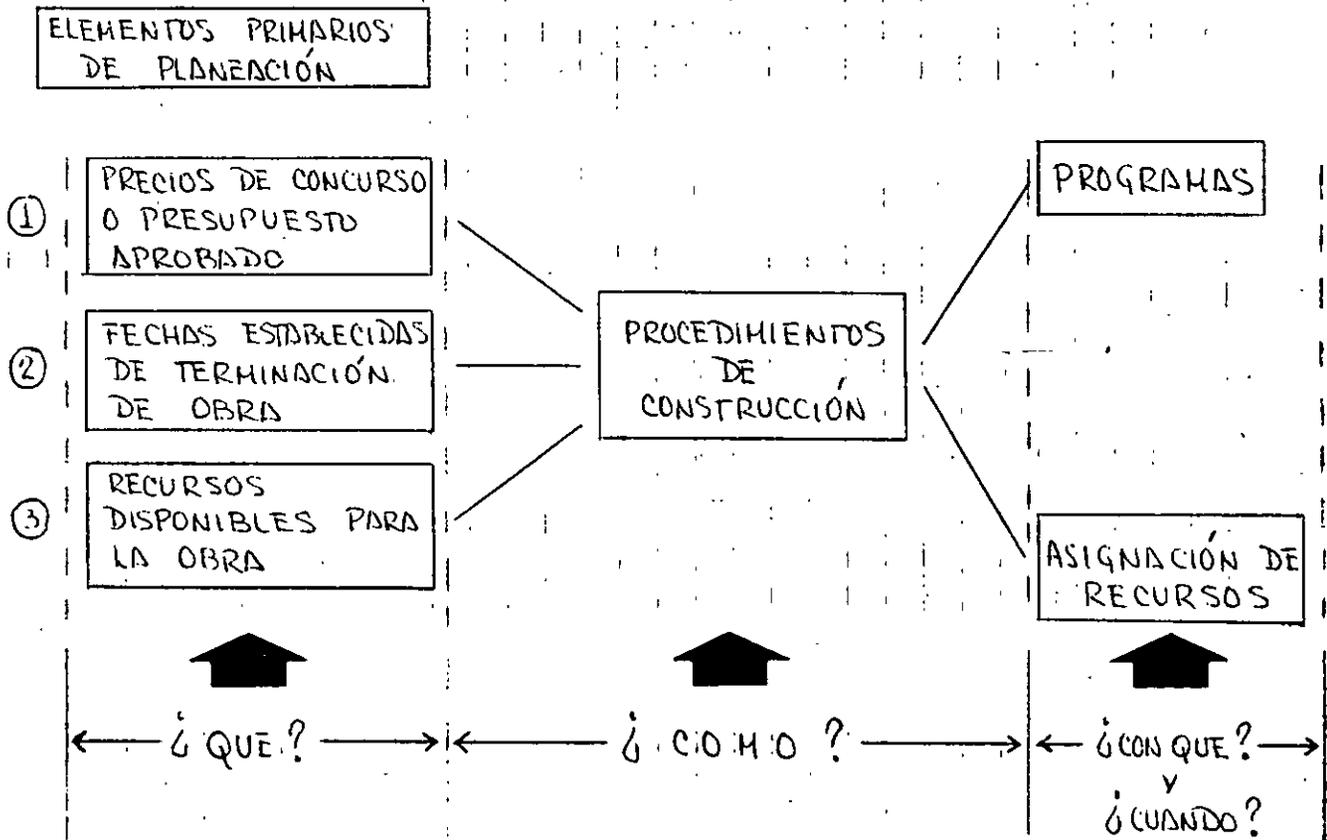
# Kinds of Uncertainty



## ¿ QUE HAY QUE PLANEAR ?

- A) PROGRAMAS.
- \* DE OBRA
  - \* DE RECURSOS
  - \* DE EGRESOS
  - \* DE INGRESOS
- B) COSTOS.
- \* DE RECURSOS
  - \* DE CONCEPTOS DE OBRA
  - \* INDIRECTOS
- C) ESPECIFICACIONES
- \* DE MATERIALES
  - \* DE RESULTADOS
  - \* DE MEDICION

## ¿ COMO PLANEAR ?



## ¿ QUE HAY QUE CONTROLAR ?

TIEMPO → DE ACUERDO CON LOS PROGRAMAS

CALIDAD → DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES

COSTOS → DE ACUERDO CON PRESUPUESTO

### PLANEACION.

DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS TÉCNICAS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

- \* HISTOGRAMAS
- \* DIAGRAMA DE BARRAS O DIAGRAMAS DE GANTT
- \* CONTROL PATH METHOD (CPM) (METODO DE LA RUTA CRITICA HRC)
- \* PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE "PERT"
- \* TEORIA DE NODOS "METODO AVANZADO" (USO PARA PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL)

### METODO DE LA RUTA CRITICA (CPM)

ES UN INSTRUMENTO ADMINISTRATIVO QUE SE BASA EN UN PROCEDIMIENTO SENCILLO Y LÓGICO.

ES UN SISTEMA GRÁFICO DE ANÁLISIS DE LOS RAZONAMIENTOS.

EL PROCEDIMIENTO CONSISTE :

ELEMENTOS BÁSICOS DE "CPM" = UN DIAGRAMA Y UNA RUTA CRITICA

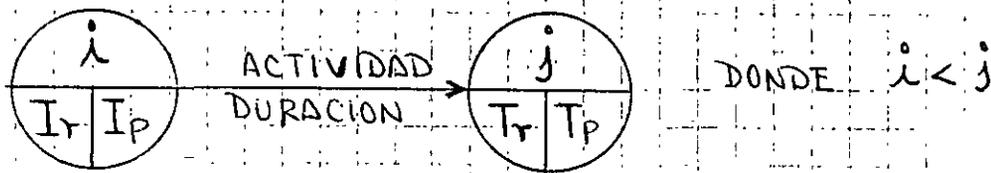
- \* VIGILANCIA PREVENTIVA DE LOS TIEMPOS
- \* VIGILANCIA CORRECTIVA DE LOS TIEMPOS

INCREMENTO DE RECURSO → INCREMENTO DEL COSTO  
(ACCIÓN) (REACCIÓN)

SON DOS CONDICIONES QUE NOS DETERMINAN SI UNA ACTIVIDAD ES CRÍTICA.

HOLGURAS: EXISTEN TRES TIPOS

- a) HOLGURA TOTAL  $H_T = T_T - T_P = I_T - I_P$   
 b) HOLGURA LIBRE  $H_L = T_P - I_P - d$   
 c) HOLGURA DE INTERFERENCIA
- }  $H_T \geq H_L$



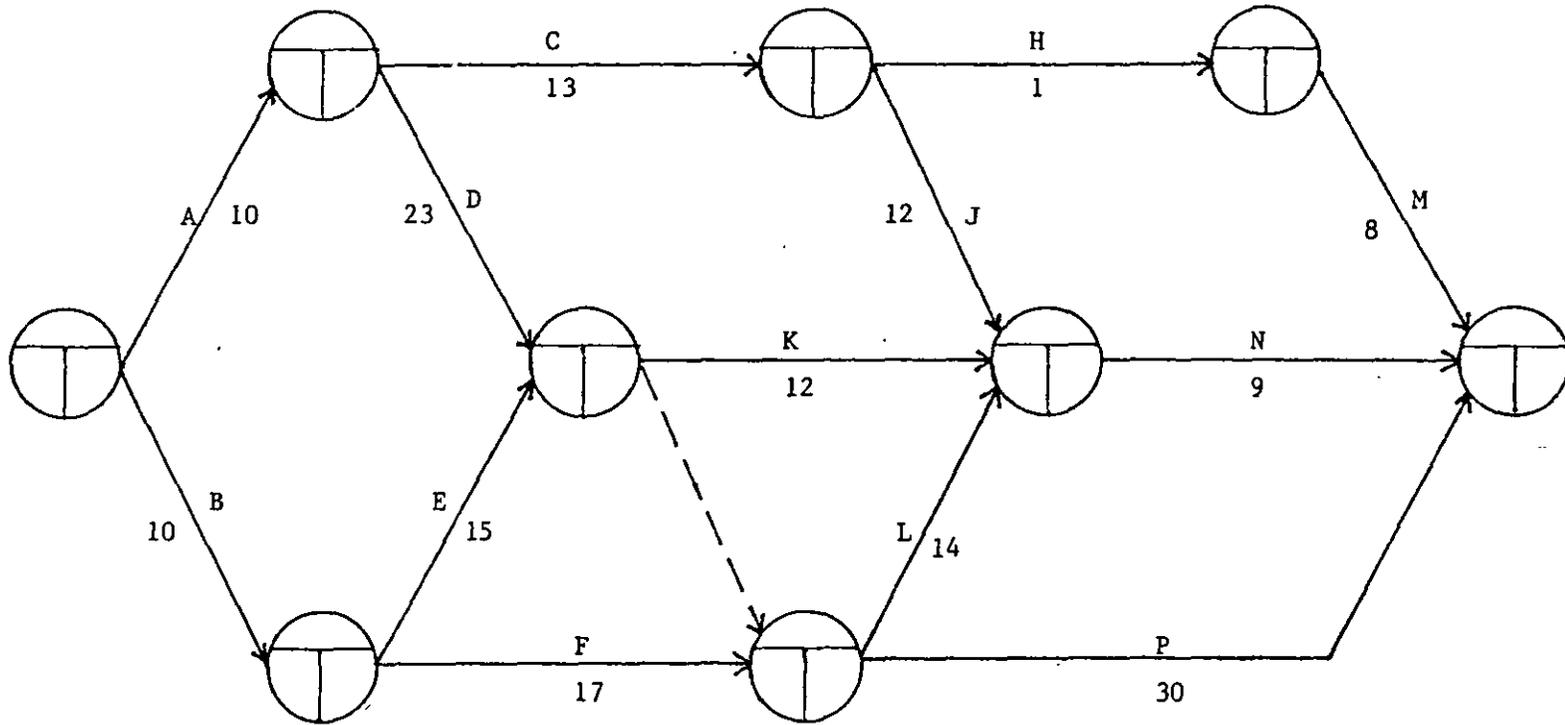
TEORIA DE NODOS

$I_P$	NOMBRE	$T_P$
$I_T$	$d$ DURACION	$T_T$

EN TORIA DE NODOS SE GRAFICA DE LA SIGUIENTE MANERA:

- 1) DOBLE LINEA ES HOLGURA LIBRE CERO.
- 2) TRIPLE LINEA ES RUTA CRÍTICA.

E J E R C I C I O



8.0 PROGRAMA DE OBRA AUTORIZADO VS. AVANCE

CONCEPTO	IMPORTE	1997								
		Ene-97	Feb-97	Mar-97	Abr-97	May-97	Jun-97	Jul-97	Ago-97	Sep-97
RESUMEN DE PARTIDAS	\$									
FERRACERIAS	16 019,036 85									
OBRAS DE DRENAJE	3,250,503.03									
COMPLEMENTARIAS	2 363,463 57									
PAVIMENTOS	57,791,087 43									

SUMAS		79 426,090 88								
PROGRAMADO	PARCIAL	207 568 42	1 554,384 39	1,469 441 94	4,103,732 00	6,716 405 54	23,368,817 03	17,409 599 38	11 751,435 95	12 844 706 23
	ACUMULADO	207 568 42	1 781,952 81	3,231 394 75	7 335,126 75	14 051,532 29	37 420 349 32	54 829 948 70	66 581 384 65	79 426 090 88
REAL C/IVA	PARCIAL	212,310 21	1 649 164 05	3 922,225 88	1,924 616 24	7,663,352 37	23,515 509 63	11 195,509 59		
	ACUMULADO	212 310 21	1 861 474 26	5 783 700 14	7 708 316 36	15 371 668 75	38 887 178 36	50 082 687 97		
PROGRAMADO	PARCIAL	0 26	1 96	1 85	5 11	8 46	29 42	21 92	14 80	16 17
	ACUMULADO	0 26	2 22	4 07	9 24	17 69	47 11	69 03	83 83	100 00
REAL	PARCIAL	0 27	2 08	4 94	2 42	9 65	29 61	14 10	0 00	0 00
	ACUMULADO	0 27	2 34	7 28	9 71	19 35	48 93	63 06	63 06	63 06

PROGRAMA...  CORTE A LA FECHA... →

AVANCE...

	REAL S/AMORT
AVANCE FINANCIERO EJERCIDO	63.06% / 36.5%
AVANCE FINANCIERO PROGRAM	69.03% / 40.0%
DESVIACION	-5.98% / -3.5%

NOTA: EN ESTE PROGRAMA SE EVALUA CONSIDERANDO UN INCREMENTO A LA ASIGNACION, PROPORCIONAL AL ANTICIPO DE 43 000,000 0 POR LO CUAL EL PORCENTAJE REAL DE LA ASIGNACION NORMAL SERIAN LOS IMPORTES A LA FECHA MENOS LA AMORTIZACION

TECNICAS DE SUPERVISION

---

## TECNICAS DE SUPERVISION

---

PARA QUE TODAS LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN UN PROCESO CONSTRUCTIVO SEAN DESARROLLADAS EN FORMA ADECUADA, SERA NECESARIO QUE LA SUPERVISION CUENTE CON UNA SERIE DE TECNICAS Y APOYOS ADMINISTRATIVOS COMO; MANUALES, FORMATOS, PROCEDIMIENTOS, ETC., QUE LE PERMITAN SIMPLIFICAR SU TRABAJO SIN DETRIMENTO DEL MISMO, CUYO OBJETIVO IMPLICA UN BUEN DESENVOLVIMIENTO, MANTENIENDO UN INTERES CONTINUO POR SU TRABAJO SIN DAR CAVIDA A LA MONOTONIA O A LA FALTA DE INTERES O APOYO DE SUS COLABORADORES.

POR LO ANTERIOR SE PRESENTAN UNA SERIE DE LINEAMIENTOS, CUYA FINALIDAD CONSISTE EN DESARROLLAR TECNICAS CONFORME A LAS NECESIDADES Y OBJETIVOS QUE LLEGUEN A PRESENTARSE EN CADA UNA DE LAS OBRAS, PUES DEBIDO A QUE NO TODAS SON IGUALES, SE NECESITA ADECUAR UNA ESTRATEGIA INDEPENDIENTE Y DISTINTA PARA LAS MISMAS.

### A) REVISION DE TRAMITES.

EL SUPERVISOR REVISARA EL ESTADO QUE GUARDAN LOS TRAMITES CORRESPONDIENTES QUE SE DEBAN CUBRIR PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS, PARA EVITAR POSIBLES PROBLEMAS EN EL INICIO DE LA OBRA, O DURANTE LA EJECUCION DE LAS MISMAS, POR LO QUE EL SUPERVISOR DEBE:

- \* SOLICITAR AL RESPONSABLE DE LOS TRAMITES, UN REPORTE GENERAL DE LOS MISMOS, ASI COMO COPIA DE TODAS LAS SOLICITUDES, PAGOS, APROBACIONES Y PLANOS APROBADOS QUE SE HAYAN LLEVADO A CABO.
- \* INTEGRAR LOS EXPEDIENTES PARA CADA UNO DE LOS TRAMITES NECESARIOS.
- \* INTEGRAR O SOLICITAR AL RESPONSABLE, EL DIRECTORIO COMPLETO DE LAS OFICINAS PARA LLEVAR A CABO LOS TRAMITES, INDICANDO LOS NOMBRES Y TELEFONOS DE LAS PERSONAS QUE ATIENDEN CADA ASPECTO DE LOS TRAMITES MENCIONADOS.
- \* ELABORAR, CONJUNTAMENTE CON EL RESPONSABLE, UN PROGRAMA PARA LA OBTENCION DE LOS TRAMITES FALTANTES O EN PROCESO, PARA PROGRAMAR DE LA MISMA MANERA LOS PAGOS NECESARIOS E INICIACION DE TRABAJOS ESPECIFICOS.

### B) REVISION DE PROYECTO Y ESPECIFICACIONES.

LA PARTE FUNDAMENTAL DE ESTA REVISION ES QUE LA SUPERVISION CONOZCA DE MANERA DETALLADA TODOS LOS COMPONENTES DEL MISMO, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS, PARA PODER TOMAR LAS SOLUCIONES PERTINENTES A LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS QUE SE PRESENTAN DURANTE

EL DESARROLLO DE LA OBRA, POR CONSIGUIENTE, LA SUPERVISION DEBERA OBSERVAR:

- \* SOLICITAR UN LISTADO COMPLETO DE TODOS LOS PLANOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO.
- \* IDENTIFICAR Y AGRUPAR LOS PLANOS POR ESPECIALIDADES.
- \* ENLISTAR PLANOS POR ESPECIALIDAD, INDICANDO NUMERO DE PLANOS, TITULOS, NUMERO DE HOJAS DE ESPECIFICACIONES, FECHA DE EMISION Y REVISIONES.
- \* REVISAR Y ESTUDIAR CADA UNO DE LOS PLANOS, INDICANDO EN LOS PROPIOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES LOS DATOS FALTANTES, INCONGRUENCIAS Y ERRORES, UTILIZANDO PARA ESTE FIN UN LAPIZ DE COLOR.
- \* REMITIR LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES CORREGIDAS AL AREA CORRESPONDIENTE PARA SU APROBACION, CUIDANDO DE DEJAR EN LAS OFICINAS DE OBRA DE LA SUPERVISION UNA COPIA DE LOS DOCUMENTOS ENTREGADOS CON LAS MISMAS OBSERVACIONES.
- \* ELABORAR SI ASI SE NECESITA, CORRECCIONES O ANOTACIONES EN PLANOS Y/O ESPECIFICACIONES QUE PUDIERAN CAUSAR RETRASOS EN OBRA, RECABANDO LA AUTORIZACION CORRESPONDIENTE.
- \* REGISTRAR Y ACTUALIZAR TODAS LAS CONSECUENCIAS QUE OCASIONEN LAS MODIFICACIONES DEL PROYECTO, YA SEA EN PROGRAMA DE EJECUCION, CANTIDAD, CALIDAD, COSTO Y TIEMPO DE LA OBRA.
- \* MANTENER CONTINUAMENTE LA COMUNICACION DE ESTOS ASPECTOS CON TODAS LAS AREAS, ASI COMO CON LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

C) REVISION DEL PRESUPUESTO DE OBRA.

LA SUPERVISION LLEVARA A CABO EL ESTUDIO DE LOS PRESUPUESTOS PRESENTADOS POR LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS, CON LA FINALIDAD DE DETECTAR LOS POSIBLES ERRORES U OMISIONES, YA SEA EN LOS PROPIOS CONCEPTOS O EN SUS CANTIDADES O PRECIOS UNITARIOS, ASI MISMO, PODRA COMPLEMENTAR LOS CONCEPTOS DE LOS PRESUPUESTOS CON LOS ANTECEDENTES DETECTADOS EN LA REVISION DEL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES. PARA DAR CUMPLIMIENTO CON ESTO, LA SUPERVISION TENDRA QUE HACER LO SIGUIENTE:

- \* REVISAR EL CONTENIDO DE LA LISTA DE CONCEPTOS EN BASE A LO DETECTADO EN LA REVISION DEL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES.
- \* REVISAR CANTIDADES DE OBRA, COMPARANDOLAS CON SUS NUMEROS GENERADORES.

- \* VERIFICAR SELECTIVAMENTE LOS NUMEROS GENERADORES, CALCULANDO CANTIDADES DE OBRA EN LOS PLANOS RESPECTIVOS.
- \* REVISAR LOS PRECIOS UNITARIOS.
- \* REGISTRAR EN COPIAS DE LOS PRESUPUESTOS O NUMEROS GENERADORES LAS VARIACIONES, OMISIONES O ERRORES DETECTADOS.
- \* LLEVAR A CABO REUNIONES CON LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS, CON EL OBJETIVO DE ACLARAR TODAS LAS DUDAS QUE SURJAN DURANTE LA REVISION.
- \* MANTENER LA COMUNICACION CONTINUA DE LOS RESULTADOS CON TODAS LAS AREAS QUE LO REQUIERAN, ASI COMO CON LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS QUE PARTICIPAN EN LA OBRA, CONSERVANDO EN EL ARCHIVO DE LA SUPERVISION, COPIA DE TODAS LAS COMUNICACIONES Y OBSERVACIONES ELABORADAS.
- \* INFORMAR DE INMEDIATO A LAS AREAS RESPECTIVAS, LAS DIFERENCIAS, ERRORES U OMISIONES.

D) REVISION DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

LA SUPERVISION DEBE VIGILAR LA CORRECTA APLICACION DE LOS PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA OBRA, HASTA SU TERMINACION, PARA LO CUAL, SE UTILIZARA EL CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS AUTORIZADO O CONTRATADO.

LA APLICACION DE ESTOS PRECIOS SERA DEFINITIVA DURANTE EL PROCESO DE LA OBRA, Y SUS MODIFICACIONES PROCEDERAN UNICAMENTE POR LOS SIGUIENTES MOTIVOS:

- \* POR INCREMENTO EN LOS PRECIOS DE; MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO.
- \* SI LAS CARACTERISTICAS INDICADAS EN EL PRECIO UNITARIO SE MODIFICARAN, O NO ESTUVIERA EN EL CATALOGO DE CONCEPTOS, SE REQUERIRA DE UN NUEVO PRECIO UNITARIO ADICIONAL, EL CUAL SE FORMULARA EN BASE A:
  - LISTA DE PRECIOS DE; MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO AUTORIZADOS POR LA SUPERVISION Y/O LAS AREAS RESPECTIVAS.
  - POR NINGUN MOTIVO PODRA CAMBIARSE EL INDIRECTO EL CUAL SE CONSERVARA CONSTANTE DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.
  - LA SUPERVISION SE ENCARGARA DE:
    - a) REVISAR EL NUEVO ANALISIS.
    - b) REVISAR, COTEJAR Y SANCIONAR EL RENDIMIENTO.
    - c) REALIZAR LAS ACLARACIONES QUE PROCEDAN.
    - d) ELABORAR RELACION DE CONCEPTOS Y P.U. Y FIRMA RESULTADO.

E) REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA.

LA SUPERVISION COORDINARA CON EL CONTRATISTA Y/O SUBCONTRATISTA EL CONTROL DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LA OBRA Y LOS SUBPROGRAMAS, A EFECTO DE EVITAR POSIBLES INCONGRUENCIAS, INTERFERENCIAS O ERRORES EN LA EJECUCION DE LA OBRA.

EL PROGRAMA DE CONSTRUCCION DEBERA CONTENER COMO MINIMO:

- \* RELACION DE ACTIVIDADES DESGLOSADAS.
- \* SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES.
- \* FECHAS DE INICIACION Y TERMINACION DE CADA ACTIVIDAD, ASI -  
COMO SUS HOLGURAS RESPECTIVAS.
- \* LAS FECHAS DE LAS ACTIVIDADES CRITICAS.
- \* PORCENTAJE QUE REPRESENTA CADA ACTIVIDAD, CON RESPECTO AL -  
TOTAL.
- \* CANTIDADES DE TRABAJO.
- \* CANTIDADES DE RECURSOS.
- \* SUMINISTROS NECESARIOS.
- \* DOCUMENTOS ESPECIALES SEGUN SEA EL CASO.

ES DE SUMA IMPORTANCIA QUE LA SUPERVISION SE CERCIERE DE LA SECUENCIA Y DURACION DE CADA ACTIVIDAD, PARA DETERMINAR EL FLAZO DE EJECUCION DE CADA ETAPA Y LOGRAR QUE LA DURACION TOTAL DEL PROGRAMA SE AJUSTE AL FLAZO FIJADO EN EL CONTRATO DE LA OBRA.

EL SUBPROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION CONTENDRA -  
POR LO MENOS, LAS NECESIDADES MENSUALES DE ESTOS, EN FORMA CUANTITATIVA Y CUALITATIVA, Y SERA CONGRUENTE CON EL PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

EL SUBPROGRAMA DE SUMINISTRO DE MATERIALES DEL CONTRATISTA Y/O SUBCONTRATISTA, SERA CONGRUENTE CON LAS CANTIDADES DE TRABAJO POR EJECUTAR SEGUN EL PROGRAMA DE CONSTRUCCION, INCLUIRA LOS EQUIPOS A INSTALARSE EN LA OBRA, QUE SUMINISTRARA EL CONTRATISTA Y/O SUBCONTRATISTA, POR LO QUE CONTENDRA CUANDO MENOS LA SIGUIENTE INFORMACION:

- \* REQUERIMIENTOS GLOBALES DE MATERIALES Y EQUIPOS A INSTALARSE MENSUALMENTE.
- \* FUENTE DE SUMINISTRO DE CADA MATERIAL Y EQUIPO.
- \* FECHA EN QUE DEBE SER SOLICITADO EL SUMINISTRO.
- \* FECHA EN QUE DEBEN SER ENTREGADOS EN LA OBRA.

EL SUBPROGRAMA DE MANO DE OBRA CONTENDRA CUANDO MENOS:

- \* NECESIDADES SEMANALES DE MANO DE OBRA.
- \* MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, ASI COMO SU CATEGORIA.
- \* FUENTE DE LA MANO DE OBRA, (LOCAL O FORANEA).
- \* SINDICATOS DEL LUGAR.

F) REVISION DE CONTRATOS DE LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS.

EL OBJETO DE ESTA REVISION, ES EL CONOCIMIENTO EXACTO Y COMPLETO DE LOS DEBERES Y DERECHOS DE CADA UNO DE LOS CONTRATISTAS QUE PARTICIPAN EN LA EJECUCION DE LA OBRA, CON LO CUAL SE PODRAN ESTABLECER LOS LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS QUE UTILIZARA LA SUPERVISION, PARA UN MEJOR CONTROL DE LA OBRA, POR LO QUE DEBERA:

- \* VERIFICAR LA EXISTENCIA DE LOS CONTRATOS RESPECTIVOS A TODOS LOS ASPECTOS DE LA OBRA, ASI COMO EL REGIMEN DE LOS MISMOS.
- \* VERIFICAR EL CONTENIDO DE LOS CONTRATOS.
- \* INTEGRAR LOS EXPEDIENTES CORRESPONDIENTES A CADA CONTRATISTA Y/O SUBCONTRATISTA, INCLUYENDO TODOS LOS ANEXOS TECNICOS QUE SE INDIQUEN EN LOS CONTRATOS.
- \* LLEVAR A CABO REUNIONES CON LOS CONTRATISTAS Y/O SUBCONTRATISTAS, CUYO OBJETIVO SERA EL DE ACLARAR O COMPLETAR LAS DUDAS, ERRORES, OMISIONES Y FALTANTES DETECTADOS EN LA REVISION.

G) REVISION DE OBRA.

ESTA TECNICA DE SUPERVISION CONSISTE EN ESTABLECER UNA SERIE DE PLANES DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO, CONSISTENTE EN FACILITAR EL CUMPLIMIENTO DE LA LABOR DE INSPECCION Y CONTROL DE LA OBRA, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES:

#### IMPLEMENTACION Y CONTROL DE LOS PLANES

---

SE DEBE DECIDIR QUIEN SERA RESPONSABLE DE HACER QUE Y CUANDO.

ESTAS DECISIONES REQUIEREN DE LA CONVERSION DE LAS DECISIONES DE PLANEACION PREVIAS EN UN GRUPO DE TAREAS Y PROGRAMAS, LAS CUALES DEBEN DESARROLLARSE CONJUNTAMENTE POR QUIENES VAN A SER RESPONSABLES DE LLEVARLOS A CABO Y POR AQUELLOS A QUIENES SE VA A REPORTAR.

LA RESPONSABILIDAD DE LA COORDINACION DE LAS TAREAS Y PROGRAMAS DEBE RECAER EN LAS JUNTAS DE PLANEACION.

PARA FACILITAR EL CONTROL DE LA IMPLEMENTACION Y CONTROL DE LOS PLANES, PODEMOS ESTABLECER DIVERSOS FORMATOS DE CONTROL, ESTOS DEBEN ESPECIFICAR LO SIGUIENTE:

- \* LA NATURALEZA DEL TRABAJO QUE SE VA A LLEVAR A CABO.
- \* LA META U OBJETIVO RELEVANTE.
- \* QUIEN ES EL RESPONSABLE DE LLEVAR A CABO EL TRABAJO.
- \* LOS PASOS O ETAPAS QUE SE VAN A DAR.
- \* QUIEN ES EL RESPONSABLE DE CADA PASO O ETAPA.
- \* LA SECUENCIA DE LOS PASOS O ETAPAS.
- \* LOS RECURSOS ECONOMICOS ASIGNADOS A CADA ACTIVIDAD.
- \* LAS SUPOSICIONES CRITICAS SOBRE LAS QUE CADA PROGRAMA SE BASA
- \* EL DESEMPEÑO QUE SE ESPERA Y CUANDO.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA**

**NUEVA DE LEY DE OBRA PÚBLICAS Y SERVICIOS**

**ING. GILBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS  
RELACIONADOS CON LAS MISMAS**

**TÍTULO PRIMERO**

**DISPOSICIONES GENERALES**

**CAPÍTULO ÚNICO**

**ARTÍCULO 1.-** La presente Ley tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal;
- III. La Procuraduría General de la República;
- IV. Los organismos descentralizados;
- V. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal o una entidad paraestatal, y
- VI. Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este artículo.

Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento.

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias, o bien, los que se lleven cabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la administración pública de una entidad federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley; no obstante, dichos actos quedarán sujetos a este ordenamiento cuando la dependencia o entidad obligada a realizar los trabajos no tenga la capacidad para hacerlo por sí misma y contrate a un tercero para llevarlos a cabo.

No estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley, las obras que deban ejecutarse para crear la infraestructura necesaria en la prestación de servicios públicos que los particulares tengan concesionados, cuando éstos las lleven a cabo.

Los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo se realizarán conforme a lo dispuesto por los artículos 18 de la Ley General de Deuda Pública y 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, y estarán regidos por esta Ley únicamente en lo que se refiere a los procedimientos de contratación y ejecución de obra pública.

**ARTÍCULO 2.-** Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

- I. Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Contraloría: la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo;
- III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a III del artículo 1;
- IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones IV y V del artículo 1;

- V. **Tratados:** los convenios regidos por el derecho internacional público, celebrados por escrito entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público, ya sea que para su aplicación requiera o no la celebración de acuerdos en materias específicas, cualquiera que sea su denominación, mediante los cuales los Estados Unidos Mexicanos asumen compromisos;
- VI. **Contralista:** la persona que celebre contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, y.
- VII. **Licitante:** La persona que participe en cualquier procedimiento de licitación pública, o bien de invitación a cuando menos tres personas.

**ARTÍCULO 3.-** Para los efectos de esta Ley, se consideran obras públicas los trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles. Asimismo, quedan comprendidos dentro de las obras públicas los siguientes conceptos:

- I. El mantenimiento y la restauración de bienes muebles incorporados o adheridos a un inmueble, cuando implique modificación al propio inmueble;
- II. Los trabajos de exploración, geotécnica, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas que se encuentren en el subsuelo;
- III. Los proyectos integrales o llave en mano, que deberán comprender desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyéndose, cuando se requiera, la transferencia de tecnología;
- IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo; subsuelo; desmontes; extracción y, aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;
- V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos naturales;
- VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria;
- VII. La instalación, montaje, colocación o aplicación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, siempre y cuando dichos bienes sean proporcionados por la convocante al contratista; o bien, cuando incluyan la adquisición y su precio sea menor al de los trabajos que se contraten, y
- VIII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

**ARTÍCULO 4.-** Para los efectos de esta Ley, se consideran como servicios relacionados con las obras públicas, los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública; las investigaciones, estudios, asesorías y consultorías que se vinculen con las acciones que regula esta Ley; la dirección o supervisión de la ejecución de las obras y los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones. Asimismo, quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con las obras públicas los siguientes conceptos:

- I. La planeación, elaboración del anteproyecto y diseño de ingeniería básica y de detalle civil, industrial y electromecánico, y de cualquier otra especialidad de la ingeniería;
- II. La planeación, elaboración del anteproyecto y diseños arquitectónicos y artísticos, y de cualquier otra especialidad de la arquitectura;
- III. Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, sismología, topografía, geología, geodesia, geotécnica, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito;
- IV. Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnica económica, ecológica o social, de evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones;
- V. Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra; de laboratorio de análisis y control de calidad; de laboratorio de geotécnica, de resistencia de materiales y radiografías industriales; de preparación de especificaciones de

construcción, presupuestación o la elaboración de cualquier otro documento o trabajo para la adjudicación del contrato de obra correspondiente;

- VI. Los trabajos de organización, informática, cibemática y sistemas aplicados a las materias que regula esta Ley;
- VII. Los dictámenes, peritajes, avalúos y revisiones técnico normativas, aplicables a las materias que regula esta Ley, y
- VIII. Todos aquéllos de naturaleza análoga.

**ARTÍCULO 5.-** La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

**ARTÍCULO 6.-** Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuentan; las contrataciones respectivas se sujetarán a las disposiciones aplicables.

**ARTÍCULO 7.-** El gasto para las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas del Presupuesto de Egresos de la Federación, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

**ARTÍCULO 8.-** La Secretaría, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley para efectos administrativos.

La Contraloría dictará las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría y, cuando corresponda, la de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTÍCULO 9.-** Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que deban observar las dependencias y entidades, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas nacionales, especialmente de las micro, pequeñas y medianas.

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

**ARTÍCULO 10.-** Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades.

Las facultades conferidas por esta Ley a los titulares de las dependencias podrán ser ejercidas por los titulares de sus órganos desconcentrados, previo acuerdo delegatorio.

**ARTÍCULO 11.-** En los casos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, los requisitos y demás disposiciones para su contratación serán establecidos por la Contraloría.

**ARTÍCULO 12.-** En lo no previsto por esta Ley y demás disposiciones que de ella se deriven, serán aplicables supletoriamente el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

**ARTÍCULO 13.-** Cuando por las condiciones especiales de las obras públicas o de los servicios relacionados con las mismas se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, cada una de ellas será responsable de la ejecución de la parte de los trabajos que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere la fracción VI del artículo 1, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondan y las dependencias y entidades.

**ARTÍCULO 14.-** Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, serán resueltas por el Poder Judicial de la Federación, en los términos de su Ley Orgánica, salvo aquellas que se susciten con motivo de las resoluciones definitivas que se dicten sobre la interpretación y cumplimiento de los contratos de obras públicas celebrados con dependencias, las cuales serán resueltas por el Tribunal Fiscal de la Federación, de conformidad con la competencia que le fija su Ley Orgánica.

Sólo podrá convenirse compromiso arbitral, ya sea en cláusula compromisoria incluida en el contrato o en acuerdo independiente, respecto de aquellas controversias que determine la Contraloría mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Secretaría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Lo previsto en los dos párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en los tratados de que México sea parte, o de que en el ámbito administrativo la Contraloría conozca de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los procedimientos de contratación, o bien, de las quejas que en audiencia de conciliación conozca sobre el incumplimiento de lo pactado en los contratos.

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no regulen de manera expresa la forma en que podrán resolver controversias.

Los actos, acuerdos, cláusulas compromisorias, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen o celebren en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos previa determinación de la autoridad competente.

**ARTÍCULO 15.-** Los contratos celebrados en el extranjero respecto de obras públicas y servicios relacionados con las mismas que deban ser ejecutados o prestados fuera del territorio nacional, se regirán por la legislación del lugar donde se formalice el acto, aplicando lo conducente lo dispuesto por esta Ley.

Cuando las obras y servicios hubieren de ser ejecutados o prestados en el país, tratándose exclusivamente de licitaciones públicas, su procedimiento y los contratos que deriven de ellas deberán realizarse dentro del territorio nacional.

## TÍTULO SEGUNDO

### DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

#### CAPÍTULO ÚNICO

**ARTÍCULO 16.-** En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

- I. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y
- II. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas.

**ARTÍCULO 17.-** Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos;
- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;
- III. Las acciones previas, durante y posteriores a la ejecución de las obras públicas, incluyendo, cuando corresponda, las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;

- IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra pública;
- V. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de éstas, las normas internacionales;
- VI. Los resultados previsibles;
- VII. La coordinación que sea necesaria para resolver posibles interferencias y evitar duplicidad de trabajos o interrupción de servicios públicos;
- VIII. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para la realización de estudios y proyectos, la ejecución de los trabajos, así como los gastos de operación;
- IX. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de los trabajos;
- X. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;
- XI. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;
- XII. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que se realicen por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios; las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con los trabajos; los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de los trabajos;
- XIII. Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo;
- XIV. Las instalaciones para que las personas con discapacidad puedan entrar y transitar por los inmuebles, las que, según la naturaleza de la obra, podrán consistir en rampas, puertas, elevadores, pasamanos, asideras y otras instalaciones análogas a las anteriores que coadyuven al cumplimiento de tales fines, y
- XV. Las demás provisiones y características de los trabajos.

**ARTÍCULO 18.-** Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar con sustento en los estudios de impacto ambiental previstos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

**ARTÍCULO 19.-** Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas.

El citado programa será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con la misma, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

**ARTÍCULO 20.-** En los procedimientos de contratación de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de bienes o servicios de procedencia nacional y los propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

**ARTÍCULO 21.-** Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los

contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derecho de vía, expropiación de inmuebles, derechos de bancos de materiales y demás autorizaciones que se requieran. Las autoridades competentes deberán otorgar a las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, las facilidades necesarias para su ejecución.

**ARTÍCULO 22.-** En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total, como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, se deberán tomar en cuenta las provisiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos

El presupuesto actualizado será la base para solicitar la asignación de cada ejercicio presupuestal subsecuente.

La asignación presupuestal aprobada para cada contrato servirá de base para otorgar, en su caso, el porcentaje pactado por concepto de anticipo.

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal.

**ARTÍCULO 23.-** Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, solamente cuando cuenten con la autorización global o específica, por parte de la Secretaría, del presupuesto de inversión y de gasto corriente, conforme a los cuales deberán elaborarse los programas de ejecución y pagos correspondientes.

En casos excepcionales y previa aprobación de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con dicha autorización.

Para la realización de obras públicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una propuesta solvente y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión.

**ARTÍCULO 24.-** A la conclusión de las obras públicas, las dependencias y, en su caso, las entidades, deberán remitir a la Contraloría los títulos de propiedad correspondientes de aquellos inmuebles que se hayan adquirido con motivo de la construcción de las obras públicas, para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal y su inclusión en el Catálogo e Inventario de los Bienes y Recursos de la Nación.

**ARTÍCULO 25.-** Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen estudios o proyectos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisficen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación.

A fin de complementar lo anterior, las entidades deberán remitir a su coordinadora de sector una descripción sucinta del objeto de los contratos que en estas materias celebren, así como de sus productos.

Los contratos de servicios relacionados con las obras públicas sólo se podrán celebrar cuando las áreas responsables de su ejecución no dispongan cuantitativa o cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlos a cabo, lo cual deberá justificarse a través del dictamen que para tal efecto emita el titular del área responsable de los trabajos.

**ARTÍCULO 26.-** No quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con las obras públicas, los que tengan como fin la contratación y ejecución de la obra de que se trate por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

**ARTÍCULO 27.-** Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, atendiendo a la cantidad de obras públicas y servicios relacionados con las mismas que realicen, podrán establecer comités de obras públicas, los cuales tendrán como mínimo las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes;
- II. Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, debiendo informar al titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- III. Dictaminar, previamente a la iniciación del procedimiento, sobre la procedencia de no celebrar licitaciones públicas por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 43 de esta Ley;
- IV. Autorizar, cuando se justifique, la creación de subcomités de obras públicas, así como aprobar la integración y funcionamiento de los mismos;
- V. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Contraloría, y
- VI. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

**ARTÍCULO 28.-** Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas por alguna de las dos formas siguientes:

- I. Por contrato, o
- II. Por administración directa.

### TÍTULO TERCERO

#### DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN

#### CAPÍTULO PRIMERO

#### GENERALIDADES

**ARTÍCULO 29.-** Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, mediante los procedimientos de contratación que a continuación se señalan:

- I. Licitación pública;
- II. Invitación a cuando menos tres personas, o
- III. Adjudicación directa.

En los procedimientos de contratación deberán establecerse los mismos requisitos y condiciones para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega, plazos de ejecución, normalización aplicable en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, forma y tiempo de pago, penas convencionales, anticipos y garantías; debiendo las dependencias y entidades proporcionar a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos, a fin de evitar favorecer a algún participante.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Contraloría, determinará el carácter de los procedimientos de contratación y los criterios para determinar el contenido nacional de los trabajos a contratar, en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los tratados.

La Contraloría pondrá a disposición de cualquier interesado, a través de la base de datos electrónica que establezca, la información correspondiente a las convocatorias y bases de las licitaciones, así como sus modificaciones; en su caso, las actas de las juntas de aclaraciones y los fallos que recaigan a dichas licitaciones o las cancelaciones de éstas.

ARTÍCULO 30.- Los contratos de obras públicas y los de servicios relacionados con las mismas se adjudicarán, por regla general, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo con lo que establece la presente Ley.

El sobre a que hace referencia este artículo podrá entregarse, a elección del licitante, en el lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones; o bien, si así lo establece la convocante, enviarlo a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que establezca la Contraloría.

Las proposiciones presentadas deberán ser firmadas autógrafamente por los licitantes o sus apoderados; en el caso de que éstas sean enviadas a través de medios remotos de comunicación electrónica, en sustitución de la firma autógrafa, se emplearán medios de identificación electrónica, los cuales producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los documentos correspondientes y, en consecuencia, tendrán el mismo valor probatorio.

La Contraloría se encargará de la certificación de los medios de identificación electrónica que utilicen los licitantes y será responsable de ejercer el control de estos medios, salvaguardando la confidencialidad de la información que se remita por esta vía.

## CAPÍTULO SEGUNDO

### DE LA LICITACIÓN PÚBLICA

ARTÍCULO 31.- Las licitaciones públicas podrán ser:

- I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana, o
- II. Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera.

Solamente se deberán llevar a cabo licitaciones internacionales en los siguientes casos:

- a) Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados;
- b) Cuando, previa investigación que realice la dependencia o entidad convocante, los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de los trabajos o sea conveniente en términos de precio;
- c) Cuando habiéndose realizado una de carácter nacional, no se presenten propuestas, y
- d) Cuando así se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval.

Podrá negarse la participación a extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un tratado y ese país no conceda un trato recíproco a los licitantes, contratistas, bienes o servicios mexicanos.

En las licitaciones públicas, podrá requerirse la incorporación de materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, de fabricación nacional, por el porcentaje del valor de los trabajos que determine la convocante.

ARTÍCULO 32.- Las convocatorias podrán referirse a una o más obras públicas o servicios relacionados con las mismas, y contendrán:

- I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;
- II. La forma en que los licitantes deberán acreditar su existencia legal, la experiencia y capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- III. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando las bases impliquen un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de la

- reproducción de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisarlas previamente a su pago, el cual será requisito para participar en la licitación;
- IV. La fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones y de la visita al sitio de realización de los trabajos;
- V. La indicación de si la licitación es nacional o internacional; y en caso de ser internacional, si se realizará o no bajo la cobertura del capítulo de compras del sector público de algún tratado, y el idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;
- VI. La indicación que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes, podrán ser negociadas;
- VII. La descripción general de la obra o del servicio y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de los mismos;
- VIII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos;
- IX. Los porcentajes de los anticipos que, en su caso, se otorgarían, y
- X. Los demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos.

**ARTÍCULO 33.-** Las convocatorias se publicarán, según el lugar en que hayan de ser ejecutados los trabajos, de la siguiente manera:

- I. Si es en el Distrito Federal, en el Diario Oficial de la Federación;
- II. Si es en alguna entidad federativa, en el Diario Oficial de la Federación y a la vez, en un diario de circulación local o regional, y
- III. Si es en dos o más entidades federativas, en el Diario Oficial de la Federación y a la vez, en un diario de circulación nacional.

**ARTÍCULO 34.-** Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados a partir del día en que se publique la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siendo responsabilidad exclusiva de los interesados adquirir las oportunamente durante este periodo, y contendrán en lo aplicable como mínimo, lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;
- II. Forma en que deberá acreditar la existencia y personalidad jurídica el licitante; fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de la presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato;
- III. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar el costo de los trabajos, o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja sobre los demás licitantes;
- IV. Idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;
- V. Moneda o monedas en que podrán presentarse las proposiciones. En los casos en que se permita hacer la cotización en moneda extranjera se deberá establecer que el pago que se realice en el territorio nacional se hará en moneda nacional y al tipo de cambio vigente en la fecha que se haga dicho pago;
- VI. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes podrán ser negociadas;
- VII. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos y la indicación de que en la evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse

mecanismos de puntos o porcentajes, excepto cuando se trate de servicios relacionados con las obras públicas, en los que se demuestre la conveniencia de aplicar dichos mecanismos para evaluar objetivamente la solvencia de las propuestas, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría;

- VIII. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones generales y particulares de construcción aplicables, en el caso de las especificaciones particulares, deberán ser firmadas por el responsable del proyecto.  
  
Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, los términos de referencia que deberán precisar el objeto y alcances del servicio; las especificaciones generales y particulares; el producto esperado, y la forma de presentación;
- IX. Relación de materiales y equipo de instalación permanente que, en su caso, proporcione la convocante;
- X. En su caso, el señalamiento del porcentaje de contenido nacional del valor de la obra que deberán cumplir los licitantes en materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, que serán utilizados en la ejecución de los trabajos;
- XI. Experiencia, capacidad técnica y financiera necesaria de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- XII. Datos sobre las garantías; porcentajes, forma y términos de los anticipos que se concedan;
- XIII. Lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que deberá llevarse a cabo dentro del periodo comprendido entre el cuarto día natural siguiente a aquél en que se publique la convocatoria y el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones;
- XIV. Información específica sobre las partes de los trabajos que podrán subcontratarse;
- XV. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos;
- XVI. Modelo de contrato al que se sujetarán las partes;
- XVII. Tratándose de contratos a precio alzado o mixtos en su parte correspondiente, las condiciones de pago;
- XVIII. Tratándose de contratos a precios unitarios o mixtos en su parte correspondiente, el procedimiento de ajuste de costos que deberá aplicarse, así como el catálogo de conceptos, cantidades y unidades de medición, debe ser firmado por el responsable del proyecto, y la relación de conceptos de trabajo más significativos, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción que intervienen en dichos análisis. En todos los casos se deberá prever que cada concepto de trabajo esté debidamente integrado y soportado, preferentemente, en las especificaciones de construcción y normas de calidad solicitadas, procurando que estos conceptos sean congruentes con las cantidades de trabajo requeridos por el proyecto;
- XIX. La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputables al mismo será sancionado en los términos del artículo 78 de esta Ley;
- XX. En su caso, términos y condiciones a que deberá ajustarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones sean enviadas a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica, y
- XXI. Los demás requisitos generales que, por las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán cumplir los interesados, los que no deberán limitar la libre participación de éstos.

**ARTÍCULO 35.-** El plazo para la presentación y apertura de proposiciones de las licitaciones internacionales no podrá ser inferior a veinte días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

En licitaciones nacionales, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

Cuando no puedan observarse los plazos indicados en este artículo porque existan razones de urgencia justificadas, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, las dependencias y entidades podrán reducir los plazos a no menos de diez días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

**ARTÍCULO 36.-** Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de licitantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de licitación, a partir de la fecha en que sea publicada la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siempre que:

- I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y
- II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso en el Diario Oficial de la Federación, a fin de que los interesados concurren ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, las modificaciones respectivas.

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los licitantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación.

Las modificaciones de que trata este artículo en ningún caso podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los trabajos convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos.

Cualquier modificación a las bases de la licitación, derivada del resultado de la o las juntas de aclaraciones, será considerada como parte integrante de las propias bases de licitación.

**ARTÍCULO 37.-** La entrega de proposiciones se hará en dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica. La documentación distinta a las propuestas podrá entregarse, a elección del licitante, dentro o fuera del sobre que contenga la técnica.

Diversas empresas podrán presentar conjuntamente proposiciones en las licitaciones sin necesidad de constituir una nueva sociedad, siempre que, para tales efectos, en la propuesta y en el contrato se establezcan con precisión y a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de los trabajos que cada empresa se obligará a ejecutar, así como la manera en que se exigirá el cumplimiento de las obligaciones. En este supuesto la propuesta deberá ser firmada por el representante común que para ese acto haya sido designado por el grupo de empresas.

Previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, las convocantes podrán efectuar el registro de participantes, así como realizar revisiones preliminares a la documentación distinta a la propuesta técnica y económica. Lo anterior será optativo para los licitantes, por lo que no se podrá impedir el acceso a quienes hayan cubierto el costo de las bases y decidan presentar su documentación y proposiciones durante el propio acto.

**ARTÍCULO 38.-** El acto de presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

- I. En la primera etapa, una vez recibidas las proposiciones en sobres cerrados; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos;
- II. Por lo menos un licitante y dos servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, rubricarán las partes de las propuestas técnicas presentadas que previamente haya determinado la convocante en las bases de licitación, las que para estos efectos constarán documentalmente, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de los licitantes, incluidos los de aquéllos cuyas propuestas técnicas hubieren sido desechadas, quedando en custodia de la propia convocante, quien de estimarlo necesario podrá señalar nueva fecha, lugar y hora en que se dará apertura a las propuestas económicas;

- III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas para su análisis, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos;
- IV. La convocante procederá a realizar el análisis de las propuestas técnicas aceptadas, debiendo dar a conocer el resultado a los licitantes en la segunda etapa, previo a la apertura de las propuestas económicas;
- V. En la segunda etapa, una vez conocido el resultado técnico, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y se dará lectura al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Por lo menos un licitante y dos servidores públicos presentes rubricarán el catálogo de conceptos, en el que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación;

Se señalarán lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente para el fallo, y

- VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar el resultado técnico, las propuestas económicas aceptadas para su análisis, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos.

**ARTÍCULO 39.-** Las dependencias y entidades para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas cumplan con los requisitos solicitados en las bases de licitación; que el programa de ejecución sea factible de realizar dentro del plazo solicitado, con los recursos considerados por el licitante y que las características, especificaciones y calidad de los materiales sean las requeridas por la convocante; así como, en su caso, que la integración de los precios unitarios haya sido debidamente analizada y calculada por el licitante.

No serán objeto de evaluación las condiciones establecidas por las convocantes que tengan como propósito facilitar la presentación de las proposiciones y agilizar la conducción de los actos de la licitación; así como cualquier otro requisito, cuyo incumplimiento por sí mismo, no afecte la solvencia de las propuestas. La inobservancia por parte de los licitantes respecto a dichas condiciones o requisitos no será motivo para desechar sus propuestas

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará de entre los licitantes, a aquél cuya propuesta resulte solvente porque reúne, conforme a los criterios de adjudicación establecidos en las bases de licitación, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La convocante emitirá un dictamen que servirá como base para el fallo, en el que se hará constar una reseña cronológica de los actos del procedimiento, el análisis de las proposiciones y las razones para admitirlas o desecharlas.

**ARTÍCULO 40.-** En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en el acto de presentación y apertura de proposiciones, levantándose el acta respectiva, que firmarán los asistentes, a quienes se entregará copia de la misma. La falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación. En sustitución de esa junta, las dependencias y entidades podrán optar por notificar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, dentro de los cinco días naturales siguientes a su emisión.

En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes la información acerca de las razones por las cuales su propuesta no resultó ganadora.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 83 de esta Ley.

**ARTÍCULO 41.-** Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las propuestas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y expedirán una segunda convocatoria.

Las dependencias y entidades podrán cancelar una licitación por caso fortuito o fuerza mayor. De igual manera, podrán cancelar cuando existan circunstancias, debidamente justificadas, que provoquen la extinción de la necesidad de contratar los trabajos y que de continuarse con el procedimiento de contratación se pudiera ocasionar un daño o perjuicio a la propia dependencia o entidad.

### **CAPÍTULO TERCERO**

#### **DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACIÓN PÚBLICA**

**ARTÍCULO 42.-** En los supuestos que prevé el artículo 43, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

La selección que realicen las dependencias y entidades deberá fundarse y motivarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. El acreditamiento de los criterios mencionados y la justificación para el ejercicio de la opción, deberá constar por escrito y ser firmado por el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos.

En cualquier supuesto se invitará a personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos a ejecutar.

En estos casos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará al órgano interno de control en la dependencia o entidad de que se trate, un informe relativo a los contratos formalizados durante el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del escrito aludido en este artículo y de un dictamen en el que se hará constar el análisis de la o las propuestas y las

razones para la adjudicación del contrato. No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo del artículo 43, fracción IV, de esta Ley.

**ARTÍCULO 43.-** Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando:

- I. El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos;
- II. Peligro o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales;
- III. Existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes, debidamente justificados;
- IV. Se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, sean necesarios para garantizar la seguridad interior de la Nación o comprometan información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal;
- V. Derivado de caso fortuito o fuerza mayor, no sea posible ejecutar los trabajos mediante el procedimiento de licitación pública en el tiempo requerido para atender la eventualidad de que se trate, en este supuesto deberán limitarse a lo estrictamente necesario para afrontarla;
- VI. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al contratista que hubiere resultado ganador en una licitación. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento;
- VII. Se realicen dos licitaciones públicas que hayan sido declaradas desiertas;

- VIII. Se trate de trabajos de mantenimiento, restauración, reparación y demolición de inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución;
- IX. Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada, y que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deban realizarse los trabajos, ya sea como personas físicas o morales;
- X. Se trate de servicios relacionados con las obras públicas prestados por una persona física, siempre que éstos sean realizados por ella misma, sin requerir de la utilización de más de un especialista o técnico, o
- XI. Se acepte la ejecución de los trabajos a título de dación en pago, en los términos de la Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.

**ARTÍCULO 44.-** Sin perjuicio de lo señalado en el artículo anterior, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el importe de cada operación no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán en el Presupuesto de Egresos de la Federación, siempre que las operaciones no se fraccionen para quedar comprendidas en los supuestos de excepción a la licitación pública a que se refiere este artículo.

Cuando diversas áreas de las dependencias o entidades sean las que por sí mismas realicen las contrataciones, los montos a que se refiere este artículo se calcularán de acuerdo con el presupuesto que a cada una de ellas le corresponda ejercer.

La suma de las operaciones que se realicen al amparo de este artículo no podrá exceder del veinte por ciento del presupuesto autorizado a las dependencias y entidades para realizar obras públicas y servicios relacionados con las mismas en cada ejercicio presupuestal.

En casos excepcionales, el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, de manera indelegable y bajo su responsabilidad, podrá fijar un porcentaje mayor al indicado para las operaciones previstas en este artículo, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control.

En el supuesto de que dos procedimientos de invitación a cuando menos tres personas hayan sido declarados desiertos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos en la dependencia o entidad podrá adjudicar directamente el contrato.

**ARTÍCULO 45.-** El procedimiento de invitación a cuando menos tres personas se sujetará a lo siguiente:

- I. El acto presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, para lo cual la apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitará a un representante del órgano interno de control en la dependencia o entidad;
- II. Para llevar a cabo la adjudicación correspondiente, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas susceptibles de analizarse técnicamente;
- III. En las bases se indicarán, según las características complejidad y magnitud de los trabajos, aquellos aspectos que correspondan al artículo 34 de esta Ley;
- IV. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo a las características complejidad y magnitud de los trabajos;
- V. El carácter nacional o internacional en los términos del artículo 31 de esta Ley, y
- VI. A las demás disposiciones de esta Ley que resulten aplicables.

TÍTULO CUARTO  
DE LOS CONTRATOS  
CAPÍTULO PRIMERO  
DE LA CONTRATACIÓN

**ARTÍCULO 46.-** Para los efectos de esta Ley, los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas podrán ser de tres tipos:

- I. Sobre la base de precios unitarios, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado;
- II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido.

Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por lo menos en cinco actividades principales, y

- III. Mixtos, cuando contengan una parte de los trabajos sobre la base de precios unitarios y otra, a precio alzado.

Las dependencias y entidades podrán incorporar en las bases de licitación las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de los trabajos, siempre que con ello no desvirtúen el tipo de contrato que se haya licitado.

Los trabajos cuya ejecución comprendan más de un ejercicio presupuestal deberán formularse en un solo contrato, por la vigencia que resulte necesaria para ejecución de los trabajos, quedando únicamente sujetos a la autorización presupuestal para cada ejercicio, en los términos del artículo 30 de la Ley de Presupuesto Contabilidad y Gasto Público Federal.

**ARTÍCULO 47.-** Los contratos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas contendrán, como mínimo, lo siguiente:

- I. La autorización del presupuesto para cubrir el compromiso derivado del contrato y sus anexos;
- II. La indicación del procedimiento conforme al cual se llevó a cabo la adjudicación del contrato;
- III. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato. En el caso de contratos mixtos, la parte y su monto que será sobre la base de precios unitarios y la que corresponda a precio alzado;
- IV. El plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha de inicio y conclusión de los mismos, así como los plazos para verificar la terminación de los trabajos y la elaboración del finiquito referido en el artículo 65 de esta Ley, los cuales deben ser establecidos de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- V. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos que se otorguen;
- VI. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato;
- VII. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados y, cuando corresponda, de los ajustes de costos;
- VIII. Penas convencionales por atraso en la ejecución de los trabajos por causas imputables a los contratistas, determinadas únicamente en función de los trabajos no ejecutados conforme al programa convenido, las que en ningún caso podrán ser superiores, en su conjunto, al monto de la garantía de cumplimiento. Las dependencias y entidades deberán fijar los términos, forma y porcentajes para aplicar las penas convencionales;
- IX. Términos en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso por la contratación o durante la

ejecución de los trabajos, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el artículo 56 de este ordenamiento;

- X. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser el determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato;
- XI. Causales y procedimiento mediante los cuales la dependencia o entidad podrá dar por rescindido el contrato en los términos del artículo 62 de esta Ley;
- XII. La descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, debiendo acompañar como parte integrante del contrato, en el caso de las obras, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos; tratándose de servicios, los términos de referencia, y
- XIII. Los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán las discrepancias futuras y previsibles, exclusivamente sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo que, de ninguna manera, impliquen una audiencia de conciliación.

Para los efectos de esta Ley, el contrato, sus anexos y la bitácora de los trabajos son los instrumentos que vinculan a las partes en sus derechos y obligaciones.

**ARTÍCULO 48.-** La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaldo, a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la notificación del fallo.

Si el interesado no firmare el contrato por causas imputables al mismo, dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior, la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 39 de esta Ley, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora, no sea superior al diez por ciento.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el licitante ganador, sin incurrir en responsabilidad, no estará obligado a ejecutar los trabajos. En este supuesto, la

dependencia o entidad, a solicitud escrita del licitante, cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacerlo ejecutar por otro; pero, con autorización previa del titular del área responsable de la ejecución de los trabajos en la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes del contrato o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en las obras. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale específicamente en las bases de la licitación, las partes de los trabajos que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de los trabajos ante la dependencia o entidad.

Los derechos y obligaciones que se derivan de los contratos no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo caso se deberá contar con el consentimiento de la dependencia o entidad de que se trate.

**ARTÍCULO 49.-** Los contratistas que celebren los contratos a que se refiere esta Ley deberán garantizar:

- I. Los anticipos que, en su caso, reciban. Las garantías deberán constituirse por la totalidad del monto de los anticipos, y
- II. El cumplimiento de los contratos.

Para los efectos de este artículo, los titulares de las dependencias o los órganos de gobierno de las entidades fijarán las bases, la forma y el porcentaje a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse. En los casos señalados en los artículos 43, fracciones IX y X, y 44 de esta Ley, el servidor público que deba firmar el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía del cumplimiento.

Las garantías previstas en este artículo deberán presentarse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que el licitante ganador reciba copia del fallo de adjudicación; y el o los anticipos correspondientes se entregarán, a más tardar, dentro de los diez días naturales siguientes a la presentación de la garantía.

**ARTÍCULO 50.-** Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley se constituirán en favor de:

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias;
- II. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y
- III. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos celebrados al amparo de la fracción VI del artículo 1 de esta Ley.

**ARTÍCULO 51.-** El otorgamiento del anticipo se deberá pactar en los contratos y se sujetará a lo siguiente:

- I. El importe del anticipo concedido será puesto a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos; el atraso en la entrega del anticipo será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado. Cuando el contratista no entregue la garantía de anticipo dentro del plazo señalado en el artículo 49, no procederá el diferimiento y, por lo tanto, deberá iniciar los trabajos en la fecha establecida originalmente;
- II. Las dependencias y entidades podrán otorgar hasta un treinta por ciento de la asignación presupuestal aprobada al contrato en el ejercicio de que se trate para que el contratista realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicio de los trabajos; así como, para la compra y producción de materiales de construcción, la adquisición de equipos que se instalen permanentemente y demás insumos que deberán otorgar.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, el otorgamiento del anticipo será determinado por la convocante atendiendo a las características, complejidad y magnitud del servicio; en el supuesto de que la dependencia o entidad decida otorgarlo, deberá ajustarse a lo previsto en este artículo;

- III. El importe del anticipo deberá ser considerado obligatoriamente por los licitantes para la determinación del costo financiero de su propuesta;
- IV. Cuando las condiciones de los trabajos lo requieran, el porcentaje de anticipo podrá ser mayor, en cuyo caso será necesaria la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad o de la persona en quien éste haya delegado tal facultad;
- V. Cuando los trabajos rebasen más de un ejercicio presupuestal, se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente, las dependencias o entidades podrán, bajo su responsabilidad, otorgar como anticipo hasta el monto total de la asignación autorizada al contrato respectivo durante el primer ejercicio, vigilando que se cuente con la suficiencia presupuestal para el pago de la obra por ejecutar en el ejercicio de que se trate.

En ejercicios subsiguientes, la entrega del anticipo deberá hacerse dentro de los tres meses siguientes al inicio de cada ejercicio, previa entrega de la garantía correspondiente. El atraso en la entrega de los anticipos será motivo para ajustar el costo financiero pactado en el contrato, y

- VI. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 60, salvo para aquéllos que alude el último párrafo del mismo; ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate.

Para la amortización del anticipo en el supuesto de que sea rescindido el contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de diez días naturales, contados a partir de la fecha en que le sea comunicada al contratista la determinación de dar por rescindido el contrato.

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado cubrirá los cargos que resulten conforme a lo indicado el párrafo primero del artículo 56 de esta Ley.

**ARTÍCULO 52.-** Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas siguientes:

- I. Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier forma en la adjudicación del contrato tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquellas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;
- II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público;
- III. Aquellos contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente más de un contrato, dentro de un lapso de dos años calendario contado a partir de la notificación de la primera rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante dos años calendario contados a partir de la notificación de la rescisión del segundo contrato;
- IV. Las que se encuentren inhabilitadas por resolución de la Contraloría, en los términos del Título Séptimo de este ordenamiento y Título Sexto de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público;
- V. Aquéllas que hayan sido declaradas en suspensión de pagos, estado de quiebra o sujetas a concurso de acreedores;
- VI. Los licitantes que participen en un mismo procedimiento de contratación, que se encuentren vinculados entre sí por algún socio o asociado común;
- VII. Las que pretendan participar en un procedimiento de contratación y previamente, hayan realizado o se encuentren realizando por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, en virtud de otro contrato, el proyecto; trabajos de dirección, coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones; laboratorio de análisis y control de calidad, geotécnica, mecánica de suelos y de resistencia de materiales; radiografías industriales; preparación de especificaciones de construcción; presupuesto de los trabajos; selección o aprobación de materiales, equipos y procesos, o la elaboración de cualquier otro documento vinculado con el procedimiento, en que se encuentran interesadas en participar;
- VIII. Aquéllas que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, pretendan ser contratadas para la elaboración de dictámenes, peritajes y avalúos, cuando éstos hayan de ser utilizados para resolver discrepancias derivadas de los contratos en los que dichas personas o empresas sean partes;
- IX. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley.

## CAPÍTULO SEGUNDO

### DE LA EJECUCIÓN

**ARTÍCULO 53.-** La ejecución de los trabajos deberá iniciarse en la fecha señalada en el contrato respectivo, y la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deban llevarse a cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada para la conclusión de los trabajos.

**ARTÍCULO 54.-** Las dependencias y entidades establecerán la residencia de obra con anterioridad a la iniciación de las mismas, la cual deberá recaer en un servidor público designado por la dependencia o entidad, quien fungirá como su representante ante el contratista y será el responsable directo de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas. La residencia de obra deberá estar ubicada en el sitio de ejecución de los trabajos.

Cuando la supervisión sea realizada por contrato, la aprobación de las estimaciones para efectos de pago deberá ser autorizada por la residencia de obra de la dependencia o entidad.

**ARTÍCULO 55.-** Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes. El contratista deberá presentarlas a la residencia de obra dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones que hubiere fijado la dependencia o entidad en el contrato, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la residencia de obra para realizar la revisión y autorización de las estimaciones contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, en un plazo no mayor a veinte días naturales, contados a partir de la fecha en que hayan sido autorizadas por la residencia de la obra de que se trate.

Los pagos de cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados son independientes entre sí y, por lo tanto, cualquier tipo y secuencia será sólo para efecto de control administrativo.

En los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, la forma de estimar los trabajos y los plazos para su pago deberán establecerse en las bases de licitación y en el contrato correspondiente.

**ARTÍCULO 56.-** En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme al procedimiento establecido en el Código Fiscal de la Federación, como si se tratara del supuesto de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días naturales desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tralándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso más los intereses correspondientes, conforme a lo señalado en el párrafo anterior. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días naturales, desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

No se considerará pago en exceso cuando las diferencias que resulten a cargo del contratista sean compensadas en la estimación siguiente.

**ARTÍCULO 57.-** Cuando a partir de la presentación de propuestas ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos, cuando procedan, deberán ser ajustados atendiendo al procedimiento de ajuste de costos acordado por las partes. El aumento o reducción correspondientes deberá constar por escrito.

No darán lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiera estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de los trabajos.

**ARTÍCULO 58.-** El ajuste de costos podrá llevarse a cabo mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

- I. La revisión de cada uno de los precios del contrato para obtener el ajuste;
- II. La revisión por grupo de precios, que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el ochenta por ciento del importe total faltante del contrato, y
- III. En el caso de trabajos en los que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de los mismos, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones.

**ARTÍCULO 59.-** La aplicación de los procedimientos de ajuste de costos a que se refiere el artículo anterior se sujetará a lo siguiente:

- I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos, respecto de los trabajos pendientes de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el

contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa que se hubiere convenido.

Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para los trabajos pendientes de ejecutar conforme al programa que se hubiere convenido.

Para efectos de la revisión y ajuste de los costos, la fecha de origen de los precios será la del acto de presentación y apertura de proposiciones;

- II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos serán calculados con base en los índices nacionales de precios productor con servicios que determine el Banco de México. Cuando los índices que requiera el contratista y la dependencia o entidad no se encuentren dentro de los publicados por el Banco de México, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida el Banco de México;
- III. Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, y
- IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

**ARTÍCULO 60.-** Las dependencias y entidades podrán, dentro su presupuesto autorizado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos sobre la base de precios unitarios y mixtos en la parte correspondiente, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, ni se celebren para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o los tratados.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado pero no varían el objeto del proyecto, se podrán celebrar convenios adicionales entre las partes respecto de las nuevas condiciones. Estos convenios deberán ser autorizados bajo la responsabilidad de titular del

área responsable de la contratación de los trabajos. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales del objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de esta Ley o de los tratados.

Los contratos a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza no podrán ser modificados en monto o en plazo, ni estarán sujetos a ajustes de costos; sin embargo, cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato se presenten circunstancias económicas de tipo general, como resultado de situaciones supervenientes ajenas a la responsabilidad de las partes, que provoquen directamente un aumento o reducción de los costos de los trabajos no ejecutados conforme al programa originalmente pactado, y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración en la propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente, las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones, conforme a los lineamientos que expida la Contraloría.

Una vez que se tengan determinadas las posibles modificaciones al contrato respectivo, la celebración oportuna de los convenios será responsabilidad de la dependencia o entidad de que se trate.

De las autorizaciones a que se refiere este artículo, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos informará al órgano interno de control en la dependencia o entidad que se trate. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referirá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

Cuando durante la ejecución de los trabajos se requiera la realización de cantidades o conceptos de trabajo adicionales a los previstos originalmente, las dependencias y entidades podrán autorizar el pago de las estimaciones de los trabajos ejecutados, previamente a la celebración de los convenios respectivos, vigilando que dichos incrementos no rebasen el presupuesto autorizado en el contrato. Tratándose de cantidades adicionales, éstas se pagarán a los precios unitarios pactados originalmente; tratándose de los conceptos no previstos en el catálogo de conceptos del contrato, sus precios unitarios deberán ser conciliados y autorizados, previamente a su pago.

No será aplicable el porcentaje que se establece en el primer párrafo de este artículo, cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran al mantenimiento o restauración de los inmuebles a que hace mención el artículo 5o. de la Ley Federal sobre Monumentos y

Zonas Arqueológicas, Anticuarios e Históricas, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajo, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

**ARTÍCULO 61.-** Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente, en todo o en parte, los trabajos contratados por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión y determinar, en su caso, la temporalidad de ésta, la que no podrá prorrogarse o ser indefinida.

Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurren razones de interés general; existan causas justificadas que le impidan la continuación de los trabajos y se demuestre que de continuar con las obligaciones pactadas se evitaría un daño o perjuicio grave al Estado, o bien, no sea posible determinar la temporalidad de la suspensión de los trabajos a que se refiere este artículo.

**ARTÍCULO 62.-** Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del contratista.

El procedimiento de rescisión se llevará a cabo conforme a lo siguiente:

- I. Se iniciará a partir de que al contratista le sea comunicado el incumplimiento en que haya incurrido, para que en un término de quince días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte, en su caso, las pruebas que estime pertinentes;
- II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubiere hecho valer, y
- III. La determinación de dar o no por rescindido el contrato deberá ser debidamente fundada y motivada, y se comunicará al contratista.

**ARTÍCULO 63.-** En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos deberá observarse lo siguiente:

- I. Cuando se determine la suspensión de los trabajos o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o entidad, ésta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate;
- II. En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, una vez emitida la determinación respectiva, la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías en la parte proporcional de los trabajos pendientes por ejecutar, y precautonomamente, desde su inicio, se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aun no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito que proceda, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha de la comunicación de dicha determinación. En el finiquito deberá preverse el sobre costo de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;
- III. Cuando se den por terminados anticipadamente los contratos, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y
- IV. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá no ejecutarlos. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá solicitarla a la dependencia o entidad, quien determinará lo conducente dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación del escrito respectivo; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente, pero si la dependencia o entidad no contesta en dicho plazo, se tendrá por aceptada la petición del contratista.

Una vez comunicada por la dependencia o entidad la terminación anticipada de los contratos o el inicio del procedimiento de rescisión de los mismos, éstas procederán a tomar inmediata posesión de los trabajos ejecutados para hacerse cargo del inmueble y de las instalaciones respectivas, levantando, con o sin la comparecencia del contratista, acta circunstanciada del estado en que se encuentre la obra. En el caso de entidades, el acta circunstanciada se levantará ante la presencia de notario público.

El contratista estará obligado a devolver a la dependencia o entidad, en un plazo de diez días naturales, contados a partir del inicio del procedimiento respectivo, toda la documentación que ésta le hubiere entregado para la realización de los trabajos.

**ARTÍCULO 64.-** De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo anterior, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista; posteriormente, lo harán del conocimiento de su órgano interno de control, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe en el que se referirá los supuestos ocurridos en el mes calendario inmediato anterior.

**ARTÍCULO 65.-** El contratista comunicará a la dependencia o entidad la conclusión de los trabajos que le fueron encomendados, para que ésta, dentro del plazo pactado, verifique la debida terminación de los mismos conforme a las condiciones establecidas en el contrato. Al finalizar la verificación de los trabajos, la dependencia o entidad contará con un plazo de cinco días naturales para proceder a su recepción física, mediante el levantamiento del acta correspondiente, quedando los trabajos bajo su responsabilidad.

Recibidos físicamente los trabajos, las partes deberán elaborar dentro del término estipulado en el contrato, el finiquito de los trabajos, en el que se harán constar los créditos a favor y en contra que resulten para cada uno de ellos, describiendo el concepto general que les dio origen y el saldo resultante.

De existir desacuerdo entre las partes respecto al finiquito, o bien, el contratista no acuda con la dependencia o entidad para su elaboración dentro del plazo señalado en el contrato, ésta procederá a elaborarlo, debiendo comunicar su resultado al contratista dentro de un plazo de diez días naturales, contado a partir de su emisión; una vez notificado el resultado de dicho finiquito al contratista, éste tendrá un plazo de quince días naturales para alegar lo que a su derecho corresponda, si transcurrido este plazo no realiza alguna gestión, se dará por aceptado.

Determinado el saldo total, la dependencia o entidad pondrá a disposición del contratista el pago correspondiente, mediante su ofrecimiento o la consignación respectiva, o bien, solicitará el reintegro de los importes resultantes; debiendo, en forma simultánea, levantar el acta administrativa que dé por extinguidos los derechos y obligaciones asumidos por ambas partes en el contrato.

**ARTÍCULO 66.-** Concluidos los trabajos, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en los mismos, de los vicios ocultos y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en la legislación aplicable.

Los trabajos se garantizarán durante un plazo de doce meses por el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, por lo que previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, deberán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de los trabajos; presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de los trabajos, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para ello.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos. En igual plazo quedará automáticamente cancelada la fianza o carta de crédito irrevocable, según sea el caso.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo.

En los casos señalados en los artículos 43, fracciones IX y X, y 44 de esta Ley, el servidor público que haya firmado el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía a que se refiere este artículo.

**ARTÍCULO 67.-** El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad, uso de la vía pública, protección ecológica y de medio ambiente que rijan en el ámbito federal, estatal o municipal, así como a las instrucciones que al efecto le señale la dependencia o entidad. Las responsabilidades y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia serán a cargo del contratista.

**ARTÍCULO 68.-** Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias o entidades vigilarán que la unidad que debe operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos congruentes a la construcción final, las normas y especificaciones que fueron aplicadas durante su ejecución, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados.

**ARTÍCULO 69.-** Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad quede una obra pública concluida, estarán obligadas, por conducto del área responsable de su operación, a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento. Los órganos internos de control vigilarán que su uso, operación y mantenimiento se realice conforme a los objetivos y acciones para las que fueron originalmente diseñadas.

## **TÍTULO QUINTO**

### **DE LA ADMINISTRACIÓN DIRECTA**

#### **CAPÍTULO ÚNICO**

**ARTÍCULO 70.-** Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 23, las dependencias y entidades podrán realizar trabajos por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción y personal técnico, según el caso, que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán:

- I. Utilizar la mano de obra local que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;
- II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario;
- III. Utilizar preferentemente los materiales de la región, y
- IV. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de los trabajos por administración directa, bajo ninguna circunstancia podrán participar terceros como contratistas, sean cuales fueren las condiciones particulares, naturaleza jurídica o modalidades que éstos adopten.

Cuando se requieran equipos, instrumentos, elementos prefabricados terminados, materiales u otros bienes que deban ser instalados, montados, colocados o aplicados, su adquisición se regirá por las disposiciones correspondientes a tal materia.

**ARTÍCULO 71.-** Previamente a la realización de cada obra pública o servicio relacionado con la misma por administración directa, el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte, entre otros aspectos, la descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro y el presupuesto correspondiente.

Los órganos internos de control en las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de los trabajos por administración directa, verificarán que se cuente con el presupuesto correspondiente y los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y, en su caso, de utilización de maquinaria y equipo de construcción.

**ARTÍCULO 72.-** La ejecución de los trabajos estará a cargo de la dependencia o entidad a través de la residencia de obra; una vez concluidos los trabajos por administración directa, deberá entregarse al área responsable de su operación o mantenimiento.

**ARTÍCULO 73.-** La dependencia o entidad deberá prever y proveer todos los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos necesarios para que la ejecución de los trabajos se realice de conformidad con lo previsto en los proyectos, planos y especificaciones técnicas; los programas de ejecución y suministro y los procedimientos para llevarlos a cabo.

En la ejecución de los trabajos por administración directa serán aplicables, en lo conducente, las disposiciones de esta Ley.

**TÍTULO SEXTO**  
**DE LA INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN**  
**CAPÍTULO ÚNICO**

**ARTÍCULO 74.-** La forma y términos en que las dependencias y entidades deberán remitir a la Contraloría, a la Secretaría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

La información a que se refiere el último párrafo del artículo 29 de esta Ley deberá remitirse por las dependencias y entidades a la Contraloría, a través de medios magnéticos o remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que para tal efecto establezca la propia Contraloría.

Las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de los actos y contratos materia de este ordenamiento, cuando menos por un lapso de tres años, contados a partir de la fecha de su recepción; excepto la documentación contable, en cuyo caso se estará a lo previsto en las disposiciones aplicables.

**ARTÍCULO 75.-** La Contraloría, en el ejercicio de sus facultades, podrá verificar, en cualquier tiempo, que las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables. Si la Contraloría determina la nulidad total del procedimiento de contratación por causas imputables a la convocante, la dependencia o entidad reembolsará, a los licitantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

La Contraloría podrá realizar las visitas e inspecciones que estime pertinentes a las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, e igualmente podrá solicitar a los servidores públicos y a los contratistas que participen en ellos todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

**ARTÍCULO 76.-** La Contraloría podrá verificar la calidad de los trabajos a través de los laboratorios, instituciones educativas y de investigación o con las personas que determine, en los términos que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y que podrán ser aquéllos con los que cuente la dependencia o entidad de que se trate.

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el contratista y el representante de la dependencia o entidad respectiva, si hubieren intervenido. La falta de firma del contratista no invalidará dicho dictamen.

**TÍTULO SÉPTIMO**  
**DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES**  
**CAPÍTULO ÚNICO**

**ARTÍCULO 77.-** Los licitantes o contratistas que infrinjan las disposiciones de esta Ley, serán sancionados por la Contraloría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta hasta mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción.

**ARTÍCULO 78.-** La Contraloría, además de la sanción a que se refiere el artículo anterior, inhabilitará temporalmente para participar en procedimientos de contratación o celebrar contratos regulados por esta Ley, al licitante o contratista que se encuentre en alguno de los supuestos siguientes:

- I. Los licitantes que injustificadamente y por causas imputables a los mismos no formalicen el contrato adjudicado por la convocante;
- II. Los contratistas que se encuentren en la fracción III del artículo 52 de este ordenamiento, respecto de dos o más dependencias o entidades;

- III. Los contratistas que no cumplan con sus obligaciones contractuales por causas imputables a ellos y que, como consecuencia, causen daños o perjuicios graves a la dependencia o entidad de que se trate, y
- IV. Los licitantes o contratistas que proporcionen información falsa, o que actúen con dolo o mala fe en algún procedimiento de contratación, en la celebración del contrato o durante su vigencia, o bien, en la presentación o desahogo de una queja en una audiencia de conciliación o de una inconformidad.

La inhabilitación que imponga no será menor de tres meses ni mayor de cinco años, plazo que comenzará a contarse a partir del día siguiente a la fecha en que la Contraloría la haga del conocimiento de las dependencias y entidades, mediante la publicación de la circular respectiva en el Diario Oficial de la Federación.

Las dependencias y entidades, dentro de los quince días siguientes a la fecha en que tengan conocimiento de alguna infracción a las disposiciones de esta Ley, remitirán a la Contraloría la documentación comprobatoria de los hechos presumiblemente constitutivos de la infracción.

**ARTÍCULO 79.-** La Contraloría impondrá las sanciones considerando:

- I. Los daños o perjuicios que se hubieren producido o puedan producirse;
- II. El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- III. La gravedad de la infracción, y
- IV. Las condiciones del infractor.

La Contraloría impondrá las sanciones administrativas de que trata este Título, con base en las disposiciones relativas de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

**ARTÍCULO 80.-** La Contraloría aplicará las sanciones que procedan, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de este ordenamiento.

**ARTÍCULO 81.-** Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley serán independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

**ARTÍCULO 82.-** No se impondrán sanciones cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

## TÍTULO OCTAVO

### DE LAS INCONFORMIDADES Y DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN

#### CAPÍTULO PRIMERO

##### DE LAS INCONFORMIDADES. §

**ARTÍCULO 83.-** Las personas interesadas podrán inconformarse ante la Contraloría por cualquier acto del procedimiento de contratación que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley.

La inconformidad será presentada, a elección del promovente, por escrito o a través de medios remotos de comunicación electrónica, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que ocurra el acto o el informe tenga conocimiento de éste.

Transcurrido el plazo establecido en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley.

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifesten a la Contraloría las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de contratación, a fin de que las mismas se corrijan.

La falta de acreditamiento de la personalidad del promovente será causa de desechamiento.

**ARTÍCULO 84.-** En la inconformidad que se presente en los términos a que se refiere este Capítulo, el promovente deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos que aduce son irregulares y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones de esta Ley y a las demás que resulten aplicables.

**ARTÍCULO 85.-** En las inconformidades que se presenten a través de medios remotos de comunicación electrónica, deberán utilizarse medios de identificación electrónica en sustitución de la firma autógrafa.

Dichas inconformidades, la documentación que las acompañe y la manera de acreditar la personalidad del promovente, se sujetarán a las disposiciones técnicas que para efectos de la transmisión expida la Contraloría, en cuyo caso producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los medios de identificación y documentos correspondientes. La Contraloría certificará la sujeción a tales disposiciones.

**ARTÍCULO 86.-** La Contraloría podrá de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 83 del presente Capítulo, realizar las investigaciones que resulten pertinentes, a fin de verificar que los actos de cualquier procedimiento de contratación se ajustan a las disposiciones de esta Ley, dentro de un plazo que no excederá de cuarenta y cinco días naturales contados a partir de la fecha en que tenga conocimiento del acto irregular. Transcurrido dicho plazo, deberá emitir la resolución correspondiente dentro de los treinta días hábiles siguientes.

La Contraloría podrá requerir información a las dependencias o entidades correspondientes, quienes deberán remitirla dentro de los diez días naturales siguientes a la recepción del requerimiento respectivo.

Una vez admitida la inconformidad o iniciadas las investigaciones, la Contraloría deberá hacerle del conocimiento de terceros que pudieran resultar perjudicados, para que dentro del término a que alude el párrafo anterior manifieste lo que a su interés convenga. Transcurrido dicho plazo sin que el tercero perjudicado haga manifestación alguna, se tendrá por precluido su derecho.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere este artículo, la Contraloría podrá suspender el procedimiento de contratación, cuando:

- I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o a las que de ella deriven, o bien, que de continuarse con el procedimiento de contratación pudiera producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate, y
- II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público. La dependencia o entidad deberá informar dentro de los tres días hábiles siguientes a la notificación de la suspensión, aportando la justificación del caso, si con la misma no se causa perjuicio al interés social o bien, se contravienen disposiciones de orden público, para que la Contraloría resuelva lo que proceda.

Cuando sea el inconforme quien solicite la suspensión, éste deberá garantizar los daños y perjuicios que pudiera ocasionar, mediante fianza por el monto que fije la Contraloría, de conformidad con los lineamientos que al efecto expida; sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efecto la suspensión.

**ARTÍCULO 87.-** La resolución que emita la Contraloría tendrá por consecuencia:

- I. La nulidad del acto o actos irregulares estableciendo, cuando proceda, las directrices necesarias para que el mismo se reponga conforme a esta Ley;

II. La nulidad total del procedimiento, o

III. La declaración relativa a lo infundado de la inconformidad.

**ARTÍCULO 88.-** En contra de la resolución de inconformidad que dicte la Contraloría, se podrá interponer el recurso que establece la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, o bien, impugnarla ante las instancias jurisdiccionales competentes.

## **CAPÍTULO SEGUNDO**

### **DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN**

**ARTÍCULO 89.-** Los particulares podrán presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tengan celebrados con las dependencias y entidades:

Una vez recibida la queja respectiva, la Contraloría señalará día y hora para que tenga verificativo la audiencia de conciliación y citará a las partes. Dicha audiencia se deberá celebrar dentro los quince días hábiles siguientes a la fecha de recepción de la queja.

La asistencia a la audiencia de conciliación será obligatoria para ambas partes, por lo que la inasistencia por parte del contratista traerá como consecuencia el tenerlo por desistido de su queja.

**ARTÍCULO 90.-** En la audiencia de conciliación, la Contraloría tomando en cuenta los hechos manifestados en la queja y los argumentos que hiciere valer la dependencia o entidad respectiva, determinará los elementos comunes y los puntos de controversia y exhortará a las partes para conciliar sus intereses, conforme a las disposiciones de esta Ley, sin prejuzgar sobre el conflicto planteado.

En caso de que sea necesario, la audiencia se podrá realizar en varias sesiones. Para ello, la Contraloría señalará los días y horas para que tengan verificativo. El procedimiento de

conciliación deberá agotarse en un plazo no mayor de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya celebrado la primera sesión.

De toda diligencia deberá levantarse acta circunstanciada, en la que consten los resultados de las actuaciones.

**ARTÍCULO 91.-** En el supuesto de que las partes lleguen a una conciliación, el convenio respectivo obligará a las mismas, y su cumplimiento podrá ser demandado por la vía judicial correspondiente. En caso contrario, quedarán a salvo sus derechos, para que los hagan valer ante los tribunales federales.

## **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** La presente Ley entrará en vigor a los sesenta días siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Se abroga la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

**TERCERO.-** Las disposiciones administrativas expdidas en esta materia, vigentes al momento de la publicación de este ordenamiento, se seguirán aplicando en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden las que debán sustituirlas.

**CUARTO.-** Los procedimientos de contratación; de aplicación de sanciones y de inconformidades, así como los demás asuntos que se encuentren en trámite o pendiente de resolución se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes al momento en que se iniciaron.

Los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas que se encuentren vigentes al entrar en vigor esta Ley, continuarán rigiéndose por las disposiciones vigentes en el momento en que se celebraron.

Las rescisiones administrativas que por causas imputables al contratista se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se continuarán considerando para los efectos de los artículos 52, fracción III, y 78, fracción II, de esta Ley.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

**ING. ROBERTO AVELAR LÓPEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención deberá asegurar el cumplimiento de las hipótesis de diseño, garantiza la seguridad durante la construcción y evitar daños a servicios públicos y edificaciones vecinas

Las grandes concentraciones urbanas y la dinámica actual en la productividad, ha generado la necesidad de hacer obras cada vez más monumentales, tales como grandes edificios, puentes, puertos, etc. En este diplomado pretendemos concientizar a los constructores de cimentación profunda de la importancia que tiene la ingeniería de ejecución, o sea la construcción, de nada sirve hacer un buen estudio del subsuelo cuyas recomendaciones recibe el ingeniero estructurista y éste elabore un extraordinario diseño, si en el proceso de ejecución se modifican las condiciones del subsuelo por no contar con el equipo adecuado, por carecer de experiencia o bien por aceptar diseño imposibles de construir.

De lo anterior se desprende que la cimentación profunda se fundamenta en dos tipos de diseño, el geológico y estructural, de ahí la importancia que tiene la ingeniería de ejecución al tener que preservar los tipos de diseño tanto geológico como estructuralmente.

Sabemos que para efectuar eficientemente cualquier obra de construcción se requiere cumplir con varios requisitos, en los que el estudio del subsuelo juega un papel primordial.

Como indicamos anteriormente, el sondeo para el ingeniero constructor de cimentación profunda, tiene un significado diferente al del ingeniero calculista, ya que éste determina parámetros de estabilidad, mientras que el constructor los busca dinámicos.

En infinidad de proyectos, se presenta el hecho de que el ingeniero de suelos y el estructurista realizan su trabajo sin tomar en consideración los problemas de ejecución, y esto en la cimentación resulta costoso y peligroso, no así en las estructuras que van arriba del nivel del terreno de trabajo, pues como se tiene conocimiento, hay sofisticados y económicos procedimientos de construcción en los que muy pocas veces su uso modifica el diseño sin disminuir la calidad, que es lo que finalmente se busca y a lo que finalmente se busca y a lo que se obliga un buen constructor.

La correcta interpretación de los sondeos nos conduce a:

- Seleccionar el equipo adecuado
- Elegir o diseñar la herramienta idónea
- Designar en número y capacidad al personal
- Efectuar programas de obra apegados a la realidad, y
- Evaluar un rendimiento.

Supongamos que para hacer un determinado proyecto, el ingeniero especializado en Mecánica de Suelos se aboca a determinar las propiedades mecánicas del suelo en cuestión. Este técnico, utiliza procedimientos especiales a fin de determinar dichas propiedades lo más

apegado al estado natural del suelo, o sea, procurando que éste se altere lo menos posible, sin embargo, en la práctica se incurre en tres errores comunes que son:

- a) La reducción de la escala al determinar la dureza mediante el sondeo de penetración estándar ( el diámetro del aparato sondeador es mucho menor que el diámetro de un pilote, así como su módulo de elasticidad que en el concreto es 10 veces menor que en el acero, aproximadamente ).
- b) Se está dando la solución de un problema estático, a partir de los resultados de un procedimiento dinámico y
- c) La alteración del subsuelo durante el proceso de estudio, que modifica las propiedades mecánicas del mismo, teniendo como resultado una información errónea.

Con estos datos el ingeniero estructurista define su cimentación y si ésta requiere de pilas, pilotes, ataguías, etc., procede a su diseño.

Hasta aquí salvo los incisos a, b y c indicados anteriormente, todo está correcto; el problema empieza en el momento en que el especialista en Mecánica de Suelos y el estructurista se olvidan de que los elementos de una cimentación profunda ( pilas y pilotes ), no nacen en el subsuelo y hay que instalarlos lo cual genera serios problemas si no se determina su procedimiento constructivo, pues si este es inadecuado invalida tanto lo estudios del subsuelo, como el diseño de la estructura por cimentar.

No es recomendable dejar al criterio de cada constructor de cimentación profunda el procedimiento constructivo por la razón anteriormente indicada. Esta ligereza suele crear graves problemas de estabilidad de las estructuras y por consiguiente económicos.

Además, debe elegirse al contratista de cimentación profunda capaz de ejecutar un determinado proyecto, ya que no es suficiente contar con el equipo más indispensable para esta tarea, sino que debe tenerse una capacitación técnica para hacer obras seguras y económicas, y sobre todo, saber interpretar los sondeos.

La construcción de una Cimentación Profunda esta basada indiscutiblemente entre otros conceptos, en el estudio del subsuelo que nos debe reportar básicamente lo siguiente:

- Elevación del Nivel Freático
- Resistencia a la penetración estándar
- Sucesión estratigráfica y propiedades físico-mecánicas.

Con estos elementos, se determina el grado de dificultad de ejecución, así como el equipo adecuado; si el Director de Obra no da especial atención a este paso, corre con el riesgo de tener que resolver una infinidad de problemas durante el proceso de la construcción de la cimentación profunda, pues hay casos en que se prolonga excesivamente el tiempo de construcción de la cimentación, o bien, otros, en que se debe abandonar la cimentación para modificar radicalmente su proyecto.

Sin pretender dar una cátedra de exploración del suelo, sino más bien con el propósito de aclarar el porqué es necesario que el constructor de cimentaciones profundas cuente con los estudios de referencia, trataremos cada uno de los puntos anteriores, desde el punto de vista del constructor.

### ELEVACION DEL NIVEL FREATICO

Este concepto es importante para el cimentador, ya que nos limita la excavación previa para remover cimentaciones antiguas, pues en caso de que éstas se desplanten próximas al nivel freático, deberá reponerse la superficie rodante con material de préstamo, el cual es aconsejable que quede a unos 50 cm arriba de la costa del mencionado nivel freático; así mismo, este dato nos permite definir la red de drenado si la obra se lleva a cabo en tiempo de lluvias y por último, la factibilidad de ademar perforaciones con lodo bentonítico sin necesidad de tubos brocal.

### RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR

Sabemos que el sondeo de penetración estándar nos determina mediante el número de golpes para penetrar un longitud conocida, la dureza del suelo. Los cimentadores sabemos que el sondeo de penetración estándar no es otra cosa que el hincado de un pilote a escala reducida y que por este hecho, basado en su experiencia, va a determinar el grado de dificultad que tendrá el instalar los elementos de la cimentación profunda.

Existen otros procedimientos cuyo resultado en lugar de darse en números de golpes, se dan en  $\text{kg/cm}^2$ . La discusión de estos sistemas entre los consultores de suelos es muy basta y su aplicación depende de muchos aspectos, sin embargo, en nuestro medio constructivo nos hemos delineado a tomar el sondeo de penetración estándar, el cual usualmente se reporta en 8 columnas que contienen los siguientes datos: (fig. 1)

- 1.- La primera columna acusa la profundidad a la que se llevó el sondeo, acotando las profundidades al cambiar los estratos.
- 2.- La segunda describe la conformación de los estratos.
- 3.- La tercera indica mediante símbolos, los porcentajes del material que conforman los estratos, por ejemplo un estrato limoarenoso con un contenido de limo de 80% y de 20% de arena, se representa en la forma siguiente:

Los estratos que contienen varios materiales, se denominan con el nombre del material cuyo porcentaje es el mayor, mencionando en seguida los de menor, por eso, en el ejemplo anterior nombramos al estrato limoarenoso, ya que hay más limo que arena.



4.- La cuarta columna se usa para clasificar el tipo de suelo, siguiendo el criterio de campo del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), teniéndose las siguientes clasificaciones.

#### SUELOS FINOS

LIMOS	MH - Limo inorgánico de alta plasticidad ML - Limo inorgánico de baja plasticidad
ARCILLAS	CH - Arcilla de alta plasticidad CL - Arcilla de baja plasticidad
ORGANICOS	OL - Suelo vegetal de baja plasticidad OH - Suelo vegetal de baja plasticidad

#### SUELOS GRANULARES

ARENAS	SW - Arena bien graduada SM - Arena mediamente graduada SP - Arena mal graduada
GRAVAS	GW - Grava bien graduada GM - Grava mediamente graduada GP - Grava mal graduada

5.- La quinta, numera las muestras.

6.- La sexta, acusa la resistencia a la penetración en número de golpes; para dar una idea de la dureza del suelo. A partir de estos datos se tiene lo siguiente:

#### SUELOS NO COHESIVOS TOMANDO COMO TIPO LA ARENA

NUMERO DE GOLPES	COMPACIDAD
De 0 a 4	Muy suelta
De 4 a 10	Suelta
De 10 a 30	Medio compacta
De 30 a 50	Compacta
De 50 en adelante	Muy compacta

## SUELOS-COHESIVOS TOMANDO COMO TIPO LA ARCILLA

<u>Número de golpes</u>	<u>Resistencia a compresión no confinada en kg/cm<sup>2</sup></u>	<u>Consistencia</u>
De 0 a 2	De 0.00 a 0.25	Muy blando
De 2 a 4	De 0.25 a 0.50	Blando
De 4 a 8	De 0.50 a 1.00	Firme
De 8 a 15	De 1.00 a 2.00	Resistente
De 15 a 30	De 2.00 a 4.00	Muy resistente
De 30 en adelante	De 4.00 en adelante	Duro

En la tabla anterior, hemos representado con " q " a la compresión no confinada y por experiencia, se ha visto que  $q = N/8$  aproximadamente, sin embargo, seguramente los especialistas en Mecánica de Suelos se pondrán a "temblar" al ver esta correlación, pero ha sido producto de experiencias que solamente tienden a orientar al piloteador para la selección de su equipo de trabajo y que la experiencia de cada cimentador es la que define este concepto.

A partir del sondeo de penetración estándar entre otros aspectos, se ve la necesidad en un proyecto de efectuar perforaciones previas, el uso de seguidores, capacidad del martinete, el uso de ademe, etc.

7.- En la séptima columna, se indica el contenido natural de agua en porcentaje, así como los límites líquido y plástico e índice de plasticidad. Quizá estos datos, suelen ser los más importantes para determinar el procedimiento constructivo de la Cimentación Profunda.

Por ejemplo, del contenido de agua, si éste es alto en terrenos arcillosos ( de 300 a 400 % ), nos limitará la posibilidad de colar elementos " in situ ", ya que el suelo no podrá trabajar como " cimbra " debido a que el empuje del concreto hará elementos de cimentación profunda defectuosos y el concreto se contaminará, esto obligará a poner otro tipo de cimentación o al uso de ademe perdido.

El índice de plasticidad, nos permite dosificar los porcentajes de bentonita en los suelos arenolimosos o areno-arcillosos, pues entre menor es el índice de plasticidad, más inestables serán las perforaciones y por consiguiente deberá utilizarse procedimientos especiales para lograr estabilizarlas.

Combinando los datos de la resistencia a la penetración estándar con los límites de Atterberg y la localización del manto freático, se define la factibilidad de la hechura de campanas en pilas que trabajarán con grandes cargas, así como la selección del tipo de ademe para el " fuste ".

Todas estas razones expuestas, quizá puedan servir como punto de partida a nuestros técnicos en la materia, para poder elaborar la ingeniería de ejecución en las obras de cimentación profunda, que tanta falta nos hace.

Tan pronto se logre este objetivo, se eliminará entre otras, la idea equivocada de algunos supervisores, que hacen que las compañías cimentadoras transporten costosos equipos para ejecutar este tipo de cimentaciones y después de todo esto, pretenden pagar la longitud hincada de un pilote independientemente de la longitud maniobrada, como si el constructor tuviera la culpa de los errores u omisiones del proyecto. Así mismo, algunos consultores indican que las perforaciones se hagan inscritas en la sección rectangular del pilote, por lo que en suelos no cohesivos se taponan dejando " colgados " a esos pilotes, o sea sin alcanzar la cota de apoyo y en caso de que el suelo sea cohesivo, se presenta el efecto de émbolo con lo que el pilote tampoco alcanza su cuota de apoyo, o se dificulta excesivamente su hincado.

### SUCESION ESTRATIGRAFICA

Para confirmar los resultados del sondeo de penetración estándar, se hace necesario contar con el corte estratigráfico, debido a la heterogeneidad de la formación de los suelos, pues si el sondeo de penetración estándar encuentra en su camino un boleo, fácilmente podría confundirse con un estrato resistente y fundamentar un diseño en un error. Para el piloteador es importante este dato, pues en caso de aparecer boleos, las perforaciones deberán hacerse con equipo y procedimientos muy especiales y la dimensión de la perforación es directamente proporcional al tamaño de la roca por extraer.

En algunos casos, resulta insuficiente el número de sondeos efectuados, ya que es común encontrar discontinuidad en los estratos, lo que suele no detectarse y en consecuencia, tanto el diseño de la cimentación, como su procedimiento constructivo no es posible definir. Para evitar esto, se tiene que ampliar el estudio incrementando el número de sondeos, entre mayor sea la heterogeneidad del subsuelo o mayor el tamaño de la obra.

### TIPOS DE CIMENTACION

Son muchos los factores que intervienen para definir el tipo de cimentación más adecuado para una estructura, por lo que nos concretaremos a definir las más comunes que son:

Compensada  
Piloteada  
Sobre Pilas  
Mixtas

#### A) CIMENTACION COMPENSADA

Es aquella cimentación donde se efectúa una excavación tal, que los esfuerzos originales del subsuelo, en el desplante de la cimentación se conservan prácticamente constantes después de construir el inmueble deseado; en este caso, el especialista de Cimentación Profunda interviene haciendo pozos, instalando piezómetros, bombeando el nivel freático e hincado de

ataguías. Naturalmente, estos auxiliares de cimentación dependen de la importancia y de las necesidades de cada proyecto.

## B) CIMENTACION PILOTEADA

Para poder entrar en detalle, diremos que un pilote es un elemento transmisor de carga, generalmente de pequeño diámetro o sección, construido de concreto armado, acero, madera, etc.; cuya instalación se hace a base de energía dinámica ( golpes o presión ) , cuya capacidad de trabajo se determina con las fórmulas dinámicas, debiéndose verificar mediante pruebas de cargas directas.

Cuando la capacidad natural del subsuelo resulta insuficiente para soportar el paso de una estructura, se puede recurrir al uso de pilotes, los cuales por su forma de trabajo se dividen en:

- Pilotes de apoyo
- Pilotes de fricción
- Pilotes mixtos

### B.1 Pilotes de apoyo

Como su nombre lo indica, son aquellos que se diseñan para transmitir la carga a la capa resistente donde se apoyarán. Generalmente estos pilotes trabajan como columna corta y su máxima capacidad de trabajo a la compresión se desarrolla en la punta.

Para obtener un buen apoyo en el estrato, se requiere usar martinetes que desarrollen una energía de 0.5 kg-m por cada kilo de pilote para alcanzar su rebote. Por otra parte, para evitar que un pilote se fracture y garantizar la energía de apoyo, deberán hacerse perforaciones previas si el sondeo de penetración estándar acusa capas con más de 20 golpes en arcillas y de 10 en arenas cuyos espesores de éstas, sea mayor de 60 cm (espesor del estrato).

La energía de apoyo del pilote se mide en el campo verificando la penetración de éste cada 10 golpes. A esta operación se le denomina " rebote " y dependiendo del equipo y del pilote, generalmente éste debe ser de 2.54 cm de penetración por cada 10 golpes aplicados ( fig. 2 ).

## PILOTES A PRESION

$H = (15 \text{ o } 20)\% L$  : En donde L está dada en metros, por lo tanto H tendrá estas mismas unidades.

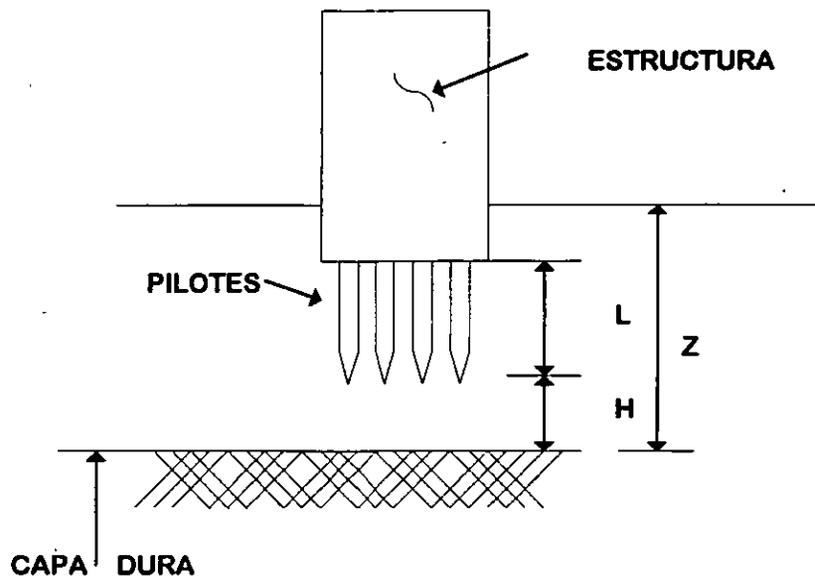


FIG. 2

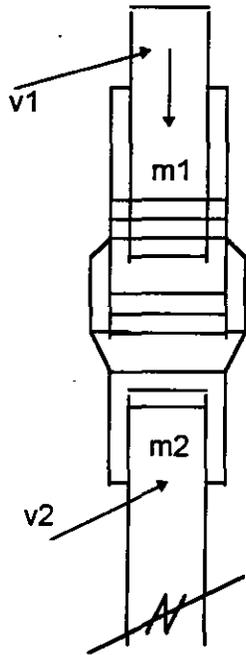
L = LONGITUD DE PILOTE TRABAJANDO A FRICCION

H = COLCHON DE DEFORMACION

## DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE UN PILOTE, A PARTIR DE UN FENOMENO DINAMICO.

El estudio se basa en la cantidad de movimiento y la energía producida en el sistema antes y después del choque.

Sistema un instante antes del choque:



- $m \rightarrow$  masa del sistema
- $v \rightarrow$  velocidad del sistema
- $mv \rightarrow$  cantidad de movimiento
- $m_i \rightarrow$  masa del pistón del martinete
- $v_i \rightarrow$  velocidad del pistón del martinete
- $m_2 \rightarrow$  masa del pilote
- $v_2 \rightarrow$  velocidad del pilote
- $h \rightarrow$  altura de caída del pistón del martinete

$$mv = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$v(m_1 + m_2) = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$v = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)}{(m_1 + m_2)}$$

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$v_2 = 0$$

$$F = ma = mg$$

$$\therefore v = \frac{(F_1 \sqrt{2gh})}{(F_1 + F_2)}$$

$$E_c = \frac{1}{2} (mv^2)$$

$$\therefore E_c = \frac{1}{2} \frac{(F_1 + F_2)}{g} \frac{(F_1 \sqrt{2gh})^2}{(F_1 + F_2)^2}$$

$$E_c = \frac{(F_1^2 h)}{(F_1 + F_2)}$$

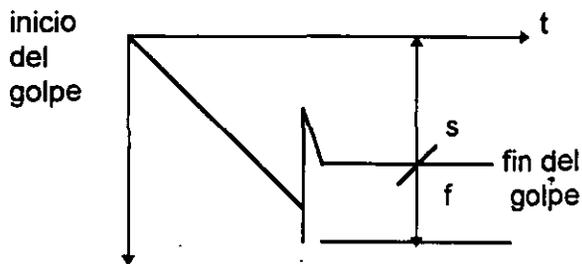
$F_1 = R =$  peso del pistón del martinete

$F_2 = W_p$  peso del pilote

$$\therefore E_c = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p)}$$

Sistema un instante después del choque:

$E_c = E_p$  La energía cinética antes del choque es igual a la energía potencial después del choque.



$$E_p = mgh$$

$s =$  deformación permanente del suelo

$f =$  deformación elástica del pilote y del suelo.

$mg =$  fuerza requerida para deformar instantáneamente el suelo y el pilote

$h =$  longitud total de deformación instantánea en el golpe

$R_s = mg =$  capacidad de carga

$$s + f = h$$

$$\therefore \frac{(R^2 h)}{(R + W_p)} = R_s (s + f)$$

$$R_s = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p) (s + f)}$$

## NOTAS IMPORTANTES: -

- 1.- El cálculo se recomienda realizarlo cuando en una caída de 10 golpes del martinete, el desplazamiento del pilote en el suelo es igual o menor a 2.54 cm.
- 2.- El valor de " s " debe ser medido físicamente en campo.
- 3.- El valor de " F " puede ser medido físicamente en campo, o utilizar los siguientes valores experimentales, donde  $c_1 = f$ , siendo " l " la longitud del pilote y " c " la deformación elástica unitaria:

$$c = 0.3 \text{ mm/m para pilotes de concreto reforzado}$$

$$c = 0.3 \text{ mm/m para pilotes de acero}$$

$$c = 0.6 \text{ mm/m para pilotes de madera}$$

- 4.- Para elegir el martinete adecuado, se utiliza la siguiente expresión experimental, la cual se basa en la  $E_p$  del pistón del martinete y del pilote:

$$R_{hm} = W_p h_p$$

$$h_m = 2.50 \text{ m} = \text{altura de caída del pistón del martinete}$$

$$h_p = 0.50 \text{ m} = \text{desplazamiento requerido del pilote si no encontrara resistencia, producido por la energía del martinete, para garantizar un apoyo adecuado.}$$

$$\therefore E_c = \frac{(0.50 \text{ m}) (w_p)}{(2.50 \text{ m})}$$

## B.2 Pilotes de Fricción

Este tipo de pilotes desarrolla su trabajo por adherencia o fricción de éstos con el suelo que lo rodea; a diferencia del pilote de apoyo, su capacidad de carga en la punta es prácticamente nula. Se recomienda en donde los estratos resistentes se encuentren a profundidades relativamente grandes o donde se tienen problemas de "emersión" por consolidación de los depósitos de arcilla.

Por la problemática del hundimiento constante de varias zonas de la Ciudad de México, se ha decidido utilizar en las construcciones el pilote de fricción, ya que el "colchón" que expreso se deja en la parte inferior de estos pilotes ha funcionado "como un control natural" y se determina generalmente con la fórmula siguiente:

$$H = \frac{\delta}{mv p}$$

En la que:

- mv = coeficiente de compresibilidad volumétrica.
- p = presión que llega a través de todos los pilotes a la profundidad z.
- $\delta$  = deformación permisible para el buen funcionamiento de la estructura.
- H = espesor del colchón compresible bajo las puntas de los pilotes.

En la práctica obtenida de la construcción de edificios en el Valle de México, se ha encontrado que el colchón de deformación H es del orden del 10 al 20 % de la longitud del pilote que trabaja por fricción.

En algunas ocasiones el pilote de fricción se utiliza como elemento de anclaje haciéndolo trabajar a la tensión, esto se presenta en la cimentación de las torres de transmisión, o bien en la construcción de algunos pasos a desnivel en donde el nivel freático queda por encima de la zona de rodamiento de los vehículos y en este caso la subpresión se contrarresta, entre otros sistemas, por medio de pilotes de fricción.

Como la capacidad de carga de este tipo de pilotes depende de la adherencia de este con el subsuelo no tiene "rebote" ( penetración de los últimos golpes ) y se calcula multiplicando el área perimetral del pilote por adherencia; por lo tanto  $Q = P.L.a.$ , en la que:

- Q = Capacidad de carga del pilote
- P = Perímetro
- L = Longitud del pilote
- a = coeficiente de fricción o adherencia

En depósitos de arcilla, se ha encontrado que  $a = q / 2$ , siendo " Q " la resistencia a compresión simple.

Como dato adicional, los pilotes en las arcillas del Valle de México se calculan con un coeficiente de fricción que va de 1 a 2 ton / m<sup>2</sup>, a excepción de la zona del lago que es de 0.8 ton / m<sup>2</sup> o menos.

### B.3 Pilotes Mixtos

Como su nombre lo indica, el trabajo de estos pilotes es por adherencia y apoyo, se recomiendan en suelos poco comprensibles en donde el estrato de apoyo es de poca potencia ( espesor o grueso de la capa ).

## Juntas

Cuando los pilotes son de longitudes superiores a 20 m , resulta más económica su instalación usando juntas que garanticen la continuidad de los mismos.

En la práctica se ha encontrado que al efectuar este empate por la cantidad excesivamente de soldadura requerida, el concreto pegado a las placas se sobrecalienta, con lo que pierde resistencia y en muchas ocasiones, cuando se reanuda el hincado se desmorona descubriéndose el refuerzo en esta zona.

Para evitar lo anterior, se especifica hacer la soldadura dándole tiempo a las placas para que se enfríen. Esto incrementa los costos debido a que el equipo de pilotaje suspende sus labores a veces hasta 5 horas en cada junta.

Para evitar los inconvenientes indicados anteriormente en este tipo de junta, se han ideado dos procedimientos que son:

La junta de casquillo diseñada por el Ing. Leopoldo Farias, en la que el anclaje de la junta se lleva en la parte interna del casquillo independientemente del armado principal del pilote; esto permite que no existan momentos en las placas de unión, ya que los esfuerzos transmitidos entre tramo y tramo son colineales, debido a que "e" prácticamente es igual a cero ( fig. 4 ).

Con este tipo de junta, un pilote de 50 x 50 cm de sección, puede ser empataado con placas de  $\frac{1}{2}$  usando casquillo; de otra manera, las placas de unión serían del orden de 1 o más.

El casquillo permite usar cordones de soldadura relativamente delgados en forma continua, sin dañar el concreto y reduciendo los tiempos de equipo inactivo ( fig. 3 )

Se han ideado infinidad de procedimientos para empatar pilotes ( unión de dos tramos ), siendo el más común el de junta a base de placa soldada.

Durante el proceso de hincado se presentan esfuerzos de tensión y compresión en el pilote. Por tal motivo, la junta debe estar diseñada para absorber estos esfuerzos; de ahí que este tipo de junta siendo la más usual, resulta antieconómica debido a que el diseño arroja la necesidad de usar placas que van desde  $\frac{1}{2}$  hasta 2 de espesor, según la sección del pilote. Otra junta que no tiene los inconvenientes antes mencionados, es la " junta de adherencia " ( Diseñada por el Ing. Roberto Avelar ) y consiste en proveer a los tramos de pilote por empatar, de un dispositivo hembra y macho, utilizando placas de unión de  $\frac{3}{8}$  de espesor, suficiente para absorber los esfuerzos de hincado.

En la actualidad, se tienen muchos tipos de acoplamientos entre dos tramos de pilotes de concreto, todos ellos basados en la premisa de permitir axialidad y continuidad de los esfuerzos en el pilote ( consultar Manual del Residente de Cimentación Profunda ).

### JUNTA CASQUILLO

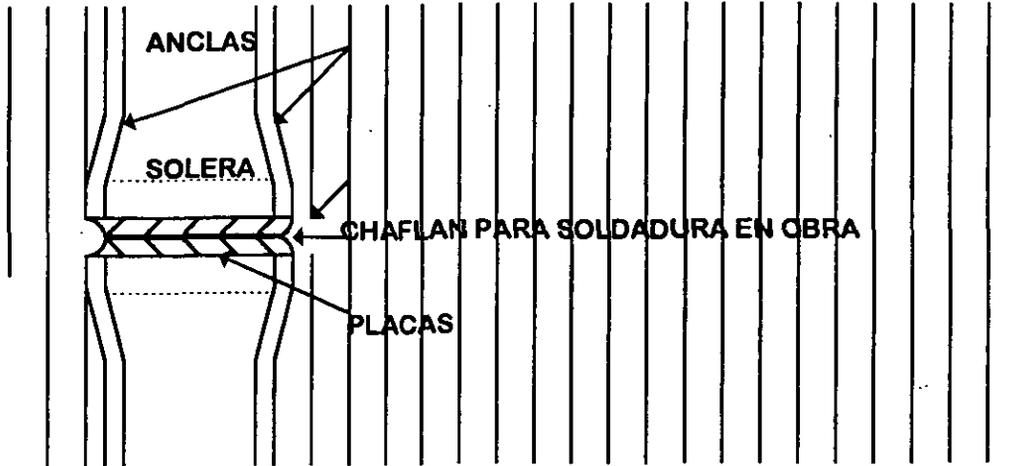


FIG. 3

### ESQUEMA DE CÁLCULO

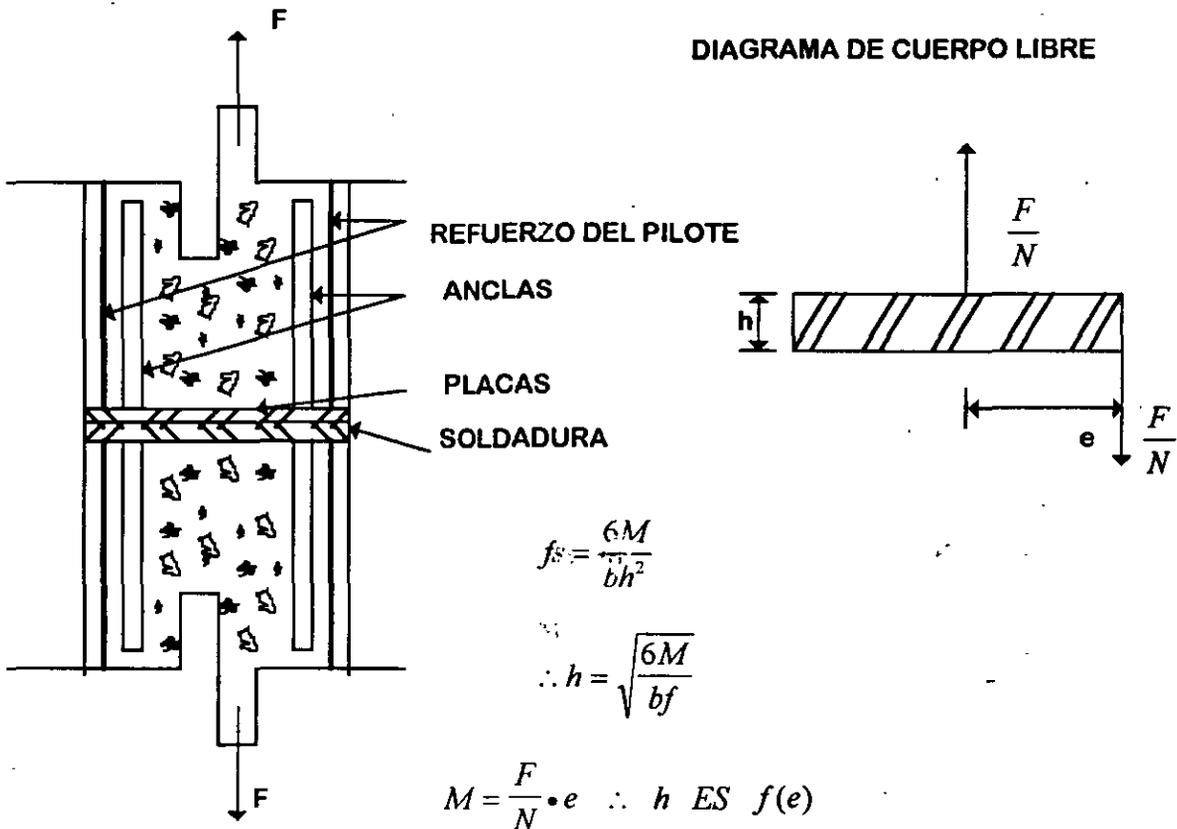


FIG. 4

POR LO TANTO SI  
ECONÓMICA.

e →

0, SE TIENE LA SOLUCION MAS

## Colado y manejo de pilotes

En una obra de pilotaje, el organizar adecuadamente el colado de pilotes, permite reducir considerablemente problemas muy costosos y en ocasiones peligrosos; los accidentes más comunes se han presentado en su manejo, al romperse las anclas de levante, o bien al desprenderse el concreto durante el hincado a consecuencia de un mal armado o un deficiente vibrado.

Para lograr una buena eficiencia reduciendo riesgos, es recomendable tener presentes los siguientes puntos:

Localizar la o las camas de colado lo más adyacente a la zona de trabajo, procurando no obstruir los puntos de hincado.

Dimensionar las camas de 50 cm más en ambos sentidos para facilitar el cimbrado ( fig. 5 y 6 ); el ancho deberá ser de tal manera, que la operación del despegue de pilotes se pueda hacer con el equipo programado, pues un exceso en el ancho de las camas, resta capacidad al equipo al tener que bajar el ángulo de inclinación de la pluma ( fig. 7 y 8 ).

El peralte de la cama deberá ser no menor de 10 cm para evitar romperla durante el despegue de pilotes. Por otra parte, para facilitar la limpieza y el escurrimiento del agua, deberá dejarse una pendiente longitudinal del 2%, así como un acabado fino ( de preferencia pulido ).

Los moldes deberán ser resistentes y sobre todo, que garanticen la geometría de la sección en toda su longitud; las tapas y puntas se harán conforme al diseño.

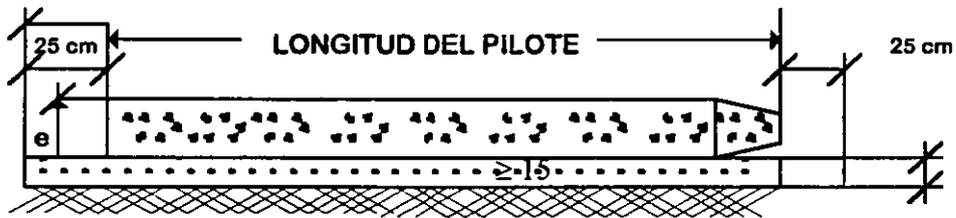
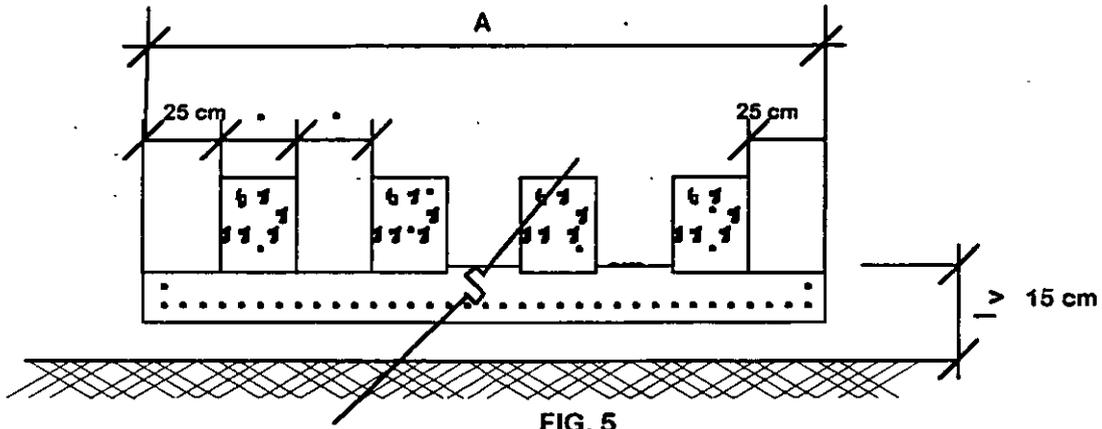
Después de alinear y fijar los moldes, se les colocará una película de desmoldante o bien de diesel con parafina ( 200 lt. de diesel con 30 kg. de parafina ).

los armados se construirán con apego a los planos y se introducirán en los moldes previstos de silletas para dar el recubrimiento que se especifique.

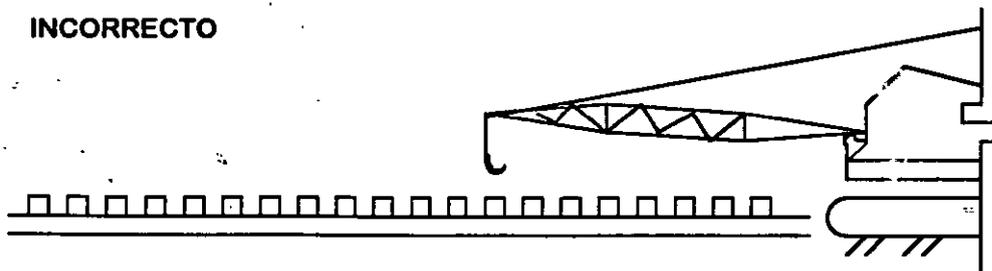
Para utilizar eficientemente el refuerzo longitudinal es necesario hacer el despiece del acero, para ir acomodando las varillas de tal manera de no tener más del 50% de los traslapes en una sección.

El refuerzo longitudinal debe llegar sin dobleces a los extremos del pilote y sin recubrimiento (fig. 9.).

(NO. PILOTES X 25) + 50 cm = A



INCORRECTO



CORRECTO

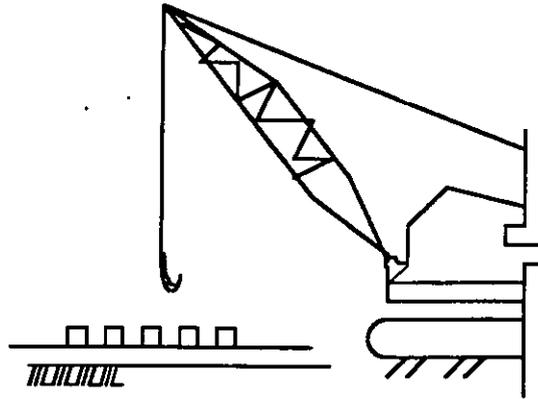
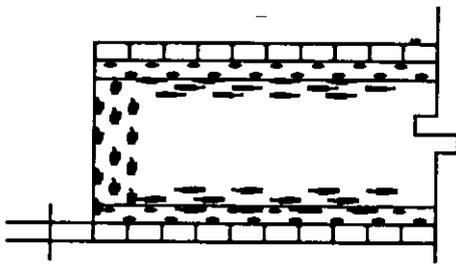
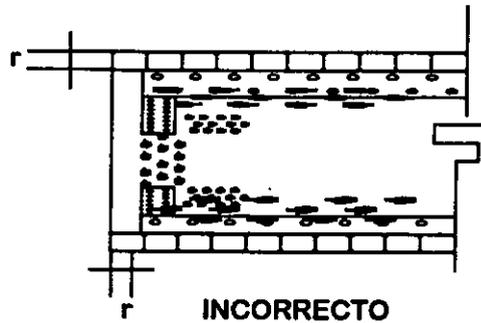


FIG. 8

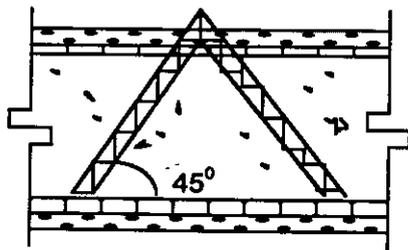


CORRECTO

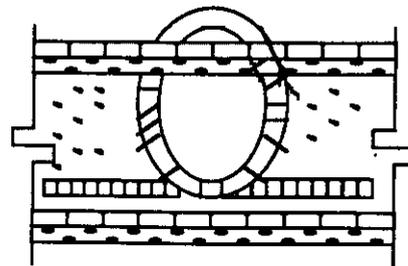


INCORRECTO

FIG. 9



VARILLA CORRUGADA



CABLE

FIG. 10

Los recubrimientos en los extremos hacen trabajar al concreto durante el hincado como concreto simple, ocasionando el descabece.

El colado debe hacerse en forma continua atacando pilote por pilote. En esta forma, no se corre el riesgo de dejar varios pilotes inconclusos, al fallar el suministro del concreto, etc.

Cuando se fabrican pilotes en dos o más tramos alineados, separados entre sí por las placas de unión, marcándolos después de que fragüe en concreto. Esto va a facilitar los trabajos de soldadura durante el empate de tramos.

### Despegue

El despegue y manejo de pilotes se hace por medio de asas las que se diseñan al cortante, incrementando el peso de pilote en un 25% por efecto dinámico.

Las asas se hacen de varilla corrugada o cable y se colocan en la forma siguiente: ( fig. 10 )

No es recomendable repartir la carga en dos asas en un mismo punto, ya que se puede llegar a romper al concentrarse más la carga en una de ellas. Resulta más seguro dimensionar las piezas según su carga.

El despegue de pilotes debe hacerse procurando que el ángulo formado por la vertical con el cable que va del asa hacia la pluma, sea menor de 30° ( fig. 11 ).

Para pilotes muy pesados y largos, se hace buscando la forma intermedia ( fig. 12 ).

### Entronque

Como generalmente la fabricación de los pilotes se hace con anticipación al hincado ( ya que debe moverse sólo al alcanzar el 80 % de su resistencia y el 100 % para poder ser hincados ), se hace necesario almacenarlos en la obra en puntos clave, que reduzcan al máximo posible las maniobras previas al hincado.

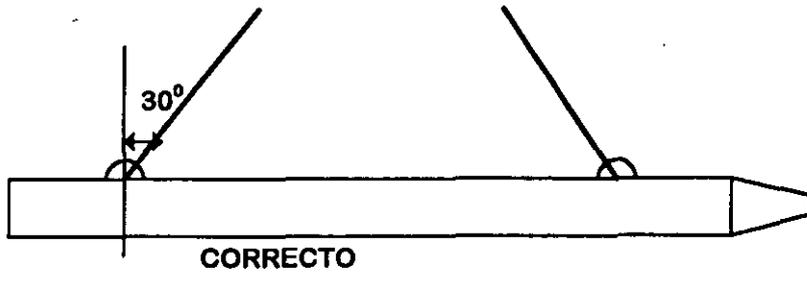
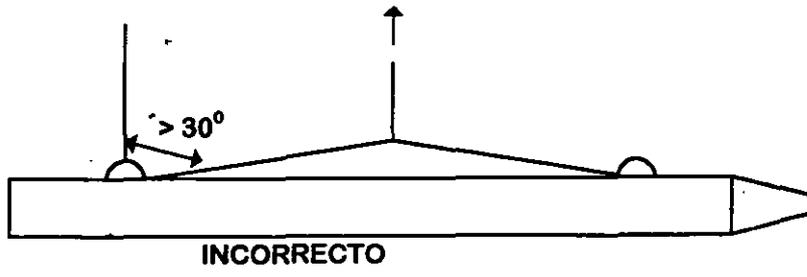


FIG. 11

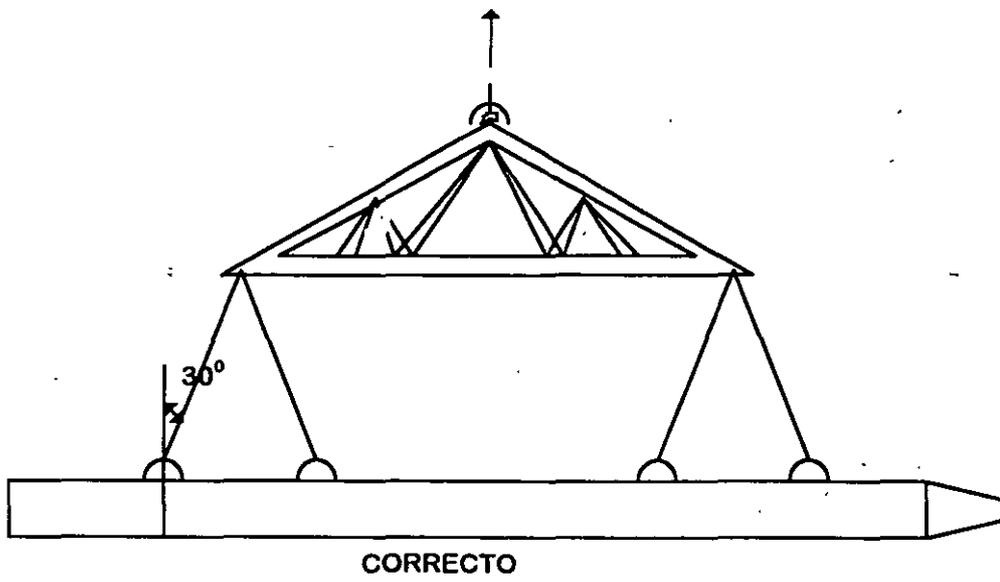
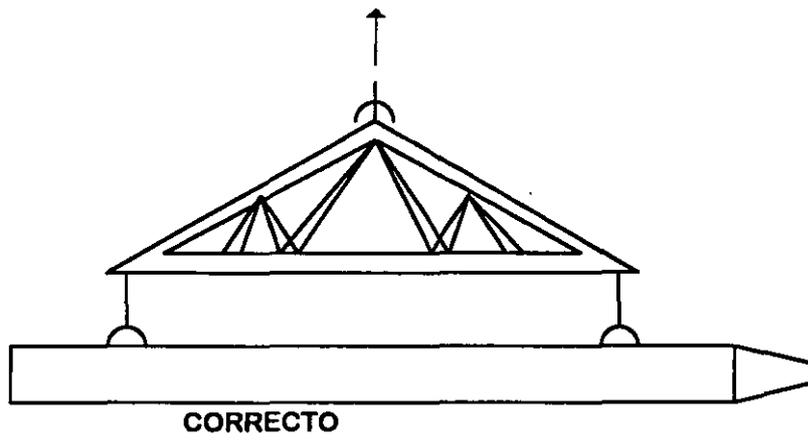


FIG. 12

Los pilotes se deben apoyar precisamente en donde se localicen las anclas de izado, debiéndose usar durmientes para los pilotes inferiores que están en contacto con el terreno, por si éste se llegara a hundir. Los pilotes subsecuentes se pueden apoyar sobre polines alineados verticalmente a los durmientes, para que el concreto de los pilotes inferiores trabaje a compresión.

La tonga de pilotes se recomienda que no sea mayor de 5 niveles, esto facilitará tanto su apilamiento como el estrobarlos para su izado; el número de niveles está regido por la dureza del terreno, pues si los durmientes no se hunden se podrá llegar al quinto nivel ( fig. 13 ).

Algunos diseñadores han ideado el pilote fusible, el cual al usarlo en terrenos compresibles utiliza la fricción negativa para que la punta falle o penetre en el estrato de apoyo. Como más adelante veremos, la instalación de estos pilotes es difícil ( fig. 14 ).

### Izado

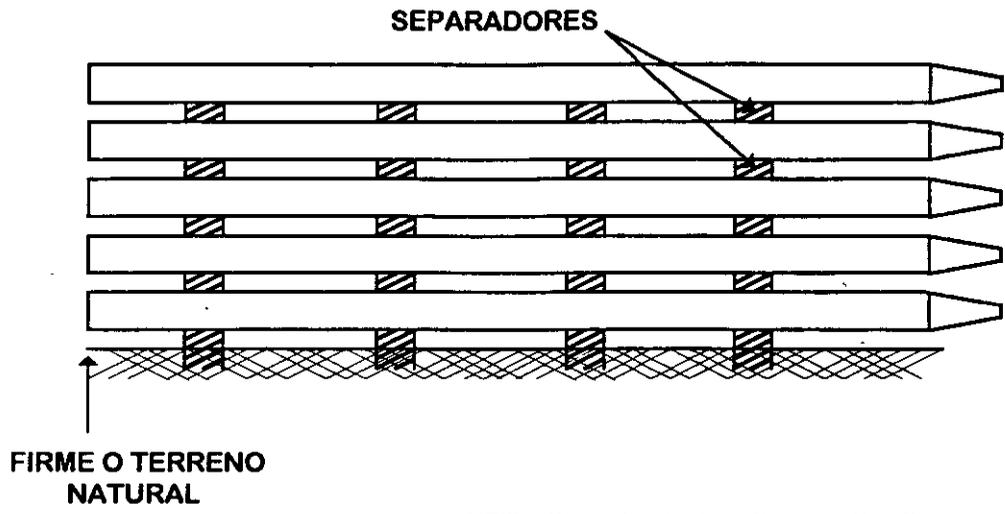
Previamente el izado del pilote, deberá revisarse la sección, estrobando en los puntos donde se igualen los momentos; de otra manera puede llegarse a fisurar bajando su resistencia y calidad.

Las maniobras previas al hincado son las que determinan el tiempo de ejecución y por consiguiente el costo, pues los tiempos de estrobado, acomodo de la máquina e izado del pilote, requieren de mayor tiempo y del auxilio de herramientas especiales. Entre más cuidado se tenga para no maltratar el pilote, el rendimiento por jornada se disminuye, en cambio si se hace en forma descuidada, estas maniobras resultan aparentemente más económicas si no se considera que se pone en peligro tanto la seguridad del equipo como el personal que lo opera, independientemente la reposición de los pilotes averiados ( fig. 15 ).

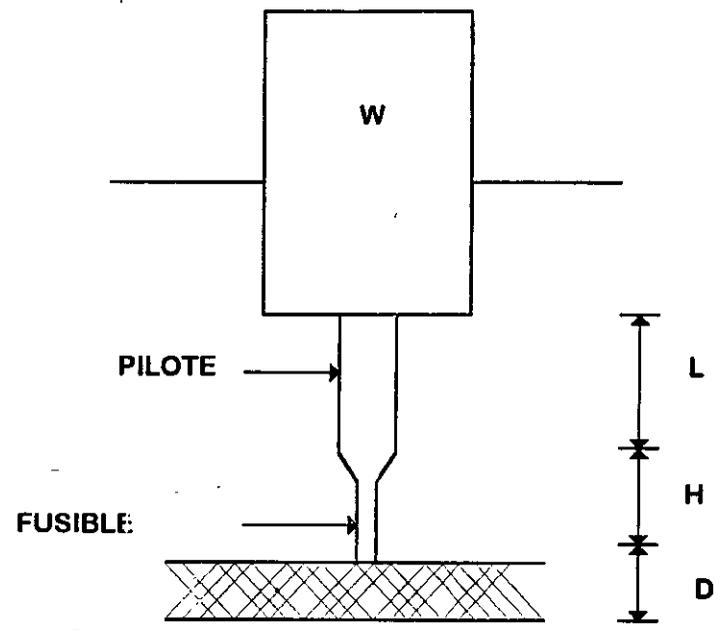
### C. CIMENTACION SOBRE PILAS

En construcción se requiere con frecuencia transmitir las cargas de una estructura dentro del subsuelo hasta llegar a alguna capa que tenga la capacidad suficiente para resistir dichas cargas.

Esa transmisión se puede lograr mediante " Columnas Enterradas " que ligan la estructura con dichos estratos. Cuando las columnas enterradas se construyen " In Situ ", usando como cimbra las paredes de la perforación, estamos hablando de PILAS DE CIMENTACION.

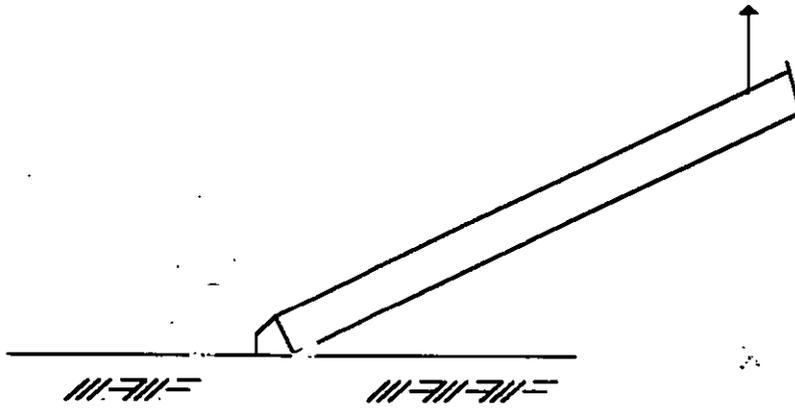
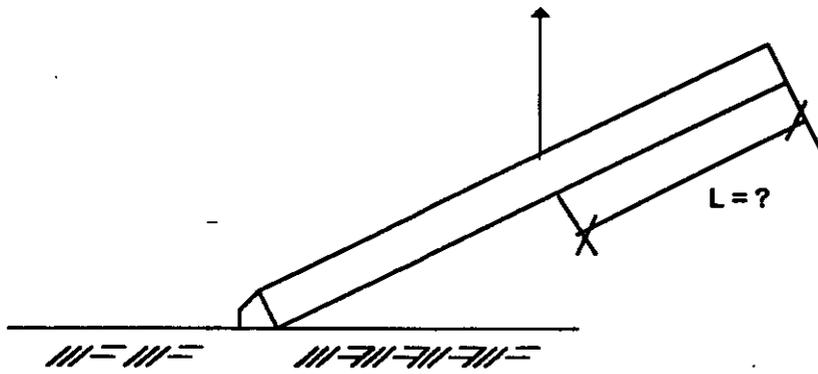


ENTONGUE DE PILOTES FIG. 13



D = ESPESOR DE LA CAPA ( POTENCIA )

PILOTE DE PUNTA PENETRANTE



FORMA INCORRECTA DE IZAR UN PILOTE

FIG. 15

Para la construcción de las PILAS, podemos considerar tres etapas principales:

- 1.- perforación
- 2.- colocación de acero de refuerzo
- 3.- colado del concreto

### Perforación

Es el proceso inicial en la construcción de pilas y consiste en la formación de un agujero en el subsuelo, en el que posteriormente se colocarán materiales que finalmente formarán la pila.

Las secciones transversales de las pilas son generalmente circulares, aunque algunas veces sobre todo cuando se trata de estructuras de gran peso o de condiciones especiales de carga, pueden ser rectangulares, oblongas, etc.

Aunque las secciones transversales generalmente son continuas, es común hacer ampliaciones en la base conocidas como CAMPANAS, que al aumentar el área de apoyo permiten incrementar la capacidad de carga, obteniéndose un uso racional de los materiales ( fig. 16 ).

La construcción de campanas se aplica cuando las pilas se realizan en "seco", de manera que sea posible la verificación del correcto estado de éstas. Las campanas hechas bajo el agua o lodos bentoníticos, implican el riesgo de que el corte de éstas o la remoción del material ya cortado se haya realizado inadecuadamente, dando por resultado una incertidumbre en las condiciones finales de dichas campanas.

En algunas ocasiones, los proyectistas de cimentación profunda recomiendan una mayor longitud de empotre en estratos de apoyo, con el fin de garantizar que el apoyo de la pila se encuentra en el manto especificado.

En suelos predominantemente friccionantes ( grava-arena ), este empotre es estipulado para obtener una mayor capacidad portante de la pila.

Es importante que el residente de cimentación profunda esté consiente de las limitantes de los equipos de perforación, ya que éstos han sido diseñados para perforar en suelos y continuos:

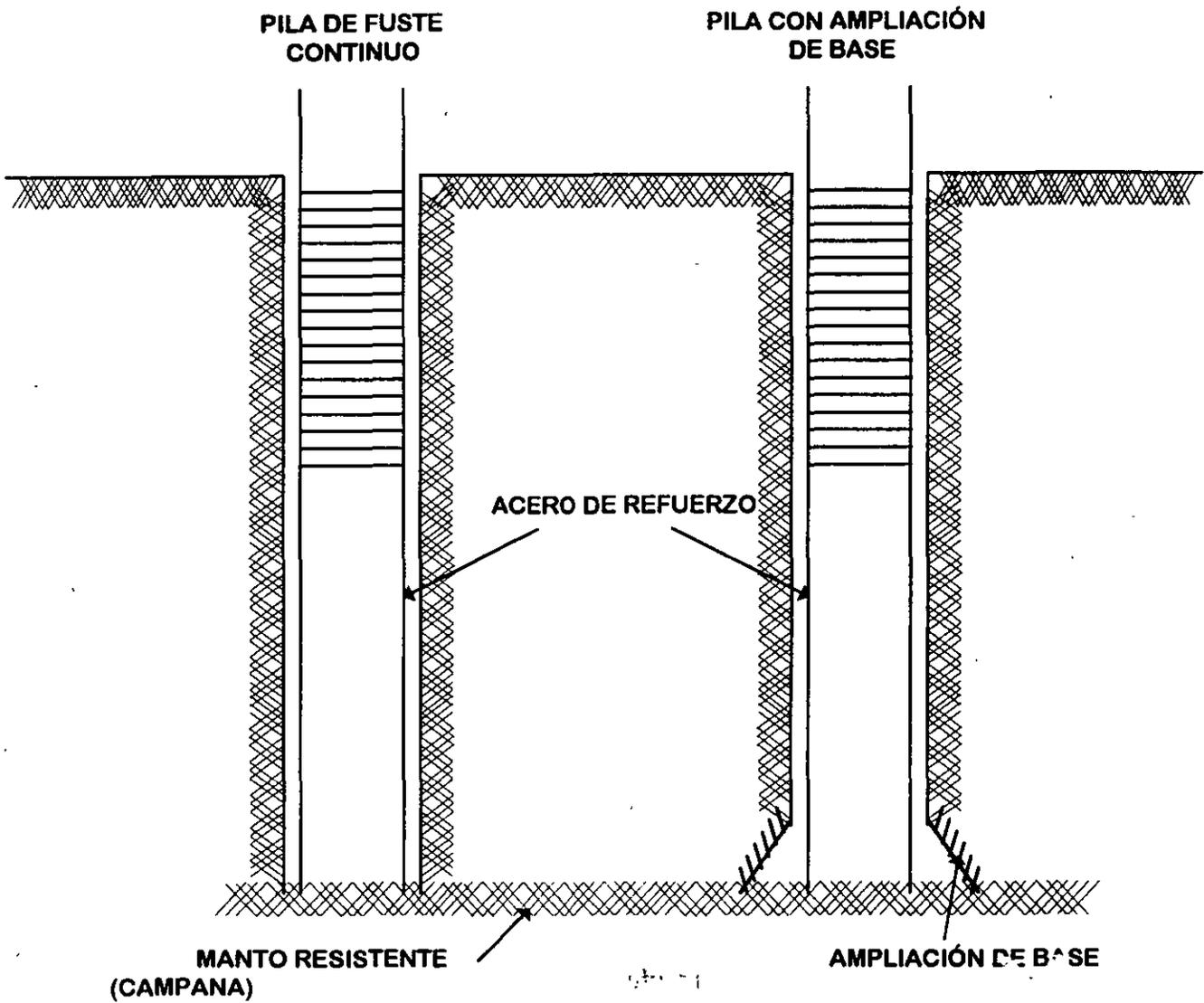


FIG. 16

## Ademes

Las condiciones del suelo, la estratigráfica, la presencia de agua, etc., determinan la estabilidad de las paredes y aún del fondo de las perforaciones. Cuando éstas no se sostienen por sí mismas, la construcción de las pilas se complica un tanto y se hace necesario el uso de ademes. Los ademes usados en la actualidad se reducen básicamente a dos tipos:

- a) ademes rígidos
- b) ademes a base de lodos

### A) Ademes Rígidos:

Los ademes rígidos generalmente consisten en ademes metálicos de una sección similar a la de la perforación y que pueden ser o no recuperables. Generalmente los ademes recuperables se retiran de la perforación mediante grúas o gatos hidráulicos una vez colocado el concreto en la perforación.

### B) Ademes a base de lodos:

Los lodos usados para el ademe de las pilas son generalmente " lodos bentoníticos " que se forman al mezclar en diferentes proporciones bentonita, que es una arcilla coloidal, con agua; formándose una sustancia con un alto peso específico y largo tiempo de sedimentación. Estos lodos forman una película impermeable en las paredes de la perforación, que ayuda a equilibrar las presiones hidroestáticas e impiden el flujo de agua que es uno de los factores de inestabilidad del suelo.

Por otra parte, sobre todo en suelos granulares como arenas y gravas, la contaminación de los lodos con el mismo suelo de las partes principalmente durante el proceso de perforación, reduce su capacidad de soporte y aumenta su velocidad de sedimentación, cuando esto ocurre puede llegar a ser necesaria la sustitución de éstos por otros no contaminados.

El cambio de lodos se realiza inyectándole aire con un compresor en la parte inferior de una tubería que se introduce hasta unos centímetros arriba del fondo de la perforación. Este aire al salir, provoca una succión que absorbe los lodos contaminados, al tiempo que se van depositando los lodos no contaminados en la parte superior de la perforación.

## COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

Una vez terminada la perforación, es recomendable proceder con la mayor celeridad al término de la construcción de la misma, para que el suelo de las paredes y la base se altere lo menos posible y conserve sus características de cohesión y resistencia para el efecto. El siguiente paso consiste en la introducción del acero de refuerzo; deberá hacerse con la mayor rapidez aunque sin descuidar la calidad del mismo. La localización del castillo cerca de la pila y la instalación de separadores que aseguren su correcta colocación dentro de la perforación, así como el uso de una grúa con la altura suficiente que permita una introducción vertical de todo

el armado, evitando en-lo posible el contacto con las paredes durante el proceso de colocación.

## COLADO DE CONCRETO

El vaciado del concreto dentro de la perforación es también muy delicado dentro del proceso de construcción de una pila, los principales cuidados que hay que tener son:

- a) rapidez en la ejecución
- b) evitar la segregación
- c) evitar la contaminación

a) Para la rapidez en la ejecución, es recomendable el uso de concreto premezclado que permite que la maniobra de colado, se realice en menor tiempo que el que se requiere fabricando el concreto con revolvedoras de campo.

b) La segregación del concreto al caer dentro de la perforación se evita con una manguera o tubería con un diámetro 12 veces mayor que el TMA ( Tamaño Máximo de Agregado ), pero no mucho más, para que los agregados gruesos se detengan al chocar con las paredes del conducto.

c) Para evitar la contaminación del concreto es fundamental hacer el colado continuo de toda la pila. Cuando el colado es bajo agua o en presencia de lodos bentoníticos es preciso usar el sistema TREMIE.

El colado TREMIE, se hace introduciendo el concreto por medio de una tubería de acero hasta el fondo de la perforación, de medio forma que fluya de abajo hacia arriba para que solo la parte superior del concreto tenga contacto con el agua o lodos. Este concreto deberá demolerse de cualquier forma al terminar el colado, ya que está contaminado. El revenimiento del concreto generalmente es de 14 a 18 cm para facilitar que fluya libremente, aunque de cualquier forma hay que cuidar que la tubería permanezca ahogada en el concreto durante todo el proceso de colado. Esta precaución es importante sobre todo durante el " chaqueteo ", que es un movimiento hacia arriba y hacia abajo a que se somete la tubería para facilitar el flujo del concreto. Otra precaución, consiste en iniciar el vaciado del concreto con una cámara de baidón, de un tamaño-adequado al diámetro de la tubería y que hace las veces de válvula que reduce la contaminación del concreto al iniciar el colado.

## MAQUINARIA Y EQUIPO

La maquinaria y el equipo usada para la construcción de pilas es fundamentalmente la siguiente:

EXCAVACION	Perforadoras	- sobre grúa - sobre camión
HERRAMIENTAS DE ATAQUE	Botes Brocas Dientes y puntas	
EQUIPO PARA MANEJO DE LODOS BENTONITICOS	Depósitos Mezcladores - Agitadores Bombas y Mangueras	
EQUIPO PARA COLADO	Trompas de elefante Tubería Bombas de concreto	

### PERFORADORAS

Los equipos más comunes para perforación son los rotatorios, que consisten esencialmente en una fuente de poder que mediante una transmisión hace girar a un barretón de longitudes variables, simples o telescópicos, cuyo extremo inferior se instala la herramienta de perforación propiamente dicha.

Las perforadoras usadas en México, son de dos tipos:

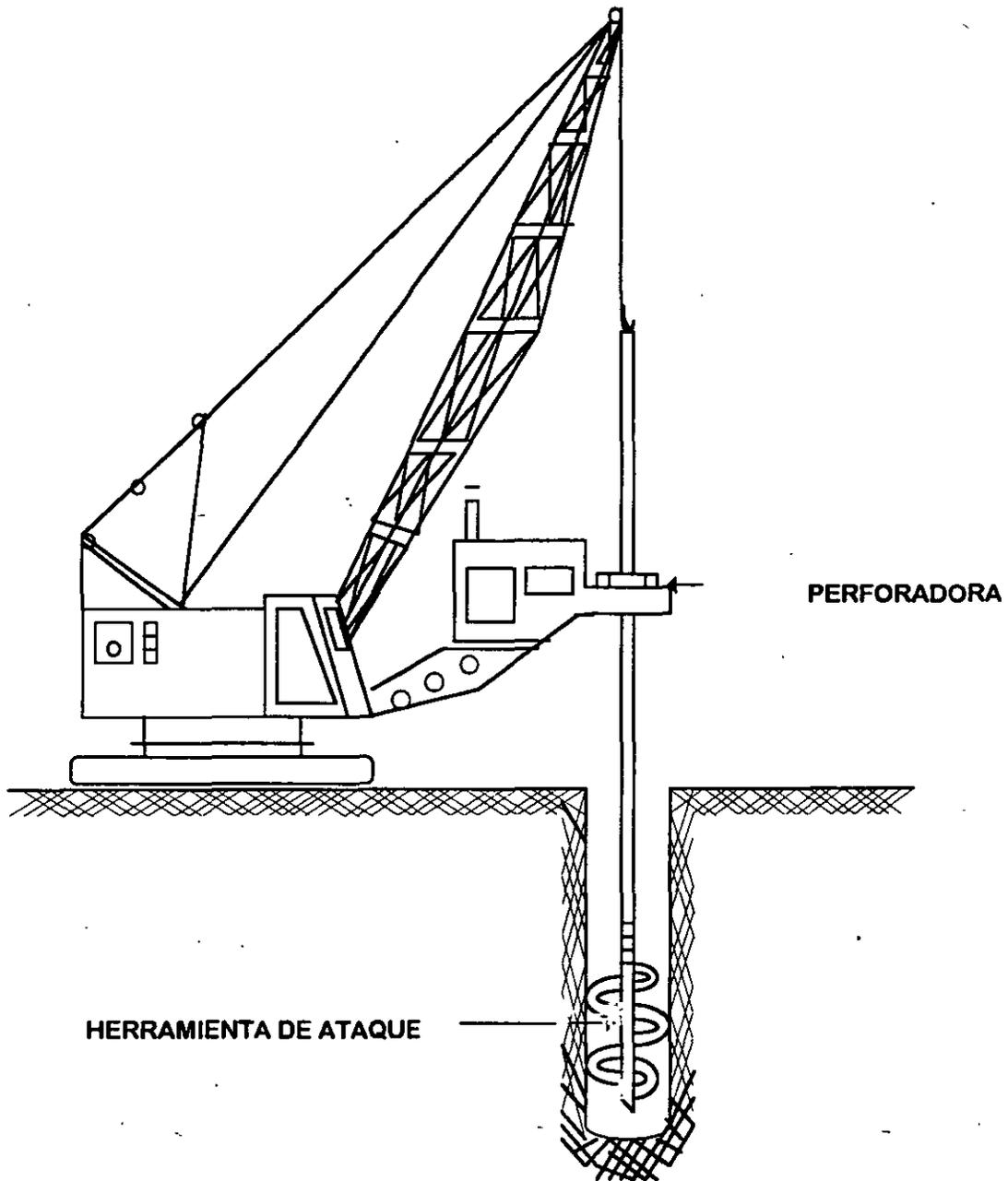
- a) montadas sobre grúas
- b) montadas sobre camión

Las perforadoras montadas sobre grúa son generalmente de mayor tamaño y potencia, su movilidad ya dentro de la obra, es mejor sobre todo si el terreno es difícil y tienen la ventaja adicional de que eventualmente la misma grúa puede usarse para las maniobras de introducción de acero y de colado; esto puede hacerse desmontando o sin desmontar la perforadora de la grúa ( fig. 17 )

Las perforadoras montadas sobre camión son generalmente de menor capacidad que las montadas sobre grúa. Igualmente sus limitaciones para realizar los procesos de introducción de acero y colado son mayores y frecuentemente se requiere una grúa para llevar a cabo estas maniobras, por otra parte, para obras urbanas sobre todo pequeñas, tienen mejor movilidad ( fig. 18 )

Las perforadoras rotatorias, además del efecto normal de cortar los suelos con sus herramientas de ataque, al girar, facilitan la penetración en los casos de suelos más duros cohesivos y resistentes por razón del peso propio del barretón de perforación, también existen algunos modelos que tienen equipos hidráulicos, que ejercen presiones adicionales para facilitar el corte usando como reacción el peso propio de la máquina.

**PERFORADORA MONTADA SOBRE AGUA**



**FIG. 17**

# PERFORADORA MONTADA EN CAMIÓN

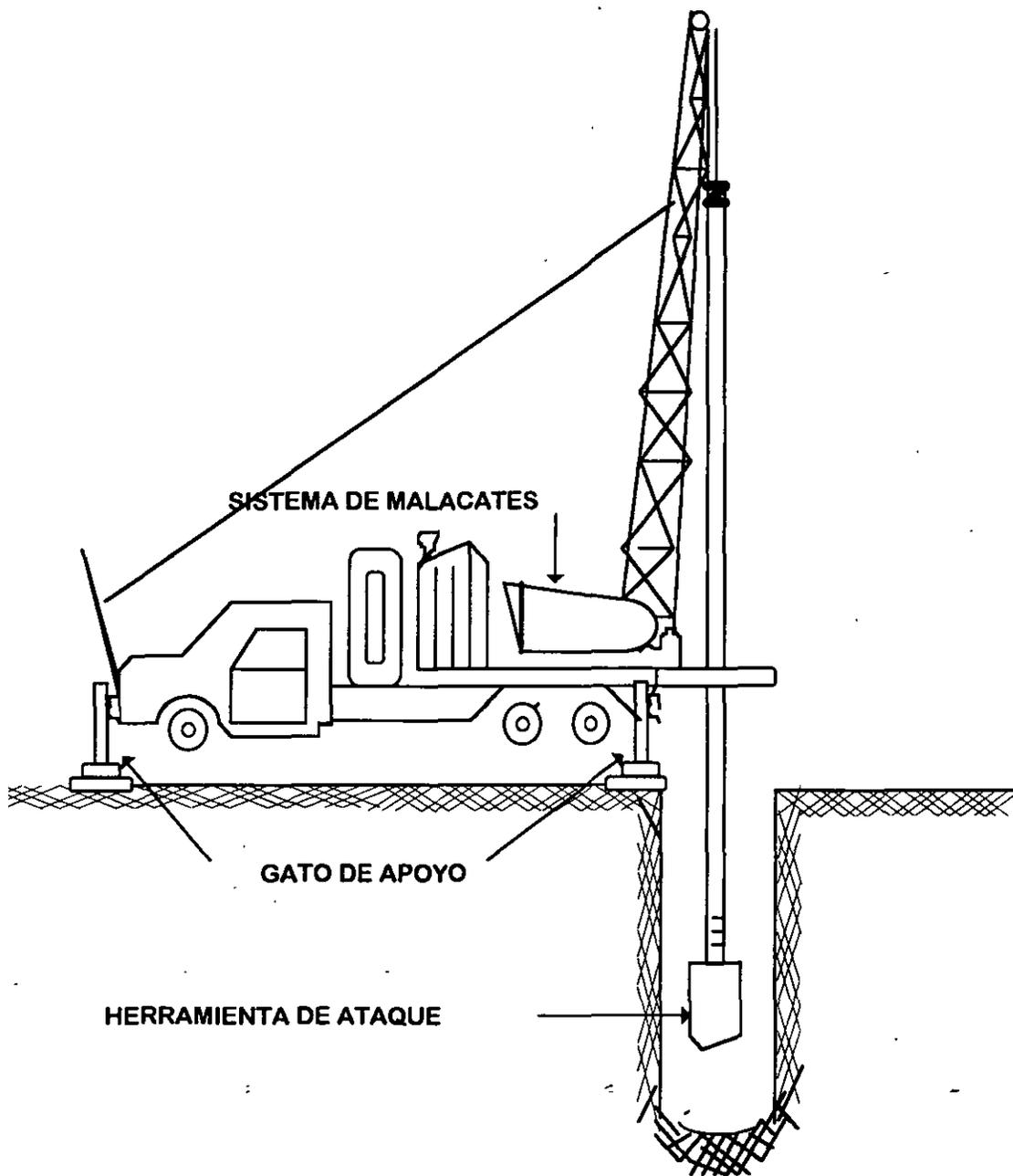


FIG. 18

Las almejas guiadas son equipos de excavación que como su nombre lo indica consisten en un cucharón que abre y cierra a manera de almeja y que se desliza verticalmente sobre una grúa que permite controlar la dirección y la posición de la excavación. Estos equipos accionados casi siempre hidráulicamente, se usan para la construcción de pilas de sección oblonga, cuadrada o rectangular.

En nuestro país las marcas más comunes de perforadoras son las siguientes:

CALWELD  
WATSON  
SOILMEC  
SANWA  
CASAGRANDE  
ERTH DRILL  
EASY BORE  
B.S.P.

Las herramientas de ataque más comunes en nuestro país, son las brocas y los botes.

Las brocas son como su nombre lo indica, espirales cilíndricas, con punta en el extremo inferior de su eje y dientes en la espiral. El diámetro, espesor, paso, tipo de dientes y tipo de punta, se ajustan en cada caso al diámetro de la perforación y al tipo de suelo.

Los botes de perforación son cilíndricos metálicos con una tapa giratoria en el fondo y un dispositivo de apertura para la misma, en la tapa se instalan dos dientes de ataque y trampas para impedir la salida del material ya cortado, hay una gran variedad en los diseños de las tapas, colocación de los dientes, espesor de las paredes, etc.

De entre las brocas por los botones especiales, cabe mencionar a los siguientes:

**BOTE CAMPANERO.**- Son botes que se usan al final de una perforación y que tienen un dispositivo mediante el cual abren dos hojas que cortan un semicírculo o trapecio que forma las campanas o ampliaciones de base. Uno de los problemas de estas herramientas, es la dificultad que tienen para tirar todo el material cortado, por lo que no es recomendable usarlas cuando no se puede bajar a la campana a terminar la extracción a mano y verificar ocularmente el estado de las mismas.

**BOTE PARA ROCA.**- Se usan para materiales duros en general; ocasionalmente tienen oquedades en las paredes que permiten la entrada de pedazos de roca; tienen por supuesto dientes especiales a base casi siempre de carburo de tungsteno.

**BOTES CORONA.**- Son botes sin tapa inferior que llevan dientes especiales para cortar la roca a lo largo del bote inferior de su pared. La roca se va introduciendo al bote y al trabarse se fractura, lo que permite su extracción.

**BROCAS CONICAS.**- Son brocas que terminan en punta, lo que facilita la penetración en terrenos pedregosos y la trabazón de los boleos y piedras en sus álabes para ser extraídos.

## DIENTES Y PUNTAS

Existe una gran variedad de dientes y puntas. Los hay para suelos blandos y para suelos duros, los de suelos blandos tienen mayor área de corte y su instalación facilita el corte rápido del suelo. Los de suelos duros son casi siempre con filos de carburo de tungsteno; los hay fijos y giratorios. Se recomienda que se usen en presencia de agua para que el calentamiento excesivo no reduzca su vida útil.

## EQUIPO PARA MANEJO DE LODOS

Se requieren depósitos para el almacenamiento de los lodos; éstos pueden ser portátiles generalmente de metal, lo que facilita su transporte y aún su movimiento dentro de la misma obra, o sistemas construidas exprfesos.

Para mezclar la bentonita existen equipos especiales que consisten en depósitos con agitadores; sin embargo, el procedimiento más sencillo es a base de un venturi a través del cual se hace pasar agua a gran velocidad al mismo tiempo que se vacía bentonita.

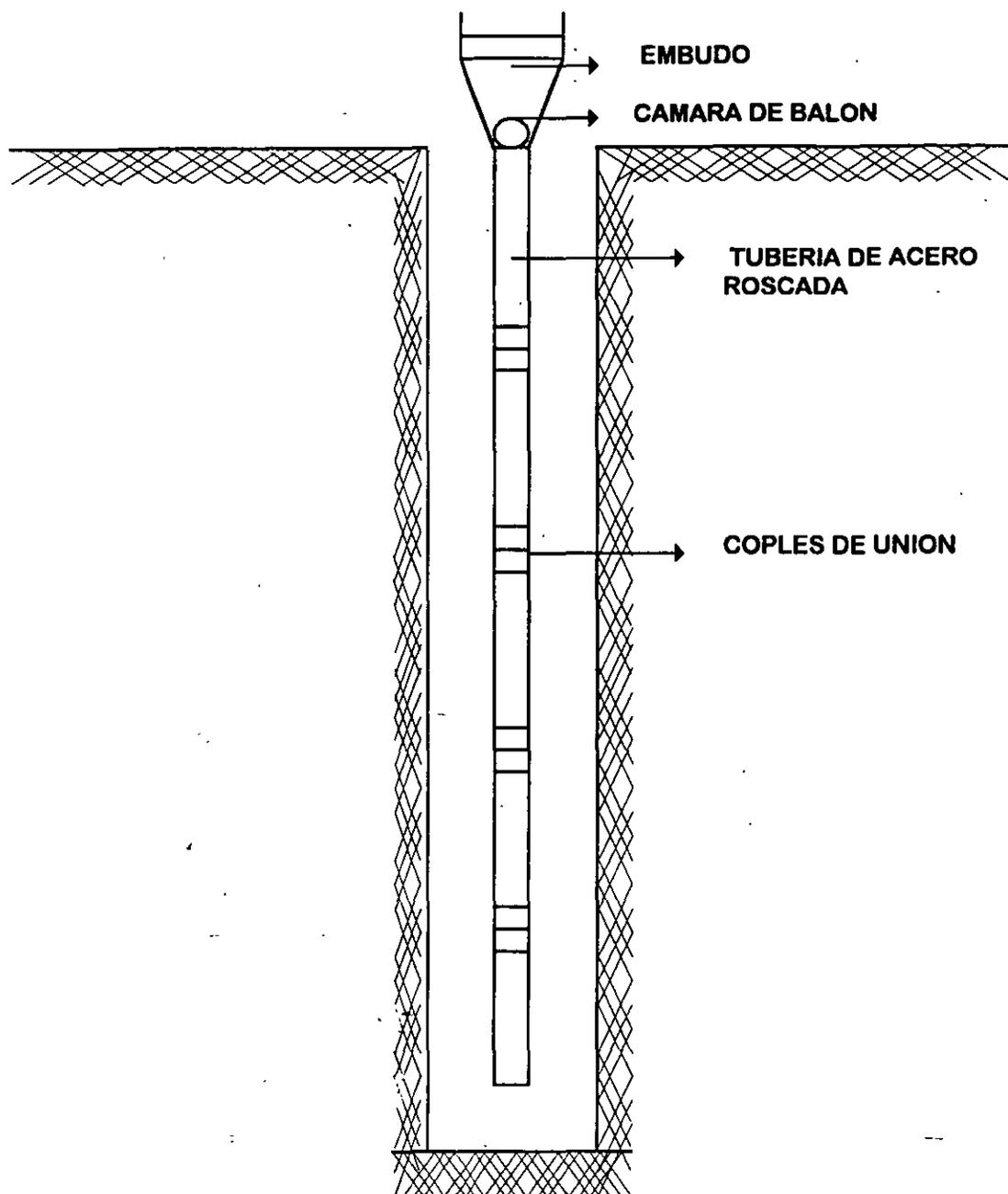
El lodo bentonítico ya mezclado se almacena en un depósito, de donde por gravedad o mediante bombas de agua, se conduce hacia las pilas al momento de ser excavadas, sustituyendo inmediatamente el material excavado con los lodos.

Finalmente para la realización del colado se usan, cuando se trabaja en seco, trompas de elefante que son mangueras de lona o plástico que evitan la segregación del concreto. Para el caso de colados bajo agua, se usa la tubería TREMIE que consiste en tubería de un diámetro 6 veces como mínimo del tamaño máximo de agregado del concreto ( fig. 19 ).

Se usan tramos de 1 a 3 m de largo, ligados mediante coples sin listón para rapidez y seguridad en las maniobras; los diámetros de tuberías más comunes son de 6 " 8 " y 10 " ; es importante que esta tubería y los coples formen una superficie lo más lisa posible por la cara inferior, para facilitar el flujo del concreto, y por la cara exterior, para evitar atoramientos con el acero de refuerzo de las pilas.

En ocasiones también se usa el bombeo de concreto, sobre todo cuando el acceso de las ollas revolvedoras a los puntos de construcción de las pilas es difícil.

**EQUIPO PARA COLADO DE PILAS ( TREMIE )**



**FIG. 19**

## D. CIMENTACION MIXTA--

Como su nombre lo indica, una cimentación mixta es la solución que emplea simultáneamente diferentes tipos de pilotes o bien, una cimentación superficial y pilotes.

En nuestro medio, la más común es la de cajón hincado y pilotes trabajando por fricción o adherencia. De esta forma, el cajón hueco permite compensar parcialmente las cargas generadas por la edificación, aprovechando el alivio que significa la remoción parcial del subsuelo efectuada para alojar dicho cajón. El excedente de cargas, el integrado por el peso total de la edificación más cajón y habiendo reducido el peso total del suelo removido, se suelo soportar por una batería de pilotes, trabajando por fricción o adherencia. De esta forma, se reduce el mínimo de pilotes, ya que de no tenerse esta compensación, la batería tendría que soportar la totalidad del peso de la edificación.

Esta compensación resulta efectiva, sólo en el caso de pilotes de fricción convencionales o en sus variedades telescópico, entrelazado, etc. Si se emplean pilotes apoyados por punta, aún existiendo cajón hueco, no se puede aprovechar el alivio de cargas, ya que al estar apoyados y no tener la libertad de desplazamiento vertical, tienen que resistir el peso total de la estructura y de su cajón de cimentación.

Las cimentaciones mixtas a base de cajón y pilotes son usualmente empleadas en subsuelos como el que configura la zona del lago del Valle de México, ya que de esta forma se elimina el problema de emersión relativa del edificio con respecto al nivel de la superficie del terreno circundante a él. Sin embargo, esta solución de cimentación tiene ciertas limitantes, como lo son las dificultades de excavaciones profundas en suelos blandos, principalmente cuando existen aguas freáticas someras y hay construcciones colindantes cimentadas superficialmente. Además, hay que tener cuidado de que no haya excentricidad entre los centros de gravedad de cargas y reacción del conjunto cajón y pilotes, ya que si no se tiene esta axialidad, pueden generarse asentamientos diferenciales.

A raíz de los sismos de septiembre de 1985, se presentaron algunas fallas de cimentaciones mixtas, ya que ante las solicitudes dinámicas, ciertos campos de pilotes perdieron sustentación al reducirse el confinamiento, produciéndose grandes asentamientos y en algunos casos, hasta el colapso total de la cimentación. Por lo tanto, el diseño y construcción de este tipo de soluciones de cimentación requiere de mayor cuidado y es necesario conocer bien las características físico-mecánicas del subsuelo, antes de llegar a esta clase de soluciones de cimentación.

## ADEMES Y ELEMENTOS DE CONTENCION

### ADEMES

Los principales tipos de ademe, más comúnmente utilizados en la construcción de cimentaciones profundas son:

- lodos estabilizadores

- camisas metálicas
- estructuras de ademe

## LODOS ESTABILIZADORES

Se conoce lodos estabilizadores o lodos perforación, a todos aquellos fluidos viscosos formados naturalmente o prepararios expreso, para estabilizar o ademar las paredes de una perforación, zanja o excavación.

Con el auge de las perforaciones de pozos petroleros, se encontró que algunas arcillas ( mormorilonita sódica ), al ser mezcladas mecánicamente durante la perforación con las aguas freáticas, forman fluidos de alta viscosidad y densidad, que detenían las paredes del subsuelo por su alto empuje generado en ellas y por una capa de arcilla que se adhería a ellas ( enjarre ).

Este casual descubrimiento, condujo a investigar las propiedades de lodos formados con otros tipos de arcillas y a encontrar proporciones idóneas para formar lodos más efectivos y económicos, los que además pudieran ser reutilizados más veces. En nuestro medio, las arcillas más empleadas en la formación de lodos estabilizadores son las bentonitas sódicas y cálcicas. En la actualidad, se ha avanzado mucho en la investigación y utilización de fluidos estabilizadores del subsuelo bajo el manto freático, llegándose a mezclas de aceites con polímeros. de bentonitas con cemento ( lodos fraguantes ) o arcillas atapulgitas ( en aguas de alta concentración salina ).

Las propiedades fisico-químicas primordiales de un lodo bentonítica son: densidad o peso específico, viscosidad plástica, viscosidad Marsh, filtrado, contenido de arena, concentración, o potencial de hidrógeno ( ph ), añejamiento, dosificación y rendimiento.

Densidad.- Denominada también como peso específico, es la cantidad de materia por unidad de volumen. Se evalúa en el laboratorio por medio de una balanza de lodos formada por un receptáculo para el lodo, en un brazo y una escala con contrapeso deslizante, en el otro. Se expresa en unidades de peso sobre volumen (  $gr/cm^3$  ,  $kg/dm^3$  o  $ton/m^3$  ). Los lodos utilizados en condiciones normales tienen una densidad relativa comprendida entre 1.03 y 1.15. En algunos casos para aumentar la densidad, se necesita añadir minerales inertes pesados como la barita.

## OBTENCION DE LA DENSIDAD DE UN LODO BENTONITICO

Es importante aclarar que la densidad, el peso específico y el peso volumétrico tienen el mismo significado.

Para determinar la densidad de un lodo bentonítico, es necesario conocer el peso específico relativo de los sólidos de la bentonita.

Las propiedades físicas de un lodo bentonítico, se estudian de igual forma que en un suelo 100 % saturado. Su volumen se compone de agua y sólidos exclusivamente.

La dosificación de bentonita que se requiere para una obra, por lo general se solicita en base a un porcentaje sobre el peso del agua. Por ejemplo, si se pide un lodo bentonítico con dosificación de bentonita al 8%, se refiere a una mezcla de 1 m<sup>3</sup> de agua con 80 kg de bentonita, obteniendo su densidad de la siguiente forma:

$$\delta_{lb} = \text{peso volumétrico del lodo bentonítico} = \frac{W_t}{V_t}$$

$$W_t = W_w + W_b$$

$$\therefore W_t = W_w + \% W_w = W_w (1 + \%)$$

$$V_t = V_b + V_w$$

$S_b$  = densidad absoluta relativa de la bentonita > de 2.1 a 2.5

**Viscosidad Plástica.-** Esta propiedad es determinada mediante viscosímetros rotacionales, con los que se mide la resistencia al esfuerzo cortante a diferentes r.p.m.; además, en estos aparatos se determina la viscosidad aparente, la resistencia del gel, la tixotropía y especialmente, el punto de cedencia, el cual es la ordenada al origen de la curva de flujo y correspondiente al valor mínimo del esfuerzo cortante para el cual empieza a fluir el lodo. La viscosidad plástica debe ser pequeña, para permitir la separación de las arenas que el lodo acarrea al salir de la perforación. El punto de cedencia, define además la penetración del lodo en la vecindad de la perforación o zanja; es conveniente mantener la viscosidad plástica en un rango comprendido entre 10 y 30 centipoises.

**Viscosidad Marsh.-** Se define como el tiempo necesario para que escurran 946 cm<sup>3</sup> de lodo, a través del orificio calibrado de un cono Marsh. Este ensaye debe realizarse en obra, para determinar si un lodo puede reutilizarse o es necesario emplear nuevo lodo. Debe tratarse que se tengan valores bajos, entre 35 y 90 segundos de vaciado.

**Filtrado.** Este ensaye permite determinar la capacidad de un lodo para formar "enjarre", que es una membrana impermeable de arcilla adherida al subsuelo, que hace posible que se puedan transmitir las presiones hidrostáticas de la columna del lodo y evitar al mismo tiempo, la

generación de derrumbes-locales. Para efectuar esta prueba es necesario un filtro prensa, en el cual se calcula el agua libre ( $\text{cm}^3$ ) y el espesor del enjarre (mm). Cierta porción del agua de un lodo permanece libre entre los granos sólidos, por lo tanto en una relación agua-bentonita constante de un lodo, al aumentar el agua libre, aumenta el espesor del enjarre, pero disminuye al mismo tiempo su resistencia y es menos efectivo para estabilizar las paredes de la excavación. Por consiguiente, es necesario que el espesor del enjarre sea inferior a 5mm.

Contenido de arena.- Como su nombre lo indica es la proporción de arena contenida en el lodo. Al incrementarse la cantidad de arena, además de dañarse los equipos, se reduce la efectividad de un lodo, ya que para una relación constante agua-bentonita, al aumentar el contenido de arena el volumen de agua libre y en consecuencia, se incrementa el espesor del enjarre. Por lo tanto, debe mantenerse inferior al 3% en volumen. Para evaluar el contenido de arena de un lodo, se hace pasar cierta cantidad de este por la malla # 200 y la arena retenida en esta se expresa como un porcentaje del volumen.

Potencial de hidrógeno (ph).- Es la concentración de iones de hidrógeno en un lodo y representa la acidez o alcalinidad. Se determina mediante un papel sensible y el color producido, indica el potencial de hidrógeno. Las propiedades de un lodo varían en función del ph medido. Es conveniente que este se encuentre en un rango de 7 a 10.

Añejamiento.- Es el tiempo transcurrido entre la preparación y utilización de un lodo. Se ha comprobado que un añejamiento mínimo de 24 horas, la viscosidad plástica y el punto de cedencia aumenta, mientras que el agua libre disminuye, sin variar el espesor del enjarre. Sin embargo, cada tipo de bentonita responde diferente, por lo que el reposo puede variar entre 8 y 24 horas, y en algunos casos es necesario que la bentonita se termine de hidratar dentro de la perforación, cuando se trata de obturar flujos o fugas.

Dosificación y Rendimiento.- La dosificación depende del tipo de bentonita empleado, del agua freática y de las características que se desee tenga el lodo. Por lo tanto, es necesario hacer ensayos previos con diferentes proporciones y determinarse así las propiedades de cada concentración. Es usual que en agua con bajo concentración de sales, el porcentaje en peso de bentonita en relación al agua sea del 5 al 10%. Es usual definir como rendimiento, a la cantidad de  $\text{m}^3$  de lodo, con viscosidad media de 15 centipoises, que pueden separarse con 1 ton de bentonita seca. Este rendimiento se determina experimentalmente, haciendo varias mezclas de agua-bentonita con diferentes proporciones y determinando su viscosidad plástica. Mediante una gráfica relación bentonita-agua vs densidad, se puede interpolar y determinar el rendimiento.

### CAMISAS METÁLICAS.

Cuando las perforaciones no se pueden estabilizar con lodos, se recurre al uso de camisas metálicas las cuales pueden ser recuperables o perdidas, según sea el caso.

Las camisas metálicas recuperables se utilizan generalmente en suelos arenosos cuyo nivel freático está muy abatido y que por lo tanto el lodo bentonítico se fuga hasta equilibrarse con ese nivel.

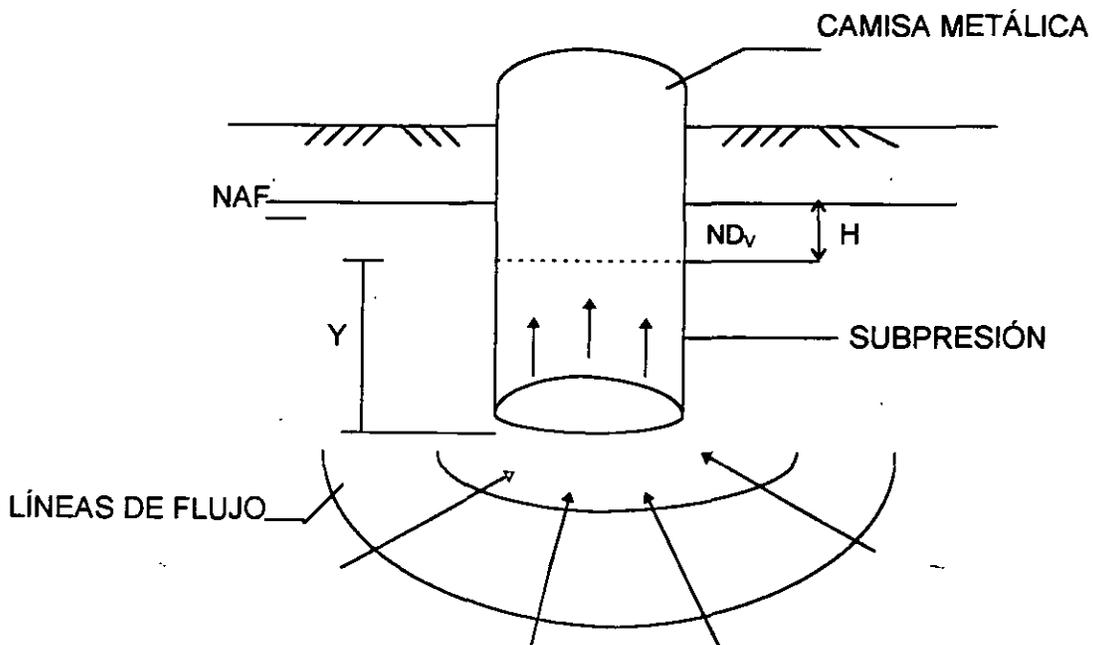
Otra aplicación de estas camisas se tiene cuando las perforaciones contienen agua salada, en donde la bentonita se flocula si no se mezcla con algún aditivo, cuyo costo y control, resulta ser antieconómico.

Cuando las perforaciones son mayores de 2m de diámetro en terrenos friccionantes en estado suelto, el material deja de trabajar en arco; en estos casos para obtener perforaciones confiables, se hace necesario el uso de camisas metálicas recuperables.

La práctica nos ha enseñado que el espesor de la camisa recuperable sea de tantos milímetros como decímetros tenga el diámetro; por ejemplo: una camisa de 80 cm de diámetro tendrá un espesor de 8mm, una de 150 cm de diámetro tendrá un espesor de 15 mm. Se recomienda que el mínimo espesor sea de 8mm, ya que de lo contrario tendría problemas al ser hincada y extraída.

Por lo general, las camisas recuperables son hincadas y extraídas con equipo especial y el principio técnico está descrito en la memoria de la Reunión Conjunta Consultores Constructores de Septiembre de 1980, que llevó a cabo la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

El uso de la camisa recuperable tiene su limitante, ya que se debe prever evitar la subpresión en el fondo de la perforación, que se origina al abatir el nivel de agua dentro de la camisa metálica durante el proceso de extracción del material, según se indica en la siguiente figura.



Donde : H = Carga de Presión  
Y = Longitud de Empotre

FIG. 20

Para reducir este fenómeno, es necesario que la camisa se empotre de 3 a 4 diámetros abajo del nivel de desplante de la pila, al mismo tiempo que se restituya el nivel del agua dentro de la camisa de tal manera que la  $H = 0$ .

La operación anterior resulta ser la mayoría de las veces un poco problemática y tardada, pues en la práctica no se puede restituir el peso del volumen del material extraído por su equivalente en agua en forma simultánea; para evitarlo, es necesario que el nivel dentro de la camisa está por lo menos un metro arriba del nivel freático con el que se tienen grandes consumos de agua.

La mejor forma de utilizar la camisa metálica es empotrándola en algún estrato impermeable, o bien combinando la perforación con el sistema de lodos.

Las camisas metálicas no recuperables se usan para evitar estrangulamientos en los colados in situ, pues como sabemos al depositar el concreto en la perforación, la pared de éstas hace la función de cimbra cuando el suelo no puede soportar el empuje del concreto.

Cuando el subsuelo acusa la presencia de turba o un alto contenido de agua (más del 300%), es conveniente colocar una camisa perdida por la razón anterior.

Generalmente la camisa metálica no recuperable es de lamina del No. 12 ó 18. A diferencia de la anterior, esta se coloca y no se inca; también tiene la particularidad de que puede ser continua o no, según se indica en las figuras siguientes:

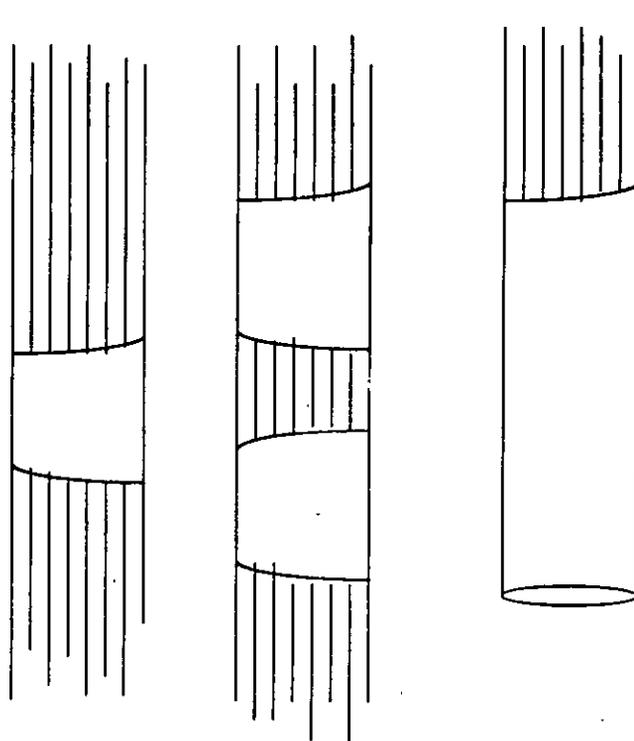


Figura 21.

## RECOMENDACIONES PARA LA INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE OBRAS

La función primordial del Ingeniero Residente de cimentación profunda, es la de supervisar o inspeccionar los trabajos para que estos se realicen de acuerdo a las especificaciones y lograr de esta forma, que las consideraciones teóricas del diseño de una cimentación se apeguen a la realidad, alcanzándose el mayor control de calidad posible y que la subestructura tenga el comportamiento previsto en su diseño, sin embargo, el buen comportamiento de una cimentación profunda, no solo depende de que ésta se construya dentro de las tolerancias establecidas en sus especificaciones, puesto que es fundamental que las premisas de cálculo por el analista sean las correctas, y es importante por lo tanto, que también exista una estrecha supervisión por parte del proyectista, ya que suelen presentarse en campo condiciones diferentes a las esperadas en teoría.

Así mismo, suele ocurrir que el analista proponga procesos constructivos poco usuales, que hasta inclusive, requieran de aditamentos ó equipos altamente especializados. Por lo anterior, es necesario que antes de iniciar la construcción de una cimentación profunda, se tengan reuniones previas entre consultor y contratista, para que ambos intercambien ideas y de esta forma, el contratista comprenda e interprete correctamente el proceso constructivo a seguir y no cometa errores que modifiquen e inclusive dañen las condiciones originales del subsuelo. Además, estas reuniones previas servirán para que el contratista exponga al consultor los limitantes propios de cada equipo o los inconvenientes que pueda tener el proceso constructivo estipulado por este último.

El Ingeniero Residente por su parte, deberá de estudiar previamente el trabajo por ejecutar, entendiendo el criterio y razonamiento del proceso constructivo y de sus correspondientes especificaciones.

Los principales aspectos que debe cuidar y vigilar el Ingeniero Residente de una cimentación profunda son los siguientes:

### GENERALES

- a) Que los planos contenga todas las especificaciones necesarias y esté perfectamente definido el proceso y secuela constructivos, contando además, con el correspondiente estudio de mecánica de suelos.
- b) Que el terreno sea el que corresponda a la obra y que sus características de colindancias, accesos y topografía sean las que se establecieron en los planos y estudio de mecánica de suelos.
- c) Que las edificaciones en las colindancias no tengan daños previos al hincado y en caso de haberlos, reportarlos inmediatamente a la dirección de la obra, quien ordenará las actuaciones legales correspondientes.

- d) Que se haya efectuado correctamente la protección reglamentaria de colindancias y de vía pública.
- e) Que se hayan previsto los elementos de protección a transeúntes y / o vehículos.
- f) Que en los accesos para equipo y dentro de las zonas de trabajo no existan obstáculos, tales como cables aéreos, instalaciones subterráneas, teléfonos, ductos eléctricos, agua, gas, cimentaciones antiguas y en general cualquier elemento que obstruya o impida el libre movimiento y trabajo del equipo.
- g) Que existan en la obra las licencias y permisos de construcción necesarios.
- h) Que antes de enviar el equipo a la obra, éste sea revisado y esté en condiciones de trabajar correctamente, corroborando de que se trata del equipo especificado para estos trabajos, además de que se tenga toda la herramienta y accesorios completos. Esto es esencial en obras foráneas.

## PILOTES

- a) Deberá marcarse la localización exacta de cada pilote, clavando estacas, colocando referencias externas y verificando su posición inmediatamente antes del hincado de cada elemento. Este trazo deberá de llevar la aprobación de la obra.
- b) Que el tipo, forma y características de los pilotes correspondan a los especificados.
- c) Para el caso de pilotes precolados, se verificará además lo siguiente:
  - Que la geometría y otras características de los moldes se ajusten a las especificaciones.
  - Que la dimensiones, forma y calidad del acero de refuerzo sean las especificadas.
  - Que se tengan las condiciones propicias de curado.
  - Que sigan los procedimientos adecuados de manejo y almacenamiento.
  - Que la calidad del concreto ( dosificación, revenimiento, resistencia, etc.) sea la especificada.
  - Que las juntas de unión cumplan con las especificaciones.
  - Que los pilotes recibidos en obra tengan claramente indicadas su edad y su resistencia.
  - Que la cabeza y/o placa de unión tengan claramente marcadas su cara correspondiente.
  - Que se sigan adecuadamente procedimientos adecuados de manejo y almacenamiento.
  - Que la condición de los pilotes sea satisfactoria, rechazando los que están dañados.
  - Que las uniones se lleven a cabo conforme a las especificaciones.
- d) En las operaciones de hincado de pilotes se deben cuidar los siguientes aspectos:
  - Información general: fecha, identificación de pilote.
  - La localización precisa del pilote.
  - La verticalidad dentro de la tolerancia especificada (+/- 2%).

- La verticalidad de las guías del martinete.
- El número de golpes para cada predeterminada longitud de penetración.
- Posición y calidad de la soldadura en las uniones.
- Localización, hora y duración de cualquier interrupción durante el hincado, indicando el motivo.
- Número de golpes por centímetro en la etapa final de hincado, hasta cumplir la especificación de rechazo.
- Cota final de la cabeza del pilote.
- Cualquier comportamiento errático del hincado, anotando la elevación correspondiente de la punta.
- Cualquier otra observación pertinente.

e) A falta de especificaciones particulares estipuladas por el proyectista de la cimentación, las tolerancias que se aceptarán para fabricación e hincado de los pilotes serán las siguientes:

En la fabricación :

Longitud +/- 3 mm por cada metro de longitud.

Sección transversal de 6 a 13 mm.

Desviación con respecto al eje longitudinal no más de 1mm por cada metro de longitud.

Localización del acero de refuerzo:

Recubrimiento del armado principal : -3 a +6 mm.

Paso de la espiral: +/- 13 mm.

En el hincado:

Es común especificar una tolerancia del 2.5 % de la longitud total, en lo referente a la verticalidad de los pilotes. En suelos difíciles resulta aceptable una tolerancia del 4%.

## PILAS

Deberá marcarse con una estaca la localización exacta de cada una de las pilas y verificar su posición inmediatamente antes de la construcción de cada unidad. Después de terminada la instalación, la localización de cada elemento se deberá comparar con la tolerancia permisible prevista.

Además de la información general sobre secuencia estratigráfica, tipos de suelos y su resistencia al corte, el estudio geotécnico previo a la construcción de las pilas deberá poder definir los siguientes conceptos:

a) Presencia de estratos permeables de grava, arena o limo, localización y espesor de dichas capas, niveles piezométricos en tales estratos.

- Nivel piezométrico en el estrato de apoyo.
- Presencia de obstrucciones grandes arriba del nivel de desplante y procedimiento de remoción de las mismas.
- Presencia de gas natural en el suelo o roca.
- Análisis químico del agua freática.

b) En los trabajos de perforación se deben anotar y cuidar los siguientes aspectos:

- Información general, fecha, condiciones atmosféricas, identificación individual, hora de inicio y terminación de la perforación, equipo utilizado, personal o cargo, etc.
- Localización de la pila: se debe determinar con aparatos la desviación del cuerpo del centro de la penetración terminada con respecto al centro del proyecto.
- Verificación de que el procedimiento constructivo permita cumplir las especificaciones de proyecto.
- Verticalidad y dimensiones de la perforación a intervalos regulares. La verticalidad de la perforación no excederá con la desviación permisible especificada.
- Selección del método y equipo para atravesar estratos permeables, si los hay.
- Selección del método y equipo para atravesar grandes obstrucciones.
- Seleccionar adecuadamente la secuencia de perforación y colado, cuando sea necesario ejecutar varias pilas relativamente cercanas, a fin de garantizar el movimiento del equipo y la seguridad tanto de este como de las construcciones vecinas.
- Registros de los estratos de suelo registrados durante la perforación ( cuando se quiera).
- Profundidad del estrato resistente en donde se apoyará la pila.
- Geometría de la campana.
- Calidad del estrato de apoyo ( esto debe hacerse con inspección visual cuando sea posible).
- Calidad del lodo bentonítico, de acuerdo al proporcionamiento especificado por la dirección de la obra.
- Pérdida de lodos, si las hay (cantidad).
- Cuando la perforación atraviese arcillas blandas bajo el nivel freático, no debe extraerse el bote a velocidad tal que provoque succión y en consecuencia caídos. en este caso conviene subir el bote despacio, permitiendo el restablecimiento de la presión o dejando en el centro del bote una tubería que permita el rápido paso del lodo de perforación hacia la parte inferior del bote mientras esta sube. Se debe evitar el uso indiscreto de los lodos y el nivel de éste deberá permanecer un metro como mínimo arriba del nivel freático.

c) Una vez terminada y aprobada la perforación se iniciarán los trabajos de colado, teniendo que anotar y cuidar los siguientes conceptos:

- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación de la pila, hora de inicio y terminación del colado.
- Calidad del concreto (dosificación, revenimiento, tiempo después de mezclado). Se deberán tomar cilindros de cada olla, de alguna bachada al azar y cuando menos tres de cada pila.
- Que el método de colocación y posicionamiento correcto del tubo o canalón de descarga sean los correctos. Tener cuidado de mantener en forma continua el extremo inferior del

tubo "tremie" dentro del concreto. No usar tubería que tenga elementos que se atoren por dentro ni por fuera.

- Observar la condición del fondo de la perforación inmediatamente antes de colocar el concreto.
- Observar la condición de las paredes de la perforación o del ademe de acero que estará en contacto con el concreto fresco y anotar la posición del nivel de agua fuera del ademe. El concreto deberá de colocarse inmediatamente después de esta inspección.
- Observar si el acero de refuerzo está limpio y colocado en su posición correcta y si el diámetro y longitud de varillas es el adecuado.
- No usar patos o grúas fijas para el manejo de las armaduras de acero de refuerzo. Observar que la posición de la armadura se ajuste a los planos y especificaciones.
- Cuidar el método de colocación del concreto en la pila y asegurarse de que no exista segregación de materiales, cuando se utilizan procedimientos tales como caída libre desde un tolva, tubería "tremie" y botes con descarga a fondo. No usar concreto bombeado a menos que sea colocado con tubo "tremie" o "trompa de elefante".
- Cuando se debe colar concreto bajo lodo bentonítico, deberá hacerse una limpieza de este (desarenándolo), o bien una sustitución, asegurando así que el lodo no genere azolves.
- Realizar pruebas en el concreto fresco tales como revenimiento y aire incluido o peso volumétrico húmedo cuando la obra lo requiera.
- Asegurarse que el concreto se coloca en forma continua sin interrupciones ni retrasos largos de que dentro del ademe se mantenga una altura de concreto necesario si es que este se va a extraer. Si no se usa ademe, verificar que al peso del concreto sea el suficiente para equilibrar la presión hidrostática existente.
- Calcular el volumen de concreto por colar, considerando un volumen excedente por concepto de porcentaje de manejo, contracción volumétrica, volumen excedente, por contaminación (descabece superior), geometría real de la perforación, estado de las paredes y contenido de humedad del suelo. La experiencia indica que el volumen excedente debe ser del orden del 10 al 20% del volumen teórico.
- El Ingeniero Residente deberá estar pendiente de que el concreto no se contamine con el suelo debido al desprendimiento de las paredes o extrusión.
- Determinar la elevación de descabece y la longitud exacta de cada elemento.
- Verificar la colocación correcta de la pila terminada.

d) El Ingeniero Residente deberá entregar al Director de Obra un informe diario conteniendo los siguientes datos:

- Descripción de los materiales encontrados durante la excavación.
- Descripción de las condiciones de agua freática encontradas.
- Descripción de las obstrucciones encontradas y si fue necesario removerlas.
- Descripción del ademe temporal o permanentes; incluyendo su finalidad, longitud y espesor de la pared, así como el empotramiento y el sello obtenido.
- Descripción del comportamiento del suelo o del agua; estabilidad de la campana y de las paredes; pérdida de suelo; métodos de control y necesidades de bombeo.
- Datos obtenidos de la medición directa de la perforación y de la campana.
- Descripción de los métodos de limpieza y grado de limpieza alcanzado inicialmente.

- Elevación a la cual se encontró el material de apoyo y su descripción; velocidad de perforación, y conclusiones alcanzadas con respecto a la calidad de dicho material de apoyo.
- Verificación del grado de limpieza justamente antes de colocar el concreto.
- Registro de la profundidad del espejo de agua dentro de la perforación y gastos de infiltración dependiendo el tipo de suelo, antes de colocar el concreto.
- Registro de la inspección del acero de refuerzo en cuanto a posición y calidad.
- Método de colocación del concreto y de extracción del ademe. Registro de la elevación del concreto al comenzar el vibrado, si se especifica.
- Registro de las dificultades encontradas. Este debe contener la posible inclusión del suelo, posibles huecos, posibles estrangulamientos y posible colapso del ademe.
- Condición del concreto entregado en obra, incluyendo el control del revenimiento, peso volumétrico, aire incluido, ensayos de cilindros en compresión y otras pruebas.
- Registro de cualquier desviación de las especificaciones y decisiones tomadas al respecto.

e) A falta de especificaciones particulares estipuladas por el proyectista de la cimentación, en general se recomiendan las siguientes:

**Localización.-** En el posicionamiento de la cabeza de la pila, la desviación aceptada debe ser menor del 4% del diámetro de la pila o hasta máximo de 10 cm en cualquier dirección. El diseño de la cimentación deberá de tomar en cuenta esta excentricidad.

**Verticalidad.-** La tolerancia permisible está comprendida entre el 1 y 2% de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 12.5 % del diámetro de la pila o 38 cm en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo.

**Campanas.-** El área del fondo de la campana no será menor del 98% de la especificada. En ningún caso la inclinación del talud de las paredes de la campana será menor del 55% con la horizontal y el arranque vertical de la campana deberá tener cuando menos 15 cm de altura. El talud vertical de la campana debe ser preferentemente una línea recta o en su defecto ser cóncavo hacia abajo. En ningún caso será cóncavo hacia arriba en más de 15 cm medidos en cualquier punto a lo largo de una regla colocada entre sus extremos.

**Limpieza.-** Se deberá remover todo el material suelto y azolve antes de colocar el concreto. en ningún caso el espesor en el fondo de la pila de tales materiales excederá 2.5 cm.

**Concreto.-** El tamaño máximo de agregado no deberá ser mayor de 20 mm.

**Ademes.-** Los ademes deberán de manejarse y protegerse evitando que se ovalen más de +/-5 % del diámetro nominal.

## RECOMENDACIONES PARA LA ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE OBRAS

Dos de las funciones más importantes del Ingeniero Residente son la Organización y Administración de su obra, ya que de ellas depende básicamente el resultado positivo de la misma.

Dando por hecho que tanto el presupuesto como la planeación para ejecutar la obra, fueron debidamente estudiados por los responsables de esos aspectos en la Oficina Central; el Ingeniero Residente es el responsable de que la obra se ejecute de acuerdo a esas bases.

Guardando la debida proporción, una obra es como una empresa, en la cual el gerente es el Ingeniero Residente, por lo que él debe actuar vigilando todos los aspectos que intervienen en la operación de esa empresa y no solamente en el aspecto técnico de ejecución de los trabajos, lo cual según el caso podrá delegar en otros ingenieros ayudantes a quienes él dictará criterios y sobre quienes ejercerá vigilancia por medio de los controles adecuados.

Para conseguir los resultados planeados en una obra, ésta debe ser eficientemente organizada y administrada.

### A. ORGANIZACIÓN

A partir del criterio general trazado por los responsables de este aspecto dentro de la empresa, el Residente deberá estudiar minuciosamente la obra por ejecutar, las especificaciones, planos, programas, presupuesto y contrato para conocer perfectamente al personal y equipo que va a utilizar, así como las instalaciones previas que requerirá para una eficiente operación. Deberá programar los fletes de equipo y las requisiciones de materiales, así como sus solicitudes de recursos económicos.

Podría recomendarse al Ingeniero Residente de manera enunciativa pero limitativa, ya que mucho depende del tipo de obra, de su duración, su importe y su ubicación; que observe los siguientes puntos que le auxiliarán para una adecuada organización de su obra.

- 1.- Estudio del proyecto, programa, presupuesto y contrato.
- 2.- Elaboración del organigrama del personal.
- 3.- Elaboración del programa de utilización de equipo, indicando fechas de transporte.
- 4.- Elaboración de las listas de embarque detalladas para cada transporte.
- 5.- Programación de utilización de mano de obra.
- 6.- Programación de requisiciones de materiales.
- 7.- Programación de requisiciones de recursos económicos.
- 8.- Proyecto de las instalaciones de campo y su equipamiento.
- 9.- Elección de la papelería necesaria para todos los controles de obra, registros, bitácoras y estimaciones.

## B. ADMINISTRACIÓN

Aún en los casos que por requerirlo se cuente con un administrador en la obra, debe fungir como subalterno del Ingeniero Residente, quién tiene la responsabilidad de la obra y los conocimientos generales para obtener la máxima eficiencia de los recursos a él asignados. Es por ello que el Residente es también el Administrador general de su obra.

El Residente podrá delegar la ejecución de trámites y el manejo de controles administrativos de personal, suministros, transporte, almacén, cobranza, sindicato, seguro social, etc., pero siempre deberá mantener vigilancia de que estos aspectos se cumplan correcta y oportunamente.

Es de suma importancia que el Ingeniero Residente participe directamente en la elaboración de estimaciones de obra, ya que el es el único que tiene el conocimiento total de lo que está ejecutando, y tiene la capacidad de manejar adecuadamente el catálogo de precios unitarios y criterio para solicitar el pago de determinados conceptos adicionales, o modificaciones de precios por cambios de especificaciones o de procedimiento constructivo.

A continuación se enlistan los principales conceptos de administración que el Ingeniero Residente debe cuidar permanentemente durante la ejecución de la obra:

1. Que las cuadrillas de personal consideradas en el presupuesto para cada actividad, estén integradas con los elementos idóneos para realizarla, previa verificación de la competencia y eficiencia de cada trabajador.
2. Llevar cuidadosamente y al corriente la bitácora oficial y otra bitácora en la que detalladamente se anote la historia de la obra.
3. Que el equipo sea el adecuado y esté completo con todos sus accesorios y herramientas necesarios para un eficaz desempeño.
4. Contar en campo con una existencia mínima de las refacciones de mayor utilización y las partes o insumos más comunes.
5. Controlar diariamente los avances, para verificar los rendimientos y en caso de encontrar que son menores de los estimados en el presupuesto, tomar medidas correctivas para normalizarlos.
6. Elaborar cuidadosamente las estimaciones de obra efectuada, preparándolas con la anticipación debida para presentarlas puntualmente de acuerdo a las fechas establecidas.
7. Controlar diariamente las listas de asistencia verificando que los tiempos extras solo sean los autorizados, basándose en el presupuesto, o bien, justificados por algún motivo particular.

8. Ejercer vigilancia sobre el almacén y controlar que los consumos de materiales en la obra no excedan de los programados de acuerdo con la producción realizada. Controlando también la herramienta mediante vales de resguardo.
9. Revisar periódicamente los programas de utilización de equipo , de mano de obra y de suministros corrigiendo las posibles desviaciones.
10. Vigilar que los controles de calidades de los materiales se estén realizando de acuerdo con las especificaciones.
11. Que los trabajos de trazo y localización se lleven con la suficiente anticipación.
12. Procurar que sean cordiales las relaciones entre el propio personal de obra, así como entre el personal técnico, administrativo y la supervisión.
13. Vigilar permanentemente que cumplan los compromisos del contrato, así como las obligaciones obrero-patronales, y que se observen las medidas de seguridad establecidas.
14. Controlar el cumplimiento de pagos fiscales, del seguro social, así como cuotas del sindicato.
15. Reportar periódicamente a la oficina central, en forma clara y resumida los avances y desarrollo general de la obra.
16. Expeditar el trámite de estimaciones y cobros en obra.
17. Mantener permanentemente limpia la obra y ordenado el equipo , procurando recuperar aquellos sobrantes de materiales que son útiles.
18. Al término de utilización de maquinaria y equipo, deberá vigilar que todo se limpie y prepare adecuadamente para su envío a donde se le haya indicado; cuidando de remisionar detalladamente cada transporte.
19. Efectuar los trámites de terminación de obra: acta de recepción, balanza de materiales en caso de haber recibido suministros del cliente, liquidación final, avisos de baja en el seguro social, en Hacienda y finiquito en el sindicato.

Si el Ingeniero Residente cumple debidamente con su función técnica y vigila cuidadosamente los puntos recomendados para organizar y administrar su obra, seguramente logrará buenos resultados.

## **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO JET-GROUTING**

**José Antonio Avelar Cajiga**

### **I. INTRODUCCIÓN**

Cuando se habla de la cimentación de una estructura cuyas cargas rebasan la capacidad de trabajo del suelo en donde se pretende construir, generalmente se piensa en una solución de pilas o pilotes, sin embargo no siempre es posible construir estos elementos dentro de un rango económico aceptable.

La tecnología en todas las áreas en las que el hombre gravita, ha progresado velozmente y la cimentación profunda como parte de este complejo, ha alcanzado metas que hacen posible conocer el suelo, con lo que se logran diseños y construcciones confiables, donde la economía no se soslaya.

La observación unida al ingenio de los geotecnistas y constructores de la cimentación profunda, optimizan día a día el uso del suelo en el campo constructivo. Uno de los resultados de éste esfuerzo es el "jet-grouting" que es un procedimiento generado en Japón por la compañía Kajima y desarrollado en Italia a partir de 1979 por la compañía Trevi.

El "jet-grouting" obedece a principios lógicos de ingeniería, cuya finalidad específica es cementar el material suelto del subsuelo haciéndolo más resistente e impermeable. (Fig.1)

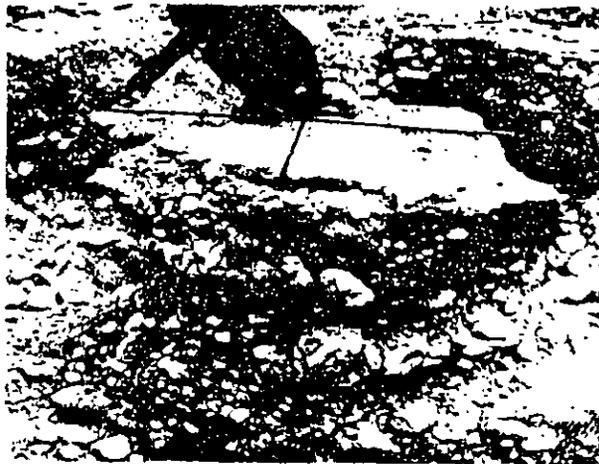
La naturaleza nos da diferentes tipos de suelos en los que abundan aquellos cuya formación es de granos gruesos con poco a nada de finos, los cuales sabemos son inestables y presentan gran dificultad para la construcción de cimentaciones profundas hechas ya sea con pilas y/o pilotes debido a su heterogeneidad.

Cuando el subsuelo está compuesto por material friccionante en estado suelto, es posible instalar pilas o pilotes mediante otros procedimientos; en estos casos las cargas de las estructuras se reciben en su totalidad sobre los mencionados elementos con lo que la cimentación suele ser costosa.

Se antoja pensar que resulta un desperdicio no aprovechar los agregados que contiene este tipo de suelos que lo único que les falta es el cementante, lo cual se logra con el "jet-grouting". (Fig. 2)



(Fig.1) Muro pantalla hecho a base de columnas "jet-grouting" de 1.20 m de diámetro.



(Fig.2) Columna de 1.50m de diámetro, constituida básicamente por granos gruesos bien graduados con pocos finos, cementada con el sistema "jet-grouting"

## II. GENERALIDADES

El "jet-grouting" es un proceso constructivo que consiste básicamente en inyectar lechada (agua-cemento) a alta presión (400 a 500 bar) en el subsuelo y así hacer un mejoramiento del mismo aumentando su capacidad de carga.

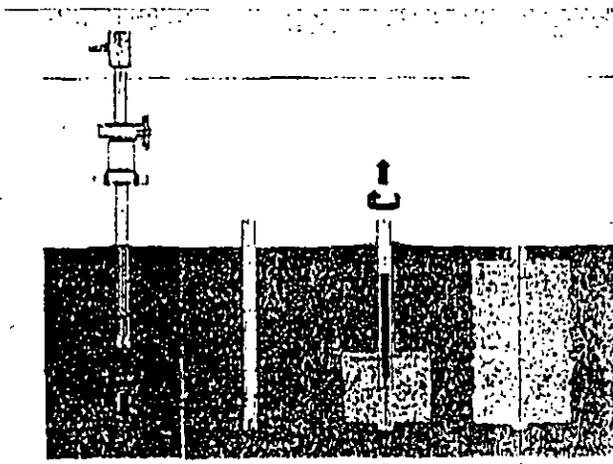
Este procedimiento constructivo es ideal para mejorar subsuelos constituidos básicamente por materiales cuya granulometría es gruesa con algunas incrustaciones de roca, (boleos de 30cm de diámetro, gravas y/o arenas en su mayoría); la resistencia que se alcanza a la compresión en este tipo de terrenos, una vez hecha la inyección, va de 600 a 700 kg/cm<sup>2</sup>.

En subsuelos arenosos la resistencia es de  $300 \text{ kg/cm}^2$  y en areno-limosos es de  $100 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente, es decir, entre más permeables son los estratos mayor será la resistencia a la compresión después del tratamiento.

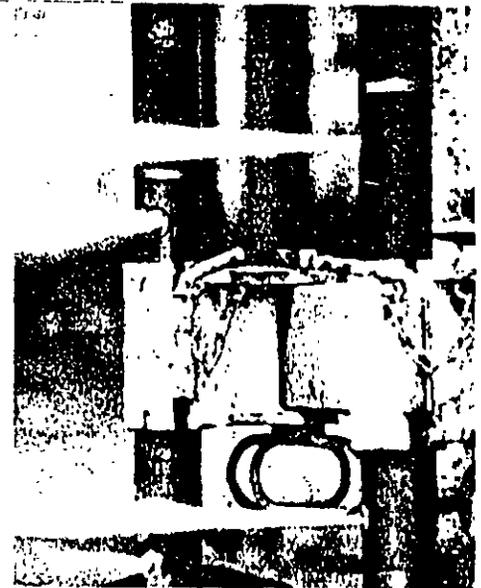
También es posible hacer "jet-grouting" en suelos cuya constitución sea de partículas finas (arcillas y/o limos) y su resistencia a la compresión oscila entre  $15$  y  $25 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente.

### III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO (Fig. 3)

El procedimiento constructivo "jet-grouting" consiste en hincar mediante presión y rotación un monitor hasta un determinado desplante; este monitor lleva en la punta una corona de ataque capaz de atravesar la roca, 10cm arriba de ésta corona se encuentran instalados unos pequeños orificios conocidos como toveras por las cuales sale la lechada, aire y/o agua a alta presión, dependiendo del método que se utilice. (Fig.4)



(Fig. 3)



(Fig. 4) Monitores con toveras de 2 mm de diámetro disparando chorros de lechada a una presión de 450 bares.

Una vez que el monitor ha alcanzado su desplante, este se hace girar a ciertas revoluciones extrayéndose lentamente y de forma simultánea se inyecta lechada a alta presión, de tal suerte que se empieza a formar una columna mejorada constituida por agua, cemento y materiales del subsuelo. (Fig. 5)



(Fig. 5) Columnas de prueba hechas con el procedimiento "jet-grouting".

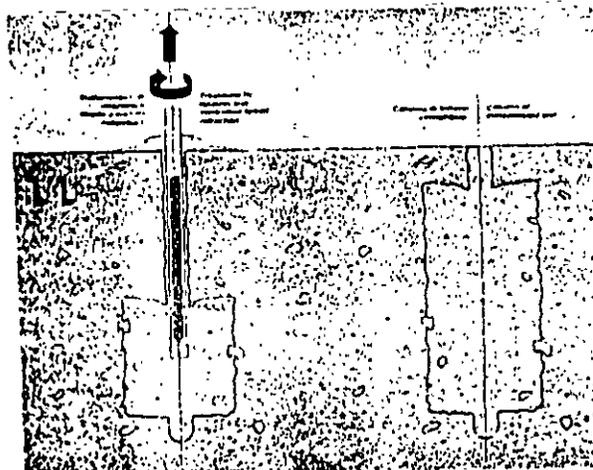
Hay tres métodos básicos para hacer "jet-grouting":

+ ) Método T1 : (Fig. 6)

El monitor tiene una sola cámara por donde entra la lechada a alta presión y sale por la toveras.

Los diámetros de columnas que se pueden obtener con este método dependen de los materiales que constituyan al subsuelo, los cuales se enuncian a continuación :

- En terrenos limo-arcillosos las columnas van de 30 cm a 50 cm de diámetro.
- En terrenos areno-gravosos las columnas van de 50 cm a 60 cm de diámetro.
- En terrenos gruesos bien graduados van de 60 cm a 70 cm de diámetro.

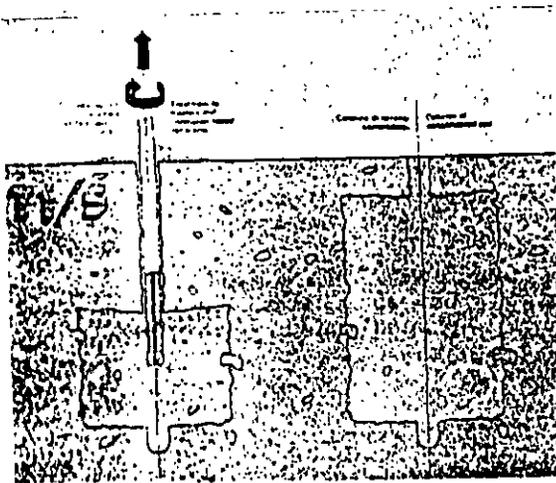


(Fig. 6)

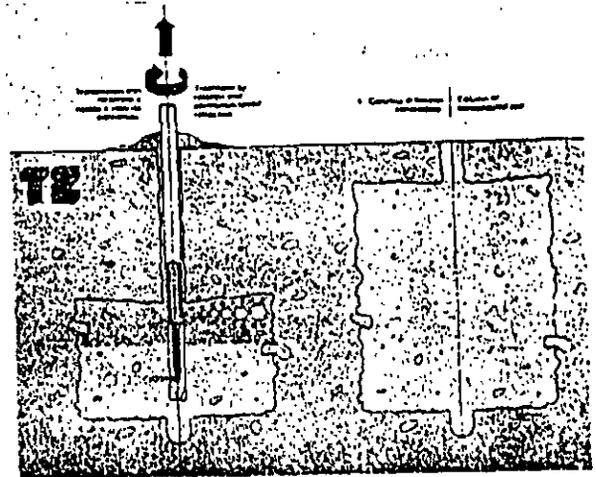
+) Método T1/S: (fig. 7)

El monitor tiene dos cámaras, en una entra lechada a alta presión y en la otra aire a 250 pcm y 7 kg/cm<sup>2</sup>, estos dos fluidos salen por las toveras; la función del aire es soplear los poros del subsuelo y enfocar más el caudal de la lechada.

Con este método se alcanzan diámetros de columnas mejoradas hasta de 120 cm.



(Fig. 7)



(Fig. 8)

+) Método T2: (Fig. 8)

El monitor tiene tres cámaras, en una entra el agua con una presión de 400 a 500 bar, en otra aire a 250 pcm y 7 kg/cm<sup>2</sup> y en la tercera entra lechada a una presión de 60 bar, estos tres fluidos salen por las toveras; la función del aire y del agua es cortar los estratos para así crear más vacíos en el subsuelo, los cuales posteriormente serán ocupados por la lechada.

Con éste método se alcanzan diámetros de columnas mejoradas hasta de 300 cm.

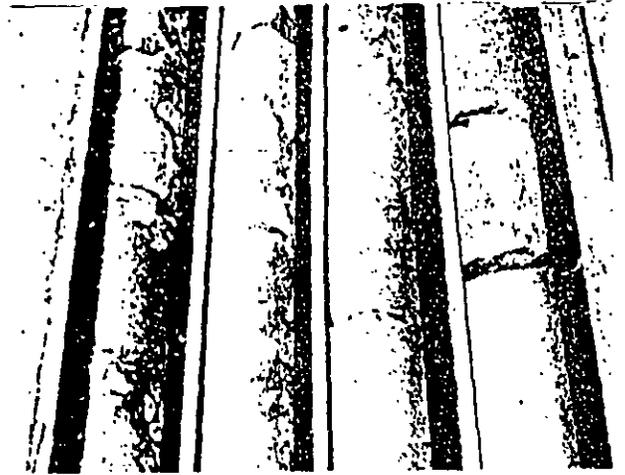
En una obra de "jet-grouting" es muy difícil preestablecer la resistencia a la compresión y el diámetro de la columna trazada, ya que en estos valores interactúan varios factores los cuales se presentan de muy diversas formas en la naturaleza, tales como la granulometría, la humedad, el nivel de aguas freáticas y en fin todos los aspectos físico-mecánicos que conforman una determinada estratigrafía. Es por esto que antes de empezar una obra de "jet-grouting" es preciso hacer 3 o 4 pruebas a escala 1:1 en el sitio de la obra, para poder así, determinar la relación agua cemento, el caudal de la bomba, la presión a la que será inyectada la lechada y/o el agua dependiendo del método que se quiera usar, las revoluciones a las que girará el monitor y la velocidad de extracción del mismo.

Una vez precisados estos valores, se sacan corazones a las columnas y en el laboratorio se determina su capacidad de carga y simultáneamente se revisa el diámetro máximo de columna logrado durante las pruebas. (Fig. 9, 10 y 11)

Con la capacidad de carga y el diámetro de las columnas mejoradas de "jet-grouting" el calculista puede definir el número de inyecciones que se requieren. Estas pruebas duran de 6 a 9 d.h. más el tiempo que se necesite para que la columna "jet" alcance una resistencia media.



(Fig. 9) Columna "jet-grouting" a la cual se le extrajeron dos corazones para probarlos en el laboratorio.



(Fig. 10) Probetas extraídas de las columnas "jet-grouting" para probar su resistencia en el laboratorio

#### IV. EQUIPO BÁSICO

Para poder llevar a cabo una obra de "jet-grouting" con el método T1 es necesario el equipo que a continuación se describe (Fig. 12) :

1) Mezcladora de lechada del tipo GM-14 completamente automática. Este equipo cuantifica el agua en volumen (lt) y el cemento en peso (kg) y estos dos materiales los manda a un depósito donde los mezcla, y una vez fabricada la lechada la manda a un segundo depósito para tener "stock" y así poder atender eficientemente las demandas de la bomba a presión. La mezcladora está provista de dos silos para almacenar al cemento a utilizar.

2) Bomba centrífuga del tipo J70, la cual provee a la mezcladora de agua.

3) Bomba del tipo E121-TP2, la cual provee de lechada a la bomba de alta presión.

4) Bomba de alta presión (400 a 500 y hasta 900 bar en casos muy especiales) del tipo 5T-302. Esta bomba suministra a alta presión lechada hasta el monitor.

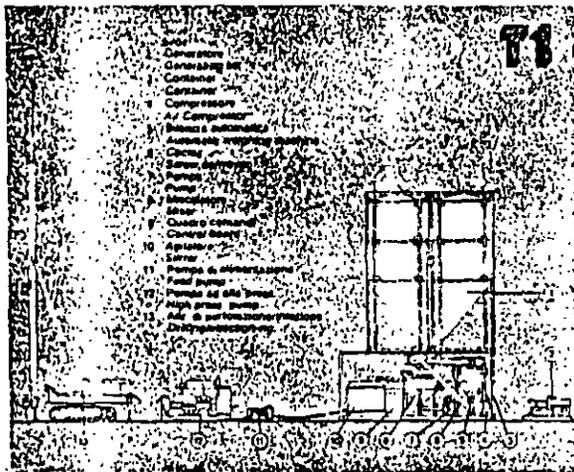
5) Perforadora del tipo SM-400. Esta perforadora introduce el monitor a presión y rotación mediante un mástil hasta la profundidad deseada y gira y extrae el monitor al mismo tiempo que se está inyectando la lechada para así formar la columna "jet-grouting".

6) Generador de corriente.

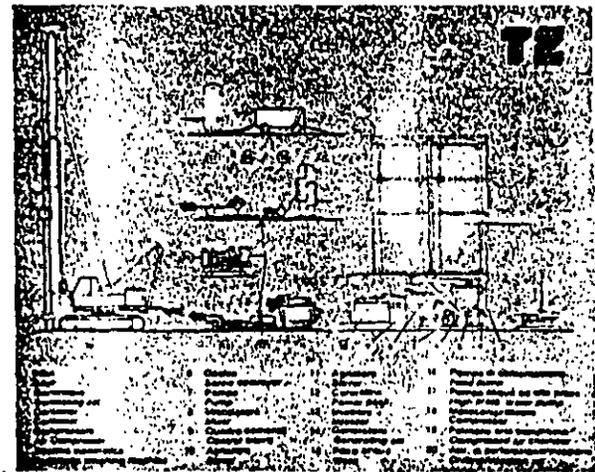
Si se quisiera aplicar el método T1/S sólo hay que adicionar al equipo anterior un compresor de 250 pcm y 7 kg/cm<sup>2</sup>, y para el método T2 se considera además del compresor una bomba para lechada de 60 bar de capacidad. (Fig. 13)



(Fig. 11) En ésta fotografía se muestra el diámetro máximo logrado durante el período de pruebas de la recimentación de una catedral del siglo XVI en Italia.



(Fig. 12)



(Fig. 13)

## V. DETERMINACIÓN DE VARIABLES.

Una obra de "jet-grouting" requiere que durante el periodo de pruebas se determinen perfectamente las siguientes variables:

- 1) El caudal de la lechada.
- 2) Las revoluciones a las que debe girar el monitor y la velocidad de extracción del mismo.
- 3) La relación agua-cemento.

1. El caudal de la lechada está regido por los siguientes conceptos:

- a) El número de golpes por minuto que darán los pistones de la bomba durante la inyección.
- b) Las revoluciones a las que debe estar el motor de la bomba 5T-302 durante la inyección.
- c) Fase en la que debe estar la caja de velocidades del motor que activa a la bomba 5T-302, durante el mejoramiento.
- d) La presión a la que la bomba 5T-302 va a inyectar la lechada.

2. Revoluciones a las que debe girar el monitor y la velocidad de extracción del mismo.

Estas dos variables son posibles de precisar única y exclusivamente durante el periodo de pruebas, sin embargo se pueden predeterminar tentativamente mediante una variación lineal basada en la experiencia, por ejemplo:

	CAUDAL (lt/min)	R.P.M. del Monitor	VELOCIDAD DE EXTRACCIÓN (cm/min)	DIÁMETRO ALCANZADO (cm)
EXPERIENCIA TREVIE MÉTODO 1	115	20	38	55
OBRA A EJECUTAR MÉTODO 1, CON MISMO DIÁMETRO MODIFICANDO ALGUNA VARIABLE	243	42	80	55

Los valores predeterminados anteriormente varían en función del tipo de terreno a mejorar.

### 3. Relación agua-cemento:

La relación agua-cemento es un aspecto muy importante para la resistencia de la columna "jet-grouting", sin embargo esta relación no es determinante ya que, como se mencionó anteriormente, existen diferentes factores que interactúan favoreciendo en menor o mayor proporción la resistencia final del mejoramiento.

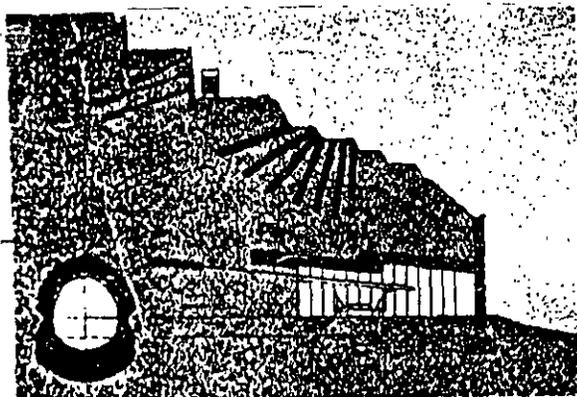
Normalmente se mezclan 1000 lt de agua con 1100 kg de cemento, es decir que es una dosificación 1: 1.1 respectivamente; pero la relación agua-cemento para los fines de "jet-grouting" puede oscilar de 1:1 hasta 1:1.5; o bien a 1000 lt de agua se le pueden agregar de 1000 a 1500 kg de cemento.

## VI. ALGUNAS APLICACIONES.

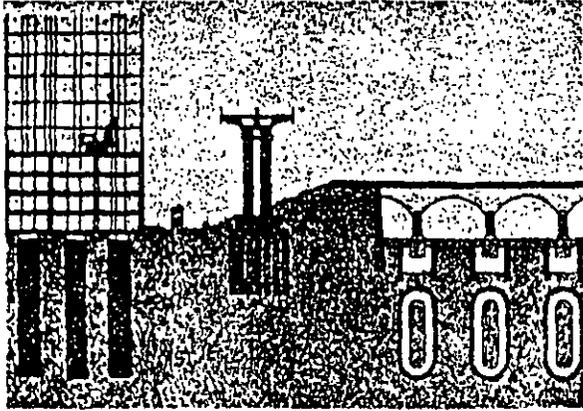
Considerando las características del "jet-grouting", últimamente se ha venido aplicando en un gran número de construcciones en Europa con resultados altamente satisfactorios, tales como anclajes, túneles, cimentación y recimentación de estructuras, impermeabilizaciones, estabilización de taludes y muros de retención (Fig. 14 15 y 16).

Es muy importante saber que este proceso constructivo ya existe en México y sería muy sano para nuestro medio su conocimiento y difusión, en el sentido de que ya es factible la cimentación artificial perfectamente definida de estratos constituidos en su mayoría por arenas, gravas y boleos hasta de 30 cm de diámetro, o la formación de pantallas impermeables mediante la inyección de un cementante en subsuelos cohesivos.

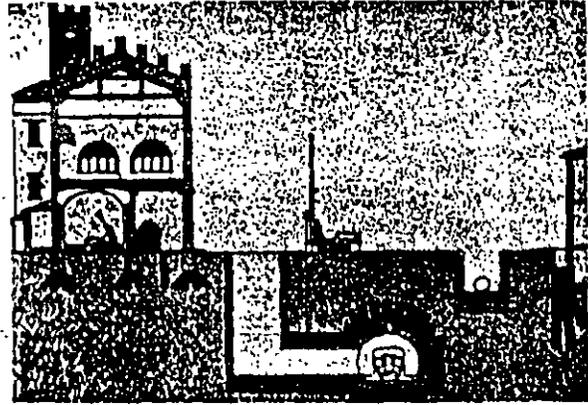
Aceptar el progreso es permitir que el país se modernice en todos los aspectos y la cimentación profunda no está exenta a estos cambios; las nuevas técnicas de cimentación que se están generando en el mundo forzosamente las tenemos que adquirir y desarrollar si no nos queremos ver sumergidos en el anacronismo. Para lograr esta actualización es necesario que tanto los geotecnistas, estructuristas y constructores hagan un frente común de mentes abiertas al cambio en favor de la ingeniería mexicana, de lo contrario nuestro medio quedará sentenciado al rezago dando lugar a que otros capitalicen nuestro descuido.



(Fig. 14)



(Fig. 15)



(Fig. 16)

## BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes  
Editado : Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

- Manual de Residente de Cimentación Profunda  
Editado: Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

## PREGUNTAS CORRESPONDIENTES AL CURSO DE CIMENTACIONES

1. Se requiere construir una pantalla impermeable a base de agua, cemento y bentonita. ¿Cuál será la dosificación en volúmenes de cada elemento por  $m^3$  de mezcla? , si sus especificaciones indican que el peso del cemento debe ser el 10% del peso del agua, el peso de la bentonita debe ser 10% el peso del agua, y las densidades absolutas relativas del cemento y la bentonita son 3.1 y 2.3 respectivamente.
2. Proporcione las observaciones que considere importantes destacar del corte estratigráfico que se anexa, desde el punto de vista de ejecución de una cimentación.
3. Enuncie la característica más importante de los lodos bentoníticos, así como su aplicación.
4. Describa el procedimiento constructivo y el equipo básico, explicando las bases para su selección, que se debe aplicar en una cimentación profunda a base de elementos colados in-situ, donde los estratos de suelos son cohesivos principalmente, con algunos intermedios de arena.
5. Explique el procedimiento constructivo que se debe utilizar para una cimentación profunda a base de elementos precolados.
6. Seleccione el martinete adecuado para hincar un pilote de concreto reforzado con longitud de 21 m y sección de 40 x 40 cm. Así mismo obtenga la capacidad de carga esperada si la deformación permanente en las últimas celdas es de 1.5 mm.

## RESPUESTAS CORRESPONDIENTES AL CURSO DE CIMENTACIONES.

1.- DOSIFICACIÓN EN PESOS:

$$\begin{aligned} W_c &= \text{Peso Cemento} &= & 100 \text{ Kg} \\ W_b &= \text{Peso Bentonita} &= & 100 \text{ Kg} \\ W_w &= \text{Peso Agua} &= & 1,000 \text{ Kg} \\ W_t &= \text{Peso Total} &= & 1,200 \text{ Kg} \end{aligned}$$

OBTENCIÓN DE VOLÚMENES:

$$S_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w} ; V_s = \frac{W_s}{S_s \gamma_w}$$

$$\therefore V_{sc} = \text{Volumen Cemento} = \frac{100 \text{ Kg}}{(3.1) (1 \text{ Kg/l})} = 32.26 \text{ l}$$

$$V_{sb} = \text{Volumen Bentonita} = \frac{100 \text{ Kg}}{(2.3) (1 \text{ Kg/l})} = 43.48 \text{ l}$$

$$V_w = \text{Volumen de Agua} = 1,000.00 \text{ l}$$

$$V_t = \text{Volumen Total} = 1,075.74 \text{ l}$$

$$\therefore \frac{V_{sc}}{V_t} = \frac{32.26 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 3.00 \% \rightarrow 30.00 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{V_{sb}}{V_t} = \frac{43.48 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 4.04 \% \rightarrow 40.40 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{V_w}{V_t} = \frac{1,000.00 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 92.96 \% \rightarrow 929.60 \text{ l/m}^3$$

2.- SE TRATA DE UN SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR LLEVADO HASTA -30.00 m, DE PROFUNDIDAD. EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS SE DETECTO A - 3.00 m, QUEDANDO DEBAJO DE ESTE 4.00 m DE MATERIAL LIMO-ARENOSO POR LO QUE SI SE QUISIERA REALIZAR UNA EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO A - 5.00 m, EL BOMBEO SERIA EXCESIVO SI NO SE COLOCA UNA FRONTERA IMPERMEABLE EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN, DEBIÉNDOLA LLEVAR APROXIMADAMENTE A - 12.00 m DE PROFUNDIDAD.

ENTRE LOS -7.00m Y -11.00 m APARECE UNA ARCILLA CON UN CONTENIDO DE AGUA NATURAL QUE REBASA EL LIMITE LIQUIDO, POR LO QUE CUALQUIER ELEMENTO COLOCADO IN-SITU REQUERIRÁ DE UN ADEME A BASE DE LODOS BENTONÍTICOS PARA ESTABILIZAR LOS ESTRATOS SUPERIORES, Y OTRO ADEME METÁLICO PERDIDO PARA SOPORTAR LOS EMPUJES DEL CONCRETO EN ESTA ZONA, YA QUE EL SUELO ES INCAPAZ DE HACERLO.

PODRÍA ACEPTARSE COMO ESTRATO DE APOYO PARA UNA CIMENTACIÓN PROFUNDA EL UBICADO A LOS -20.00 m, ACLARANDO QUE SERÍA IMPOSIBLE GARANTIZAR LA FABRICACIÓN DE CAMPANAS DEBIDO A QUE SE TRATA DE UN MATERIAL ARENO-LIMOSO BAJO AGUA, LO QUE NO GARANTIZA SU ESTABILIDAD Y POR LO TANTO SU CALIDAD EN EL DESPLANTE.

LO MÁS RECOMENDABLE EN ESTE TIPO DE SUELOS ES UTILIZAR PILOTES CON SECCIÓN QUE SE HACER QUE LO MAS POSIBLE A LA CIRCUNFERENCIA, CON UNA PERFORACIÓN PREVIA QUE CIRCUNSCRIBA A LA SECCIÓN DEL ELEMENTO PRECOLADO.

ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE DEBIDO AL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO QUE SE UTILIZA EN EL HINCADO DE PILOTES, EL ESTRATO DE APOYO MEJORARÁ SU CAPACIDAD DE CARGA POR EL EFECTO DE LA ENERGÍA DINÁMICA APLICADA.

EN EL SONDEO DE REFERENCIA SE HA CONSIDERADO COMO APOYO EL MATERIAL LOCALIZADO A -20.00 m DEBIDO A QUE LOS ESTRATOS INFERIORES SIGUIENTES TIENEN UNA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR PRÁCTICAMENTE CONSTANTE.

3.- LAS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS LODOS BENTONÍTICOS SON LAS SIGUIENTES:

DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO , DE 1.03 A 1.15

VISCOSIDAD PLÁSTICA , DE 10 A 30 CENTIPOISES

VISCOSIDAD MARSH , DE 35 seg a 90 seg

FILTRADO O ENJARRE , NO MAYOR DE 5 mm

CONTENIDO DE ARENA , NO MAYOR DEL 3 %

CONCENTRACIÓN O POTENCIAL DE HIDRÓGENO , DE 7 A 10

AÑEJAMIENTO , DE 8 hrs A 24 hrs DE HIDRATACIÓN

DOSIFICACIÓN - DEPENDE DEL TIPO DE BENTONITA, DEL AGUA FREÁTICA Y DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE SE DESEEN TENGAN EL LODO (DEL 3% AL 15% DE BENTONITA CON RESPECTO AL PESO DEL AGUA)

RENDIMIENTO - CANTIDAD DE LODO QUE SE PUEDE PREPARAR CON UNA TONELADA DE BENTONITA, CON VISCOSIDAD MEDIA DE 15 CENTIPOISES

LOS LODOS BENTONITICOS SE UTILIZARÁN PARA ESTABILIZAR PERFORACIONES O EXCAVACIONES EN SUBSUELOS ARENOSOS Y LIMOSOS CON CIERTA COMPACTIDAD BAJO EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. EN OCASIONES SE UTILIZA COMO PANTALLA IMPERMEABLE.

4. PARA EFECTUAR PERFORACIONES EN SUELOS COHESIVOS CON ALGUNAS CAPAS INTERMEDIAS DE ARENA, SE REQUIERE EL USO DE LODO BENTONÍTICO, CUYA DOSIFICACIÓN DEPENDERÁ DEL ESTADO DE LA ARENA Y DEL ESPESOR DE LOS ESTRATOS. EN CASO EN QUE LOS ESTRATOS DE ARENA ESTÉN SUELTOS CON UN ESPESOR CONSIDERABLE, LA PERFORACIÓN DEBERÁ ADEMÁS CON TUBOS METÁLICOS RECUPERABLES O PERDIDOS; SI LOS ESTRATOS ARENOSOS SON COMPACTOS, PODRÁ HACERSE USO DEL LODO BENTONÍTICO, SIEMPRE Y CUANDO EXISTA MANTO FREÁTICO.

LA SECUENCIA A SEGUIR PARA CIMENTACIONES A BASE DE ELEMENTOS COLADOS IN SITU ES LA SIGUIENTE:

- a) TRAZO Y LOCALIZACIÓN.
- b) COLOCACIÓN DE BROCAL EN LA PARTE SUPERIOR (DE 1.00 m A 3.00 m)
- c) PERFORACIÓN GARANTIZANDO LA PERFORACIÓN DE LAS PAREDES.
- d) LIMPIEZA DE LA PERFORACIÓN.

e) INTRODUCCIÓN DEL REFUERZO CON SEPARADORES QUE GARANTICEN EL RECUBRIMIENTO (DE 10 cm A 15 cm).

f) COLOCACIÓN DEL TUBO TREMIE.

g) INTRODUCCIÓN DEL CONCRETO POR MEDIO DEL TUBO TREMIE, COLOCANDO UNA FRONTERA EN LA PRIMERA DESCARGA PARA EVITAR EL LAVADO O CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS. EN ESTA OPERACIÓN SE DEBE CUIDAR QUE EL EXTREMO INFERIOR DEL TUBO TREMIE QUEDE SUMERGIDO EN EL CONCRETO DURANTE TODO EL COLADO.

h) RETIRO DEL TUBO TREMIE Y LAVADO DEL MISMO.

SE RECOMIENDA EFECTUAR EL DESCORCHE DEL CONCRETO, O SEA RETIRAR APROXIMADAMENTE LOS 60 cm SUPERIORES DEL CONCRETO.

EL EQUIPO BÁSICO ES EL SIGUIENTE:

1) UNA PERFORADORA ROTATORIA MONTADA SOBRE NEUMÁTICOS Y ORUGAS, CON BARRETÓN DE LA SUFICIENTE LONGITUD PARA ALCANZAR EL DESPLANTE DESEADO, ASÍ COMO EL TORQUE REQUERIDO PARA EL TIPO DE SUELO Y DIÁMETRO ESPECIFICADO.

2) BOTES PARA ARENA Y/O PARA ARCILLA CON SUS RESPECTIVAS BROCAS.

3) BOTE DESAZOLVADOR.

4) EQUIPO PARA DOSIFICACIÓN Y MANEJO DE LOS LODOS BENTONÍTICOS EN CASO DE SER NECESARIO.

5) EQUIPO DE VIBROHINCADO PARA INTRODUCIR TUBOS METÁLICOS EN CASO DE SER NECESARIO.

6) TUBO TREMIE.

5. EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA EL HINCADO DE ELEMENTOS PRECOLADOS ES EL SIGUIENTE:

a) UBICAR LA CAMA O CAMAS DE COLADO EN ZONAS ESTRATÉGICAS Y LO MÁS CERCA POSIBLE DE LOS PUNTOS DE HINCADO. EN CASO DE CONTAR CON ÁREA SUFICIENTE EN LA OBRA, LOS ELEMENTOS PRECOLADOS DEBERÁN SER TRANSPORTADOS DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN A LA OBRA EN PLATAFORMAS.

EL ANCHO DE LAS CAMAS DEBERÁ SER TAL QUE EL EQUIPO PUEDA HACER EL DESPEGUE DE LOS PILOTES DENTRO DE LAS TOLERANCIAS DE ESTABILIDAD.

b) CONTAR CON LOS MOLDES NECESARIOS SEGÚN LA GEOMETRÍA DEL PILOTE, COLOCANDO DESMOLDANTE PARA CONSERVARLOS.

c) COLOCAR EL REFUERZO DE LOS PILOTES DE ACERO CON LAS ESPECIFICACIONES PROVISTO DE SILLETAS Y ASAS DE LEVANTE. EN CASO DE QUE LOS PILOTES CONSTEN DE DOS O MÁS TRAMOS, DEBERÁN COLOCARSE EN FORMA COLINEAL PROCURANDO QUE LAS PLACAS DE LAS JUNTAS COINCIDAN, FORMANDO 90° CON EL EJE LONGITUDINAL DEL ELEMENTO, PARA FACILITAR EL EMPATE DE LOS MISMOS EN EL PROCESO DE HINCADO.

d) DEPOSITAR EL CONCRETO EN UN SOLO FRENTE PARA LLEVAR EL CONTROL DE VIBRADO Y TERMINADO, PARA EVITAR JUNTAS FRÍAS.

e) CUIDAR QUE EL CUIDADO DE LAS PIEZAS SE LLEVAN DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES, PARA PODER MANIOBRAR LAS PIEZAS CON EL 55% DE LA  $f'c$  DE DISEÑO.

f) ENTONGAR LOS PILOTES EN NO MÁS DE CINCO NIVELES, APOYADOS EN LOS PUNTOS EN QUE SE IGUALEN LOS MOMENTOS FLEXIONANTES QUE RESISTA LA SECCIÓN, DEBIENDO CUIDAR QUE LOS APOYOS DE LOS DIFERENTES NIVELES ESTÉN EN LA MISMA VERTICAL.

g) SI LOS SONDEOS DEL SUBSUELO ACUSAN ESTRATOS QUE PONGAN EN PELIGRO LA SANIDAD DEL PILOTE, DEBERÁ HACERSE UNA PERFORACIÓN PREVIA QUE CIRCUNSCRIBA A LA SECCIÓN DEL ELEMENTO CON EL EQUIPO ADECUADO, GARANTIZANDO LA ESTABILIDAD DE LA MISMA.

h) EL MARTINETE A USAR DEBERÁ SER TAL QUE GENERE UNA ENERGÍA DE 0.50 kg-m POR CADA kg DE PILOTE, DANDO POR CONCLUIDO EL HINCADO AL ALCANZAR EL RECHAZO ESPECIFICADO ( NO CONTINUAR EL HINCADO SI SE TIENE MENOS DE 1.00 cm DE PENETRACIÓN POR 10 GOLPES ).

#### 6. OBTENCIÓN DEL PESO DEL PILOTE:

$$Wp = 0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 21.00 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg } 7 \text{ c}^{\text{m}^3} = 8,064.00 \text{ kg}$$

#### OBTENCIÓN DEL PESO DEL PISTÓN REQUERIDO:

$$R = \frac{(0.50 \text{ m})}{(2.50 \text{ m})} = \frac{(0.50 \text{ m}) (8,064.00 \text{ kg})}{(2.50 \text{ m})} = 1,612.80 \text{ kg}$$

SE ELIGE EL MARTINETE COMERCIAL QUE TENGA EL PESO DEL PISTÓN MÁS CERCANO A 1,612.80 kg, QUE EN ESTE CASO ES EL MARTINETE DELMAG D-22, CUYO PESO DEL PISTÓN ES DE 2,200 kg.

OBTENCIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA ESPERADA CON UNA DEFORMACIÓN PERMANENTE DE 1.5 mm EN LAS ULTIMAS CAPAS :

$$R_s = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p) (s + f)}$$

$$R = 2,200 \text{ kg}$$

$$h = 2.50 \text{ m}$$

$$W_p = 8,064 \text{ kg}$$

$$s = 1.50 \text{ mm}$$

$$f = c l = (0.3 \text{ mm/m}) (21 \text{ m}) = 6.30 \text{ mm}$$

$$R_s = 151, 138 \text{ kg} .$$



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL  
CONCRETO**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**Clasificación de Concretos de Diferente Consistencia**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
<b>Diferente Consistencia</b>	<b>Fluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenos</li> <li>• Estructuras con abundante acero de refuerzo</li> <li>• Bombeo a grandes alturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita las operaciones de colocación y acabado</li> <li>• Facilita las operaciones de bombeo</li> <li>• Propicia el ahorro en mano de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento superior a 19 cm, es decir tiene una consistencia fluida</li> <li>• Resistencia a compresión igual a las logradas por los concretos convencionales</li> </ul>
	<b>Normal o Convencional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo tipo de estructuras de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener una consistencia de mezcla adecuada para cada tipo de estructura, en atención a su diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento entre 2.5 y 19 cm, lo cual considera las zonas de consistencia semi-fluida / 12.5 a 19 cm plástica / 7.5 a 12.5 cm semi-plástica 2.5 a 7.5 cm</li> <li>• Resistencia a compresión igual a las logradas por los concretos convencionales</li> </ul>
	<b>Masivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colados en elementos de gran dimensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro en materia prima y mano de obra</li> <li>• Bajo desarrollo en el calor de hidratación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento entre 2.5 y 5 cm</li> <li>• Resistencia a compresión igual a las logradas por los concretos convencionales</li> </ul>
	<b>Sin revenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concretos que no se colocan bajo los métodos convencionales empleados en la industria de concreto premezclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo consumo de cemento</li> <li>• Facilita las operaciones de colocación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento máximo de 2.5 cm</li> <li>• Resistencia a compresión máximas de 150 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>

### Clasificación de Concretos con Adicionantes

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Adicionantes	Con puzolana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En estructuras que tengan cualquier riesgo por durabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce el calor de hidratación</li> <li>• Disminuye la permeabilidad</li> <li>• Mejora en forma importante la durabilidad de la estructura</li> <li>• Mejora las resistencias a compresión a edades tardías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumple con todas las características en estado fresco y endurecido de los concretos convencionales, con un mejoramiento de la durabilidad</li> </ul>
	Con microsílca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras que requieran concreto de alta resistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa en forma importante la resistencia a compresión</li> <li>• Disminuye la permeabilidad</li> <li>• Incrementa la durabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisface las características de concreto fresco de los concretos normales pero con una resistencia a compresión muy superior</li> </ul>
	Con fibra (Costo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos y pavimentos</li> <li>• Cascarones</li> <li>• Taludes</li> <li>• Concreto lanzado</li> <li>• Tanques de almacenamiento</li> <li>• Elementos prefabricados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del agrietamiento plástico</li> <li>• Mejora la resistencia a la flexión y al impacto</li> <li>• Incrementa la tenacidad</li> <li>• Elimina el uso de malla electrosoldada</li> <li>• Las operaciones requieren menor preparación de la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimientos de 8 a 20 cm</li> <li>• P.V. de 2,150 a 2,400 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión de 150 a 350 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Módulo de ruptura de hasta 27 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días</li> </ul>

**Clasificación de Concretos Arquitectónicos**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Arquitectónicos	Con color	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachadas de edificios</li> <li>• Monumentos</li> <li>• Elementos decorativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece alternativas para los diseñadores</li> <li>• Bajo costo de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede satisfacer las propiedades en estado fresco y endurecido de los concretos con solicitudes estructurales</li> <li>• Cuando se utilicen agregados de color deberán de quedar expuestos</li> </ul>
	Estampado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos</li> <li>• Pavimentos</li> <li>• Fachadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece alternativas para los diseñadores</li> <li>• Bajo costo de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede satisfacer las propiedades en estado fresco y endurecido de los concretos con solicitudes convencionales</li> </ul>
	Ferrocemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esculturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptable a cualquier tipo de superficie y forma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero cemento-arena</li> </ul>
	Lanzado (Alta cohesividad en estado fresco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización de taludes</li> <li>• Protección de excavaciones</li> <li>• Obras de reparación</li> <li>• Reparaciones superficiales</li> <li>• Formas curvas de concreto</li> <li>• Ambientación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere de cimbra</li> <li>• Optimiza los tiempos de construcción</li> <li>• Fácil aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El concreto lanzado puede alcanzar los pesos volumétricos y resistencias a compresión similares a los concretos de resistencia normal</li> <li>• Se pueden usar tamaños de agregados hasta 3/8"</li> </ul>

**Clasificación de Morteros**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Morteros	Lechada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivo para facilitar las operaciones de bombeo</li> <li>• Tratamientos de inyección en terrenos permeables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar taponamientos de tubería</li> <li>• Elevada penetrabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada fluidez</li> <li>• Mezcla estable</li> <li>• Resistencia a compresión igual o menor a los concretos normales</li> </ul>
	Mortero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarpeo y afine</li> <li>• Mampostería</li> <li>• Pegar tabiques</li> <li>• Para relleno de cepas y oquedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad uniforme</li> <li>• Incremento de la productividad</li> <li>• Disminución de desperdicios</li> <li>• Ahorro en mano de obra</li> <li>• Menores necesidades de equipo y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada trabajabilidad</li> <li>• Excelente adhesión</li> <li>• Mejor apariencia y acabado</li> <li>• Resistencia adecuada para su uso</li> </ul>
	Mortero estabilizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarpeo y afine</li> <li>• Mampostería</li> <li>• Pegar tabiques</li> <li>• Para relleno de cepas y oquedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantiene su estado plástico por tiempo prolongado</li> <li>• Excelente adhesión a superficies verticales</li> <li>• Calidad uniforme</li> <li>• Incremento de la productividad</li> <li>• Disminución de desperdicios</li> <li>• Ahorro en mano de obra</li> <li>• Menores necesidades de equipo y mantenimiento</li> <li>• Planeación más flexible para actividades de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de fraguado controlado, muy por encima del mortero preparado en obra</li> <li>• Elevada trabajabilidad</li> <li>• Excelente adhesión</li> <li>• Mejor apariencia y acabado</li> <li>• Resistencia adecuada para su uso</li> </ul>

## Clasificación de Concretos por su Peso Volumétrico

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Por su Peso Volumétrico	<b>Celular</b> (Alta trabajabilidad) (Costo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora el aislamiento termo-acústico</li> <li>• Capas de nivelación en pisos y losas</li> <li>• Para construcción de vivienda tipo monolítica</li> <li>• Mayor resistencia al fuego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta trabajabilidad</li> <li>• Disminución de carga muerta</li> <li>• Proporciona mayor confort al usuario</li> <li>• Fácil de aserrar y clavar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.V. de 1,500 a 1,920 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión de hasta 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días</li> <li>• Conductividad térmica de 0.5 a 0.8 kcal/mh°C</li> </ul>
	<b>Relleno fluido</b> (Alta trabajabilidad) (Sustitución de suelos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases y sub-bases</li> <li>• Rellenos de cavidades de difícil acceso</li> <li>• Rellenos provisionales</li> <li>• Rellenos de zanjas, calles, carreteras, etc.</li> <li>• Estabilización terraplenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta trabajabilidad</li> <li>• Material autonivelante</li> <li>• No tiene asentamientos</li> <li>• Garantiza un relleno uniforme</li> <li>• Ahorro en operaciones de colocación y compactación</li> <li>• Reduce la excavación en relación al relleno tradicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento de 20 cm.</li> <li>• P.V. de 1,650 a 1,800 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión entre 10 y 70 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Como sub-base de 7 a 14 kg/cm<sup>2</sup> y VRS superior al 50%</li> <li>• Como base de 15 a 25 kg/cm<sup>2</sup> y VRS superior al 80%</li> </ul>
	<b>Concreto pesado</b> (Mejor relación resistencia/ peso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras de protección contra radiaciones</li> <li>• Elementos que sirvan como contrapeso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado peso volumétrico</li> <li>• Mejor relación resistencia/peso</li> <li>• Disminución de espesor en los elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.V. entre 2,400 y 3,800 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia compresión igual a la obtenida en los concretos normales</li> </ul>
	<b>Normal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo tipo de estructuras en general</li> <li>• Elementos prefabricados</li> <li>• Estructuras voluminosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener una densidad en atención al funcionamiento de la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades en estado fresco y endurecido similares a las obtenidas en los concretos convencionales</li> <li>• P.V. entre 2,200 a 2,400 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión entre 200 y 350 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>

**Clasificación de Concretos por su Resistencia**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Por su Resistencia a la Compresión	Baja resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lozas aligeradas</li> <li>• Elementos de concreto sin requisitos estructurales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concreto convencionales</li> <li>• Resistencia a la compresión &lt; 150kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	Resistencia moderada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones de tipo habitacional de pequeña altura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concretos convencionales</li> <li>• Resistencia a compresión entre 150 y 250 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	Normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo tipo de estructuras de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionalidad</li> <li>• Disponibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades en estado fresco similares a las obtenidas en concreto convencionales</li> <li>• Resistencia a compresión entre 250 y 420 kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	Muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas de edificios muy altos</li> <li>• Secciones de puentes con claros muy largos</li> <li>• Disminución en los espesores de los elementos</li> <li>• Elementos preforzados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos</li> <li>• Elementos preforzados más ligeros</li> <li>• Elementos más esbeltos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta cohesividad en estado fresco</li> <li>• Tiempos de fraguado similares a los de los concretos normales</li> <li>• Altos revenimientos</li> <li>• Resistencia a compresión entre 400 y 800 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Mayor protección al acero de refuerzo</li> </ul>
	Resistencia temprana (Costo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos</li> <li>• Pavimentos</li> <li>• Elementos postensados</li> <li>• Elementos preforzados</li> <li>• Elementos prefabricados</li> <li>• Aprovechamiento máximo de cimbra</li> <li>• Construcción en clima frío</li> <li>• Minimizar tiempo de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada resistencia temprana</li> <li>• Mayor avance de obra</li> <li>• Optimización del uso de cimbra</li> <li>• Disminución de costos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza lograr el 80% de la resistencia solicitada a 1 ó 3 días</li> <li>• Para resistencias superiores a los 300 kg/cm<sup>2</sup> se requiere analizar el diseño del elemento</li> </ul>

**Clasificación de Concretos de Alto Comportamiento (CAC)**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
<b>Beneficio al proceso constructivo</b>	<b>Resistencia temprana (Costo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos</li> <li>• Pavimentos</li> <li>• Elementos postensados</li> <li>• Elementos preforzados</li> <li>• Elementos prefabricados</li> <li>• Aprovechamiento máximo de cimbra</li> <li>• Construcción en clima frío</li> <li>• Minimizar tiempo de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada resistencia temprana</li> <li>• Mayor avance de obra</li> <li>• Optimización del uso de cimbra</li> <li>• Disminución de costos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza lograr el 80% de la resistencia solicitada a 1 ó 3 días</li> <li>• Para resistencias superiores a los 300 kg/cm<sup>2</sup> se requiere analizar el diseño del elemento</li> </ul>
	<b>Celular (Alta trabajabilidad) (Costo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora el aislamiento termo-acústico</li> <li>• Capas de nivelación en pisos y losas</li> <li>• Para construcción de vivienda tipo monolítica</li> <li>• Mayor resistencia al fuego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta trabajabilidad</li> <li>• Disminución de carga muerta</li> <li>• Proporciona mayor confort al usuario</li> <li>• Fácil de aserrar y clavar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.V. de 1,500 a 1,920 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión de hasta 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días</li> <li>• Conductividad térmica de 0.5 a 0.8 kcal/mh°C</li> </ul>
	<b>Relleno fluido (Alta trabajabilidad) (Sustitución de suelos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases y sub-bases</li> <li>• Rellenos de cavidades de difícil acceso</li> <li>• Rellenos provisionales</li> <li>• Rellenos de zanjas, calles, carreteras, etc.</li> <li>• Estabilización terraplenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta trabajabilidad</li> <li>• Material autonivelante</li> <li>• No tiene asentamientos</li> <li>• Garantiza un relleno uniforme</li> <li>• Ahorro en operaciones de colocación y compactación</li> <li>• Reduce la excavación en relación al relleno tradicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento de 20 cm</li> <li>• P.V. de 1,650 a 1,800 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión entre 10 y 70 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Como sub-base de 7 a 14 kg/cm<sup>2</sup> y VRS superior al 50%</li> <li>• Como base de 15 a 25 kg/cm<sup>2</sup> y VRS superior al 80%</li> </ul>
	<b>Baja contracción (Estabilidad volumétrica) (Deformaciones predecibles) (Adherencia al concreto endurecido)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando los materiales locales tienen tendencia a la construcción</li> <li>• Estructuras resistentes a sismos</li> <li>• Elementos presforzados</li> <li>• Cumplir especificaciones estrictas de control de agrietamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleva el nivel de confianza en el cálculo de estructuras</li> <li>• Minimiza los riesgos por cambios volumétricos</li> <li>• Baja permeabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia más elevada que los concretos nomales</li> <li>• El contenido más alto posible de agregado grueso con una plasticidad adecuada</li> <li>• Contracción por secado más baja posible para un agregado y plasticidad dadas</li> <li>• Deformación total controlada y predecible</li> </ul>
	<b>Lanzado (Alta cohesividad en estado fresco)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización de taludes</li> <li>• Protección de excavaciones</li> <li>• Obras de reparación</li> <li>• Reparaciones superficiales</li> <li>• Formas curvas de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere de cimbra</li> <li>• Optimiza los tiempos de construcción</li> <li>• Fácil aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El concreto lanzado puede alcanzar los pesos volumétricos y resistencias a compresión similares a los concretos de resistencia normal</li> <li>• Se pueden usar tamaños de agregados hasta 3/8"</li> </ul>

**Clasificación de Concretos de Alto Comportamiento (CAC) (Continuación)**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Propiedades Mecánicas Mejoradas	Concreto pesado (Mejor relación resistencia/peso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructuras de protección contra radiaciones</li> <li>Elementos que sirvan como contrapeso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevado peso volumétrico</li> <li>Mejor relación resistencia/peso</li> <li>Disminución de espesor en los elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P.V. entre 2,400 y 3,800 kg/m³</li> <li>Resistencia compresión igual a la obtenida en los concretos normales</li> </ul>
Durabilidad	Baja permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Albercas, cisternas y canales</li> <li>Tanques de almacenamiento de agua</li> <li>Lozas de azotea</li> <li>Obras hidráulicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy baja permeabilidad</li> <li>Reducción de riesgos de corrosión del acero de refuerzo</li> <li>Aislamiento de la estructura de las acciones del medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta trabajabilidad</li> <li>Reducción del sangrado</li> <li>Disminución de la segregación</li> <li>Permeabilidad muy inferior a los concreto normales</li> <li>Resistencia a compresión igual a obtenida por los concretos normales</li> </ul>
	Resistente al ataque por sulfatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías, canales y cualquier obra que por sus condiciones de exposición tenga riesgo de este tipo de ataque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor resistencia al ataque químico</li> <li>Estructuras más durables</li> <li>Menores costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales</li> <li>Resistente al ataque por sulfatos</li> </ul>
	Resistente al ataque por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructuras en contacto con agua de mar</li> <li>Estructuras expuestas a una alta concentración de agentes corrosivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor resistencia al ataque de los agentes corrosivos</li> <li>Estructuras más durables</li> <li>Menores costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales</li> <li>Baja permeabilidad</li> </ul>
	Con aire incluido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cámaras de refrigeración</li> <li>Elementos expuestos a temperaturas bajas extremas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilita las operaciones de acabado</li> <li>Estructuras más durables</li> <li>Menores costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta trabajabilidad</li> <li>Contenido de aire entre el 4 y 10%</li> <li>Disminución en el sangrado</li> <li>Disminución en la segregación</li> <li>Propiedades mecánicas iguales a las obtenidas por concretos normales</li> <li>Resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo</li> </ul>

# Catálogo de Productos y Servicios

Es para nosotros motivo de satisfacción el presentarles a nuestros clientes una muestra de los productos que 90 años después son la evidencia del desarrollo tecnológico e innovador de CEMEX.

## NUESTROS PRODUCTOS

### Resumen de Clasificación de Concretos

Clasificación	Tipo	
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Beneficio a la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia temprana</li> <li>• Celular</li> <li>• Relleno fluido</li> <li>• Baja contracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanzado</li> <li>• Con fibra</li> <li>• Concreto autonivelante</li> </ul>
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Propiedades mecánicas mejoradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy alta resistencia a la flexión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto módulo elástico</li> <li>• Concreto pesado</li> </ul>
<b>Concreto de alto comportamiento</b> Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Resistente a los sulfatos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistente a los cloruros</li> <li>• Con aire incluido</li> </ul>
<b>Por su peso volumétrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celular</li> <li>• Relleno fluido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesado</li> <li>• Normal</li> </ul>
<b>Por su resistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja resistencia</li> <li>• Resistencia moderada</li> <li>• Normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy alta resistencia</li> <li>• Resistencia temprana</li> </ul>
<b>Arquitectónicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con color</li> <li>• Estampado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferrocemento</li> <li>• Lanzado</li> </ul>
<b>Morteros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lechada</li> <li>• Mortero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero estabilizado</li> </ul>
<b>Por su consistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluido</li> <li>• Normal o convencional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masivo</li> <li>• Sin revenimiento</li> </ul>
<b>Con adicicionantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con puzolana</li> <li>• Con microsíllica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fibra</li> </ul>

**Clasificación de Concretos de Alto Comportamiento (CAC) (Continuación)**

Clasificación	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
<b>Beneficio al proceso constructivo</b>	<b>Con fibra (Costo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos y pavimentos</li> <li>• Cascarones</li> <li>• Taludes</li> <li>• Concreto lanzado</li> <li>• Tanques de almacenamiento</li> <li>• Elementos prefabricados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del agrietamiento plástico</li> <li>• Mejora la resistencia a la flexión y al impacto</li> <li>• Incrementa la tenacidad</li> <li>• Elimina el uso de malla electrosoldada en esfuerzos secundarios</li> <li>• Las operaciones requieren menor preparación de la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimientos de 8 a 20 cm</li> <li>• P.V. de 2,150 a 2,400 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Resistencia a compresión de 150 a 350 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Módulo de ruptura de hasta 27 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días</li> </ul>
	<b>Concreto autonivelante (Costo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de sección delgada</li> <li>• Elementos que tengan el acero de refuerzo muy congestionado</li> <li>• Pisos autonivelantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor avance de obra por su fácil y rápida colocación</li> <li>• Disminución de mano de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento superior a los 20 cm</li> <li>• Autonivelante</li> <li>• No requiere vibrado</li> <li>• Mejora la apariencia del elemento terminado</li> </ul>
<b>Propiedades Mecánicas Mejoradas</b>	<b>Muy alta resistencia a la compresión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas de edificios muy altos</li> <li>• Secciones de puentes con claros muy largos</li> <li>• Disminución en los espesores de los elementos</li> <li>• Elementos preforzados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos</li> <li>• Elementos preforzados más ligeros</li> <li>• Elementos más esbeltos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta cohesividad en estado fresco</li> <li>• Tiempos de fraguado similares a los de los concretos normales</li> <li>• Altos revenimientos</li> <li>• Resistencia a compresión entre 400 y 800 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Mayor protección al acero de refuerzo</li> </ul>
	<b>Concreto a la flexión (Alto módulo de ruptura) (Alta resistencia a la tensión)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimentos urbanos</li> <li>• Lugares de tránsito pesado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto módulo de ruptura</li> <li>• Diseñado para resistir las demandas estructurales que se presentan en pavimentos</li> <li>• Disminuye los costos de reparación en comparación con el uso de asfalto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revenimiento de 5 a 8 cm</li> <li>• Peso volumétrico superior a los 2,200 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Módulo de ruptura entre 38 y 50 kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo del agregado</li> </ul>
	<b>Alto módulo elástico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones con requerimientos estructurales</li> <li>• Elementos con mayor resistencia a los efectos de sismos</li> <li>• Representa una alternativa innovadora para los diseñadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto módulo elástico</li> <li>• Control de deformaciones a corto y largo plazo</li> <li>• Mayor resistencia a los esfuerzos solicitados por la acción de los vientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.V. entre 2,200 y 2,400 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Bombeable a alturas hasta 150 m</li> <li>• Resistencias a compresión entre 300 y 500 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Módulo elástico entre 12,000 y 14,000 kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo del tipo de agregado</li> </ul>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**ANEXO**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## **INTERPRETACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**

### **1. INTRODUCCION**

#### **1.1. Función de los Ensayes de Resistencia.**

Para proceder a la interpretación de los resultados de resistencia, es necesario primero conocer la función de dichos ensayos. Según ACI-214-77, "Los propósitos de las pruebas de resistencia del concreto son determinar el cumplimiento de una especificación de resistencia, y medir la variabilidad del concreto."

ASTM indica 4 posibles propósitos de los ensayos:

- Establecer la aptitud de los proporcionamientos.
- Establecer bases de aceptación.
- Controlar la calidad.
- Determinar el tiempo en el cual la estructura pueda ponerse en servicio.

Es importante hacer notar que los especímenes de prueba indican solamente la resistencia potencial del concreto, más no la resistencia real de la estructura.

#### **1.2. Variaciones en la Resistencia.**

El concreto es un material artificial y heterogéneo, formado por la mezcla de cemento, grava, arena, agua y en algunos casos aditivos,

en el que cada uno de sus ingredientes induce variables que a su vez dependen de su heterogeneidad. Esto no significa que necesariamente se deban esperar variaciones excesivas en las resistencias.

EN ACI-214-77 se presentan las principales fuentes de variación, las cuales se dividen fundamentalmente en dos:

- Variaciones en las propiedades de la mezcla de concreto y sus ingredientes.
- Diferencias aparentes en la resistencia ocasionadas por las variaciones en la prueba.
- Debido a estas variaciones, las conclusiones que se infieren relativas a la resistencia del concreto, deberán derivarse de un número suficiente de ensayos y no deberá confiarse en pocos resultados que pueden con frecuencia conducir a conclusiones erróneas.

### 1.3. Estadística

La estadística es una herramienta matemática mediante la cual se puede analizar una población, utilizando ciertas propiedades de la distribución. Los métodos estadísticos proporcionan la mejor base para deducir de los resultados obtenidos el nivel de calidad alcanzado y expresar la resistencia del concreto, en la forma más útil. Si se grafica una carta de barras de frecuencia o histograma, con las resistencias de concreto, se podrá observar, si el número de resultados analizados es grande, que la distribución de frecuencias puede asimilarse fácilmente a una curva teórica que sigue la llamada "Ley Normal" o "Ley de Gauss". Las principales características de esta curva de "Distribución Normal", con las cuales es posible evaluar los datos de resistencia son:

- Promedio o media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

- Desviación estándar. Es una medida de la dispersión de los resultados.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}}$$

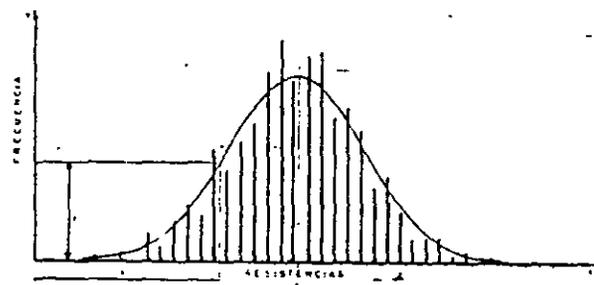
- Coeficiente de variación. Es la desviación estándar expresada como porcentaje de la resistencia promedio.

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

Por muchos años se consideró que este término por ser adimensional, expresaba en forma más objetiva la dispersión o variabilidad de los valores de resistencia del concreto (ACI-214-65). Actualmente este criterio se ha modificado y la dispersión del concreto se califica en función de la desviación estándar (ACI-214-77).

### 1.4. Especificaciones.

Las diversas especificaciones que existen para calificar la calidad del concreto en función de su resistencia y variabilidad, se han elaborado en base a los principios estadísticos indicados anteriormente.



Curva de distribución normal y carta de barras de frecuencia.

## **2. A C I**

### **2.1. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ( ACI-318-89 )**

#### **2.1.1. Especímenes curados en Laboratorio.**

De acuerdo a este reglamento, el nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio, si cumple con los dos requisitos siguientes:

a) El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a  $f'c$ .

b) Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .

Una prueba de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros elaborados de la misma muestra y ensayados a la edad de proyecto (generalmente 28 días).

#### **2.1.2. Especímenes curados en campo**

Con objeto de verificar los procedimientos de curado del concreto en la estructura, pueden curarse especímenes cilíndricos en las mismas condiciones; estos cilindros deben moldearse al mismo tiempo y de las mismas muestras que los cilindros de prueba curados en laboratorio.

Los procedimientos para proteger y curar el concreto en la estructura deberán mejorarse cuando la resistencia de cilindros curados en el campo a la edad de proyecto, sea inferior al 85% de la de los cilindros compañeros curados en laboratorio. La limitación del 85% puede omitirse cuando la resistencia de aquellos que fueran curados en el campo exceda a  $f'c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **2.1.3. Investigación de resultados de las pruebas de baja resistencia.**

En el caso de resistencias con valores inferiores a  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ , o si las pruebas de cilindros curados en campo indican deficiencias de protección en el curado, se pueden requerir pruebas de corazones extraídos de la zona en cuestión. En estos casos deben tomarse tres corazones por cada resultado de resistencia que sea menor de  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .

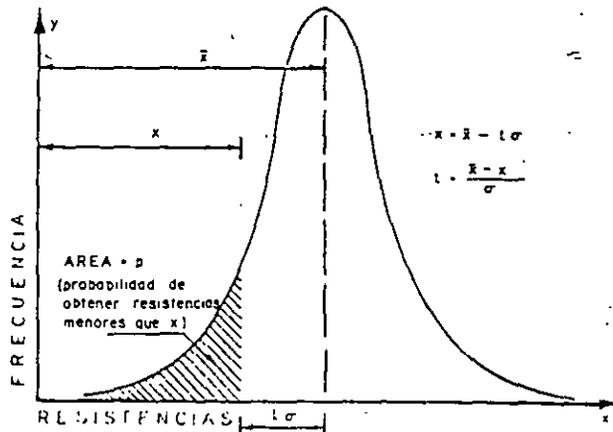
Si el concreto de la estructura va a estar seco en las condiciones de servicio, los corazones deberán secarse al aire (temperatura entre  $15$  y  $27^\circ \text{C}$ , humedad relativa menor del 60%) durante 7 días antes de la prueba, y deberán ensayarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo en condiciones de servicio, los corazones deberán sumergirse en agua por lo menos 40 horas antes del ensaye y probarse húmedos.

El concreto de la zona representada por las pruebas de corazones se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazones es por lo menos igual al 85% de  $f'c$  y ningún corazón tiene una resistencia menor del 75% de  $f'c$ . A fin de comprobar la precisión de las pruebas, en las zonas representativas de resistencias irregulares de los corazones se pueden extraer corazones adicionales.

Si hay dudas con respecto a la confiabilidad estructural, la autoridad responsable puede ordenar pruebas de carga.

### 2.2. Práctica recomendada para la evaluación de las pruebas de resistencia del concreto (ACI-214-77).

Este comité del ACI-214-77, califica la uniformidad del concreto en función de la desviación estándar y la variación de las pruebas en función del coeficiente de variación, esto tomando como base los principios estadísticos con los siguientes criterios.



### 2.2.1. Variación en la producción.

Desviación estándar para diferentes normas de control (kg/cm<sup>2</sup>)

Grado de uniformidad

Inf. a 25	Excelente
25 a 35	Muy Bueno
35 a 40	Bueno
40 a 50	Aceptable
Sup. a 50	Pobre

### 2.2.2 Variación en los ensayos.

Coefic. de variación

Uniformidad

Menor de 3	Excelente
3 a 4	Muy Bueno
4 a 5	Bueno
5 a 6	Aceptable
Mayor de 6	Pobre

El coeficiente de variación en este caso se calcula con las siguientes expresiones:

$$\sigma_1 = \frac{1}{d2} \bar{R}$$

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{x}} \times 100$$

Si dos especímenes:

$$d2 = 1.128 \quad -1/d2 = 0.8865$$

En donde:

$\sigma_1$  = desviación estándar entre especímenes compañeros.

$\bar{R}$  = intervalo promedio.

$V_1$  = coeficiente de variación entre especímenes compañeros expresado en %

**3. NORMA MEXICANA  
NMX C-155-1987  
"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-  
CONCRETO HIDRAULICO-  
ESPECIFICACIONES."**

**3.1.Objetivo.**

Esta Norma Mexicana establece los requisitos que debe cumplir el concreto hidráulico dosificado en masa utilizado en la construcción. No abarca las especificaciones para colocación, compactación, curado y manejo del concreto.

**3.2.Requisitos de calidad para concreto hidráulico.**

De acuerdo a esta norma, cuando la resistencia es la base de aceptación del concreto, deben elaborarse especímenes siguiendo lo indicado en la NMX C-160 y el resultado de una prueba es el promedio de las resistencias a compresión de dos especímenes como mínimo, elaborados de la misma muestra y ensayados a la misma edad (edad de proyecto).

**3.2.1.Concreto grado "A".**

a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia de compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Para juzgar este requisito se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia a compresión será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotados en la Tabla 1.

**3.2.2.Concreto grado "B".**

a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Al igual que para el grado "A", para juzgar este requisito se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 3 pruebas consecutivas de resistencia a compresión, será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotados en la Tabla 1.

**3.2.3.Criterio de aceptación para un número de pruebas insuficiente.**

Cuando el número de pruebas es insuficiente ( menos de 30) y para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, todos los promedios de pruebas consecutivas posibles de resultados obtenidos, deben ser igual o mayores que las cantidades indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1		
Número de pruebas consecutivas	Grado "A" (kg/cm <sup>2</sup> )	Grado "B" (kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c-50	f'c-35
2	f'c-28	f'c-13
3	f'c-17	f'c
4	f'c-11	
5	f'c-7	
6	f'c-4	
7	f'c	

### 3.3. Tamaño máximo del nominal agregado.

No debe retenerse más del 5% en masa en la criba que se fija al tamaño máximo nominal del agregado

T.M. Nominal (mm)	Abertura Nominal de la Criba (mm)
50	75
40	50
25	40
20	25
13	20
10	15

### 3.4. Revenimiento.

Se fijan las siguientes tolerancias:

Revenimiento especificado (cm)	Tolerancia (cm)
Menos de 6	± 1.5
6 a 12	± 2.5
Menos de 12	± 3.5

Se aclara en la Norma, que en caso de que en el concreto presente un revenimiento inferior al límite especificado, se puede aceptar si no existen dificultades para su colocación.

Si al llegar la unidad a la obra, el revenimiento es menor que el solicitado, incluyendo su tolerancia; el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos mezclando adicionalmente para cumplir con los requisitos de uniformidad, para lo cual la olla o las aspas deben girar 30 revoluciones adicionales como mínimo, a la velocidad de mezclado.

El revenimiento debe estar dentro de los valores permisibles, durante los primeros 30 minutos, medidos a partir de que llega a la obra. El período máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 minutos a la velocidad de agitación.

Si existe duda sobre el primer valor de revenimiento obtenido, se pue-

de realizar una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra, la cual es definitiva para la aceptación o rechazo.

### 3.5. Volumen.

La base de la medición del concreto debe ser el metro cúbico del concreto fresco, medido en el sitio de entrega. El volumen debe determinarse a partir de la masa total de los materiales de la mezcla, dividido entre la masa unitaria del mismo concreto. La masa unitaria debe determinarse según la NMX C-162 y debe ser el promedio de por lo menos 3 determinaciones, cada una efectuada en una muestra obtenida de diferentes entregas. La tolerancia en el volumen es de  $\pm 1\%$ .

### 3.6. Temperatura.

En el caso de climas fríos se debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la siguiente tabla.

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura mínima del concreto	
	Secciones delgadas y losas sobrepiso	Secciones gruesas y concreto masivo
7 a -1	16	10
-2 a -18	18	13
menor de -18	21	16

La temperatura máxima del concreto producido con materiales calentados no debe exceder 32° C.

### 3.7. Aire incluido.

El contenido total de aire en el concreto lo debe fijar el proyectista de acuerdo a las condiciones particulares de cada obra. Cuando se emplea aire incluido, se deben efectuar pruebas para determinar el contenido de aire durante la construcción, por lo menos en aquellas muestras en las que se obtengan cilindros para prueba.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo se recomiendan los siguientes porcentajes:

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire recomendado (%)
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

Cantidades de aire menores a las indicadas no mejoran la resistencia al congelamiento y al deshielo, cantidades mayores pueden reducir la resistencia a compresión sin lograr una protección adicional.

### **3.8.Requisitos de los materiales.**

Los materiales que se emplean en la elaboración de concreto deben cumplir con los siguientes requisitos:

#### **3.8.1.Cemento.**

El cemento debe cumplir con las especificaciones de las NMX C-1 o NMX C-2 y debe dosificarse en peso.

#### **3.8.2.Agregados.**

Los agregados deben cumplir con los requisitos que se fijan en la NMX C-111 y al igual que el cemento deben dosificarse en peso.

#### **3.8.3.Agua.**

El agua de mezclado debe cumplir con lo indicado en la NMX C-122. El agua agregada debe medirse por masa o volumen.

#### **3.8.4.Aditivos.**

Cuando se emplean aditivos, estos deben cumplir con las normas NMX C-146, NMX C-200 y NMX C-255. Las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo deben dosificarse en masa, los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar por masa o por volumen.

### **3.9.Dosificación.**

La NMX C-155, fija los siguientes requisitos para la dosificación de los materiales que intervienen en la elaboración del concreto:

#### **3.9.1.Cemento.**

Si la cantidad de cemento en una revoltura es igual o mayor que el 30% de la capacidad total de la báscula, la tolerancia es de  $\pm 1\%$  de la masa requerida. Cuando la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad de la báscula, la cantidad de cemento no debe ser menor que la requerida ni mayor de 4%.

#### **3.9.2.Agregados.**

Cuando los agregados se dosifiquen individualmente, la tolerancia es de  $\pm 2\%$  de la masa requerida. Cuando se dosifiquen en forma acumulada y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la báscula, la tolerancia es de  $\pm 1\%$  de la masa requerida; si la masa es menor del 30% la tolerancia es de  $\pm 0.3\%$  de la capacidad de la báscula o de 3% de la masa acumulada requerida, aceptando el valor menor.

### **3.9.3. Agua.**

La tolerancia a la medición del agua es de  $\pm 1\%$ .

### **3.9.4. Aditivos.**

Los aditivos deben medirse con una tolerancia de  $\pm 3\%$ .

## **3.10. Mezclado.**

El tiempo de mezclado en el concreto debe ser medido desde el momento en que están todos los materiales en el interior de la mezcladora incluyendo el agua.

### **3.10.1 Concreto mezclado en planta.**

Cuando no se hacen pruebas de uniformidad de mezclado, para revolvedoras que tengan una capacidad de 1 metro cúbico o menos y que el concreto tenga un revenimiento mayor a 5 cm, el tiempo de mezclado mínimo será de un minuto. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo indicado anteriormente, se debe aumentar en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional. Con concretos de revenimiento inferior a 5 cm, se deben efectuar pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado.

### **3.10.2. Concreto mezclado parcialmente en la planta.**

En este caso la operación de mezclado se inicia en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión mezclador. El tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes y cargar el camión mezclador, en éste se debe concluir el mezclado a la velocidad de mezclado (10 a 12 R.P.M.) hasta que el concreto cumpla con los requisitos de uniformidad. Si se requieren revoluciones adicionales, previo a la descarga, éstas deben efectuarse a la velocidad de agitación (normalmente de 2 a 6 R.P.M.)

### **3.10.3. Concreto mezclado en camión.**

En este caso se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada en la placa metálica del camión (10 a 12 R.P.M.); si se requieren revoluciones adicionales éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada.

**TABLA 2**

Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto.

PRUEBA	Diferencia máxima permisible entre resultados de prueba con mezclas obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*)
1. Masa volumétrica determinada según la NMX C-162 en kg/cm <sup>3</sup> .	1.5
2. Contenido de aire en % del volumen del concreto determinado según la NMX C-157 para concretos con aire incluido.	1
3. Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 6 cm.	1.5
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 6 y 12 cm.	2.5
Si el revenimiento promedio es superior a los 12 cm.	3.5
4. Contenido del agregado grueso retenido en la Criba G 4.75 expresado en % de la masa de la muestra.	6
5. Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra, expresado en % (**), determinado de acuerdo a la NMX C-83.	10

(\*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: del 10 al 15%; final: del 85 al 90% del volumen).

(\*\*) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada antes de obtener los resultados de la prueba de resistencia.

### 3.11. Muestreo

El muestreo debe efectuarse de acuerdo a lo siguiente:

#### FRECUENCIA DE MUESTREO

Número de Entregas (Unidad Mezcladora)	Número de Muestras Recomendado	Mínimo Obligatorio
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
50 en adelante	9	5

Las pruebas de contenido de aire, si el concreto es con aire incluido, deben hacerse por lo menos en aquellas entregas para pruebas de resistencia a compresión.

Para la prueba de resistencia a la compresión, deben hacerse de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la NMX C-161, como mínimo 2 especímenes para probar a la edad especificada.

### 3.12. Uniformidad.

El concreto debe cumplir con los requisitos de uniformidad que se presentan en la Tabla 2.

### 3.13. Transporte, entrega.

La descarga total del concreto se debe hacer de la hora y media posterior a la introducción del agua de mezclado.

## 4. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

En las normas Técnicas Complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto publicadas el 26 de Noviembre de 1987 en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, se fijan los siguientes requisitos para la calidad del concreto y sus componentes.

### 4.1 Agregados.

Los materiales pétreos, grava y arena deben cumplir con los requisitos de la NMX C-111 con las modificaciones y adiciones que se indican a continuación:

PROPIEDAD	CONCRETO Clase 1	CONCRETO Clase 2
Coefficiente volumétrico de la grava, min.	0.20	--
Material más fino que la malla No. 200, en la arena, porcentaje max. en peso.	15	15
Contracción lineal de los finos de los agregados ( arena + grava ) que pasan la malla No. 40, a partir del límite líquido, porcentaje max.	2	3

#### 4.2. Control del concreto fresco.

##### 4.2.1. Revenimiento.

Al concreto fresco se le harán pruebas de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se harán con la frecuencia que se indica a continuación:

PRUEBA	FRECUENCIA	
	PREMEZCLADO	HECHO EN OBRA
Revenimiento del concreto, muestreado en obra.	Una vez por cada entrega	Una vez por cada 5 revolturas.
Peso volumétrico del concreto fresco, muestreado en obra.	Una vez por cada día de colado pero no menos de una por cada 20 metros cúbicos.	Una vez por cada día de colado.

El revenimiento debe ser el mínimo requerido para que el concreto fluya a través del acero de refuerzo y pueda ser bombeado en su caso.

Los concretos que se compactan por medio de vibración tendrán un revenimiento nominal de 10 cm. Los

concretos que se compactan por cualquier otro medio diferente al vibrado o se coloquen por medio de bombas tendrán un revenimiento nominal máximo de 12 cms.

Para facilitar la colocación del concreto, se admite el uso de aditivo

superfluidificante. La aceptación del concreto en cuanto al revenimiento se hará previamente a la incorporación del aditivo.

Para el revenimiento se tienen las siguientes tolerancias:

REVENIMIENTO (cm)	TOLERANCIA (cm)
Menor de 5	±1.5
5 a 10	±2.5
Mayor de 10	±3.5

#### 4.2.2. Peso volumétrico.

El peso volumétrico del concreto fresco clase 1 será superior a  $2200 \text{ kg/m}^3$  el clase 2 estará comprendido entre  $1900$  y  $2200 \text{ kg/m}^3$ .

#### 4.3. Control del concreto endurecido.

La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las **NMX C-159** y **NMX C-83**, en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP).

Para verificar la resistencia a compresión se tomará como mínimo una muestra por día de colado, pero al menos una por cada  $40 \text{ m}^3$  de concreto. De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros a la edad de proyecto.

#### 4.3.1. Requisitos de resistencia.

##### a) Concreto clase 1.

Se acepta que el concreto cumple con la resistencia especificada ( $f'c$ ) si ninguna pareja de cilindros da una resistencia promedio inferior a  $f'c-35 \text{ kg/cm}^2$  y además si los promedios de resistencia de tres ensayos consecutivos no son menores de  $f'c$ .

##### b) Concreto clase 2.

Se acepta que el concreto cumple con la resistencia especificada si ninguna pareja de cilindros da una resistencia promedio inferior a  $f'c-50 \text{ kg/cm}^2$  y además si ningún promedio de tres ensayos consecutivos es menor de  $f'c-17 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.3.2. Verificación del concreto en la estructura.

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, se permitirá extraer corazones (**NMX C-169**) en la zona representada por los cilindros que no cumplieron; de cada zona se deberán extraer 3 corazones, los cuales deberán ensayarse con la humedad representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio.

El concreto representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que  $0.8 f'c$  y si la resistencia de ningún corazón es menor que  $0.7 f'c$ . En el caso de que los

corazones representen resistencias erráticas, se permite la extracción de nuevos corazones.

#### 4.4.Otros requisitos.

Previo al inicio del suministro de concreto y cuando haya sospechas de cambio en las características de los materiales componentes, o haya cambio en las fuentes de suministro de ellos, se verificará que el concreto cumpla con los siguientes requisitos:

	CONCRETO CLASE 1	CONCRETO CLASE 2
Módulo de elasticidad a 28 días de edad, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	$14000\sqrt{f_c}$	$8000\sqrt{f_c}$
Contracción por secado después de 28 días de curado húmedo y 28 días de secado estándar, máx.	0.0005	0.0008
Coefficiente de deformación diferida después de 28 días de curado y de 28 días de carga en condiciones de secado estándar, al 40 por ciento de su resistencia, máx.	1	1.5

A juicio del corresponsable en seguridad estructural o del director de la obra, en lugar de esta verificación podrá admitirse la garantía escrita del fabricante del concreto de que éste material cumple con los requisitos antes mencionados.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**FABRICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## FABRICACION DE MEZCLAS DE CONCRETO

DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES DE LAS OBRAS DE CONCRETO, SIN DUDA ALGUNA ES SU DOSIFICACION YA QUE EN ELLA INTERVIENEN UNA SERIE DE VARIABLES QUE DEBEN SER CONTROLADAS DE ACUERDO A UNA NORMA DE CALIDAD. COMO ESTO NOS RESULTA MUY DIFICIL Y NO SIEMPRE SE CUMPLE EN LA OBRA . . . .

DEBEMOS GARANTIZAR QUE DE CUALQUIER FORMA NUESTROS CONCRETOS CUMPLAN CON LA RESISTENCIA PARA LA QUE FUE DISEÑADA.

PARA ESTO ES NECESARIO APOYARNOS DE LA ESTADISTICA QUE NOS PERMITIRA TRABAJAR DENTRO DEL CONTROL DE CALIDAD REQUERIDO Y UN RANGO DE COSTO ECONOMICO EN SU DOSIFICACION.

EJEMPLO:

SE DESEA FABRICAR UN CONCRETO EL CUAL DEBE DE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA  $F'c=250$  Kg/cm<sup>2</sup>, Y SE UTILIZARA EN UNA CIMENTACION QUE NO ESTARA SUJETA A INTEMPERISMO SEVERO, SE REQUIERE HACER LOS AJUSTES POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS CON UN TAMAÑO MAXIMO DEL MISMO DE 19 MM.

	PESO VOL. [Kg/M <sup>3</sup> ]	PESO ESPECIFICO.	HUMEDAD TOTAL [%]	ABSOR- CION	MODULO FINURA
CEMENTO	—	3.10	—	—	—
GRAVA	1,600	2.34	1.5	0.5	—
ARENA	1,590	2.40	3.80	1.50	2.90



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**SEGURIDAD EN LAS OBRAS**

**ING. SERGIO ZERECERO GALICIA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL  
(D.O.F. 2/AGOSTO/93)**

**SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS OBRAS**

**Artículo 250.-** Durante la ejecución de cualquier edificación, el Director Responsable de Obra o el propietario de la misma, si ésta no requiere Director Responsable de Obra, tomarán las precauciones, adoptarán las medidas técnicas y realizarán los trabajos necesarios para proteger la vida y la integridad física de los trabajadores y la de terceros, para lo cual deberán cumplir con lo establecido en este Capítulo y con los Reglamentos Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo.

**Artículo 251.-** Durante las diferentes etapas de edificación de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado. Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí, como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas. El equipo de extinción de fuego deberá ubicarse en lugares de fácil acceso y en las zonas donde se ejecuten soldaduras u otras operaciones que puedan originar incendios y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Los extintores de fuego deberán cumplir con lo indicado en este Reglamento y en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para la Prevención de Incendios.

Los aparatos y equipos que se utilicen en la edificación, que produzcan humo o gas proveniente de la combustión, deberán ser colocados de manera que se evite el peligro de incendio o de intoxicación.

**Artículo 252.-** Deberán usarse redes de seguridad donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores de las obras, cuando no puedan usarse cinturones de seguridad, líneas de amarre y andamios.

**Artículo 253.-** Los trabajadores deberán usar los equipos de protección personal en los casos que se requiera, de conformidad con el Reglamento General de Seguridad e Higiene.

**Artículo 254.-** En las obras de construcción, deberán proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada veinticinco trabajadores o fracción excedente de quince; y mantenerse permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

## **SEGUROIDAD**

Debido a la naturaleza de los trabajos que se llevan a cabo en Obras de Ingeniería Civil, existe la posibilidad de cualquier contingencia, por lo tanto, se deben de mantener estrictas medidas de seguridad durante todo el proceso constructivo.

Es necesario elaborar programas internos de respuesta inmediata y ordenada, para lo cual se deberá capacitar a los responsables y personal involucrado en cada una de las funciones específicas que tendrán que desempeñar en caso de emergencia.

## **EQUIPOS DE PROTECCION PARA TRABAJADORES**

Se contará con todos los equipos necesarios y adecuados de acuerdo a la actividad a desarrollar:

- Cascos de seguridad
- Guantes
- Zapatos especiales
- Protección contra el ruido
- Protección a los ojos
- Cinturones de seguridad
- Protección a los equipos manuales
- Radios de comunicación
- Arnesees de seguridad
- Líneas de vida
- Redes de seguridad
- Andamios
- Ropa especial

## **PROTECCIONES A LA VIA PUBLICA**

Se instalarán todas las protecciones necesarias a la vía pública, logrando con ella la máxima seguridad requerida:

- Andamios y tapias en las banquetas.
- Zonas peatonales en todas las calles y avenidas cercanas al predio.
- Personal adecuado (bandereros) en las zonas peatonales, acondicionados con radios de comunicación.
- Señalamientos para dar fluidez a la circulación.
- Circulares y comunicados que serán emitidos en forma periódica para darlos a conocer a la comunidad.
- Redes de protección de la obra evitando la caída de materiales o proyectiles hacia las calles o avenidas.

## **SERVICIOS DE EMERGENCIA**

### **CERCANOS A LA OBRA**

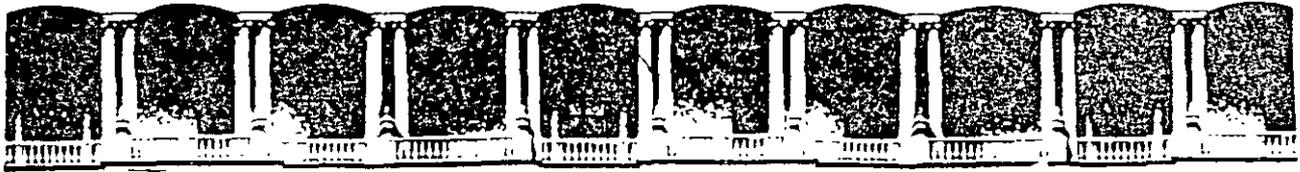
#### **TIPO DE SERVICIO**

- Cruz Roja
- Bomberos
- Policía
- Fugas de Gas
- Unidad de Rescate
- Ministerio Público
- I.M.S.S.
- Hospital General, S.S.A.
- Rutas de Emergencia

## **ASEO VIAL**

Se contará con brigadas permanentes de personal que harán el aseo en las calles adyacentes, recogiendo cualquier material o desperdicio proveniente de la obra.

También se contará con equipo de limpieza para las llantas de los camiones en la salida de la obra.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**

**ING. SERGIO ZERECERO GALICIA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## FUNDAMENTOS SOBRE EL CONCRETO

- El concreto es una mezcla de dos componentes agregados y pasta.
- Pasta: Cemento portland y agua.
- Agregados: Finos.- Que consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partículas hasta 10 mm.  
Gruesos.- Son partículas que se retienen en la malla No. 16 y varían hasta 152 mm.

La pasta constituye del 25 a 40% del volumen total del concreto.

El volumen absoluto del cemento esta entre el 7% y 15%.

El volumen del agua esta entre el 14% y 21%.

El contenido del aire en concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto.

Los agregados constituyen entre el 60% al 75% del volumen total del concreto, y 70% al 85% en peso.

El contenido de agregado fino, varia de 35% a 45% en peso o en volumen sobre el contenido total de agregados.

## SUPERVISION

**La supervisión competente se anticipará a la necesidad de procedimientos como:**

- 1) Rociado de las cimbras.
- 2) Rociado de la sub-base.
- 3) La necesidad de hielo, como parte del agua de mezclado.
- 4) El suministro de sombras.
- 5) Protectores contra el viento.
- 6) Rociado del tipo de neblina.
- 7) Minimizar los retrasos durante la colocación y el curado del concreto.

**Los supervisores deben verificar lo siguiente:**

- 1) Temperatura del aire.
- 2) Condiciones ambientales.
- 3) Velocidad del viento.
- 4) Humedad relativa a intervalos frecuentes.
- 5) Pérdida del revenimiento.
- 6) Agua añadida a la hora de llegada.
- 7) Tiempo de mezclado.

**Los registros deben incluir:**

- 1) Verificación de las temperaturas del concreto.
- 2) Comportamiento y apariencia del concreto.
- 3) Hora de entrega y hora de colado en las cimbras.
- 4) Protección del concreto.
- 5) Tipo de tiempo de curado.

En los registros permanentes del proyecto debe incluirse una copia de todas estas observaciones.

**Control, manejo y almacenamiento de materiales.**

Agregados.  
Agregado grueso.  
Tamaños.

Los agregados finos y gruesos deben ser de buena calidad uniformes en granulometría y contenido de humedad.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y la dosificación de estas fracciones por separado.

El control eficaz de segregación se logra cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de 4, para agregados menor de 25.4 mm (1") de diámetro y de 2 para los tamaños mayores.

## **AGREGADO FINO (ARENA)**

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la granulometría, manteniendo uniformes las fracciones más finas y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

Las variaciones en granulometría durante la producción de concreto deben ser reducidas al mínimo de tal forma que el módulo de finura del agregado fino se mantenga entre el valor de diseño  $\pm 0.20$ .

Las cantidades excesivas de finos menores que la malla No. 200, aumentan los requerimientos de agua de mezclado, la velocidad de pérdida por revenimiento, la contracción por secado y reducen la resistencia.

## **ALMACENAMIENTO**

El uso de métodos incorrectos acentúan problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la granulometría.

Sobre los montones no deben operarse; camiones, bulldozers, u otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos.

## **CONTROL DE HUMEDAD**

El agua libre es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento).

En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de almacenamiento o en las bandas transportadoras, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento.

Un contenido de humedad libre hasta del 6% es adecuado, y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino.

## **ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO**

Todo cemento debe almacenarse en estructuras protegidas contra la intemperie, deberán estar ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

El interior de un silo de cemento debe ser:

- 1) Liso.
- 2) Inclinación mínima de 50 grados respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular.
- 3) Un silo rectangular deberá tener de 55 a 60 grados de inclinación.

Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia, por lo menos una vez por mes, para evitar la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas para permitir la apropiada circulación de aire.

Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento.

Para períodos mayores serán como máximo 7 sacos.

### **ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PUZOLANICOS**

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

### **ADITIVOS**

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación.

Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse.

Los tambores o tanques deben estar provistos de equipo de agitación o mezclado, para mantener los sólidos en suspensión.

### **AGUA DE MEZCLADO TOTAL**

Se deberá tener un control de las fuentes de agua adicionales, como: agua para lavado de la mezcladora.

### **CARGA DE LA MEZCLADORA**

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.

El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando, y termine de introducirse dentro de un 25% inicial del tiempo de mezclado.

Los aditivos deben cargarse en la mezcladora en el mismo punto de la secuencia del mezclado, mezcla tras mezcla.

Los aditivos líquidos deben cargarse en el agua.

Los aditivos en polvo deben vertirse dentro de la mezcladora con otros ingredientes secos.

Cuando se emplean más de un aditivo, cada uno debe dosificarse por separado, y no deben premezclarse antes de entrar en la mezcladora.

## **TRANSPORTE DEL CONCRETO**

### **Consideraciones Generales.**

El Concreto puede transportarse por:

- a) Camión – revolvedor.
- b) Camión de caja fija, con o sin agitadores.
- c) Cucharones transportados por camión o ferrocarril..
- d) Mangueras.
- e) Bandas transportadoras.

## **COLOCACION DE CONCRETO**

### **Consideraciones Generales.**

La colocación del concreto se puede efectuar con:

- a) Recipientes (varios).
- b) Tolvas.
- c) Carritos propulsados de mano o motor.
- d) Conductos o tubos de caída.
- e) Bandas transportadoras.
- f) Aire comprimido.
- g) Bombeo.
- h) Tubo – embudo.
- i) Equipo para pavimentar.

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, es que debe conservar la calidad del concreto en lo referente a:

- a) Relación agua/cemento
- b) Revenimiento
- c) Contenido de aire
- d) Homogeneidad

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías mientras se coloca.

El concreto debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm (2 pies) de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa subyacente todavía responda a la vibración y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir la unión entre sí, mediante una vibración apropiada.

En superficies inclinadas, el concreto debe colocarse primero en la porción más baja de la pendiente, continuando hacia arriba, y así aumentar la natural consolidación del concreto.

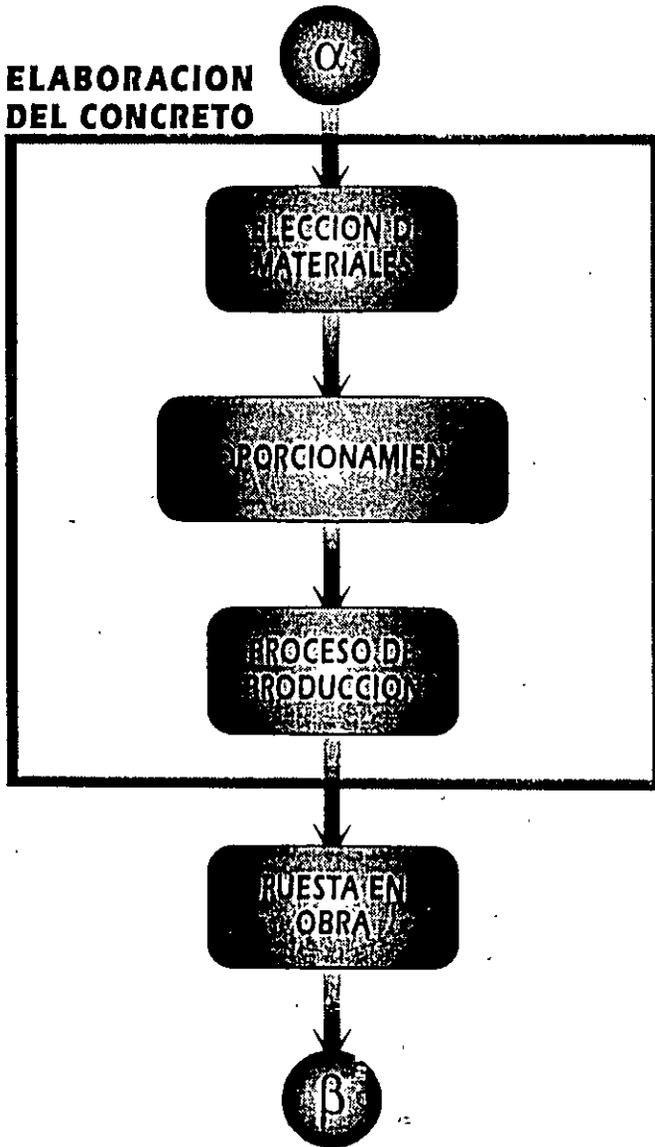
Debe evitarse la descarga a alta velocidad, dado que origina la segregación del concreto.

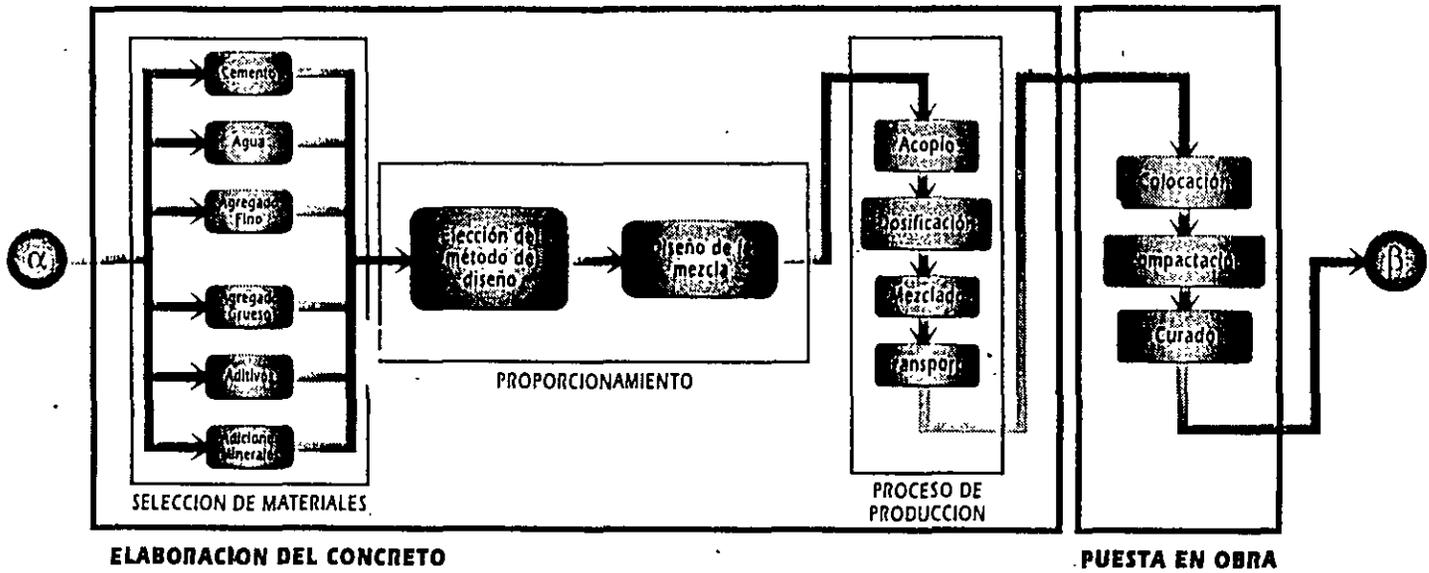
El acero de refuerzo debe estar limpio, en posición correcta y bien sostenido y asegurado antes de empezar la colocación del concreto.

Si se desea colocar concreto de manera monolítica en una viga peraltada, muro o columna con una losa o voladizo encima, debe programarse una demora que permita el asentamiento del concreto inferior antes de colocar el concreto de la losa o voladizo.

El método escalonado de colocación debe emplearse en estructuras masivas donde se abarcan grandes áreas, para impedir la formación de juntas frías.

**ELABORACION  
DEL CONCRETO**





En cuanto a la elaboración del concreto, la manera de garantizar su control de calidad se lleva a cabo con el cumplimiento de los siguientes puntos;

- Organización general del personal de producción y operación.
- Secuencia en la producción y suministro de los materiales constituyentes.
- Control interno que abarque verificaciones, pruebas, análisis de resultados de pruebas, métodos de registro, de observación y los procesos referentes a discrepancias y desviaciones.
- Uso de cartas estadísticas de control para clasificar requisitos especificados de niveles de calidad en las variables principales tanto medibles como no medibles.
- Clasificación de defectos como una medida de las variables no definidas.

Una vez conocido el proceso de control es preciso mencionar los aspectos fundamentales que no se deberán perder de vista en la elaboración de concretos de alta resistencia;

- a) Control estricto de la calidad de los materiales
- b) Selección de agregados con gran resistencia
- c) Atención especial a la invariabilidad de la relación agua - materiales cementantes
- d) Dosificación precisa de los materiales constituyentes
- e) Determinación periódica de la granulometría y humedad de los agregados
- f) Atención especial y constante a básculas y/o elementos de medición en relación a su calibración para evitar errores de cuantificación
- g) Ejecución y supervisión de curado del concreto
- h) Interpretación adecuada de todas las normas y especificaciones concernientes a los procesos de elaboración.
- i) Un laboratorio a pie de planta

mente y sin perder de vista el control de calidad en las etapas de planeación, diseño, construcción y mantenimiento, en la medida en que se complete el sistema total de control habremos alcanzado el objetivo principal de satisfacer las necesidades del usuario de una manera confiable.

## ESTRUCTURAS DE CONCRETO

### ANALISIS DE INSUMOS

#### INTRODUCCION.

EN LA FABRICACION DEL CONCRETO INTERVIENEN LOS INSUMOS BASICOS SIGUIENTES:

- A) MANO DE OBRA
- B) MATERIALES; CEMENTO, AGUA ARENA, GRAVA Y ADITIVOS.
- C) EQUIPO Y HERRAMIENTA

EXISTEN BASICAMENTE DOS FORMAS DE PROCESAR O FABRICAR CONCRETO, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES:

- 1) A MANO
- 2) MECANIZADA

EXISTE UNA GRAN DIFERENCIA ENTRE ESTAS DOS FORMAS DE ELABORACION DE CONCRETO, SIENDO ESTA LA MAS IMPORTANTE " COSTO-CALIDAD".

LA FABRICACION DEL CONCRETO CONSISTE BASICAMENTE EN DOSIFICAR Y MEZCLAR LOS MATERIALES, EN OPERACIONES QUE SE PUEDEN REALIZAR CONJUNTAMENTE O POR SEPARADO.

#### DOSIFICACION

LA DOSIFICACION DEL CONCRETO CONSISTE EN MEDIR LOS MATERIALES POR EL METODO DE:

- 1) VOLUMEN ABSOLUTO
- 2) PESO

CUANDO SE REQUIEREN CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA, ES RECOMENDABLE QUE LA DOSIFICACION SE CALCULE POR EL METODO DE " PESO ", Y EN CASOS SECUNDARIOS, SE PUEDE UTILIZAR EL METODO DE " VOLUMEN ABSOLUTO ".

## CARACTERISTICAS EN LA ELABORACION DEL CONCRETO EN FORMA MECANIZADA

---

EN LA FABRICACION MECANIZADA, HAY UN MAYOR CONTROL SOBRE LOS MATERIALES Y PRINCIPALMENTE NO SE TIENEN PROBLEMAS CON EL FACTOR HUMANO, ES DECIR, HAY UN NUMERO REDUCIDO DE TRABAJADORES QUE INTERVIENEN EN LA DOSIFICACION Y MEZCLADO DEL CONCRETO, TENIENDOSE UNA REDUCCION SUSTANCIAL EN LOS COSTOS POR ESTAS ACTIVIDADES, YA QUE TODO SE HACE POR MEDIOS MECANICOS, UTILIZANDO EL PROCESO DE "PESO", SIENDO ESTE EL MAS EXACTO ACTUALMENTE.

### MEZCLADO

---

PARA EL MEZCLADO DE TODOS LOS MATERIALES QUE SE CALCULARON YA SEA POR EL METODO DE "PESO" O "VOLUMEN ABSOLUTO", SE PROCEDE AL MEZCLADO DE ESTOS, PARA LO CUAL SE EMPLEAN DIVERSOS EQUIPOS LLAMADOS COMUNTE REVOLVEDORAS, QUE ESTAN CONSTITUIDAS BASICAMENTE POR UN TAMBOR CIRCULAR METALICO, Y EN SU INTERIOR LLEVA UNAS ASPAS FIJAS, QUE SIRVEN PARA REVOLVER LOS MATERIALES, ESTO CON EL FIN DE BUSCAR SIEMPRE UNA PASTA HOMOGENEA PARA TRANSPORTARLO Y COLOCARLO CON CIERTA FORMA FACIL.

ESTAS REVOLVEDORAS SE DIVIDEN BASICAMENTE EN TRES GRUPOS, SIENDO A SABER:

- 1) REVOLVEDORAS DE CONSTRUCCION
- 2) REVOLVEDORAS MONTADAS SOBRE CAMION
- 3) REVOLVEDORAS PAVIMENTADORAS

### EQUIPO DE TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO

---

PARA UN BUEN MANEJO DEL CONCRETO, ES NECESARIO CONTAR CON UNA DOSIFICACION OPTIMA DE LOS MATERIALES PETREOS, PARA ESTO, PUEDEN SER TRANSPORTADOS POR BANDAS, CANJILONES, CUCHARONES DE ALMEJA Y TOLVAS DE DESCARGA BAJA, DEPOSITANDOS EN SILOS PARA SU ALAMCENAMIENTO TEMPORAL O BIEN, EN TOLVAS TRANSITORIAS DE LAS CUALES ALIMENTARAN A LOS EQUIPOS DOSIFICADORES PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO.

### EQUIPO PARA TRANSPORTE DE CONCRETO

---

LA SELECCION DEL EQUIPO PARA EL TRANSPORTE DEL CONCRETO, DESDE EL LUGAR DE LA ELABORACION HASTA EL PUNTO DE VACIADO, DEPENDERA EN FORMA GENERAL DE LOS DOS ASPECTOS SIGUIENTES:

- 1) EL VOLUMEN DEL CONCRETO Y EL LUGAR DE COLOCACION, DISTANCIAS DE ACARREO ( TIEMPOS DE LOS CICLOS ).
- 2) LOS METODOS DE MEZCLADO Y VACIADO EN LAS CIMBRAS YA SEAN DE MADE- RA, METALICAS, ALUMINIO, ETC.

PARA TRANSPORTAR EL CONCRETO, SE PUEDE UTILIZAR CUALQUIERA DE LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS:

- 1) EN CARRETILLAS, CON UNA O DOS RUEDAS NEUMATICAS
- 2) CARRO MOTRIZ DE DOS EJES, Y DE 3 A 6 NEUMATICOS
- 3) CARROS VACIADORES SOBRE UN MONORIEL (TROLE)
- 4) CANJILON O BOTE ELEVADO POR MALACATE, (ACARREO VERTICAL)
- 5) RECIPIENTES MOVIDOS POR TORRE-GRUA, (ACARREO VERTICAL Y HORIZONTAL)
- 6) BANDAS TRANSPORTADORAS
- 7) BOMBAS PARA CONCRETO CON TUBERIA RIGIDA O FLEXIBLE
- 8) CAMIONES PARA MEZCLADO EN TRANSITO O CAMIONES VOLCADORES DE CONCRETO
- 9) CARROS DE FERROCARRIL DE VIA ANGOSTA PARA CARGAR BOTES O RECIPIENTES
- 10) CABLEVIA QUE MUEVE RECIPIENTES SOBRE SUS CABLES DE ELEVACION

SELECCION DEL METODO DE FABRICACION, TRANSPORTE Y COLOCACION CON CRITERIO DE COSTO MINIMO

LA SELECCION MAS OPTIMA PARA LA TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO SE BASA FUNDAMENTALMENTE EN LOS SIGUIENTES TRES CRITERIOS:

A) MAXIMA ECONOMIA DE LOS TRABAJOS

---

ESTO SE LOGRA ELIGIENDO DE ENTRE LAS DIVERSAS OPCIONES POSIBLES O PROBABLES, EL CONJUNTO DE EQUIPO QUE MAS SE ADAPTE A LAS CONDICIONES Y NECESIDADES DE LA OBRA, REDUCIENDO AL MINIMO LOS CICLOS Y TIEMPOS Y ELIMINANDO LAS POSIBLES LIMITACIONES IMPUESTAS AL EQUIPO DE FABRICACION POR DESBALANCEO ENTRE ESTE Y EL DE TRANSPORTE Y COLOCACION.

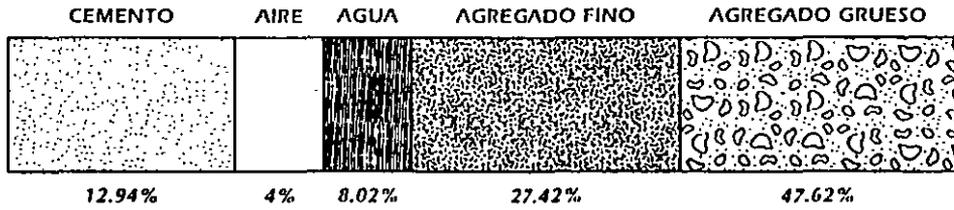
B) IMPEDIR QUE SE PRESENTE LA SEGREGACION DEL CONCRETO

---

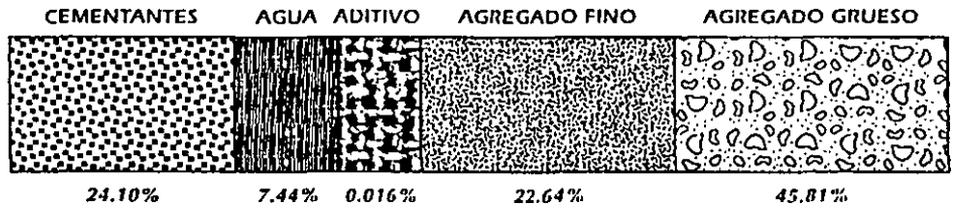
ESTO SE PUEDE EVITAR EMPLEANDO METODOS ADECUADOS, YA QUE EN GENERAL TODO EL EQUIPO MECANIZADO DE TRANSPORTACION DE CONCRETO HA SIDO DISEÑADO POR SUS FABRICANTES TENIENDO EN CUENTA ESTA CONDICION, POR LO REGULAR, SON LOS MALOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y UNA ESCASA SUPERVISION LOS QUE ORIGINAN SEGREGACIONES EN EL CONCRETO, REPERCUTIENDO DIRECTAMENTE EN UN SOBRE COSTO DE LA PROPUESTA ORIGINAL.

CONCRETOS ESPECIALES FABRICADOS CON CEMENTO PORTLAND		
Concreto con aire incluido Concreto celular Concreto colado centrifugamente Concreto coloidal Concreto consolidado por apisonamiento energético Concreto modificado con epóxicos Ferrocemento Concreto reforzado con fibras Concreto fluido Concreto con ceniza volante Concreto con granulometría discontinua	Concreto de gran peso Concreto de alta resistencia a edad temprana Concreto de alta resistencia Concreto de alta deformación Concreto pre-empacado Concreto modificado con látex Concreto de baja densidad Concreto masivo Concreto ligero de resistencia moderada Concreto modificado con polímeros Concreto con agregado precolado	Concreto preforzado Concreto compactado con rodillos Concreto para blindaje Concreto lanzado Concreto compensador de contracción Concreto con humo de sílice Suelo-cemento Concreto ligero estructural Concreto superplastificado Concreto tratado al vacío Concreto de revenimiento nulo
CONCRETOS ESPECIALES QUE NO UTILIZAN CEMENTO PORTLAND		
Concreto acrílico Concreto asfáltico Concreto epóxico	Concreto de látex Concreto de fosfato de magnesio Concreto de metacrilato de metilo (MMA)	Concreto de polímeros Concreto de silicato de sodio Concreto de azufre

EDIFICIO	UBICACION	AÑO	RESISTENCIA DEL CONCRETO	
			Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
Lake Point Tower	Chicago	1965	52	528
One Shell Plaza	Houston	1968	41	416
Royal Bank Plaza	Toronto	1975	61	620
River Plaza	Chicago	1976	55	560
Helmsley Palace Hotel	Nueva York	1978	62	630
SE Financial Center	Miami	1982	48	487
Petrocanada Building	Calgary	1982	50	507
Chicago Mercantile Exchange	Chicago	1982	62	630
Pacific Park Plaza	Emeryville, CA	1983	45	457
Columbia Center	Seattle	1983	66	670
Interfirst Plaza	Dallas	1983	69	700
900 N. Michigan Annex	Chicago	1986	97	985
Two Union Square	Seattle	1988	115	1,167



**CONCRETO CONVENCIONAL**  
 $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$   
 $Wc = 2,278 \text{ kg/m}^3$



**CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA**  
 $f'c = 805 \text{ kg/cm}^2$   
 $Wc = 2,405 \text{ kg/m}^3$

PROPIEDADES DEL CONCRETO	CARACTERISTICAS DEL AGREGADO	PROPIEDADES DEL CONCRETO	CARACTERISTICAS DEL AGREGADO
DURABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura de poros</li> <li>- Permeabilidad</li> <li>- Resistencia a la tensión</li> <li>- Sensibilidad al agua</li> <li>- Estabilidad de volumen</li> <li>- Estructura de poros</li> <li>- Módulo de elasticidad</li> <li>- Permeabilidad</li> <li>- Sensibilidad al agua</li> <li>- Solubilidad en agua</li> <li>- Dureza</li> <li>- Composición mineralógica</li> <li>- Composición mineralógica</li> </ul>	CARACTERISTICAS TERMICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficiente de dilatación térmica</li> <li>- Densidad</li> <li>- Composición mineralógica</li> </ul>
Resistencia a la congelación y deshielo		Coeficiente de dilatación térmica Conductividad térmica Calor específico	
Permeabilidad		CAMBIOS DE VOLUMEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría</li> <li>- Forma</li> <li>- T. M. A.</li> <li>- Textura</li> <li>- Absorción</li> <li>- Estructura de poros</li> <li>- Composición mineralógica</li> <li>- Módulo de Poisson</li> <li>- Módulo de elasticidad</li> </ul>
Resistencia a la erosión		Contracción por Secado Contracción diferencial	
Reactividad		Contracción por carbonatación	
Resistencia a los ácidos		DENSIDAD	- Densidad
RESISTENCIA MECANICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia mecánica</li> <li>- Textura superficial</li> <li>- Forma</li> <li>- Composición Mineralógica</li> <li>- Granulometría</li> <li>- Absorción</li> <li>- Módulo de elasticidad</li> </ul>	MÓDULO DE ELASTICIDAD	- Módulo de elasticidad
Compresión		ECONOMIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza</li> <li>- Forma</li> <li>- Granulometría</li> </ul>
Tensión y Flexión		Costo	
Cortante y Torsión			
Fatiga			

TIPO DE AGREGADO	RESISTENCIA A COMPRESION ( kg/cm <sup>2</sup> )
SIENITA, GRANITO	1,269 - 2,436
DIORITA, GABRO	1,725 - 3,045
BASALTO	2,537 - 4,060
DIABASA	1,675 - 2,537
SILICE	1,522 - 3,045
OFITA	1,522 - 3,045
CALIZA	508 - 2,030

Tabla 11

TIPO DE AGREGADO	MODULO DE ELASTICIDAD (-kg/cm <sup>2</sup> ) X 1,000
Granitos sanos	406 a 711
Riolitas	711 a 812
Sienitas	609 a 812
Dioritas	406 a 609
Microdioritas	914 a 1,015
Ofitas	914 a 1,015
Basaltos	609 a 792
Cuarcitas	924
Calizas y Dolomitas duras	508 a 711

<b>EQUIPO</b>	<b>TIPO Y RANGO DE TRABAJO PARA EL CUAL EL EQUIPO ES MAS ADECUADO</b>
Bandas transportadoras	Para transportar horizontalmente concreto a un nivel mayor o menor. Normalmente se emplean entre un punto de descarga principal y un punto de descarga secundario.
Bandas transportadoras montadas sobre camiones mezcladores	Para transportar concreto a un nivel inferior, al mismo nivel o a un nivel más elevado.
Cucharones	Empleados junto con grúas, cablevías y helicópteros para la construcción de edificios y de presas. Transportan concreto directamente desde el punto central de descarga hasta la cimbra o a un punto de descarga secundario.
Canalones	Para transportar concreto a niveles inferiores, normalmente a niveles bajo el terreno, en todos los tipos de construcción de concreto.
Canalones de desnivel	Utilizados para colar concreto en cimbras verticales de todo tipo. Algunos canalones son de una pieza, otros se arman con segmentos sueltos conectados entre sí.
Extendedores de tornillo	Usados para extender concreto en áreas planas, como en los pavimentos.
Tubo embudo (Tubo Tremie)	Para colocar concreto bajo el agua.
Bombas	Empleadas para transportar directamente concreto desde el punto central de descarga hasta la cimbra o hasta el punto de descarga secundario.

## Análisis constructivo.

Haciendo un análisis comparativo entre los procesos constructivos de las columnas diseñadas con cada tipo de concreto se desprenden los siguientes puntos;

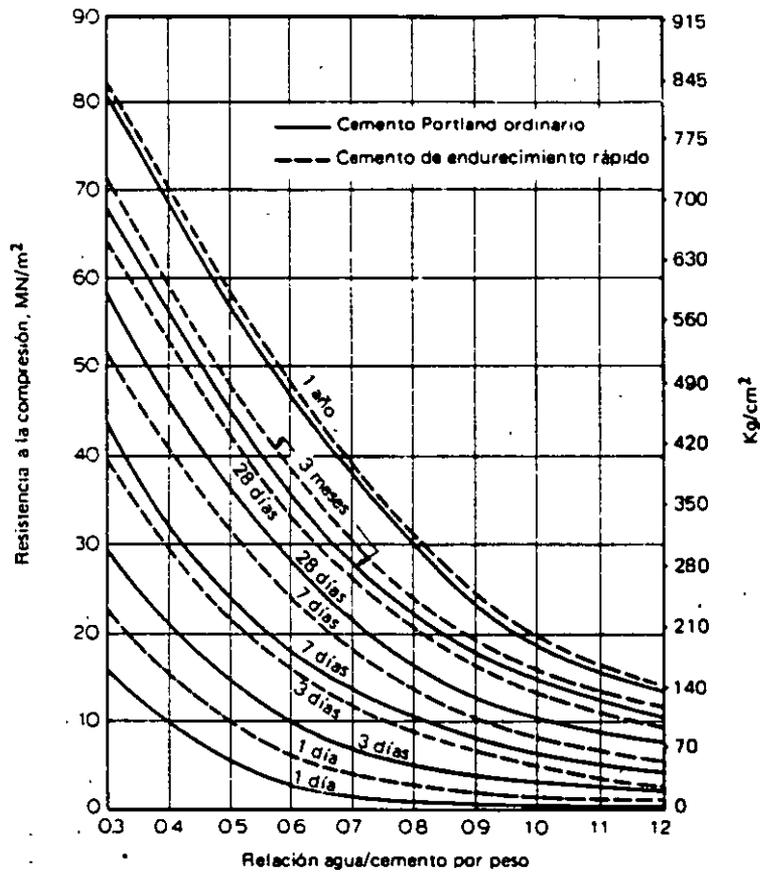
- la reducción de las dimensiones de la sección reducen la cantidad de cimbra por metro cuadrado disminuyendo mano de obra y materiales
- la gran trabajabilidad de los concretos de alta resistencia facilitan la colocación y compactación de los mismos a comparación de los concretos convencionales, las duraciones de éstas actividades se ve reducida
- la alta resistencia temprana proporciona un más rápido descimbrado de la estructura a comparación de las estructuras de concreto convencional
- cuando es necesario bombear el concreto, la gran trabajabilidad de las mezclas de alta resistencia hacen más rápida y eficiente la labor en comparación con las mezclas de concreto convencional
- la labor de curado se vuelve imprescindible para las estructuras de concreto de alta resistencia por lo que los métodos deben ser más efectivos a comparación de las estructuras de concreto convencional
- las características de calidad del concreto de alta resistencia demandan una mano de obra calificada al igual que una supervisión de obras de concreto calificada
- los equipos de transporte y colocación para colar los concretos de alta resistencia no difieren de los que se usarían para colar el concreto convencional, inclusive la colocación del concreto de alta resistencia se podría facilitar por su gran trabajabilidad

## Análisis económico.

Para el análisis económico de las columnas se tomó en cuenta los materiales necesarios para las columnas diseñadas de cuatro metros de altura.

Los costos por metro cúbico de concreto al mes de noviembre de 1997 son los siguientes;

Concreto hecho in-situ $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ Clase I Revenimiento 10 cm Costo \$ 413.40 por metro cúbico	Concreto premezclado $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ Clase I Revenimiento 10 cm Costo \$ 704.00 por metro cúbico	Concreto premezclado $f'c = 800 \text{ kg/cm}^2$ Clase I Revenimiento 23 cm inc. aditivo superfluidizante y adiciones minerales Costo \$ 1,162.00 por metro cúbico
--	--	--



Comparación entre la resistencia a la compresión y la relación agua/cemento para cubos de 100 mm de concreto bien compactado para mezclas de distintas proporciones.<sup>10 3</sup> Los cementos modernos tienden a producir más altas resistencias.

*Cantidad aproximada de agua de mezclado para diferentes revenimientos y tamaños máximos de los agregados.<sup>10.2</sup>*

Revenimiento mm	Cantidad de agua (kg/m <sup>3</sup> de concreto) para agregado de tamaño máximo de:							
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
<b>CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO</b>								
30 a 50	206	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	225	215	200	196	175	170	160	140
150 a 180	240	230	210	206	185	180	170	—
Contenido aproximado de aire atrapado, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCLUIDO</b>								
30 a 50	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	215	205	190	185	170	165	160	—
Contenido total de aire recomendado, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Las cantidades dadas son máximas para un agregado grueso anguloso razonablemente bien formado.

*Nota:* Los valores de revenimiento para concretos que tienen agregado mayor de 40 mm, se basan en la misma prueba, pero eliminando por medio de tamizado húmedo las partículas mayores de 40 mm.

*Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.<sup>10.2</sup>*

Tamaño máximo del agregado		Volumen de agregado grueso compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para módulo de finura de la arena de:			
		2.40	2.60	2.80	3.00
pulg.	mm				
1/4	10	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	20	0.66	0.64	0.62	0.60
1	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	40	0.75	0.73	0.71	0.69
2	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3	70	0.82	0.80	0.78	0.76
6	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Los valores dados producirán una mezcla con una trabajabilidad adecuada para concreto reforzado. Para concreto menos trabajable, tal como el usado en la construcción de pavimentos de concreto, los valores pueden ser incrementados en un 10 por ciento. Para concretos más trabajables, tales como los requeridos para colocarse mediante bombeo, los valores pueden reducirse en un 10 por ciento.

PASO 1: ELECCION DEL REVENIMIENTO

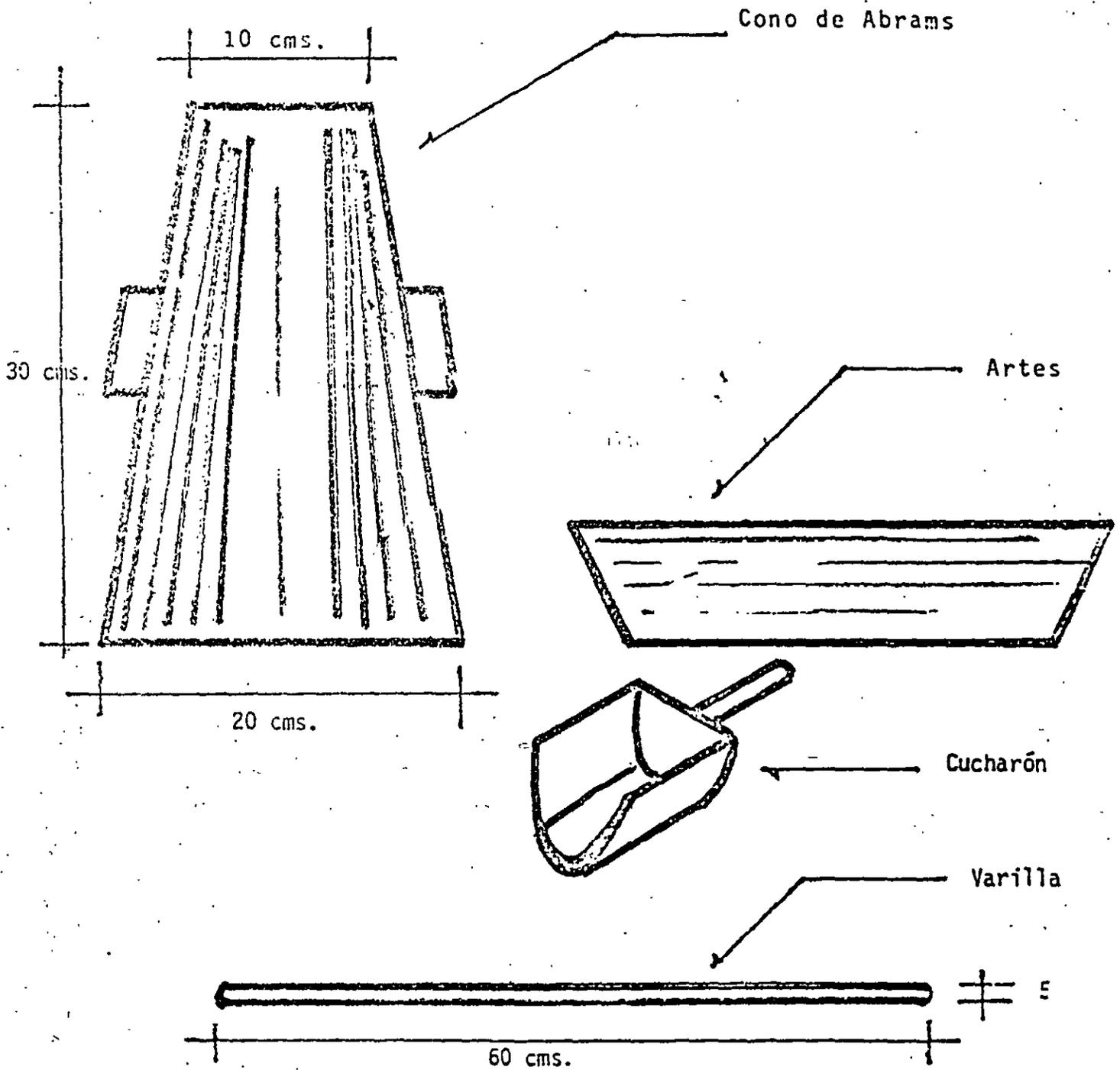
CUANDO NO SE ESPECIFIQUE EL REVENIMIENTO PUEDEN SELECCIONARSE LOS SIGUIENTES VALORES:

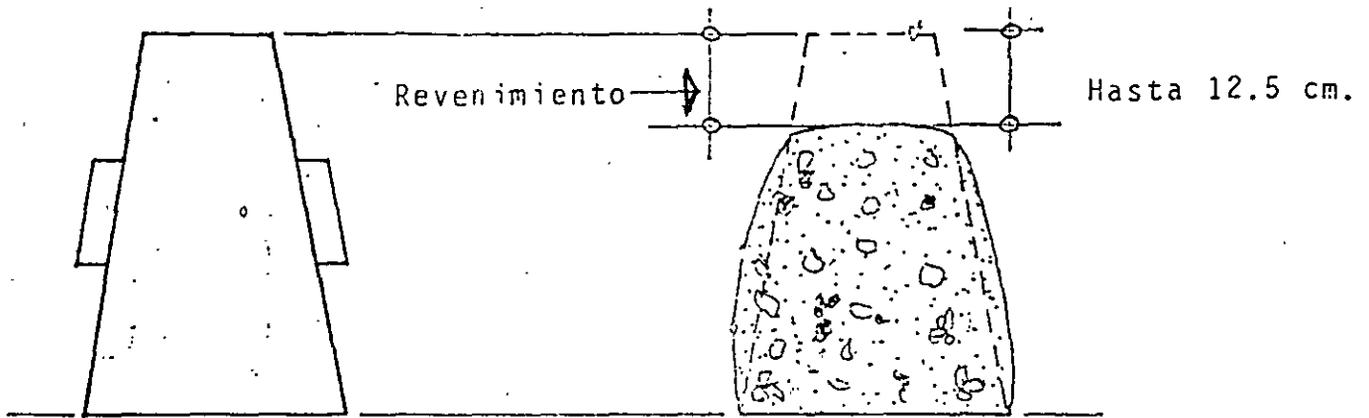
REVENIMIENTOS RECOMENDADOS PARA  
DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCION.

<i>Tipo de construcción</i>	<i>Revenimiento, cm</i>	
	<i>Máximo*</i>	<i>Minimo</i>
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	8	2
Zapatas, campanas y muros de subestructura sencillos	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas para edificios	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

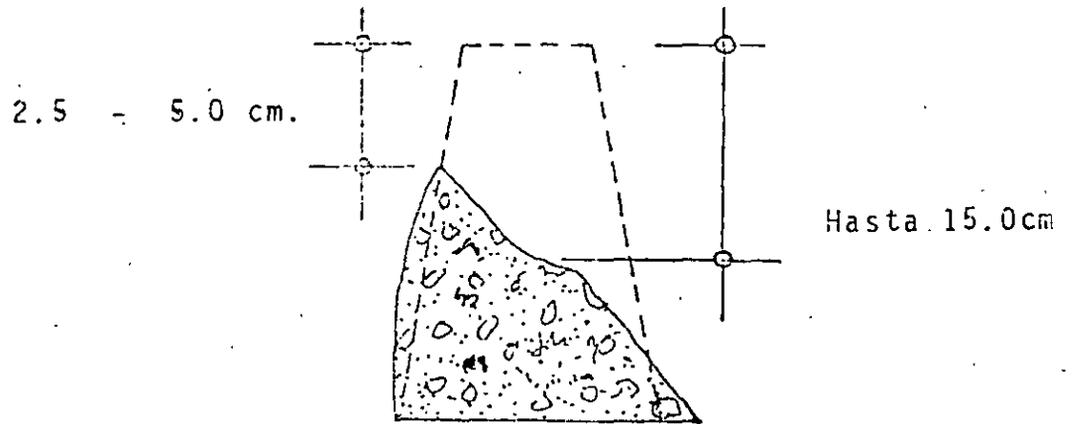
\* Pueden incrementarse en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado.

EQUIPO UTILIZADO PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE REVENIMIENTO  
DEL CONCRETO EN CAMPO

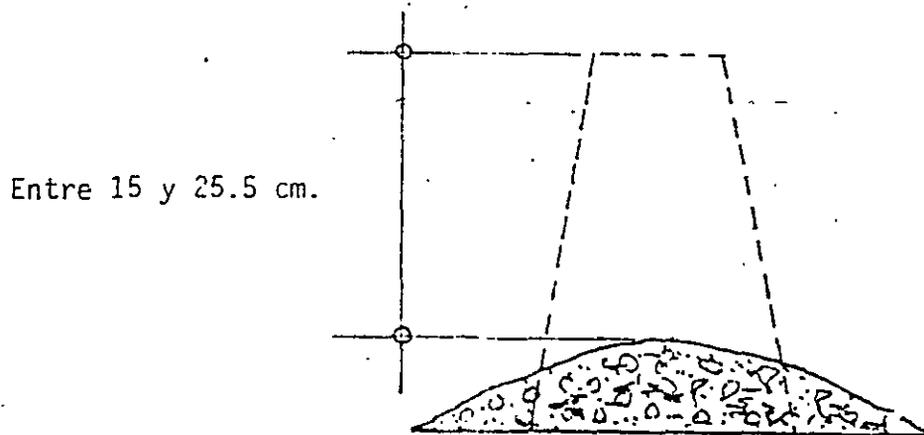




REVENIMIENTO NORMAL



REVENIMIENTO POR CORTE



REVENIMIENTO DESPLOMADO

PASO 2: ELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO DEBERA SER EL MAYOR DISPONIBLE ECONOMICAMENTE Y GUARDAR RELACION CON LA ESTRUCTURA.

- NO DEBE EXCEDER DE  $1/5$  DE LA MENOR DIMENSION DE LOS COSTADOS DE LA CIMBRA.
- NO DEBE SER MAYOR DE  $1/3$  DEL PERALTE DE LAS LOSAS.
- NO DEBE SER MAYOR DE  $3/4$  DEL ESPACIO LIBRE MINIMO ENTRE -- LAS VARILLAS DE REFUERZO INDIVIDUAL, PAQUETES DE VARILLA O TORONES DE PRETENSADO.

EN NUESTRO EJEMPLO SE CUENTA CON UN TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO DE 19 MM.

PASO 3: CALCULO DEL AGUA DE MEZCLA

REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y  
CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENI-  
MIENTOS Y TAMAÑOS MAXIMOS NOMINALES DE  
AGREGADO

<i>Revenimiento, cm</i>								
<i>Agua, Kg/m<sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos nominales de agregado, mm.</i>								
	10*	12.5*	20*	25*	40*	50†*	70†††	150†††
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
de 3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
de 8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
de 15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin inclusión de aire, expresado como un porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
de 3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
de 8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
de 15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	—
Promedio recomendado** del contenido total de aire, porcentaje de acuerdo con el nivel de exposición:								
Exposición ligera	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***††	1.0***††
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***††	3.0***††
Exposición severa †† ††	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***††	4.0***††

¿QUE VALOR SE TOMA?

## CANTIDAD DE AGUA 200 KG/M3

### PASO 4: CALCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

#### CORRESPONDENCIA ENTRE LA RELACION AGUA/CEMENTO Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

Resistencia a la compresión a los 28 días, kg/cm <sup>2</sup> *	Relación agua/cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	—
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

\* Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto que no contiene más del porcentaje de aire que se indica en la tabla 5.3.3. Para una relación agua/cemento constante se reduce la resistencia del concreto conforme se incrementa el contenido de aire.

La resistencia se basa en cilindros de 15 x 30 cm, curados con humedad a los 28 días, a 23± 1.7°C, de acuerdo con la sección 9 (b) de la norma ASTM C31.

La relación supone un tamaño máximo de agregado de 3/4 a 1"; para para un banco dado, la resistencia producida por una relación agua/cemento dada se incrementara conforme se reduce el tamaño máximo de agregado. Consúltense las secciones 3.4 y 5.3.2.

#### RELACION AGUA CEMENTO

$\frac{A}{C} = 0.62$	280	0.57
	250	0.62
	210	0.68

## CANTIDAD DE CEMENTO

$$C = \frac{A}{0.62} = \frac{200}{0.62} = 323 \text{ KG/M}^3$$

## PASO 5: ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

### VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso* varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10 (3/8")	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
20 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
40 (1 1/2")	0.77	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
70 (3")	0.87	0.80	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

Los volúmenes están basados en agregados en condiciones de varillado en seco, como se describe en la norma ASTM C29. Estos volúmenes se han seleccionado a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un grado de trabajabilidad adecuado a la construcción reforzada común. Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos de concreto, pueden incrementarse en un 10% aproximadamente. Para concretos más trabajables, véase la sección 5.3.6.1.

MODULO DE FINURA

2.8	2.9	3.0
0.62	0.61	0.60

$$0.61 \times 1,600 = 976 \text{ Kg/M}^3 \text{ (SECO)}$$

PASO 6: ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

CALCULO TENTATIVO DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO

Tamaño máximo de agregado, mm	Cálculo tentativo del peso del concreto, kg/m <sup>3</sup> *	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10 (3/8")	2 285	2 190
12.5 (1/2")	2 315	2 235
20 (3/4")	2 355	2 280
25 (1")	2 375	2 315
40 (1 1/2")	2 420	2 355
50 (2")	2 445	2 375
70 (3")	2 465	2 400
150 (6")	2 505	2 435

\* Valores calculados por medio de la ecuación 5.1 para concreto de riqueza mediana (330 kg de cemento por m<sup>3</sup>) y revenimiento medio con agregado de peso específico de 2.7. Los requerimientos de agua se basan en valores de la tabla 5.3.3, para revenimiento de 8 a 10 cm. Si se desea, el peso estimado puede afinarse como sigue, cuando se disponga de la información necesaria: por cada 5 kg de diferencia en los valores de agua de mezclado de la tabla 5.3.3 para revenimiento de 8 a 10 cm, corregir el peso por m<sup>3</sup> en 8 kg en dirección contraria; por cada 20 kg de diferencia en contenido de cemento de 330 kg, corregir el peso por m<sup>3</sup> en kg en la misma dirección, por cada 0.1 que el peso específico del agregado se desvie de 2.7, debe corregirse el peso del concreto en 70 kg en la misma dirección.

AGUA 200 Kg/M3

CEMENTO 323 Kg/M3

AGREGADO GRUESO 976 Kg/M3

---

1,499 Kg/M3

2,355 - 1,499 = 856 Kg/M3

PASO 7: AJUSTE POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DE ACUERDO A LOS DATOS DEL LABORATORIO: TENEMOS UNA HUMEDAD TOTAL DEL 1.5% PARA EL AGREGADO GRUESO Y 3.8 % PARA EL AGREGADO FINO.

AGREGADO GRUESO (HUMEDO) = 976 (1.015) = 991 Kg/M3

AGREGADO FINO (HUMEDO) = 856 (1.038) = 889 Kg/M3

COMO EL AGUA ABSORVIDA NO FORMA PARTE DEL AGUA DE MEZCLADO Y DEBE SER EXCLUIDA DEL AJUSTE:

$$H_T = H_L + A$$

$$H_L = \text{HUMEDAD LIBRE} = H_T - A$$

$$\text{AGREGADO GRUESO} = 1.5 - 0.5 = 1 \%$$

$$\text{AGREGADO FINO} = 3.8 - 1.5 = 2.3 \%$$

POR LO QUE EL REQUERIMIENTO DE AGUA ESTIMADO ES:

$$200 - 976 (0.01) - 856 (0.023) = 171 \text{ Kg/M}^3$$

## R E S U M E N

LOS PASOS ESTIMADOS POR MEZCLAS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO SON:

AGUA	171 Kg
CEMENTO	323 Kg
AGREGADO GRUESO	991 Kg
AGREGADO FINO	889 Kg
	<hr/>
T O T A L	2,374 Kg

# E J E M P L O

SE DESEA REALIZAR UN COLADO DE 250 M3 EN UN MURO DE CIMENTACION Y SE DEBERA OBTENER UNA MUESTRA POR CADA 5 M3 DE CONCRETO FABRICADO, EL CONCRETO TIENE UNA RESISTENCIA DE PROYECTO DE 250 KG/CM2 Y SOLO SE ACEPTA UN 5 % DE LAS PRUEBAS ABAJO DE LA RESISTENCIA -- PROYECTO.

DATOS	PESO VOLUMETRICO	PESO ESPECIFICO	HUMEDAD TOTAL [%]	ABSORCION %	MODULO FINURA
CEMENTO	—	3.15	—	—	—
GRAVA	1,620	2.68	2.00	0.50	—
ARENA	1,540	2.64	6.00	0.7	2.8

T.M.A. = 40 mm.

$$\text{NUMERO DE MUESTRAS} = \frac{250}{5} = 50 \text{ MUESTRAS}$$

$$T = 1.67$$

$$C = 0.15$$

CLASE	K	MODULO DE ELASTICIDAD	PESO VOLUMETRICO
1	35 Kg/cm <sup>2</sup>	14,000 $\sqrt{F'c}$	2,200 Kg/M <sup>3</sup>
2	50 Kg/cm <sup>2</sup>	8,000 $\sqrt{F'c}$	1,900 - 2,200 Kg/M <sup>3</sup>

$\delta$  = COEFICIENTE DE VARIACION QUE CORRESPONDE A UN CIERTO TIPO DE CONTROL.

PARA CONCRETOS HECHOS A MANO 0.30

PARA CONCRETO PROPORCIONADO

EN PESO, CONTROLANDO HUMEDAD 0.15

COEFICIENTES DE VARIACION DEL CONCRETO  
CORRESPONDIENTES A DISTINTOS GRADOS  
DE CONTROL EN LA FABRICACION

<i>Condiciones de mezclado y colocación</i>	<i>Control</i>	<i>Coefficiente de variación, % por ciento</i>
Agregados secos, granulometría precisa, relación exacta agua/cemento, y temperatura controlada de curado. Supervisión continua.	De laboratorio	5 — 6
Pesado de todos los materiales, control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y la arena y en la cantidad de agua. Supervisión continua.	Excelente	7 — 8
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Alto	10 — 12
Pesado de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy bueno	13 — 15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Bueno	16 — 18
Proporcionamiento por volumen, considerando el cambio en volumen de la arena por la humedad. Cemento pesado. Contenido de agua verificado en la mezcla. Supervisión intermitente.	Regular	20
Proporcionamiento por volumen de todos los materiales. Poca o ninguna supervisión.	Pobre	25

EXISTEN DIVERSOS CRITERIOS EN CUANTO A LA FORMA DE OBTENER EL FACTOR DE SOBRE DISEÑO.

$$F'_{CR} = F'C + \sigma_T$$

$$F'_{CR} = F'C - K + \sigma_T$$

$$F'_{CR} = \frac{F'C}{1 - \sigma_T}$$

$F'_{CR}$  = RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA [Kg/cm<sup>2</sup>]

$F'C$  = RESISTENCIA DE PROYECTO [Kg/cm<sup>2</sup>].

$\sigma$  = DESVIACION ESTANDAR [Kg/cm<sup>2</sup>]

$T$  = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL NUMERO DE EVENTOS Y LA PROBABILIDAD DE ESTAR DENTRO DEL AREA DE LA CURVA QUE SE UTILICE.

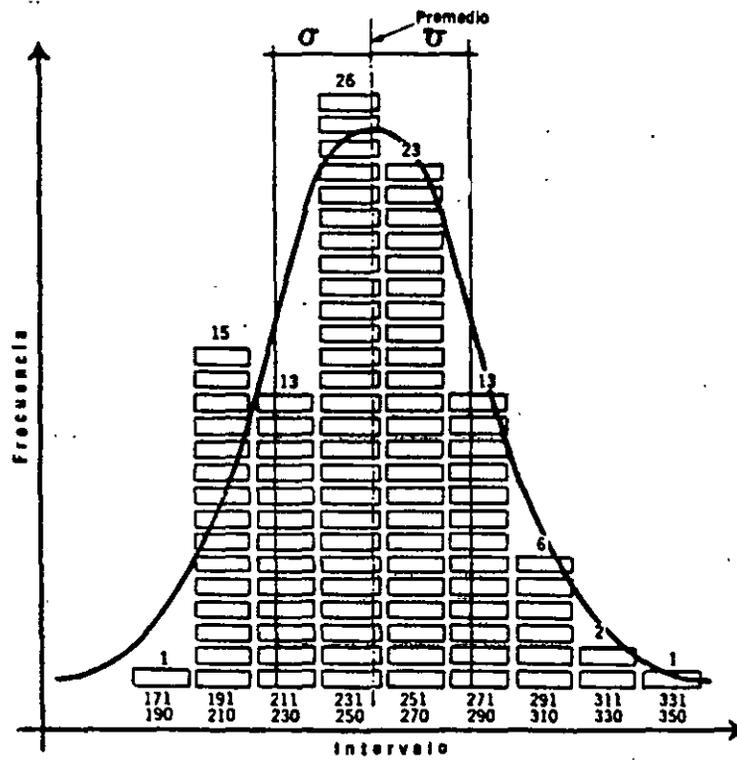
$K$  = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL GRADO DE CALIDAD DEL CONCRETO (R.C.D.D.F.)

## RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

(RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE CILINDROS 15 X 30 CM)

No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>						
1	247	26	265	51	236	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	308	54	261	79	208
5	252	30	293	55	243	80	198
6	252	31	283	56	243	81	277
7	241	32	239	57	249	82	253
8	197	33	246	58	251	83	253
9	304	34	288	59	261	84	251
10	276	35	300	60	247	85	224
11	249	36	286	61	233	86	268
12	322	37	281	62	249	87	271
13	348	38	288	63	249	88	216
14	241	39	277	64	267	89	216
15	249	40	268	65	211	90	251
16	194	41	267	66	238	91	203
17	236	42	257	67	253	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	208	44	227	69	246	94	227
20	231	45	236	70	246	95	193
21	261	46	257	71	253	96	204
22	304	47	273	72	211	97	193
23	288	48	268	73	217	98	204
24	308	49	257	74	213	99	187
25	281	50	270	75	224	100	193

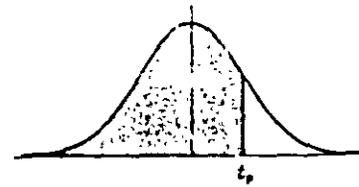
Promedio  $\bar{X} = 247 \text{ kg/cm}^2$   
 Desviación  
 estándar  $\sigma = 32.7 \text{ kg/cm}^2$   
 Coeficiente  
 de variación  $V = 32.7/247 = 13.2 \%$



HISTOGRAMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**Apéndice III**

PERCENTILES ( $t_p$ )  
DE LA  
DISTRIBUCION  $t$  DE STUDENT  
CON  $\nu$  GRADOS DE LIBERTAD  
(AREA SOMBREADA =  $p$ )



$\nu$	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
$\infty$	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Procedencia: R. A. Fisher y F. Yates. *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research* (5.ª edición), Tabla III, Oliver and Boyd Ltd., Edimburgo, con permiso de los autores y editores.

$$F'_{CR} = \frac{250}{1 - (1.67)(0.15)} = 1.33 F'_c = 334 \text{ Kg/cm}^2$$

PASO 1 : REVENIMIENTO 8 - 10 cm.

PASO 2 : TAMAÑO MAXIMA AGREGADO 40 mm.

PASO 3 : CANTIDAD DE AGUA 175 Kg/M<sup>3</sup> CON 1 % DE AIRE INCLUIDO

PASO 4 : RELACION AGUA/CEMENTO

$\frac{A}{C} = 0.50$	350 — 0.48
	334 — 0.50
	280 — 0.57
$C = \frac{175}{0.50} = 350 \text{ Kg/M}^3$	

PASO 5 : CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

$$0.71 \times 1,620 = 1,150 \text{ Kg/M}^3$$

PASO 6 : CANTIDAD DE AGREGADO FINO

AGUA 175 Kg/M3

CEMENTO 350 Kg/M3

GRAVA (SECA) 1,150 Kg/M3

1,675 Kg/M3

PESO ESTIMADO DEL CONCRETO: 2,420 Kg/M3

2,420 - 1,675 = 745 Kg/M3 (SECO)

EN BASE A SU VOLUMEN ABSOLUTO:

VOLUMEN DE AGUA  $\frac{175}{1,000} = 0.175 \text{ M3}$

VOLUMEN DE CEMENTO  $\frac{350}{3.15 \times 1,000} = 0.111 \text{ M3}$

VOLUMEN DE GRAVA  $\frac{1,150}{2.68 \times 1,000} = 0.43 \text{ M3}$

VOLUMEN DE AIRE 0.01 x 1 = 0.01 M3

---

T O T A L 0.726 M3

VOLUMEN DE ARENA :

$$1.00 - 0.726 = 0.274 \text{ M}^3$$

PESO REQUERIDO DE ARENA:

$$0.274 \times 2.64 \times 1,000 = 723 \text{ Kg/M}^3$$

RESUMIENDO:

	PESO [Kg/M <sup>3</sup> ]	VOLUMEN [M <sup>3</sup> ]
AGUA	175	0.175
CEMENTO	350	0.111
GRAVA	1,150	0.430
ARENA	745	0.274
AIRE	—	0.01
	<hr/>	<hr/>
	2,420 Kg/M <sup>3</sup>	1.00 M <sup>3</sup>

PASO 7 : AJUSTE DE LA CANTIDAD DE AGUA

$$\text{GRAVA (HUMEDA)} = 1,150 (1.02) = 1,173 \text{ Kg}$$

$$\text{ARENA (HUMEDA)} = 745 (1.06) = 790 \text{ Kg}$$

COMO EL AGUA ABSORVIDA NO FORMA PARTE DEL AGUA DE MEZCLA:

$$\text{GRAVA} \quad 2.00 - 0.5 = 1.5 \%$$

$$\text{ARENA} \quad 6.00 - 0.7 = 5.3 \%$$

CANTIDAD DE AGUA ABSORVIDA:

$$\text{GRAVA} \quad 1,150 (0.015) = 17.00 \text{ Kg}$$

$$\text{ARENA} \quad 745 (0.053) = 39.00 \text{ Kg}$$

AGUA REQUERIDA DE MEZCLA:

$$175 - 17.00 - 39.00 = 119 \text{ Kg}$$

LOS PESOS ESTIMADOS DE MEZCLA PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO SON:

AGUA (POR AÑADIR) 119 Kg

CEMENTO 350 Kg

GRAVA (HUMEDA) 1,173 Kg

ARENA (HUMEDA) 790 Kg



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**BOLETÍN TÉCNICO**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

# Tecnolab

## POR UN MEXICO MEJOR

El inicio de labores del nuevo Consejo Directivo es la ocasión más propicia para convocar a los Socios y Directores de Analisec, para que juntos reflexionemos en la conveniencia de unir nuestros esfuerzos en la búsqueda de la excelencia tecnológica.

Es necesario continuar difundiendo Tecnolab, nuestro órgano de información Técnico-Científico, con la seguridad de que estaremos contribuyendo a la formación de una sólida comunidad de Profesionales, intercambiando experiencias y dispuestos a participar, aportando los resultados de Estudios Especiales así como las experiencias adquiridas en las diferentes regiones del País.

Son tiempos de cambios, de retos y oportunidades, participemos creando nuevas opciones de trabajo, tengamos confianza en nosotros mismos, fé en nuestra querida Asociación y con determinación, inteligencia y disciplina, construyamos el México que todos anhelamos.

Ing. Zenón Medina Domínguez  
Presidente

## BOLETIN TECNICO DE

**La Asociación Nacional de  
Laboratorios Independientes  
al Servicio de la  
Construcción, A.C.**

**No.3 Marzo de 1994**

## INTERPRETACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

Ing. Lorenzo Flores

### INDICE

1. INTRODUCCION
2. A.C.I.
3. NORMA MEXICANA  
NMX C-155-1987
4. REGLAMENTO DE  
CONSTRUCCIONES PARA EL  
DISTRITO FEDERAL

TECNOLAB es un boletín de consulta,  
coleccionable y de edición bimestral.



## **INTERPRETACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**

### **1.INTRODUCCION**

#### **1.1.Función de los Ensayes de Resistencia.**

Para proceder a la interpretación de los resultados de resistencia, es necesario primero conocer la función de dichos ensayes. Según ACI-214-77, "Los propósitos de las pruebas de resistencia del concreto son determinar el cumplimiento de una especificación de resistencia, y medir la variabilidad del concreto."

ASTM indica 4 posibles propósitos de los ensayes:

- Establecer la aptitud de los proporcionamientos.
- Establecer bases de aceptación.
- Controlar la calidad.
- Determinar el tiempo en el cual la estructura pueda ponerse en servicio.

Es importante hacer notar que los especímenes de prueba indican solamente la resistencia potencial del concreto, más no la resistencia real de la estructura.

#### **1.2.Variaciones en la Resistencia.**

El concreto es un material artificial y heterogéneo, formado por la mezcla de cemento, grava, arena, agua y en algunos casos aditivos,

en el que cada uno de sus ingredientes induce variables que a su vez dependen de su heterogeneidad. Esto no significa que necesariamente se deban esperar variaciones excesivas en las resistencias.

EN ACI-214-77 se presentan las principales fuentes de variación, las cuales se dividen fundamentalmente en dos:

- Variaciones en las propiedades de la mezcla de concreto y sus ingredientes.
- Diferencias aparentes en la resistencia ocasionadas por las variaciones en la prueba.

Debido a estas variaciones, las conclusiones que se infieren relativas a la resistencia del concreto, deberán derivarse de un número suficiente de ensayes y no deberá confiarse en pocos resultados que pueden con frecuencia conducir a conclusiones erróneas.

### 1.3. Estadística

La estadística es una herramienta matemática mediante la cual se puede analizar una población, utilizando ciertas propiedades de la distribución. Los métodos estadísticos proporcionan la mejor base para deducir de los resultados obtenidos el nivel de calidad alcanzado y expresar la resistencia del concreto, en la forma más útil. Si se grafica una carta de barras de frecuencia o histograma, con las resistencias de concreto, se podrá observar, si el número de resultados analizados es grande, que la distribución de frecuencias puede asimilarse fácilmente a una curva teórica que sigue la llamada "Ley Normal" o "Ley de Gauss". Las principales características de esta curva de "Distribución Normal", con las cuales es posible evaluar los datos de resistencia son:

- Promedio o media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

- Desviación estándar. Es una medida de la dispersión de los resultados.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}}$$

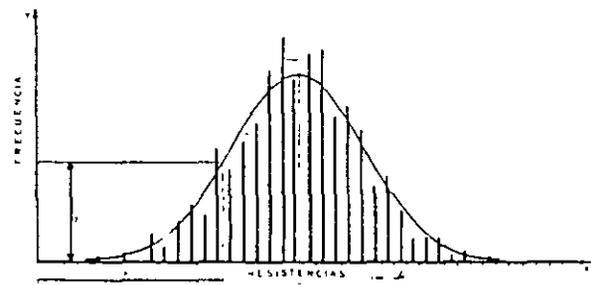
- Coeficiente de variación. Es la desviación estándar expresada como porcentaje de la resistencia promedio.

$$v = \frac{\sigma}{x} \times 100$$

Por muchos años se consideró que este término por ser adimensional, expresaba en forma más objetiva la dispersión o variabilidad de los valores de resistencia del concreto (ACI-214-65). Actualmente este criterio se ha modificado y la dispersión del concreto se califica en función de la desviación estándar (ACI-214-77).

### 1.4. Especificaciones.

Las diversas especificaciones que existen para calificar la calidad del concreto en función de su resistencia y variabilidad, se han elaborado en base a los principios estadísticos indicados anteriormente.



Curva de distribución normal y carta de barras de frecuencia

## **2. A C I**

### **2.1. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ( ACI-318-89 )**

#### **2.1.1. Especímenes curados en Laboratorio.**

De acuerdo a este reglamento, el nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio, si cumple con los dos requisitos siguientes:

- a) El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a  $f'c$ .
- b) Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .

Una prueba de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros elaborados de la misma muestra y ensayados a la edad de proyecto (generalmente 28 días).

#### **2.1.2. Especímenes curados en campo**

Con objeto de verificar los procedimientos de curado del concreto en la estructura, pueden curarse especímenes cilíndricos en las mismas condiciones; estos cilindros deben moldearse al mismo tiempo y de las mismas muestras que los cilindros de prueba curados en laboratorio.

Los procedimientos para proteger y curar el concreto en la estructura deberán mejorarse cuando la resistencia de cilindros curados en el campo a la edad de proyecto, sea inferior al 85% de la de los cilindros compañeros curados en laboratorio. La limitación del 85% puede omitirse cuando la resistencia de aquellos que fueran curados en el campo exceda a  $f'c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **2.1.3. Investigación de resultados de las pruebas de baja resistencia.**

En el caso de resistencias con valores inferiores a  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ , o si las pruebas de cilindros curados en campo indican deficiencias de protección en el curado, se pueden requerir pruebas de corazones extraídos de la zona en cuestión. En estos casos deben tomarse tres corazones por cada resultado de resistencia que sea menor de  $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .

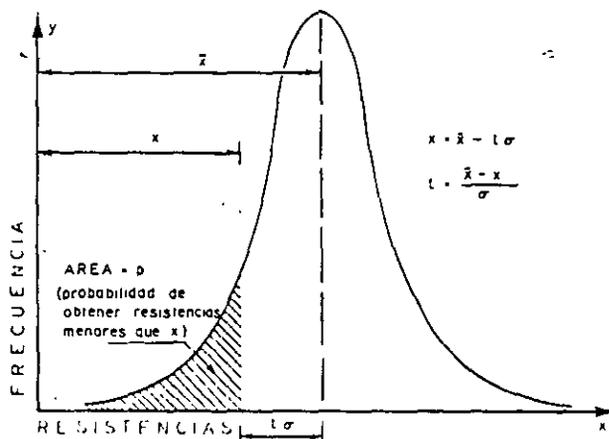
Si el concreto de la estructura va a estar seco en las condiciones de servicio, los corazones deberán secarse al aire (temperatura entre  $15$  y  $27^\circ \text{C}$ , humedad relativa menor del 60%) durante 7 días antes de la prueba, y deberán ensayarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo en condiciones de servicio, los corazones deberán sumergirse en agua por lo menos 40 horas antes del ensayo y probarse húmedos.

El concreto de la zona representada por las pruebas de corazones se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazones es por lo menos igual al 85% de  $f'c$  y ningún corazón tiene una resistencia menor del 75% de  $f'c$ . A fin de comprobar la precisión de las pruebas, en las zonas representativas de resistencias irregulares de los corazones se pueden extraer corazones adicionales.

Si hay dudas con respecto a la confiabilidad estructural, la autoridad responsable puede ordenar pruebas de carga.

### 2.2. Práctica recomendada para la evaluación de las pruebas de resistencia del concreto (ACI-214-77).

Este comité del ACI-214-77, califica la uniformidad del concreto en función de la desviación estándar y la variación de las pruebas en función del coeficiente de variación, ésto tomando como base los principios estadísticos con los siguientes criterios.



### 2.2.1. Variación en la producción.

Desviación estándar para diferentes normas de control (kg/cm <sup>2</sup> )	Grado de uniformidad
Inf. a 25	Excelente
25 a 35	Muy Bueno
35 a 40	Bueno
40 a 50	Aceptable
Sup. a 50	Pobre

### 2.2.2 Variación en los ensayos.

Coefic. de variación	Uniformidad
Menor de 3	Excelente
3 a 4	Muy Bueno
4 a 5	Bueno
5 a 6	Aceptable
Mayor de 6	Pobre

El coeficiente de variación en este caso se calcula con las siguientes expresiones:

$$\sigma_1 = \frac{1}{d2} \bar{R}$$

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{x}} \times 100$$

Si dos especímenes:

$$d2 = 1.128 \quad 1/d2 = 0.8865$$

En donde:

$\sigma_1$  = desviación estándar entre especímenes compañeros.

$\bar{R}$  = intervalo promedio.

$V_1$  = coeficiente de variación entre especímenes compañeros expresado en %

**3. NORMA MEXICANA  
NMX C-155-1987  
" INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-  
CONCRETO HIDRAULICO-  
ESPECIFICACIONES."**

**3.1.Objetivo.**

Esta Norma Mexicana establece los requisitos que debe cumplir el concreto hidráulico dosificado en masa utilizado en la construcción. No abarca las especificaciones para colocación, compactación, curado y manejo del concreto.

**3.2.Requisitos de calidad para  
concreto hidráulico.**

De acuerdo a esta norma, cuando la resistencia es la base de aceptación del concreto, deben elaborarse especímenes siguiendo lo indicado en la NMX C-160 y el resultado de una prueba es el promedio de las resistencias a compresión de dos especímenes como mínimo, elaborados de la misma muestra y ensayados a la misma edad (edad de proyecto).

**3.2.1.Concreto grado "A".**

a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia de compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Para juzgar este requisito se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia a compresión será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotados en la Tabla 1.

**3.2.2.Concreto grado "B".**

a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Al igual que para el grado "A", para juzgar este requisito se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 3 pruebas consecutivas de resistencia a compresión, será inferior a la resistencia especificada. Además, se debe cumplir con todos los promedios consecutivos de las muestras anotados en la Tabla 1.

**3.2.3.Criterio de aceptación para  
un número de pruebas insuficiente.**

Cuando el número de pruebas es insuficiente ( menos de 30) y para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, todos los promedios de pruebas consecutivas posibles de resultados obtenidos, deben ser igual o mayores que las cantidades indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1		
Número de pruebas consecutivas	Grado "A" (kg/cm <sup>2</sup> )	Grado "B" (kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c-50	f'c-35
2	f'c-28	f'c-13
3	f'c-17	f'c
4	f'c-11	
5	f'c-7	
6	f'c-4	
7	f'c	

### 3.3. Tamaño máximo del nominal agregado.

No debe retenerse más del 5% en masa en la criba que se fija al tamaño máximo nominal del agregado

T.M. Nominal (mm)	Abertura Nominal de la Criba (mm)
50	75
40	50
25	40
20	25
13	20
10	15

### 3.4. Revenimiento.

Se fijan las siguientes tolerancias:

Revenimiento especificado (cm)	Tolerancia (cm)
Menos de 6	±1.5
6 a 12	± 2.5
Menos de 12	± 3.5

Se aclara en la Norma, que en caso de que en el concreto presente un revenimiento inferior al límite especificado, se puede aceptar si no existen dificultades para su colocación.

Si al llegar la unidad a la obra, el revenimiento es menor que el solicitado, incluyendo su tolerancia, el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos mezclando adicionalmente para cumplir con los requisitos de uniformidad, para lo cual la olla o las espas deben girar 30 revoluciones adicionales como mínimo, a la velocidad de mezclado.

El revenimiento debe estar dentro de los valores permisibles, durante los primeros 30 minutos, medidos a partir de que llega a la obra. El período máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 minutos a la velocidad de agitación.

Si existe duda sobre el primer valor de revenimiento obtenido, se pue-

de realizar una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra, la cual es definitiva para la aceptación o rechazo.

### 3.5. Volumen.

La base de la medición del concreto debe ser el metro cúbico del concreto fresco, medido en el sitio de entrega. El volumen debe determinarse a partir de la masa total de los materiales de la mezcla, dividido entre la masa unitaria del mismo concreto. La masa unitaria debe determinarse según la NMX C-162 y debe ser el promedio de por lo menos 3 determinaciones, cada una efectuada en una muestra obtenida de diferentes entregas. La tolerancia en el volumen es de  $\pm 1\%$ .

### 3.6. Temperatura.

En el caso de climas fríos se debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la siguiente tabla.

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura mínima del concreto	
	Secciones delgadas y losas sobrepiso	Secciones gruesas y concreto masivo
7 a -1	16	10
-2 a -18	18	13
menor de -18	21	16

La temperatura máxima del concreto producido con materiales calentados no debe exceder 32° C.

### 3.7. Aire incluido.

El contenido total de aire en el concreto lo debe fijar el proyectista de acuerdo a las condiciones particulares de cada obra. Cuando se emplea aire incluido, se deben efectuar pruebas para determinar el contenido de aire durante la construcción, por lo menos en aquellas muestras en las que se obtengan cilindros para prueba.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo se recomiendan los siguientes porcentajes:

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire recomendado (%)
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

Cantidades de aire menores a las indicadas no mejoran la resistencia al congelamiento y al deshielo, cantidades mayores pueden reducir la resistencia a compresión sin lograr una protección adicional.

### **3.8.Requisitos de los materiales.**

Los materiales que se emplean en la elaboración de concreto deben cumplir con los siguientes requisitos:

#### **3.8.1.Cemento.**

El cemento debe cumplir con las especificaciones de las NMX C-1 o NMX C-2 y debe dosificarse en peso.

#### **3.8.2.Agregados.**

Los agregados deben cumplir con los requisitos que se fijan en la NMX C-111 y al igual que el cemento deben dosificarse en peso.

#### **3.8.3.Agua.**

El agua de mezclado debe cumplir con lo indicado en la NMX C-122. El agua agregada debe medirse por masa o volumen.

#### **3.8.4.Aditivos.**

Cuando se emplean aditivos, estos deben cumplir con las normas NMX C-146, NMX C-200 y NMX C-255. Las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo deben dosificarse en masa, los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar por masa o por volumen.

### **3.9.Dosificación.**

La NMX C-155, fija los siguientes requisitos para la dosificación de los materiales que intervienen en la elaboración del concreto:

#### **3.9.1.Cemento.**

Si la cantidad de cemento en una revoltura es igual o mayor que el 30% de la capacidad total de la báscula, la tolerancia es de  $\pm 1\%$  de la masa requerida. Cuando la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad de la báscula, la cantidad de cemento no debe ser menor que la requerida ni mayor de 4%.

#### **3.9.2.Agregados.**

Cuando los agregados se dosifiquen individualmente, la tolerancia es de  $\pm 2\%$  de la masa requerida. Cuando se dosifiquen en forma acumulada y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la báscula, la tolerancia es de  $\pm 1\%$  de la masa requerida; si la masa es menor del 30% la tolerancia es de  $\pm 0.3\%$  de la capacidad de la báscula o de 3% de la masa acumulada requerida, aceptando el valor menor.

### **3.9.3. Agua.**

La tolerancia a la medición del agua es de  $\pm 1\%$ .

### **3.9.4. Aditivos.**

Los aditivos deben medirse con una tolerancia de  $\pm 3\%$ .

## **3.10. Mezclado.**

El tiempo de mezclado en el concreto debe ser medido desde el momento en que están todos los materiales en el interior de la mezcladora incluyendo el agua.

### **3.10.1 Concreto mezclado en planta.**

Cuando no se hacen pruebas de uniformidad de mezclado, para revolvedoras que tengan una capacidad de 1 metro cúbico o menos y que el concreto tenga un revenimiento mayor a 5 cm, el tiempo de mezclado mínimo será de un minuto. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo indicado anteriormente, se debe aumentar en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional. Con concretos de revenimiento inferior a 5 cm. se deben efectuar pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado.

### **3.10.2. Concreto mezclado parcialmente en la planta.**

En este caso la operación de mezclado se inicia en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión mezclador. El tiempo de mezclado en la revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes y cargar el camión mezclador, en éste se debe concluir el mezclado a la velocidad de mezclado (10 a 12 R.P.M.) hasta que el concreto cumpla con los requisitos de uniformidad. Si se requieren revoluciones adicionales, previo a la descarga, éstas deben efectuarse a la velocidad de agitación (normalmente de 2 a 6 R.P.M.)

### **3.10.3. Concreto mezclado en camión.**

En este caso se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada en la placa metálica del camión (10 a 12 R.P.M); si se requieren revoluciones adicionales éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada.

**TABLA 2**

**Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto.**

PRUEBA	Diferencia máxima permisible entre resultados de prueba con mezclas obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*)
1. Masa volumétrica determinada según la NMX C-162 en kg/cm <sup>3</sup> .	1.5
2. Contenido de aire en % del volumen del concreto determinado según la NMX C-157 para concretos con aire incluido.	1
3. Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 6 cm.	1.5
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 6 y 12cm.	2.5
Si el revenimiento promedio es superior a los 12 cm.	3.5
4. Contenido del agregado grueso retenido en la Criba G 4.75 expresado en % de la masa de la muestra.	6
5. Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra, expresado en % (**), determinado de acuerdo a la NMX C-83.	10

(\*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. ( Principio: del 10 al 15%; final: del 85 al 90% del volumen )  
 (\*\*) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada antes de obtener los resultados de la prueba de resistencia.

### 3.11.Muestreo

El muestreo debe efectuarse de acuerdo a lo siguiente:

#### FRECUENCIA DE MUESTREO

Número de Entregas (Unidad Mezcladora)	Número de Muestras Recomendado	Mínimo Obligatorio
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
50 en adelante	9	5

Las pruebas de contenido de aire, si el concreto es con aire incluido, deben hacerse por lo menos en aquellas entregas para pruebas de resistencia a compresión.

Para la prueba de resistencia a la compresión, deben hacerse de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la NMX C-161, como mínimo 2 especímenes para probar a la edad especificada.

### 3.12.Uniformidad.

El concreto debe cumplir con los requisitos de uniformidad que se presentan en la Tabla 2.

### 3.13.Transporte, entrega.

La descarga total del concreto se debe hacer de la hora y media posterior a la introducción del agua de mezclado.

## 4.REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

En las normas Técnicas Complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto publicadas el 26 de Noviembre de 1987 en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, se fijan los siguientes requisitos para la calidad del concreto y sus componentes.

### 4.1 Agregados.

Los materiales pétreos, grava y arena deben cumplir con los requisitos de la NMX C-111 con las modificaciones y adiciones que se indican a continuación:

PROPIEDAD	CONCRETO Clase 1	CONCRETO Clase 2
Coefficiente volumétrico de la grava, min.	0.20	---
Material más fino que la malla No. 200, en la arena, porcentaje max. en peso.	15	15
Contracción lineal de los finos de los agregados ( arena + grava ) que pasan la malla No. 40, a partir del límite líquido, porcentaje max.	2	3

#### 4.2. Control del concreto fresco.

##### 4.2.1. Revenimiento.

Al concreto fresco se le harán pruebas de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se harán con la frecuencia que se indica a continuación:

PRUEBA	FRECUENCIA	
	PREMEZCLADO	HECHO EN OBRA
Revenimiento del concreto, muestreado en obra.	Una vez por cada entrega	Una vez por cada 5 revolturas.
Peso volumétrico del concreto fresco, muestreado en obra.	Una vez por cada día de colado pero no menos de una por cada 20 metros cúbicos.	Una vez por cada día de colado.

El revenimiento debe ser el mínimo requerido para que el concreto fluya a través del acero de refuerzo y pueda ser bombeado en su caso.

Los concretos que se compactan por medio de vibración tendrán un revenimiento nominal de 10 cm. Los

concretos que se compactan por cualquier otro medio diferente al vibrado o se coloquen por medio de bombas tendrán un revenimiento nominal máximo de 12 cms.

Para facilitar la colocación del concreto, se admite el uso de aditivo

superfluidificante. La aceptación del concreto en cuanto al revenimiento se hará previamente a la incorporación del aditivo.

Para el revenimiento se tienen las siguientes tolerancias:

REVENIMIENTO (cm)	TOLERANCIA (cm)
Menor de 5	±1.5
5 a 10	±2.5
Mayor de 10	±3.5

#### 4.2.2. Peso volumétrico.

El peso volumétrico del concreto fresco clase 1 será superior a  $2200 \text{ kg/m}^3$  el clase 2 estará comprendido entre  $1900$  y  $2200 \text{ kg/m}^3$ .

#### 4.3. Control del concreto endurecido.

La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las NMX C-159 y NMX C-83, en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP).

Para verificar la resistencia a compresión se tomará como mínimo una muestra por día de colado, pero al menos una por cada  $40 \text{ m}^3$  de concreto. De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros a la edad de proyecto.

#### 4.3.1. Requisitos de resistencia.

##### a) Concreto clase 1.

Se acepta que el concreto cumple con la resistencia especificada ( $f'c$ ) si ninguna pareja de cilindros da una resistencia promedio inferior a  $f'c-35 \text{ kg/cm}^2$  y además si los promedios de resistencia de tres ensayos consecutivos no son menores de  $f'c$ .

##### b) Concreto clase 2.

Se acepta que el concreto cumple con la resistencia especificada si ninguna pareja de cilindros da una resistencia promedio inferior a  $f'c-50 \text{ kg/cm}^2$  y además si ningún promedio de tres ensayos consecutivos es menor de  $f'c-17 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.3.2. Verificación del concreto en la estructura.

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, se permitirá extraer corazones (NMX C-169) en la zona representada por los cilindros que no cumplieron; de cada zona se deberán extraer 3 corazones, los cuales deberán ensayarse con la humedad representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio.

El concreto representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que  $0.8 f'c$  y si la resistencia de ningún corazón es menor que  $0.7 f'c$ . En el caso de que los

corazones representen resistencias erráticas, se permite la extracción de nuevos corazones.

#### 4.4. Otros requisitos.

Previo al inicio del suministro de concreto y cuando haya sospechas de cambio en las características de los materiales componentes, o haya cambio en las fuentes de suministro de ellos, se verificará que el concreto cumpla con los siguientes requisitos:

	CONCRETO CLASE 1	CONCRETO CLASE 2
Módulo de elasticidad a 28 días de edad, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	$14000\sqrt{f_c}$	$8000\sqrt{f_c}$
Contracción por secado después de 28 días de curado húmedo y 28 días de secado estándar, máx.	0.0005	0.0008
Coefficiente de deformación diferida después de 28 días de curado y de 28 días de carga en condiciones de secado estándar, al 40 por ciento de su resistencia, máx.	1	1.5

A juicio del corresponsable en seguridad estructural o del director de la obra, en lugar de esta verificación podrá admitirse la garantía escrita del fabricante del concreto de que éste material cumple con los requisitos antes mencionados.

**Consejo Directivo  
1994- 1995**

Ing. Zenón Medina Domínguez.  
Presidente.

Arq. Alejandro Mota Vélez.  
Vicepresidente.

Arq. Octavio H. Aguilar Castillo.  
Secretario Técnico.

Ing. Rafael Vega Gómez.  
Secretario Administrativo.

Ing. Alvaro J. Ortíz Fernández.  
Tesorero.

Ing. Leonardo Calderón Rozo.  
Vocal.

Sr. Rafael Callejas Aguilar.  
Vocal.

Ing. Francisco Ramírez Luján.  
Vocal.



**analisec a.c.**

Constitución 65  
Col. Ampliación Petrolera  
Deleg. Azcapotzalco  
México, D.F. 02480  
Tel: (5) 561-0450  
Fax: (5) 352-4800

Coordinación Editorial y  
Asesoría Comunicativa:  
ATEMSA COMUNICACION  
Lic. Sergio E. Pérez  
Tels: 673 7989 y 671 7642

Diseño Editorial:  
FABRICA DE IDEAS

Impresión:  
FOTOIMPRESOS SANCHEZ



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

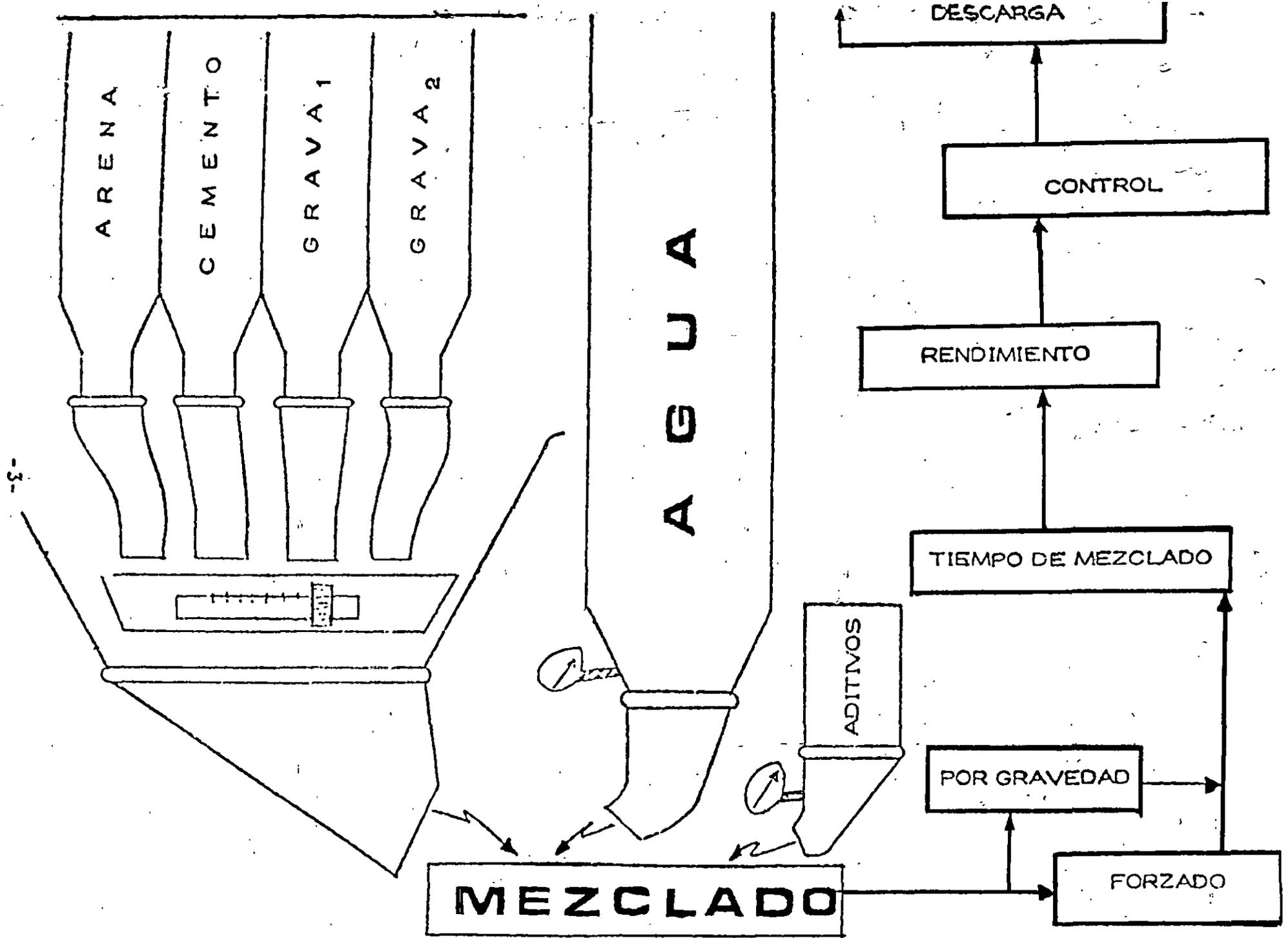
**PROCESAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS  
DE CONCRETO

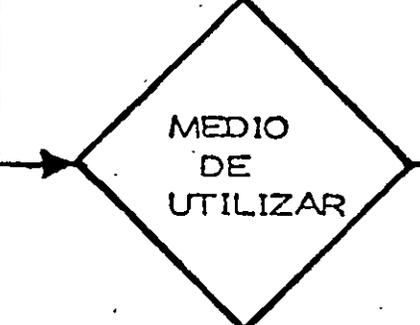
LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO DEBEN SELECCIONARSE DE MANERA QUE SEA POSIBLE OBTENER LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- COLOCACION
- CONSISTENCIA
- RESISTENCIA
- DURABILIDAD
- DENSIDAD
- GENERACION DE CALOR



→ TRA. ORTE DE CONCRETO

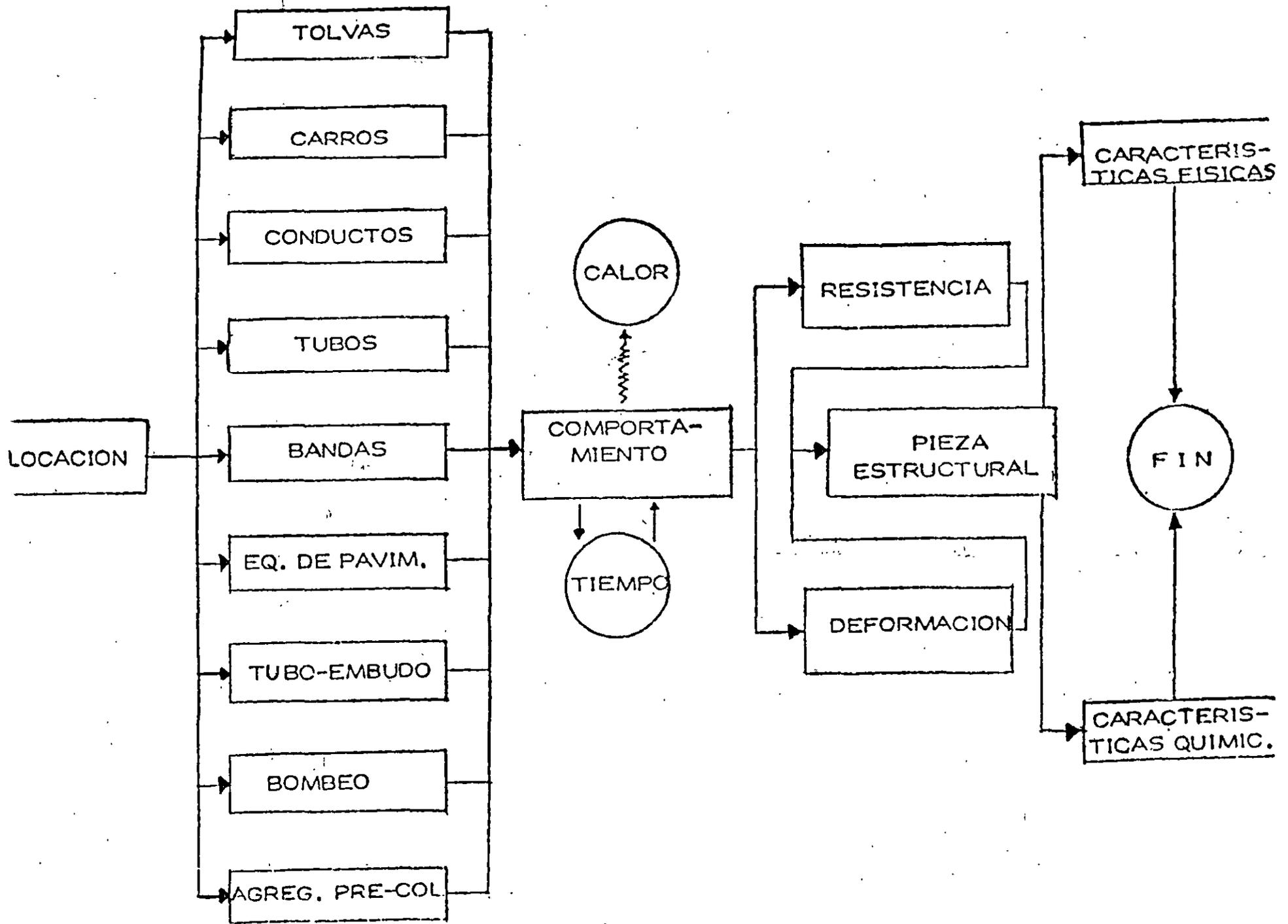
FACTORES QUE INTERVIENEN:  
DISTANCIA A RECORRER  
TIEMPO DE TRANSPORTE  
CONDICIONES DEL CAMINO:  
TRANSPORTE DISPONIBLE  
CARACTERÍSTICAS DEL CON-  
CRETO  
DESPLAZAMIENTO: HORIZONTAL  
O VERTICAL  
VOLUMEN A TRANSPORTAR  
COSTO



= CAJAS  
CAMION = CUCHARONES  
= REVOLVEDORA (OLLA)

= CAJA FIJA  
= CUCHARONES  
FERROCARRIL: = GONDOLA.  
= TOLVAS

= BANDA TRANSPORT.  
= TUBERIA  
OTROS: = MANGUERA  
= TORNILLO HELICOIDAL  
= MALACATES Y POLEAS



Las variaciones también pueden deberse a las prácticas utilizadas en el proporcionamiento, mezclado, transporte, colocación y curado, además de las variaciones que existen en el concreto mismo, también se introducen variaciones de resistencia durante la fabricación, transporte, cabeceado, ensaye y cuidado de los especímenes de ensaye. Las variaciones en la resistencia del concreto deben aceptarse; pero puede producirse un concreto de calidad adecuada si se mantiene un control correcto, si se interpretan adecuadamente los resultados de ensaye y si se consideran las limitaciones.

La magnitud de las variaciones en la resistencia de especímenes de concreto depende del control que se lleva sobre los materiales, la fabricación del concreto y los ensayos. Las diferencias en resistencia pueden deberse a dos causas fundamentales diferentes:

I. Variaciones Intrínsecas del Concreto (diferencias en las propiedades de la mezcla del concreto, cuando estas influyen en el valor de la resistencia).

1.- Variaciones en la relación agua-cemento debidas a:

- a) Control deficiente de la dosificación del agua
- b) Variaciones excesivas en la humedad de los agregados

- 2.- Variaciones en el consumo de agua debidas a:
  - a) Variaciones en la granulometría de los agregados
  - b) Falta de uniformidad en los materiales.
  
- 3.- Variaciones en las características y proporciones - de los componentes:
  - a) Agregados
  - b) Cemento
  - c) Puzolana
  - d) Aditivos
  
- 4.- Variaciones por efecto de transporte, colocación y compactación.
  
- 5.- Variaciones en la temperatura y el curado.

## II. Variaciones en los procedimientos de ensaye

- 1.- Procedimientos de muestreo inconsistentes
  
- 2.- Técnicas de fabricación no uniformes:
  - a) Compactación variable
  - b) Manejo excesivo de las muestras
  - c) Cuidado deficiente de los especímenes frescos

### 3.- Deficiencias en el curado:

- a) Variación de la temperatura
- b) Variación de la humedad

### 4.- Procedimientos de ensaye inadecuados:

- a) Cabeceo incorrecto de los especímenes
- b) Deficiencia en la velocidad de aplicación de la carga.

Se ha establecido que la resistencia del concreto depende de la relación agua-cemento. El primer criterio para producir concreto de resistencia es, por consiguiente, conservar una relación uniforme agua-cemento. Ya que la cantidad de cemento y agua adicionada se pueden medir con precisión, el problema de mantener una relación uniforme agua-cemento es principalmente un problema de controlar el contenido de agua, este problema se complica porque los agregados tienen una humedad libre variable.

El concreto no puede ser más uniforme que los agregados, cemento y aditivos empleados, cada uno de estos ingredientes contribuye a las variaciones en la resistencia del concreto, los métodos de construcción pueden causar también variaciones en la resistencia, un mezclado inadecuado, una compactación pobre, retrasos e interrupciones en la colocación, un curado --



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**CIMBRAS**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

**CIMBRAS**

# C I M B R A S

## DEFINICION

DE UNA MANERA GENERAL UNA CIMBRA PUEDE DEFINIRSE COMO UNA ESTRUCTURA PROVISIONAL CUYA FINALIDAD ES SOPORTAR, DURANTE SU CONSTRUCCION, UNA ESTRUCTURA PERMANENTE HASTA QUE ESTA SEA AUTOSOPORTANTE.

EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO LA CIMBRA DEBE SOPORTAR EL CONCRETO FRESCO, EL ACERO DE REFUERZO Y LAS CARGAS VIVAS DE CONSTRUCCION ( MATERIALES, EQUIPO Y TRABAJADORES ).

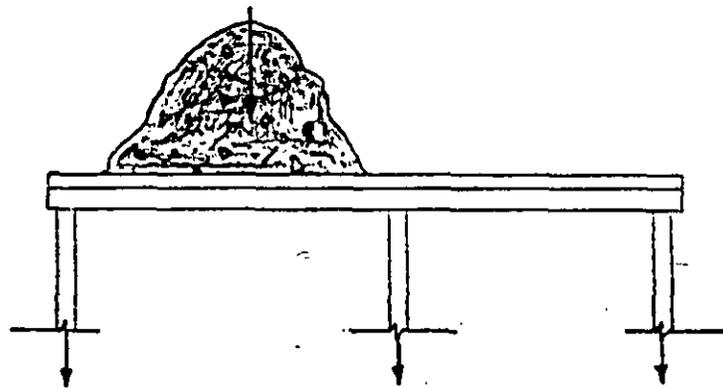
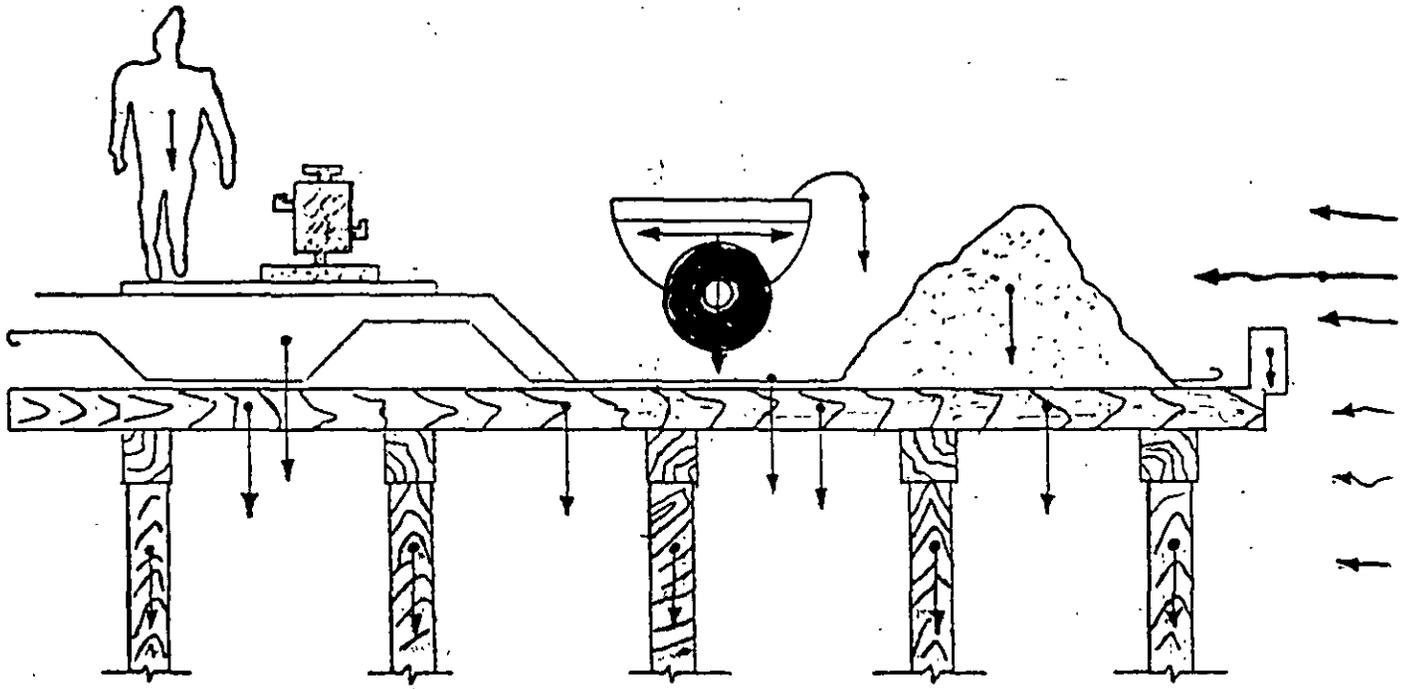
EL TERMINO "OBRA FALSA" SE UTILIZA INDISTINTAMENTE, SIN EMBARGO, SUELE APLICARSE MAS BIEN A LAS ESTRUCTURAS QUE SOPORTAN A LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO, CON EL CONCRETO, DANDOLE FORMA.

## DEFINICION

DE UNA MANERA GENERAL UNA CIMBRA PUEDE DEFINIRSE COMO UNA ESTRUCTURA PROVISIONAL CUYA FINALIDAD ES SOPORTAR, DURANTE SU CONSTRUCCION, UNA ESTRUCTURA PERMANENTE HASTA QUE ESTA SEA AUTOSOPORTANTE.

EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO LA CIMBRA DEBE SOPORTAR EL CONCRETO FRESCO, EL ACERO DE REFUERZO Y LAS CARGAS VIVAS DE CONSTRUCCION ( MATERIALES, EQUIPO Y TRABAJADORES ).

EL TERMINO "OBRA FALSA" SE UTILIZA INDISTINTAMENTE, SIN EMBARGO, SUELE APLICARSE MAS BIEN A LAS ESTRUCTURAS QUE SOPORTAN A LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO, CON EL CONCRETO, DANDOLE FORMA.



## OBJETIVOS DE LA CIMBRA

- TENER LA GEOMETRÍA DEL CONCRETO
- NO SE DEBE DEFORMAR MAS ALLA DE LAS TOLERANCIAS DEL CONCRETO.
- NO PERMITIR LA PÉRDIDA DE LA LECHADA
- FACILITAR LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO

## CARACTERÍSTICAS

- RESISTENTE
- DURABLE
- INDEFORMABLE
- TEXTURA ADECUADA AL ACABADO
- FÁCIL DE ARMAR
- FÁCIL DE DESCIMBRAR
- FÁCIL DE LIMPIAR

## REQUISITOS

- ECONOMICA

- SEGURIDAD



CAYO LA CIMBRA, se derrumbó el colado, y seis albañiles resultaron gravemente lesionados, ayer, en el edificio en construcción en Río Mixcoac y Recreo.

## Ocho Albañiles Lesionados al Caer Parte de dos Construcciones

Ocho obreros de la construcción resultaron gravemente heridos en dos derrumbes ayer en un céntrico edificio y en una construcción de la colonia Mixcoac.

En el edificio en construcción ubicado en la esquina de Río Mixcoac y Recreo, cayó la cimbra del primer piso y el "colado" de 25 metros cuadrados aplastó a los albañiles Miguel López, de 18 años de edad; Crescencio Pérez, de 40; Zenaydo Pérez, de 40; Arcadio de Jesús Martínez, de 10; Francisco Chávez, de 21 y uno más que, por su gravedad, no puede hablar. Los seis están

encamados en el hospital de Traumatología de Coyoacán.

Una marquesina de diez por dos metros, del edificio ubicado en la esquina de San Juan de Letrán e Independencia, en el primer cuadro, se derrumbó ayer a las 16.30 horas, cuando dos jóvenes albañiles trabajaban encima de ella Juan Velázquez Ortiz y Andrés Montaña Herrera, de 23 y 22 años de edad, respectivamente, resultaron con lesiones y se encuentran encamados en el hospital de la Cruz Roja. El derrumbe causó daños a la tienda de ropa "San Luis", de la planta baja del inmueble.

(CONTINUA EN LA PAGINA 15)

(CONTINUA EN LA PAGINA 6)

os  
io-  
di-  
en  
de  
00  
ia-  
de  
te  
en  
as  
as  
RI  
o  
s?  
do  
los  
ar-  
ro-  
do  
de



EL UNIVERSAL / Guillermo Quevedo

na Una gran losa que estaba siendo colada en la construcción que se localiza en Miguel de Cervantes Saavedra  
ra 436, colonia Irrigacion, cayó por tierra causando lesiones a tres trabajadores. El aparatoso accidente está  
6) siendo investigado por las autoridades para determinar si se trató de un descuido o se debió al uso de materia-  
les de mala calidad

# CAUSAS DE FALLAS

o DESCUBRADO PREMATURO

o CONTRAVIENTO INADECUADO

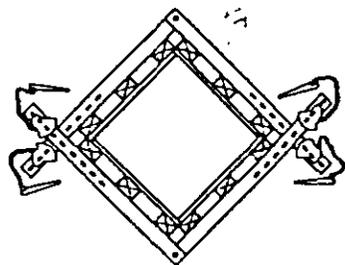
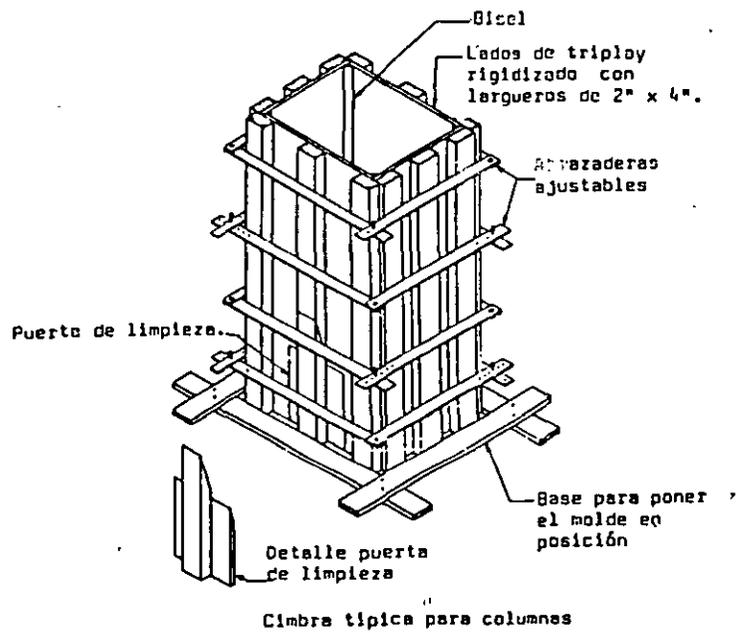
o VIBRADO

o SUELO INESTABLE Y PUNTALES NO PLOMEADOS

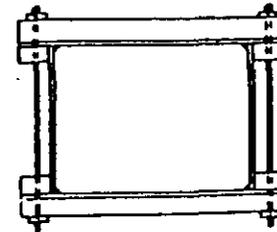
o CONTROL INADECUADO DEL COLADO

o FALLAS DONDE LA Cimbra NO INTERVIENE

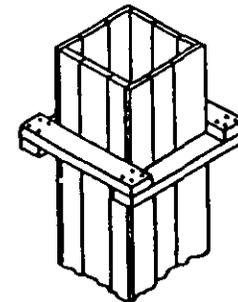
o FALTA DE ATENCION EN LOS DETALLES DE LA Cimbra



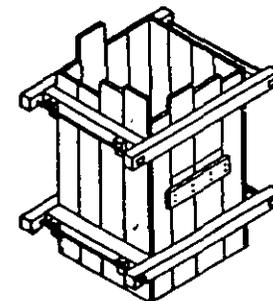
Triplay y yugos metálicos



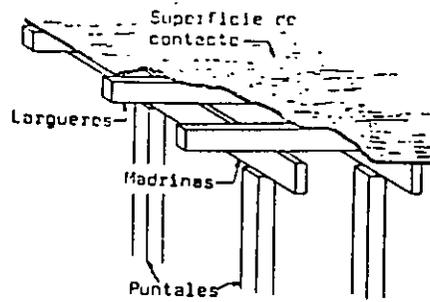
Triplay con yugo combinado de madera y pernos



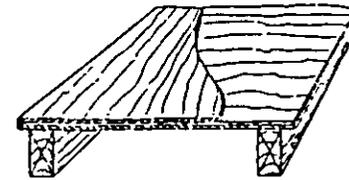
Cimbra de Columnas  
Duela de Madera con Yugos de madera



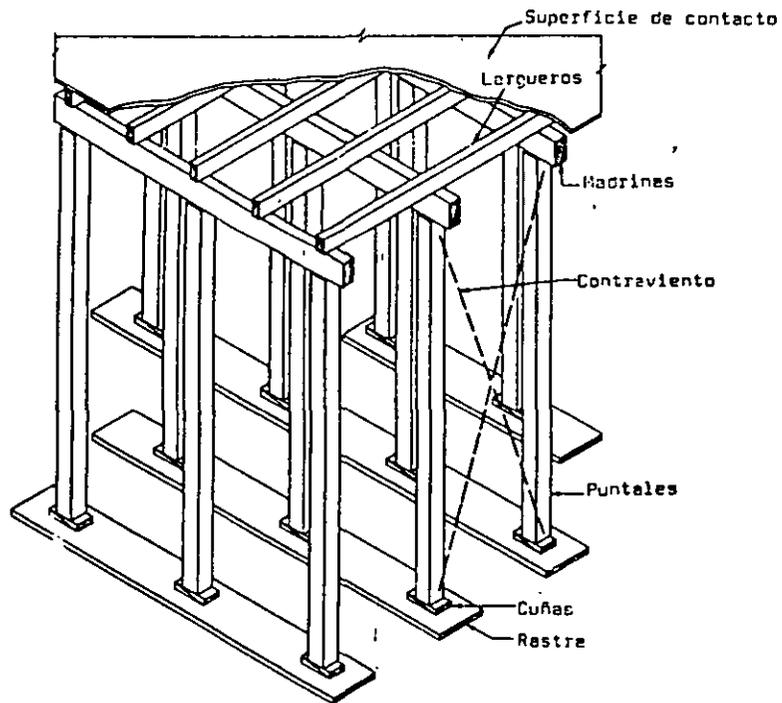
Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.



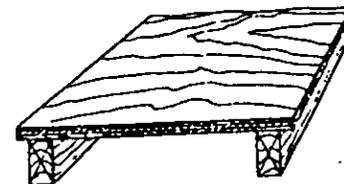
Cimbra típica de losa



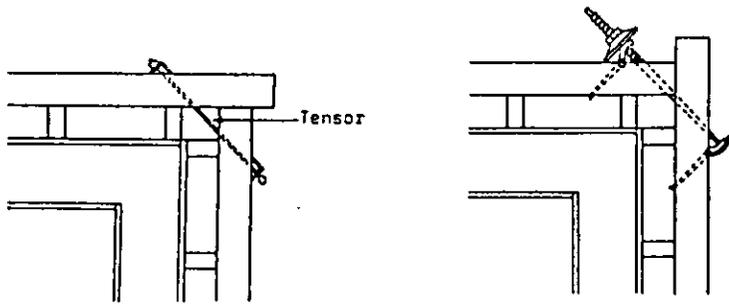
Triply usado en la dirección menos resistente.



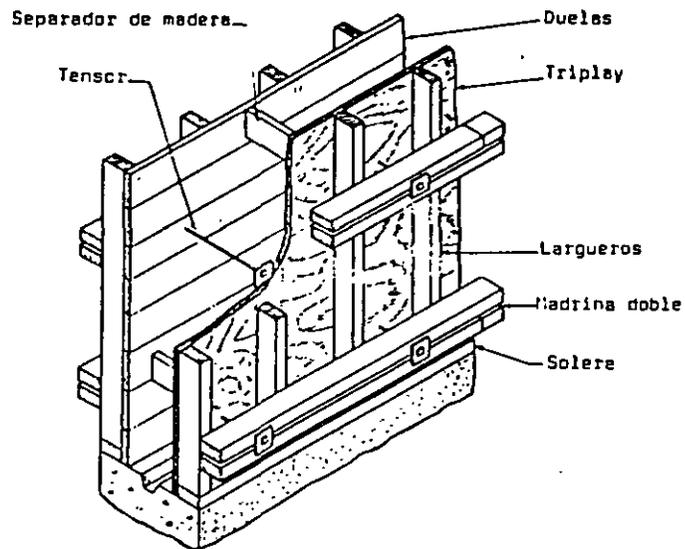
Componentes típicos para cimbra de losas.



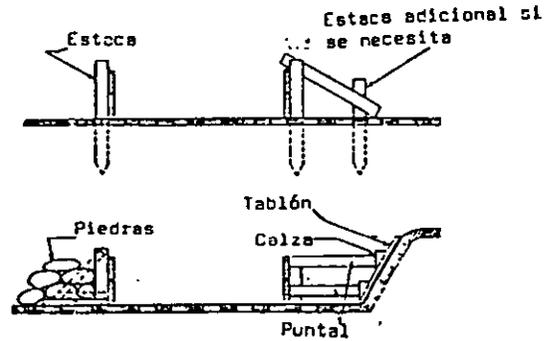
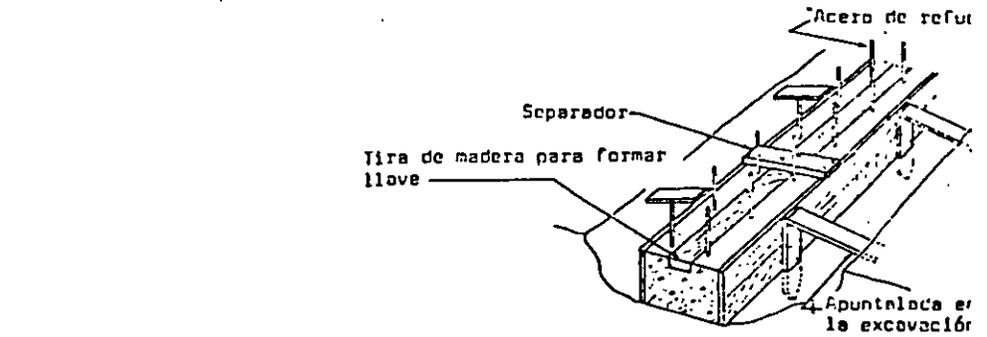
Triply usado en la dirección más resistente.



Varias formas de fijar esquinas



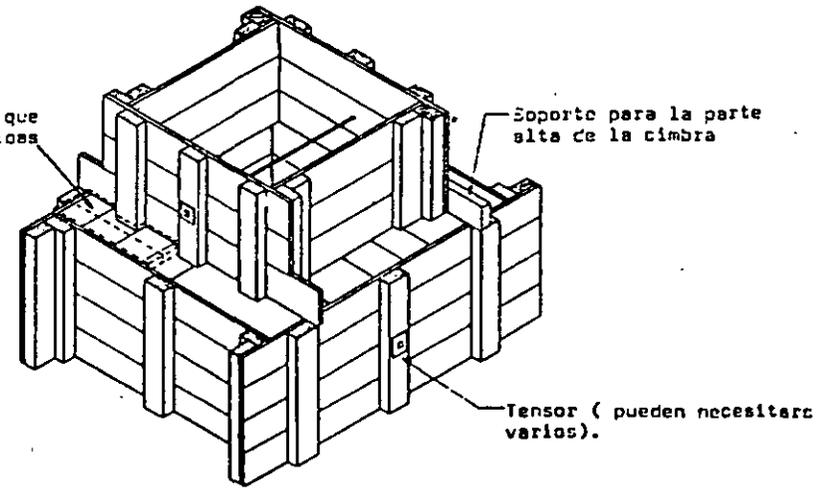
Cimbra típica para muro: Se muestran varias alternativas de materiales, el separador - con frecuencia parte del - - tensor.

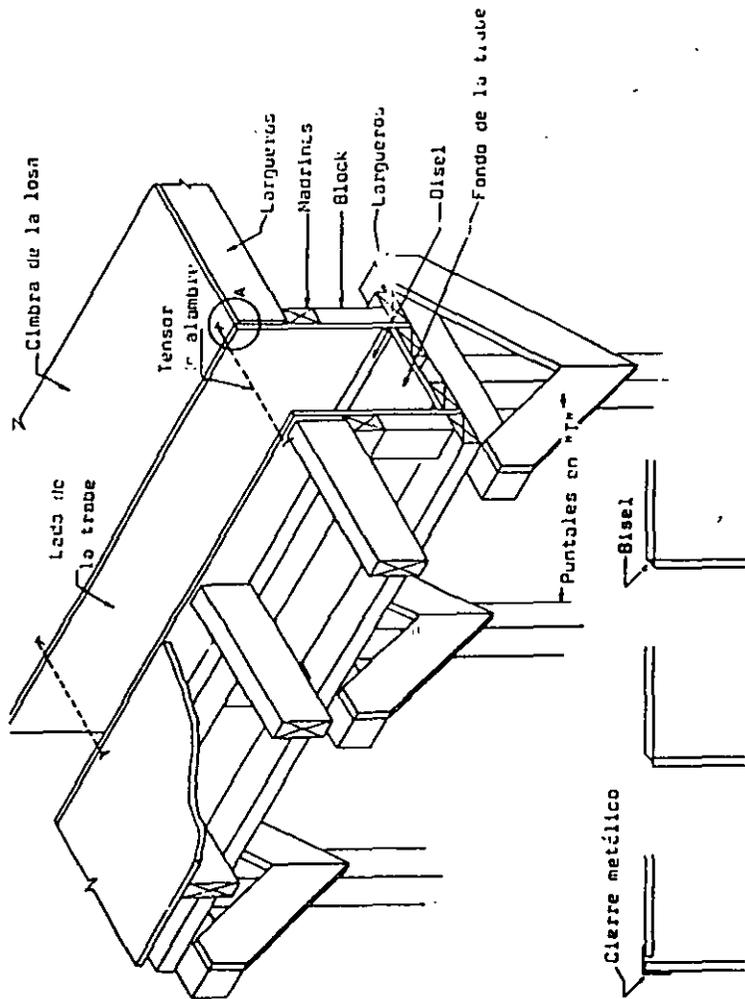


Varias alternativas para zapatas delgadas. Más gruesas pueden requerir tensores

Cimbra para zapata y dabo

Formas superiores que pueden ser requeridas

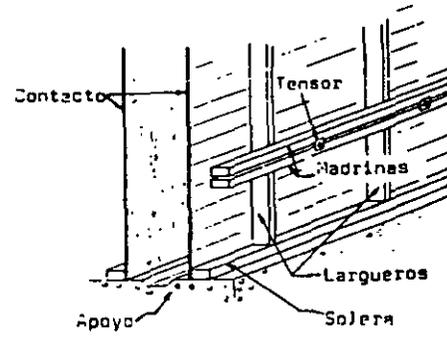




Diferentes maneras de resolver las esquinas

Arreglo típico de cimbrado para trabe y losa

Cimbra típica de muro



Agujeros para pernos o pasadores

Conector

3x4 Travesaño

Rebaje para conector

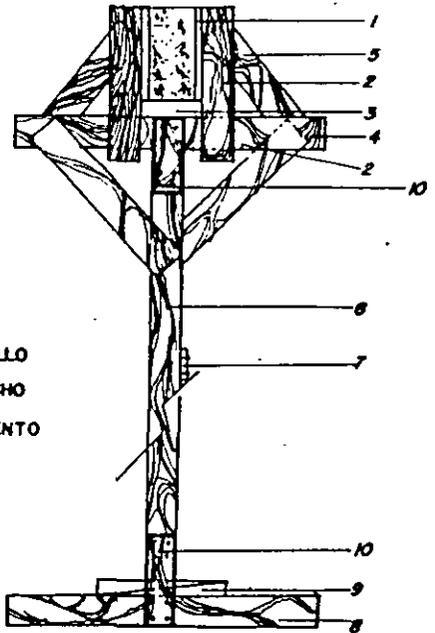
2x4 Marco

3/4" Triplay

Ensamble típico de cimbrado de muro

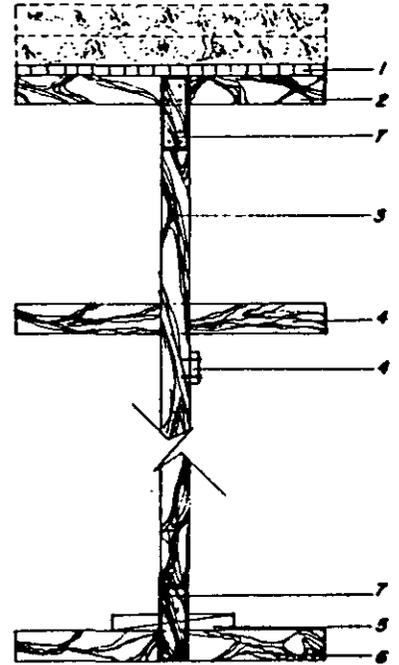
CIMBRA EN TRABES

- 1 DUELA
- 2 YUGO
- 3 BASE
- 4 MADRINA
- 5 PATAS GALLO
- 6 PIE DERECHO
- 7 CONTRAVIENTO
- 8 ARRASTRE
- 9 CUÑAS
- 10 CACHETES

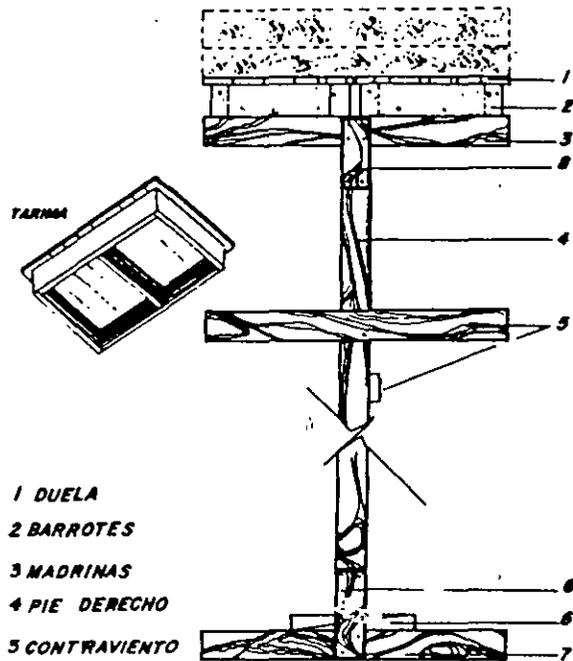


CIMBRA EN LOSAS

- 1 DUELA
- 2 MADRINA
- 3 PIE DERECHO
- 4 CONTRAVIENTO
- 5 CURAS
- 6 ARRASTRES
- 7 CACHETES



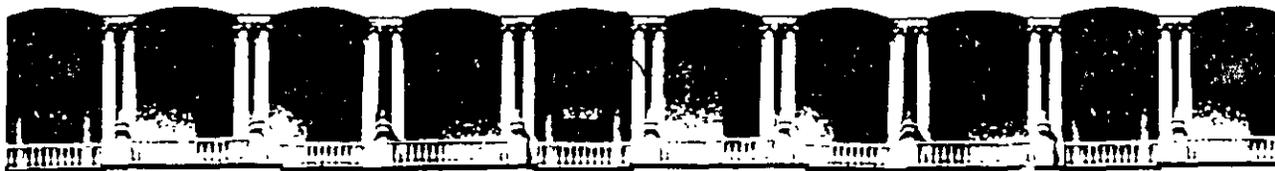
## CIMBRA DE LOSAS CON TARIMAS



- 1 DUELA
- 2 BARROTOS
- 3 MADRINAS
- 4 PIE DERECHO
- 5 CONTRAVIENTO
- 6 CUNAS
- 7 ARRASTRES
- 8 CACHETES

## BIBLIOGRAFIA

- Suárez Salazar, Carlos.- COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION. Tercera Edición. Editorial Limusa. México, 1983.
- Parker, Harry.- DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA. Primera Edición. Editorial Limusa. México, 1983.
- Harris, Edward.- EBANISTERIA Y CARPINTERIA DE LA CONSTRUCCION. Editorial McGraw - Hill. México, 1971.
- No. 404.- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MADERA. Instituto de Ingenierfa, UNAM. México, 1977.
- Popov, Egor P.- INTRODUCCION A LA MECANICA DE SOLIDOS. Primera Reimpresión. Editorial Limusa. México, 1978.
- Norris y Wilbur.- ANALISIS ELEMENTAL DE ESTRUCTURAS. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill. México, 1979.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**DISEÑO DE CIMBRAS**

**ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

## DISEÑO DE CIMBRAS

### - DATOS REQUERIDOS.

Del Concreto:

- Peso volumétrico.
- ¿ Hay vibrado ?

Del material de la cimbra:

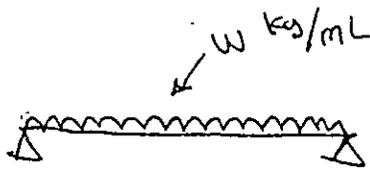
- Esfuerzos permisibles.
- Densidad.
- Módulo de elasticidad.
- Calidad del material

Del ambiente:

- Temperatura en el momento del colado.
- Velocidades de viento.

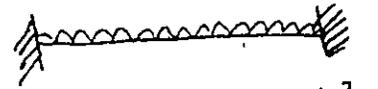
Del proyecto:

- Geometría del concreto.
- Cargas vivas durante el colado.

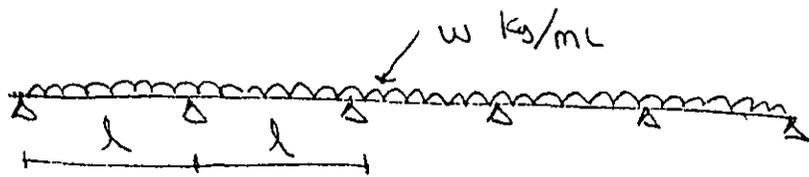


$$M_{\text{máx}} = \frac{w l^2}{8}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{w l^4}{185 E I}$$



$$M_{\text{máx}} = \frac{w l^2}{12}$$



$$M_{\text{máx}} = \frac{w l^2}{10}$$

ACTUANTE  
x 100

$$M_{\text{max}} = 10 w l^2$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{w l^4}{128 E I}$$

$$V_{\text{máx}} = 0.6 w l$$

M = MOMENTO [kg-cm]

W = CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA [kg/ml]

E = MÓDULO DE ELASTICIDAD [kg/cm<sup>2</sup>]

I = MOMENTO DE INERCIA [cm<sup>4</sup>]

l = CLARO LIBRE [ml]

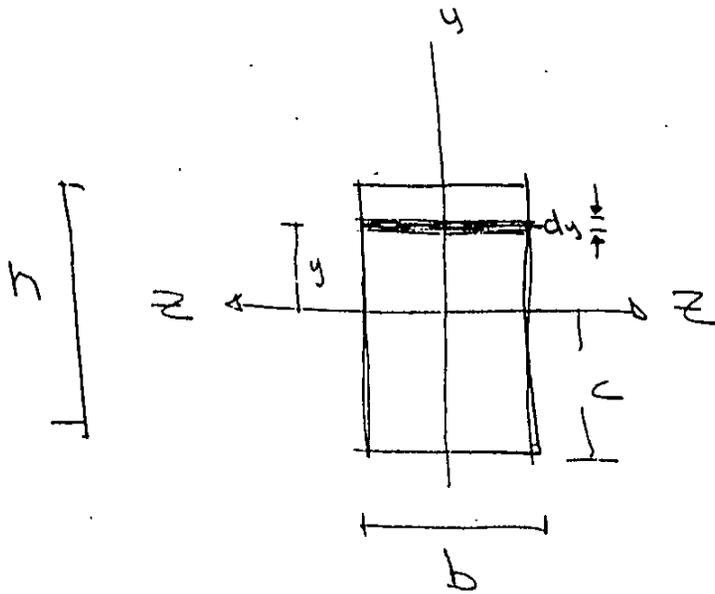
Momento RESISTENTE  $M_r$

$$M_r = f s$$

$$\frac{M}{f_{\text{máx}}} = \frac{I}{y} \Rightarrow f_{\text{máx}} = \frac{M y}{I}$$

$$M = f_{\text{máx}} \frac{I}{y}$$

S = MÓDULO DE SECCIÓN [cm<sup>3</sup>]



MOMENTO DE INERCIA

$$I = \int_A y^2 dA = \int_{-h/2}^{h/2} y^2 b dy = \frac{by^3}{12}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} \left[ \text{l}^4 \right]$$

MÓDULO DE SECCIÓN

$$S = \frac{I}{y} = \frac{I}{c} = \frac{\frac{bh^3}{12}}{h/2} = \frac{bh^2}{6} \left[ \text{l}^3 \right]$$

IGUALANDO MOMENTOS

$$f_s = 10 w l^2$$

$$l^2 = \frac{f_s}{10 w} = 0.32 \sqrt{\frac{f_s}{w}} \quad \leftarrow \text{CALCULAMOS POR MOMENTO FLEXIONANTE}$$

CÁLCULO DE LA FLECHA MÁXIMA

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{w l^4}{128 E I} \quad \text{ACTUALMENTE}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{l}{360} \quad \text{ADMISIBLE}$$

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 E I} \quad ; \quad l^3 = \frac{0.36 E I}{w \times 10,000}$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{E I}{w}}$$

## ESFUERZO CORTANTE

$$V_{\max} = \frac{3}{2} \frac{V_{\text{méd}}}{A} \quad \text{PERMISIBLE}$$

$$V_{\max} = 0.6 w l$$

$$V_{\max} = \frac{3 (0.6 w l)}{2 A}$$

$$l = \frac{V_{\max} 2 b h}{1.8 w}$$

$$l = \frac{21 (2 b h)}{1.8 w}$$

Para un ESFUERZO PERMISIBLE  
A constante 35 kg

$$V = 0.6$$

$$V_{\max} = 35 (0.6) = 21 \text{ kg/cm}^2$$

$$l = \frac{23.33 b h}{w}$$

## FÓRMULAS.

MOMENTO FLEXIONANTE

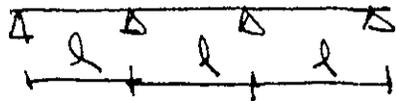
$$l = 0.32 \sqrt{\frac{Ps}{w}}$$

FLECHA

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

CORTANTE

$$l = \frac{\sqrt{\max} \ 2bh}{1.8 w}$$



#### IV.2 DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor, concreto normal  $2,400 \text{ Kg/m}^3$ . La cimbra se usará varias veces.

Altura libre piso a techo 2.40 m.

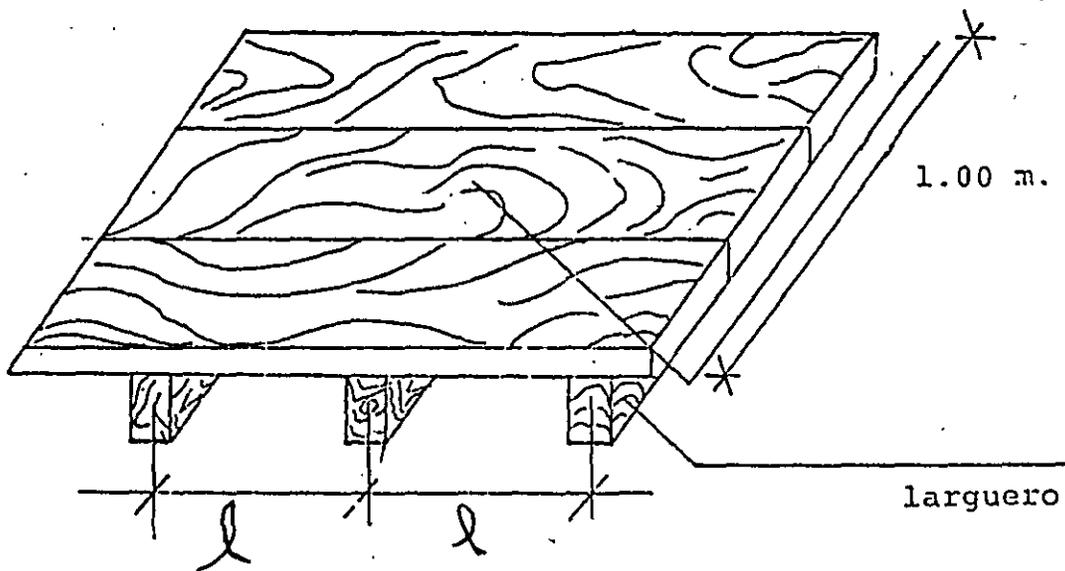
Tablero de losa de 4.50 x 4.50 mts.

a) Cargas de diseño.

Peso propio  $2,400 \times 0.20 = 480$

Carga viva\*  $= \frac{200}{680} \text{ Kg/m}^2$

\* Puede ser  $100 \text{ Kg/m}^2$ , más una carga concentrada de 100 Kg. en el lugar más desfavorable.



b) Entarimado. Usar tablonc de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es 25/32"

( $\approx 2.00$  cm.)

Considerando una franja de 1.00 m. de ancho:

$$I = \frac{100 \times 2^3}{12} = 66.67 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 2^2}{6} = 66.67 \text{ cm}^3$$

Por flexión.

$$l \text{ max.} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{\omega}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m.}$$

$$f = (196) (\gamma) = (196) (0.4) = 80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 0.32 \sqrt{\frac{80 \times 66.67}{680}} = 0.90 \text{ mts}$$

Por flecha.

$$a \text{ max.} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{\omega}}$$

$$E = 196,000 \text{ kg/cm}^2 = 196,000 \times (0.4)^2 = 78,400$$

$$l \text{ max.} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{78400 \times 66.67}{680}} = 0.65 \text{ m.}$$

Se usarán largueros @ 0.65 m. lo cual nos dá 7 espaciamientos de  $0.65 \times 7 = 4.50 \text{ m.}$  de ancho del tablero.

c) Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas mdrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2" x 4"

$$I = 365.23 \text{ cm}^4$$

$$S = 71.61 \text{ cm}^3$$

$$\text{Carga en largueros} = 680 \times 0.65 = 442 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Por flexión } l \text{ max.} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{\omega}} = 0.32 \sqrt{\frac{80 \times 71.61}{442}}$$

$$l \text{ max.} = 1.15 \text{ m.}$$

$$\text{Por flecha } l \text{ max.} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{\omega}}$$
$$l \text{ max.} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{78,400 \times 365.23}{440}}$$

$$l \text{ max.} = 1.33 \text{ m.}$$

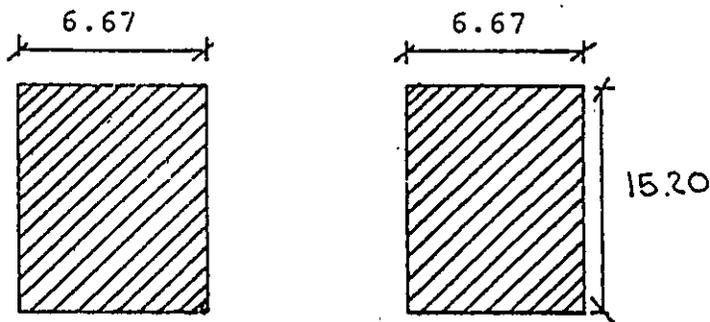
Por Corte  $l \text{ max.} = 23.33 \frac{bh}{\omega} =$   
 $\frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{440} = 2.23 \text{ m.}$

$l \text{ max.} = 2.23 \text{ m por flexión.}$

Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamiento de las vigas madrenas.

d) Dimensionamiento de vigas madrenas, espaciamiento de puntales.

Probar madrenas de 2" x 6"



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1208.65 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}^3$$

$$\omega \text{ equivalente } 680 \times 1.125 = 765 \text{ Kg/m.}$$

Por flexión.

$$l \text{ max.} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{\omega}} = 0.32 \sqrt{\frac{80 \times 159}{765}} = 1.30$$

Por flecha.

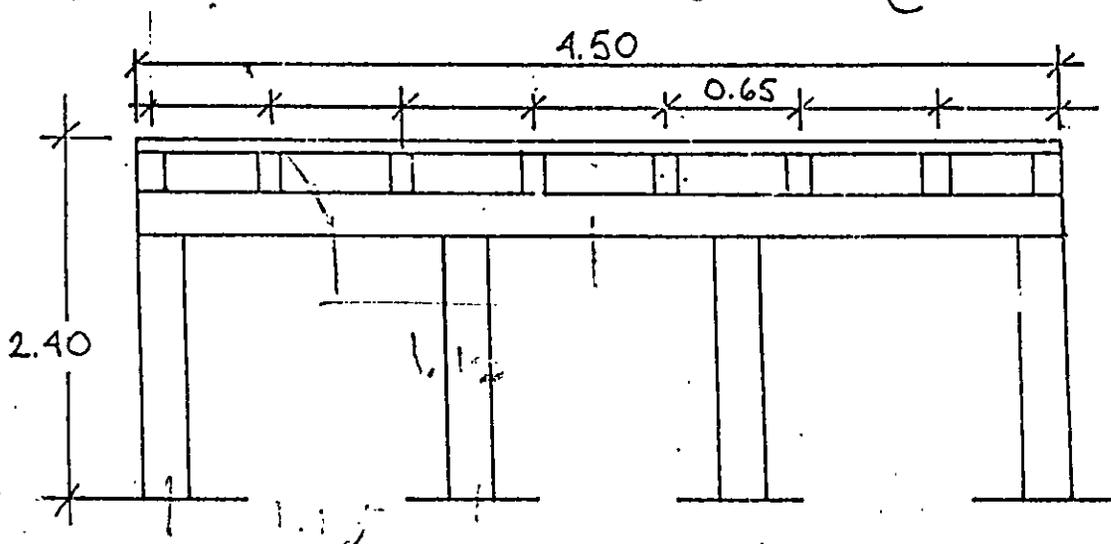
$$l \text{ max.} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{\omega}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{72400 \times 1208}{765}} = 1.13$$

Por corte.

$$l \text{ max.} = 23.33 \frac{bh}{\omega} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$$l \text{ max.} = 1.91 \text{ m.}$$

para el ancho de 4.50 se usarán puntales  $\odot$  1.13 m.



e) Cálculo de los puntales.

$$\text{Area tributaria} = \overset{1.13}{4.50} \times 1.125 = \overset{1.2713}{1.6875} \text{ m}^2$$

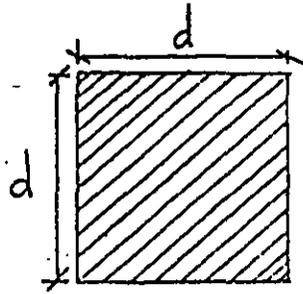
$$\text{Carga} = \underline{680 \text{ Kg/m}^2}$$

$$P = \overset{864.50 \text{ kgs}}{1.147.50 \text{ Kgs.}}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

$$f_c = 143.5 \gamma = (143.5) (0.4) = 58 \text{ Kg/cm}^2$$

Probar puntales 3" x 3"



$$d = 2 \frac{5}{8}'' = 6.67 \text{ cm.}$$

$$A = 6.67^2 = 44.46 \text{ cm}^2.$$

Revisión por esbeltez.

$$l = 240 - 28 = 212 \text{ cm.}$$

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión:

$$E = 95,000 \text{ (tabla V-8)}$$

$$C = \frac{0.3 E}{(L/d)^2} = 27.83 \text{ kg/cm}^2$$

Compresión admisible de puntal 3" x 3"

$$P_{ad} = 27.83 \times 44.46 \doteq 1237$$

$$> 1147 \text{ 864.50 kg}$$

f) Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en puntal:

$$\text{Area de apoyo} = 4.13 \times 6.67 = 27.55 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esf. admisible } \perp \text{ a la fibra} = 54.20 \times 0.4 = 21.68 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$864.50 \div 21.68 \approx 39.88 \text{ kg/cm}^2$$

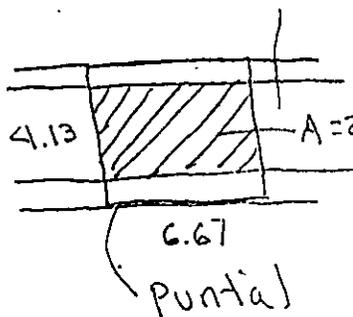
$$f = \frac{864.50}{27.55} =$$

$$\text{Area requerida} = \frac{864.50}{21.68} = 39.88 \text{ cm}^2$$

Usar placa metálica de 2" x 5" (5.08 x 12.7 cm.)

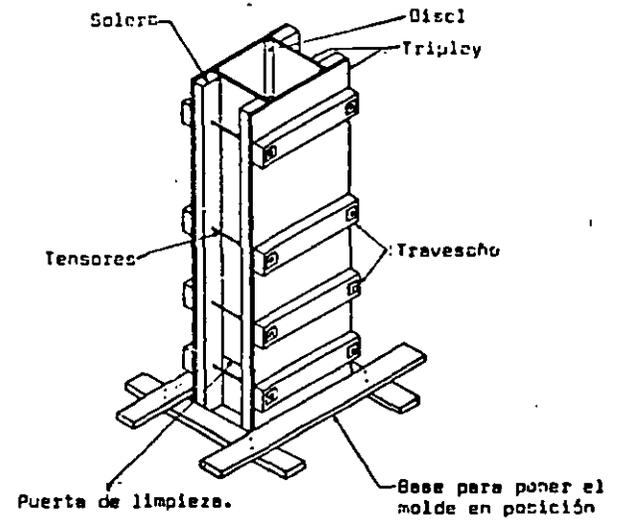
$$A = 4.13 \times 12.7 = 52.45 \text{ cm}^2.$$

VIGA MADRINA

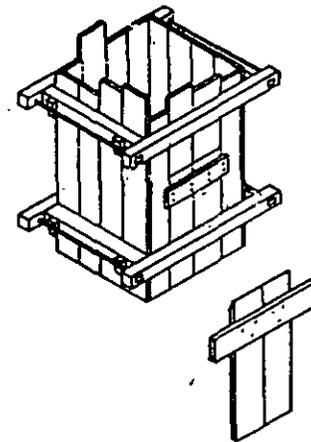


CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA  
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA D.G.N.

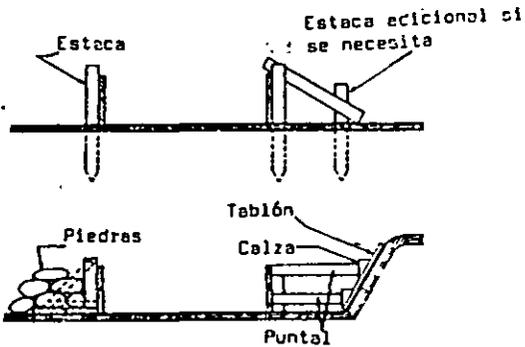
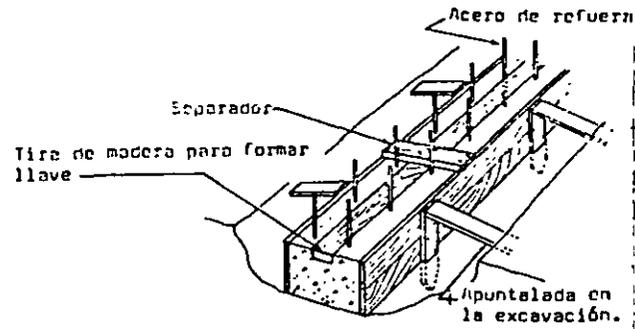
GRADO	MUDOS	MANCHAS	DOLZAS DE RESINA	NETAS	GRITA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGRIETOS	TORCEDURAS
A SILECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10 %		NO	NO
B PRIMERA	2 MM MAX.	NO		10 ca MAX.	10 MAX	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp 25 *An- cho 10 a 10 a 30 x 100 a 400Esp 1.5 mm*	15 %	10 ca MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos ta- bla II D 2 veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x 1/16 Long.	MAX. 5 MMx 150 MM.		10 MM MAX	Solo en extre- mos 5 MM 252 MM. MAX.	NO	Espesor 2,5 y 5 MM ancho 1 MM.	20%	Lirero en ca- da ca- ra.	2 MM a 6 MM si D 2 ve- ces nu- do MAX.	NO
D TERCERA	Sanos ta- bla II D - ancho de - la cara. En fermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Veta GRDES Area 1/4 - super- ficie total		MAX 252 MM.	En los extre- mos y menor que: ANCHO 6 y 1/4		20 %	de 1 super- ficie- de la cara.	2 MM. Ta- Q' D 2 veces - nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA.											



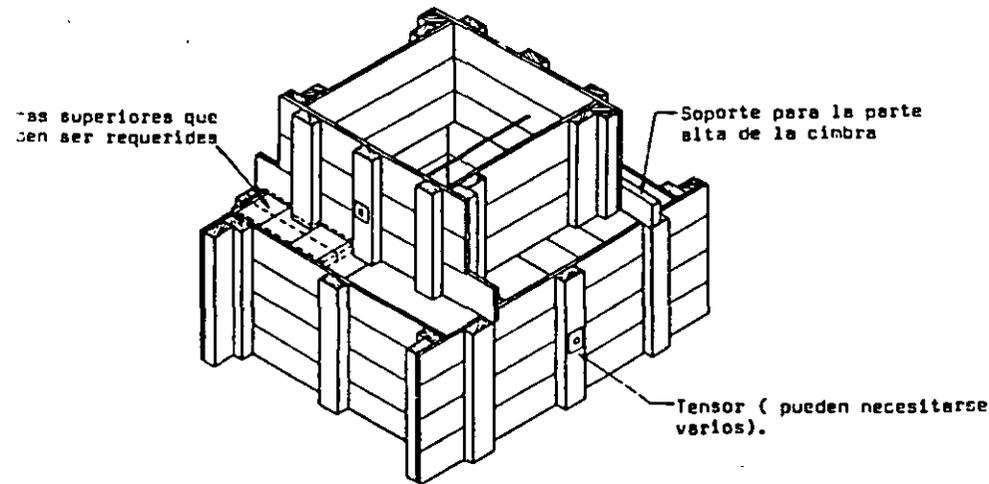
Cimbra típica para columnas ligeras.



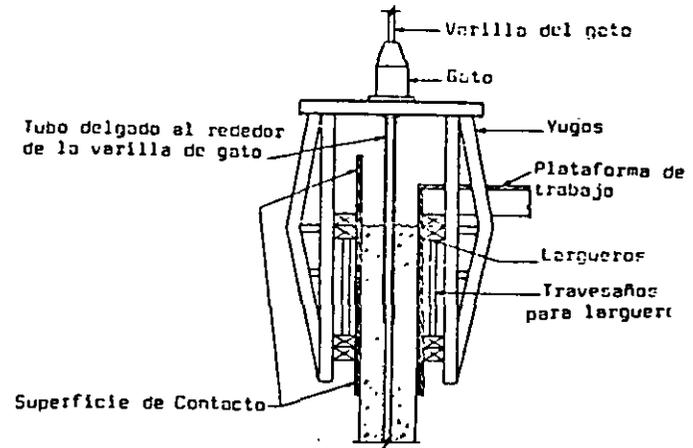
Cimbra típica para columnas con puerta de limpiezc.



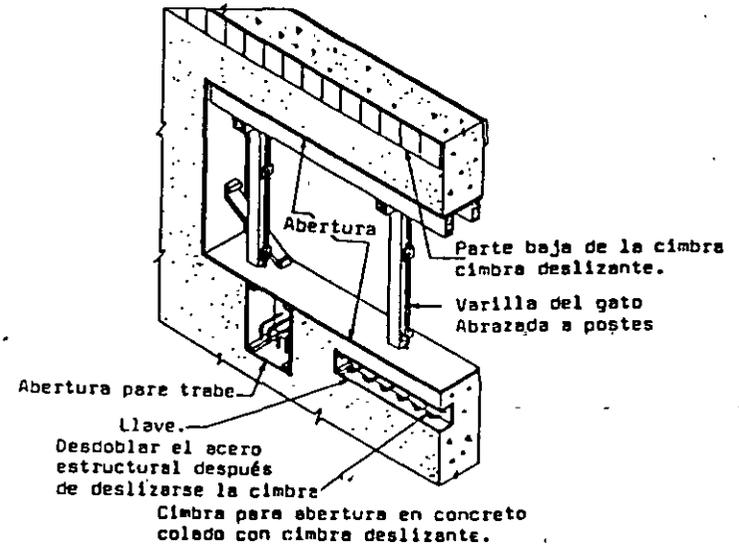
Varias alternativas para zapatas delgadas. Más gruesas pueden requerir tensores

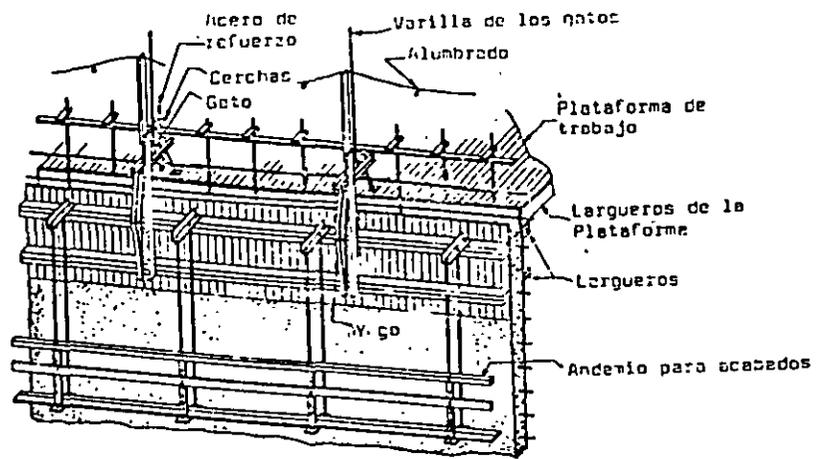


Cimbra para zapata y dado

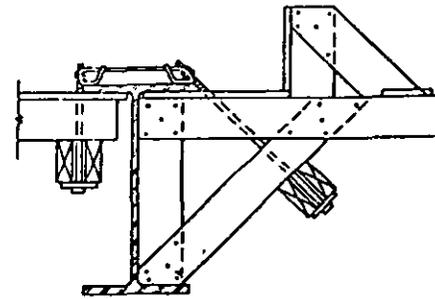


Sección Transversal de cimbra deslizante



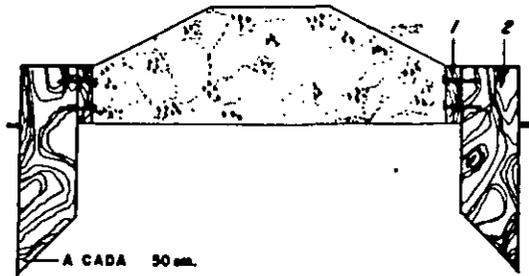


Cimbra deslizante tipo C



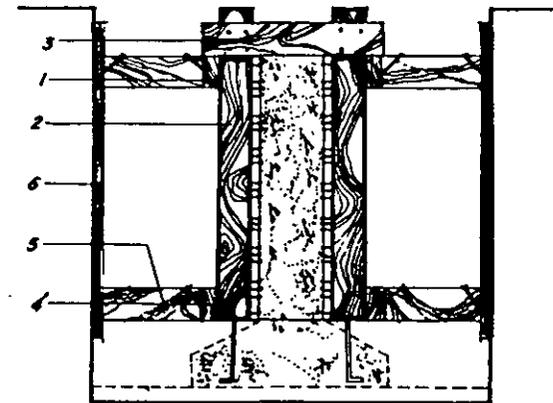
Marco colgado con tensor inclinado para volado en viga metálica.

CIMBRA EN ZAPATAS



- 1 DUELA
- 2 YUGO

CIMBRA DE CONTRATRABES



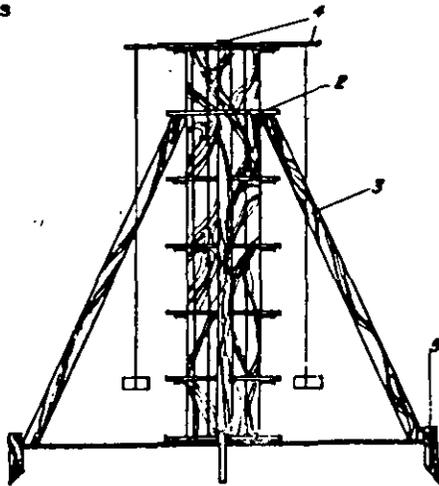
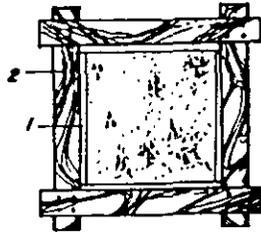
- 1 DUELA EN CONTACTO
- 2 YUGOS
- 3 SEPARADORES
- 4 MADRINAS
- 5 PIES DERECHOS
- 6 ARRASTRES

CIMBRA

DE

COLUMNAS

- 1 DUELA
- 2 YUGOS
- 3 PIES DERECHOS
- 4 PLOMOS
- 5 ESTACAS

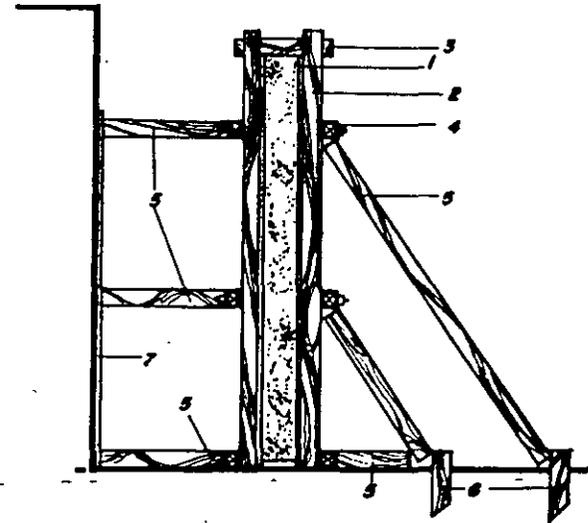


CIMBRA

EN

MUROS

- 1 DUELA
- 2 YUGO
- 3 SEPARADORES
- 4 MADRINA
- 5 PIE DERECHO
- 6 ESTACAS
- 7 RASTRAS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA**

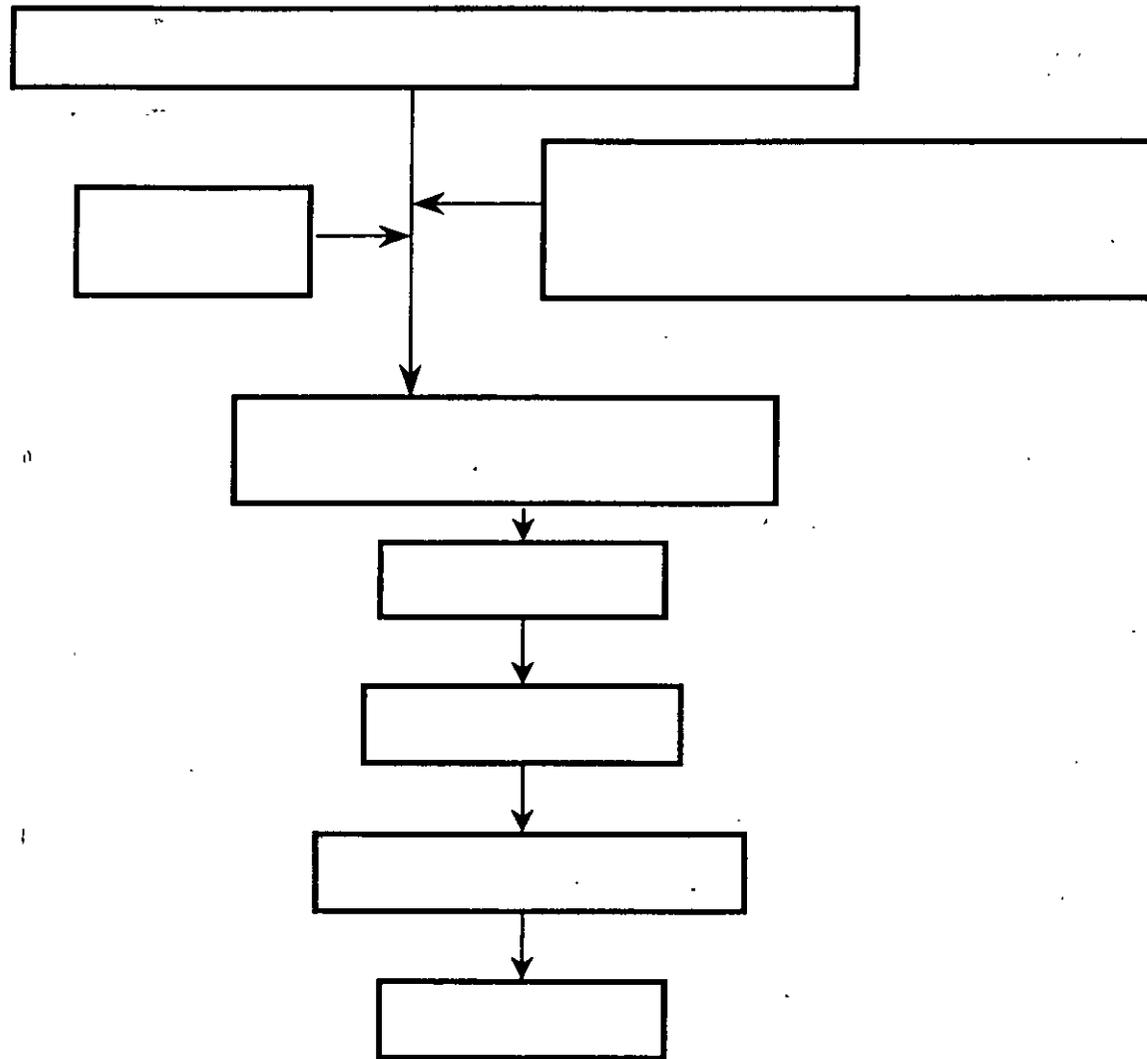
**ANEXO**

**ING. GILBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO DE 1999**

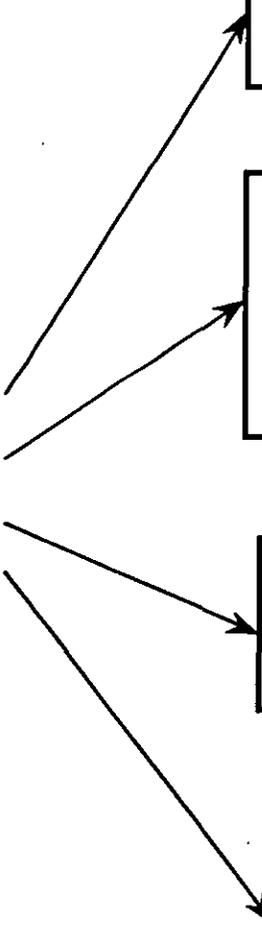
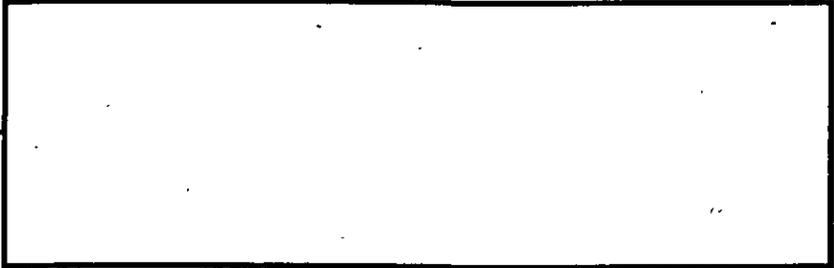
## MARCO NORMATIVO Y JURIDICO

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-
- 5.-
- 6.-
- 7.-
- 8.-
- 9.-

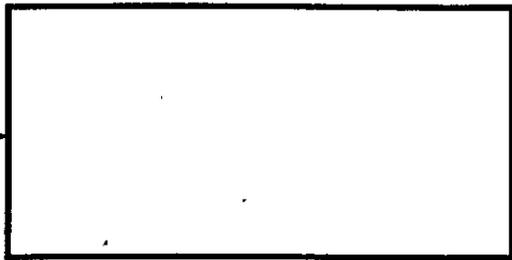
# 1.- JERARQUIA DE LAS LEYES



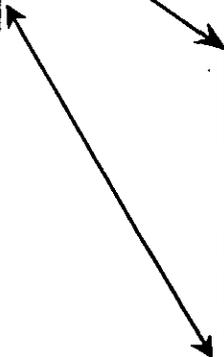
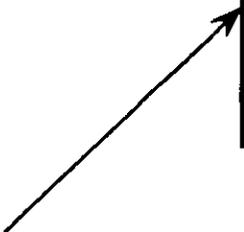
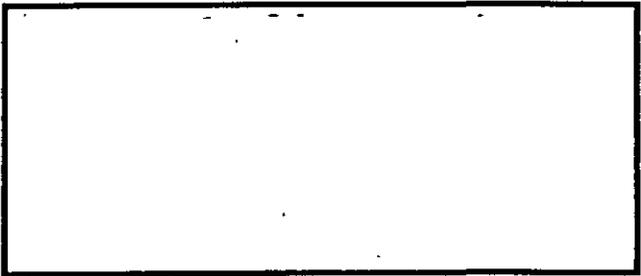
**2.- LEYES  
OBLIGATORIAS**



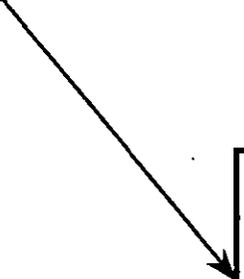
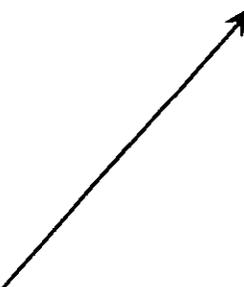
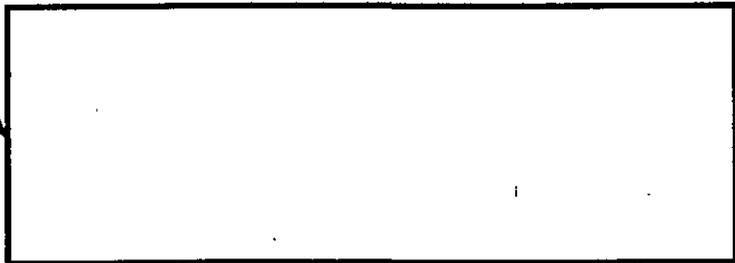
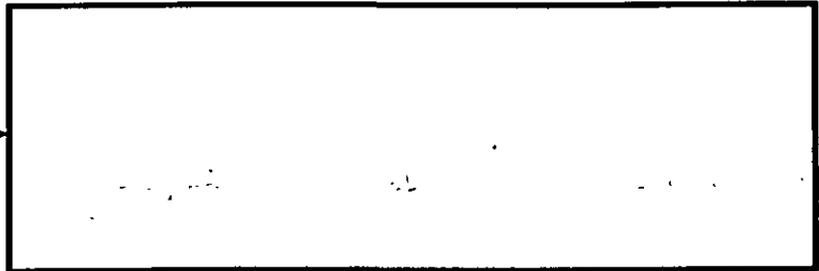
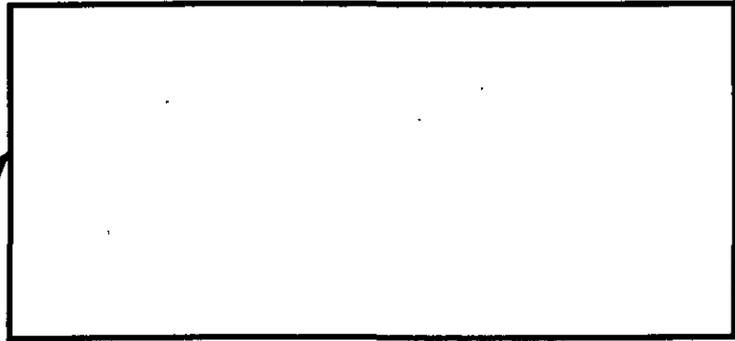
3.-TRATADOS  
INTERNACIONALES



**4.- LEYES  
REGULADORAS  
DEL GASTO  
PUBLICO**



**5.- LEY DE  
CONTROL DEL  
GASTO PUBLICO**



[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

6.9

7.-

[Redacted]

[Redacted]

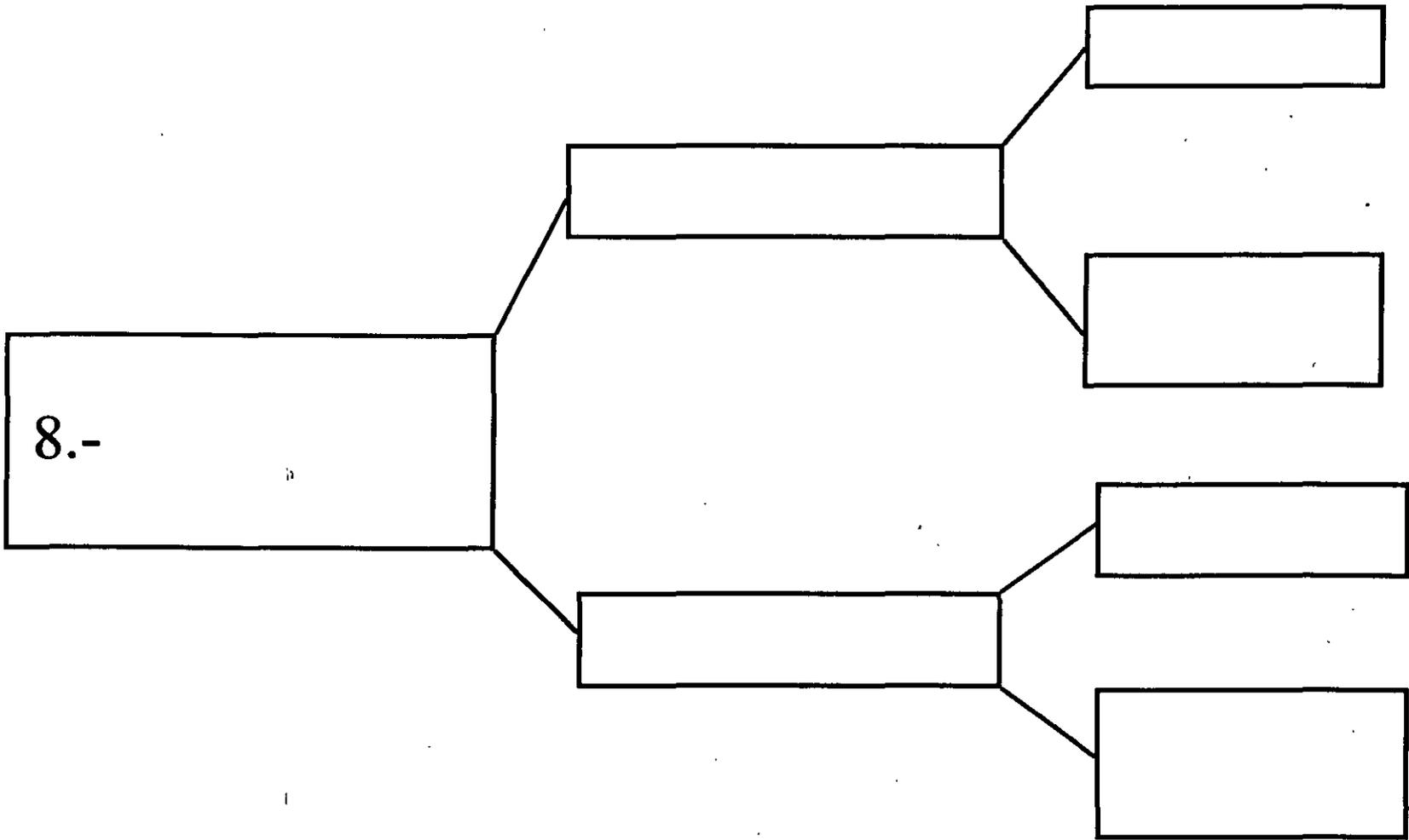
[Redacted]

[Redacted]

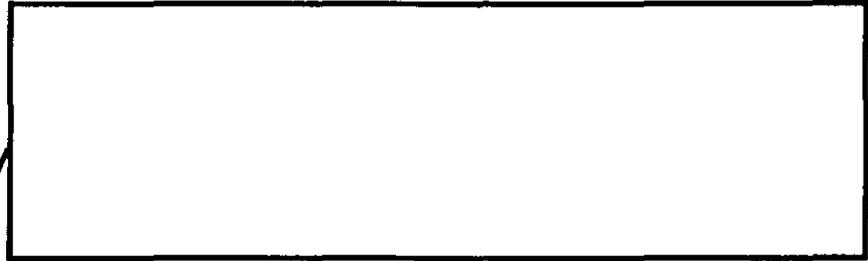
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



9.-

An empty rectangular box with a black border, positioned at the top of the diagram.An empty rectangular box with a black border, positioned in the middle of the diagram.An empty rectangular box with a black border, positioned at the bottom of the diagram.

LEY DE INSPECCION DE CONTRATOS Y OBRAS PUBLICAS ENTRO EN VIGOR EL 4 DE ENERO

REGLAMENTO DE LA LEY DE INSPECCION DE CONTRATOS Y OBRAS PUBLICAS 30 ENERO

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRA PUBLICA 28 ENERO

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION Y EJECUCION DE OBRA PUB.

SE ABROGA LA LEY DE INSPECCION DE CONTRATOS Y OBRA PUBLICA 31 DICIEMBRE

ENTRA EN VIGOR LA LEY DE OBRAS PUBLICAS EL 1o DE ENERO

REGLAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION Y EJECUCION DE ABRA PUBLICA

REGLAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION  
Y EJECUCION DE OBRA PUBLICA 6 DE JULIO

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICA  
DEL 8 DE JULIO

ENTRAN EN VIGOR LAS ADICIONES Y REFORMAS  
DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

SE VUELVE A ADICIONAR Y REFORMAR LA  
LEY DE OBRAS PUBLICAS EL 1o DE ENERO

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS  
DEL 13 DE FEBRERO

NUEVA LEY DE OBRA PUBLICA DEL 8 DE ENERO

REGLAMENTO DE LA LEY DEL 9 DE ENERO

NUEVA LEY DE OBRAS PUBLICAS DEL 18 DE JULIO

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRA PUBLICA DEL  
1o DE ENERO ACTUALMENTE EN VIGOR

<b>TITULOS</b>	<b>CAPITULOS</b>	<b>ARTICULOS</b>
<b>I.- DISPOSICIONES GENERALES</b>	<b>UNICO</b>	<b>1 AL 15</b>
<b>II.- DE LA PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION</b>	<b>UNICO</b>	<b>16 AL 28</b>
<b>III.- DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACION</b>	<b>PRIMERO.- GENERALIDADES</b>	<b>29 AL 30</b>
	<b>SEGUNDO.- DE LA LICITACION PUBLICA</b>	<b>30 AL 41</b>
	<b>TERCERO.- DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACION PUBLICA</b>	<b>42 AL 45</b>
<b>IV.- DE LOS CONTRATOS</b>	<b>PRIMERO.- DE LA CONTRATACION</b>	<b>46 AL 52</b>
	<b>SEGUNDO.- DE LA EJECUCION</b>	<b>53 AL 69</b>
<b>V.- DE LA ADMINISTRACION DIRECTA</b>	<b>UNICO</b>	<b>70 AL 73</b>
<b>VI.- DE LA INFORMACION Y LA VERIFICACION</b>	<b>UNICO</b>	<b>74 AL 76</b>
<b>VII.- DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES</b>	<b>UNICO</b>	<b>77 AL 82</b>
<b>VIII.- DE LAS INCONFORMIDADES Y DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION</b>	<b>PRIMERO.- DE LAS INCONFORMIDADES</b>	<b>83 AL 88</b>
	<b>SEGUNDO.- DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONCILIACION</b>	<b>89 AL 91</b>
	<b>TRANSITORIOS</b>	<b>I, II, III Y IV</b>

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	CONTENIDO	BSERVA.	
PRIMERO	UNICO	3	DEFINICION DE OBRA PUBLICA		
		4	DEFINICION DE SERVICIOS RELACIONADOS		
		5	DISPUESTO EN LOS TRATADOS		
		9	FACULTADES DE LA SECOFI		
		15	JURISDICCION DE LA LEY		
SEGUNDO	UNICO	18	EL IMPACTO AMBIENTAL		
		19	PUBLICACION DE PROGRAMAS ANUALES		
		22	PERIODO DE EJECUCION MAS DE UN PERIODO PRESUPUESTAL		
		23	DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRAN CONVOCAR...		
		24	DEBERAN REMITIR LOS TITULOS E INVENTARIOS A LA...		
		25	DE LOS ESTUDIOS EXISTENTES Y NECESARIOS PARA LA OBRA		
		27	COMITÉ DE OBRAS PUBLICAS		
		28	TIPOS DE CONTRATACION		
TERCERO	PRIMERO	29	PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN		
		30	REGLAS PARA LA PRESENTACION DE PROPOSICIONES		
	SEGUNDO	31	DE LAS LICITACIONES		
		32	REFERENCIAS PARA LAS LICITACIONES		
		33	DE LAS CONVOCATORIAS		
		34	BASES MINIMAS PARA LA EMISIÓN DE LAS LICITACIONES		
		35	PLAZO PARA PRESENTACION Y APERTURA		
		36	REGLAS PARA LAS MODIFICACIONES DE PLAZOS		
		37	LA ENTREGA DE PROPOSICIONES		
		38	EL ACTO DE PRESENTACION Y APERTURA		
		39	EVALUACION DE LAS APERTURAS		
		40	FALLO DE LA LICITACION		
		41	LICITACIONES DESIERTAS Y CANCELADAS		
		TERCERO	42	EXCEPCION DE LA LICITACION PUBLICA	
			43	REGLAS PARA LA LICITACION POR INVITACION	
	44	REGLAS PARA LA LICITACION POR INVITACION			
	45	PROCEDIMIENTO DE INVITACION			
CUARTO	PRIMERO	46	TIPOS DE CONTRATOS		
		47	EL CONTENIDO MINIMO EN LOS CONTRATOS		
		48	PLAZO DE FORMALIZACION DEL CONTRATO		
		49	GARANTIAS DE ANTICIPO Y CUMPLIMIENTO		
		50	GARANTIAS A FAVOR DE.....		
		51	LOS ANTICIPOS		
		52	PROPUESTAS Y CONTRATOS RESTRINGIDOS POR...		
		SEGUNDO	53	INCUMPLIMIENTOS	
			54	LA RESIDENCIA DE OBRA	
			55	DE LAS ESTIMACIONES	
			56	DE INCUMPLIMIENTO DE PAGOS	
58	AJUSTE DE COSTOS				
59	LA APLICACIÓN DE AJUSTE DE COSTOS				
60	MODIFICACIONES A LOS CONTRATOS				
61	DE LAS SUSPENSIONES				
62	DE LAS RESCISIONES				
	63	OBSERVACIONES A LAS RESCISIONES, SUSPENSIONES.....			
	64	COMUNICACIÓN DE SUSPENSIONES, RESCISIONES O TERMINO			
	65	VERIFICACIONES LOS TRABAJOS TERMINADOS			
	66	DE LOS DEFECTOS OCULTOS			
QUINTO	UNICO	70	ADMINISTRACION DIRECTA		
		73	LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DEBERA DE PROVEER Y PREVER		
SEXTO	UNICO	74	DE LA INFORMACION Y CUSTODIA DE LA DOCUMENTACION		
		75	VERIFICACION POR MEDIO DE CONTRALORIA		
SEPTIMO	UNICO	78	INHABILITACION DE CONTRATISTAS		
		79	CONSIDERACIONES PARA LAS SANCIONES		
OCTAVO	PRIMERO	83	INCONFORMIDAD		
		85	INCONFORMIDADES A TRAVES DE MEDIOS REMOTOS		
		86	INVESTIGACION POR CONTRALORIA		
		87	RESOLUCION A LA INCONFORMIDAD		
		SEGUNDO	89	AUDIENCIA DE CONCILIACION	
			90	REGLAS Y PLAZO DE LA CONCILIACION	

CAPITULO	DISPOSICIONES	ARTICULOS	1985-1990 REGLAMENTO		
I	DISPOSICIONES GENERALES	1.-	GENERALIDADES		
		2.-	I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII ( LINEAMIENTOS )		
		3.-	I,II,III,IV,V,VI ( PROCEDIMIENTOS )		
		4.-	I,II,III,IV,V,VI, ( TRABAJOS )		
		5.-	I,II,III ( SUJETOS )		
II	DE LA PLANEACION PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION DE LA OBRA PUBLICA	6.-	ESTUDIOS DE PREINVERSION		
		7.-	ADMINISTRACION DIRECTA		
		8.-	LA DEPENDENCIA ENCARGADA		
		9.-	PROGRAMAS		
		10.-	ELABORAR PROGRAMA Y PRESUPUESTO		
		11.-	PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS		
		12.-	DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL		
		13.-	OBRAS QUE REBASEN UN AÑO FISCAL		
		14.-	LAS DEPENDENCIAS DEBERAN TRAMITAR		
		15.-	OBRAS POR ADMINISTRACION DIRECTA O POR CONTRATO		
		III	PADRON DE CONTRATISTAS	16.-	DEROGADOS
				23.-	
		IV	DE LA CONTRATACION Y EJECUCION DE LAS OBRAS	24.-	I.-CHEQUE CRUZADO II.- FIANZA DEL 5% DE LA PROPOSICION
				25.-	FIANZA POR MONTO, ANTICIPO, 15 DIAS HABILES
				26.-	GARANTIA CUMPLIMIENTO 10-% IMP. FIANZA, 15 DIAS HAB.
27.-	ANTICIPOS I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII				
28.-	I,II,III,IV,V,VI,VII,...				
29.-					
30.-	INFORMACION MINIMA				
31.-	PROPOSICION				
32.-	ACTO DE APERTURA				
33.-	ACTO DE APERTURA				
34.-	SOLVENCIA DE PROPOSICIONES A - B				
35.-	FALLO				
36.-	ADJUDICACION				
37.-	DIFERIR EL FALLO				
38.-	FIRMA DEL CONTRATO ( CONTRATANTE )				
39.-	FIRMA DEL CONTRATO ( CONTRATISTA )				
40.-	PARTE DEL CONTRATO				
41.-	TRASPASO DE DERECHOS Y OBLIGACIONES				
42.-	PRECIOS UNITARIOS PRECIO ALZADO				
43.-	ANTICIPOS, ESTIMACIONES				
44.-	FALTA DE PAGO DE ANTICIPO Y ESTIMACIONES-				
45.-	ESTIMACIONES				
46.-	RESIDENCIA DE OBRA				
47.-	SUPERVICION				
48.-	RESPONSABLE DE LA EJECUCION				
49.-	SUPUESTO DEL 47 DE LA LEY				
50.-	SUPUESTO DEL 46 DE LA LEY				
51.-	AJUSTES				
52.-	SUPUESTOS 42 Y 43 DE LA LEY				
53.-	RESICION, SUPENCION DEFINITIVA				
54.-	SUSPENSION				
V	DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACION DIRECTA	55.-	ADMINISTRACION DIRECTA		
		56.-	PROGRAMAS		
		57.-	PRESUPUESTOS		
VI	DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA	58.-	ARTICULO 26		
		59.-	CONTRATOS TRANSITORIOS ( I, II, III Y IV )		



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **CURSOS ABIERTOS**

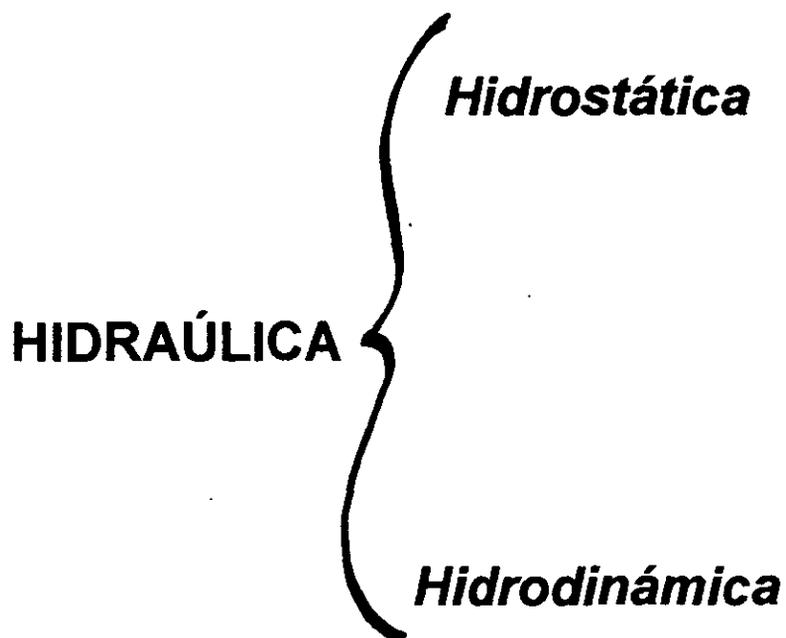
### **RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

#### ***TEMA***

### **INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

**ING. JOSÉ LUIS GARAY ISLAS  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO - SEPTIEMBRE 1999**

# INSTALACIONES HIDRAULICAS



***Hidrostática***, que estudia las leyes de equilibrio de las masas líquidas

***Hidrodinámica***, que estudia los fenómenos relativos al movimiento de dichas masas

# INSTALACIONES HIDRÁULICAS

El desarrollo de la hidráulica ha permitido la realización de importantísimas obras en el mundo entero: canales intercontinentales, grandes diques, y el desarrollo de obras indispensables para la tecnología moderna: prensas hidráulicas, circuitos hidráulicos, etcétera.

## ***Cimentaciones Hidráulicas***

En la construcción, se realizan cuando las cimentaciones se hallan en presencia de agua. Generalmente se procede al achique de la zona de terreno para poder, posteriormente, proceder a la construcción de la cimentación en seco con los procedimientos de la técnica ordinaria.

El achicamiento se efectúa construyendo diques provisionales de madera, hierro u hormigón armado o diafragmas impermeables con pilotes trabados con hormigón, que forman un recinto cerrado del cual se extrae el agua con bombas. Otras veces con dichas obras se desvía el curso del agua, aislando así las cimentaciones.

*Cimentaciones sin achicamiento.* Se utilizan exclusivamente para obras marítimas y consisten en la formación de una escollera arrojando materiales disgregados o colocando bloques artificiales.

Muy empleado, siempre en trabajos marítimos, es el sistema de cimentación por medio de cajones flotantes, formando una serie de celdas que se llenan de hormigón en seco. El cajón se hunde en un fondo previamente dragado y el agua se va expulsando por el mismo material de relleno.

## **HIDRAULICIDAD**

*Química aplicada.* Propiedad que tienen los cementos y algunas clases de cales de fraguar y endurecerse incluso bajo el agua. La hidraulicidad de las cales y los cementos dependen de su composición, especialmente de su contenido en aluminatos, silicatos y ferritos de calcio. Se define como *Índice hidráulico* la relación entre la suma de los porcentajes en peso de los óxidos de comportamiento ácido y el porcentaje de óxido de calcio contenido en un aglomerante hidráulico:

$$\frac{\% \text{SiO} + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3}{\% \text{CaO}}$$

El valor recíproco del índice de hidraulicidad se llama *módulo hidráulico*.

## HIDRODINÁMICA

Parte de la mecánica de los fluidos que estudia el movimiento de los líquidos (especialmente del agua) en relación con las fuerzas actuantes sobre ellos. En el estudio de la hidrodinámica puede seguirse el método experimental o bien el método matemático, basado en las ecuaciones de Euler. El hecho de que, a pesar de existir sistemas matemáticos capaces de describir los fenómenos, se utilicen métodos experimentales para la resolución de los problemas de hidrodinámica, se debe a la extrema complejidad de las ecuaciones, por lo cual, para sus aplicaciones, es preciso recurrir a ciertas hipótesis simplificadoras, no siempre rigurosamente ciertas. Una de las hipótesis fundamentales de la hidrodinámica clásica es que los líquidos carecen de razonamiento interno, es decir, de *viscosidad*. Con tal hipótesis, que en algunos casos casi conduce a resultados absurdos (como p.ej. la paradoja de d'Alembert, según la cual un cuerpo sumergido en un líquido no encuentra resistencia en su avance), se consigue, sin embargo, describir algunos fenómenos, como el flujo a través de un pequeño orificio, el movimiento de un líquido en una conducción, etc. El empleo del *teorema de Bernoulli* sirve en muchos casos de gran ayuda. Lo dicho, no obstante, se refiere al movimiento en régimen *laminar* o *Poiseuille*. Si el movimiento se vuelve *turbulento* no es posible dar una representación matemática del mismo y se recurre a fórmulas aproximadas suministradas por la experiencia.

Líneas que, sobre la superficie topográfica, identifican la trayectoria de un cuerpo con libertad de movimiento y sometido tan sólo a la fuerza de la gravedad. Pueden apartarse de las líneas de máxima pendiente, porque un cuerpo en movimiento está sometido siempre a otras fuerzas (razonamientos, etc.), que frenan su movimiento forzando a la trayectoria seguida por él a identificarse al máximo con la línea de máxima pendiente.

# **INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

## **HIDROSTÁTICA**

Ciencia que tiene por objetivo el estudio del equilibrio de los líquidos. Se basa en algunas hipótesis fundamentales: 1) se supone nulas la dilatabilidad térmica y la compresibilidad de los líquidos; 2) se supone que las diversas partes de un líquido se deslizan unas sobre otras sin rozamiento y que cualquier deformación, a volumen constante, no requiere trabajo; 3) dada una masa de líquido, supuesta aislada, una porción que se halle en equilibrio respecto al sistema de referencia fijado, se postula que se le pueden atribuir las propiedades de la rigidez, sin que se alteren las condiciones necesarias para su equilibrio. Si la porción de líquido considerada está en reposo, deben satisfacerse entonces las condiciones fundamentales para el equilibrio de los cuerpos rígidos, es decir, la resultante y el momento resultante de todas las fuerzas aplicadas a dicha porción deben ser nulos.

## **LEYES DE LA HIDROSTÁTICA**

- a) La superficie libre de un líquido en reposo en un recipiente es normal a la dirección de la plomada, es decir, es horizontal. Ésta es una superficie equipotencial del campo de la gravedad terrestre. Generalizando, puede mostrarse que la superficie libre de un líquido situado en un campo de fuerzas cualquiera es una superficie equipotencial. Por ejemplo, un líquido colocado en un recipiente cilíndrico en rápida rotación en torno a su eje, está sometido a un campo de fuerzas centrífugas y su superficie libre es un paraboloide de rotación.

- b) Cada elemento  $dS$  de una superficie  $S$  en contacto con un líquido, se halla sometido a una fuerza  $dF$  proporcional a  $dS$  y perpendicular a él:  $dF = p dS$  donde  $p$  es la presión ejercida por el líquido sobre el elemento  $dS$ .
- c) La presión actuante sobre un área  $dS$ , orientada de cualquier modo, en el seno de un líquido en reposo, viene dada por el peso de una columna de líquido que tenga por base el área considerada y por altura el desnivel  $h$  entre el centro de gravedad de la superficie libre del líquido (*ley de Stevino*).
- d) *Ley de pascal*. Dado un líquido pesado en equilibrio, en un punto  $A$  del mismo, la presión existente es constante en todos los puntos de la superficie horizontal que pasa por  $A$ . En las prensas hidráulicas se tiene una aplicación directa del principio de Pascal.
- e) Un cuerpo sumergido en un líquido está sometido a una fuerza  $R$  dirigida hacia arriba de valor igual al peso de líquido desalojado (*principio de Arquímedes*). Esta fuerza toma el nombre de empuje y, supuesto homogéneo el líquido, coincide con el punto de aplicación de la fuerza peso, es decir, el baricentro del cuerpo considerado, pero sólo si el cuerpo está totalmente sumergido. Si no se satisface esta condición, el cuerpo está sometido a un par que lo hace girar hasta que el centro de empuje y el baricentro se encuentran en una misma vertical.
- f) Es frecuente considerar el caso de un líquido que llena un recipiente constituido por diversas zonas separadas entre sí por tabiques o comunicadas por canales. La teoría muestra, y la experiencia permite comprobar, que el líquido se dispone en las diversas zonas del recipiente de modo que alcance alturas iguales (*principios de los vasos comunicantes*). Si en un recipiente hay líquidos diferentes, superpuestos, en equilibrio, sometidos tan sólo a las fuerzas de la gravedad, se superponen de tal modo que los líquidos de mayor densidad están debajo y las superficies de separación son horizontales y planas. Considerando el caso más general, puede decirse que la superficie de separación entre dos líquidos situados en un campo de fuerzas es una superficie equipotencial. Si se colocan líquidos diferentes en vasos comunicantes, se disponen en los distintos vasos formando columnas líquidas cuyas alturas  $h$  son inversamente proporcional a sus densidades &.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

***TEMA***

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**ING. JOSÉ LUIS GARAY ISLAS  
PALACIO DE MINERÍA  
AGOSTO - SEPTIEMBRE 1999**

# **Instalaciones eléctricas en EDIFICIOS INTELIGENTES**

**Objetivo.-** Resaltar puntos importantes a vigilar en las instalaciones eléctricas de los edificios inteligentes.

## **1.- Generalidades sobre las Instalaciones Eléctricas (IE)**

- a) Son básicamente las de los edificios de alto nivel de calidad, con alta tecnología y automatización, más avanzados que los AAA comerciales
- b) Deben cumplir con la normatividad vigente en el país; en el caso de México, con las Normas Oficiales Mexicanas, en particular con la NOM- 001- SEMP. Otras NOM son las 007- ENER, 008- ENER (proy.)  
Puede haber desviaciones que deben ser aprobadas por las autoridades, pero siempre para superar a las normatividades locales, estatales y federales
- c) Es recomendable, dado que la mencionada NOM fue derivada del NEC, el que se estudie la conveniencia de cumplir con los cambios más recientes del mismo, lo anterior garantiza un mínimo de actualidad respecto al Primer Mundo.
- d) Debe existir desde el inicio temprano, una estrecha colaboración entre quienes tienen que ver en primer instancia con las IE, que son: el diseñador o proyectista, el Corresponsable de Instalaciones (C/I), las Unidades Verificadoras (UVIES), el especialista en Ingeniería de Mantenimiento (IM). Estas personas deben formar y actuar como parte del “equipo profesional multidisciplinario” a cargo del proyecto y la construcción.

Nota: Recuérdese que en los proyectos de este tipo de edificios no hay “primadonas”, si no que es un grupo de profesionales de alta calidad quien tiene la responsabilidad; dentro de este grupo, se encuentran entre otros, el gerente de mantenimiento; los especialistas en energía, calidad del aire interior, transporte de personas, seguridad, higiene y protección civil, salvaguarda y comunicaciones internas, telecomunicaciones; así como los asesores en medicina, normatividad, “liabilidad” y derecho civil, etc.

- e) Durante la obra, pruebas y primeras etapas de operación, debe haber un encargado que coordine las IE, puede ser el mismo C/I, quien en adición a las tradicionales tiene las siguientes funciones: seguimiento de apego al proyecto y en su caso el que las desviaciones sean inmediatamente registradas, teniendo siempre el enfoque de “igual o mejor”, mantenerse actualizado sobre avances en el campo de las IE y de los Edintel.

## **2.- Condiciones adicionales deseables**

Entre éstas están:

- Doble acometida
- Respaldos especiales para el bunker y manejo de aires en emergencias (humos, gases del estacionamiento, tiros en cubos y escaleras)

## **3.- Instalaciones que son comunes en edificios inteligentes**

A continuación se anotan instalaciones eléctricas que son corrientes en estos edificios:

- Voltaje controlado
- UPS
- Circuitos alimentadores independientes y con medición exclusiva para: A/C, fuerza, contactos, alumbrado, áreas concesionadas, bunker.
- Medición remota por parte de la compañía suministradora

## **4.- Areas e instalaciones a cuidar**

Se anotan aquellas de las cuales se debe cuidar especialmente el diseño, instalación, operación y mantenimiento.

- Grupos electrógenos; se recomienda no menos de tres
- Canalizaciones
- Cableados
- Transporte de personas
- Señalización de emergencia
- Equipo de reciente y/o avanzada tecnología, tal como “jacuzzi”, casetas de audiovisuales, alumbrado de ornato o espectacular y similares

## **5.- Actualización en mantenimiento**

Dentro de las áreas que contribuyen en grado máximo a la vigencia del edificio y que son de atractiva rentabilidad por sus resultados están el uso racional de la energía y la ingeniería de mantenibilidad, esta última incluye puntos tales como:

- Mantenibilidad
- Eficiencia Global del Equipo (OEE)
- Análisis de Criticidad, Modo y Efecto de Falla (ACMEF)
- Jerarquización de funciones
- Contingencias por racionamiento de energía
- Uso intensivo del mantenimiento predictivo y creativo
- Control de demanda máxima
- Lugares peligrosos
- Fiabilidad, reservas y redundancias
- Control y eficiencia de motores
- Biblioteca especializada
- Mantenimiento Productivo Total

## **Edificios inteligentes (¿)**

Una definición técnica sería la de edificios automatizados de control en red.

Son edificaciones avanzadas automatizada

Nota: obsérvese que se debe hablar de “edificaciones” en lugar de edificios; esto tiene razones concretas, entre otras que el término es más general, y además es el usado en el país en los reglamentos (RCDF)

La primer y más general característica que deben tener estos edificios, es que deben estar **BIEN DISEÑADOS, CONSTRUIDOS Y MANTENIDOS**

*En mi opinión, la característica técnica principal de un edificio inteligente es la FLEXIBILIDAD*

**El objetivo general principal de un edificio inteligente es la promoción de la productividad; el objetivo comercial es la rentabilidad**

Un edificio bien hecho, que usa alta tecnología y al que se le automatiza, tiene buen trecho andado en su camino a la inteligentización

Las partes o grupos de actividades fundamentales del proyecto y construcción son las correspondientes a las “corresponsalías”: estructuras, arquitectura, instalaciones/mantenimiento.

Comentario:

- Una buena estructura es mucho más que un estructura bien construida
- Una buena arquitectura es mucho más que una bonita apariencia
- Unas buenas instalaciones son mucho más que las que funcionan

## **Instalaciones Electromecánicas en Edificios Inteligentes**

Para mi gusto, la característica técnica que más hace la diferencia entre los edificios hoy comunes y los “inteligentes”<sup>1</sup>, es su FLEXIBILIDAD, así, escrito en mayúsculas. Entre paréntesis, asevero que la principal característica no técnica es su rentabilidad, si no, que los digan los dueños y los directores de proyectos.

Las Instalaciones Electromecánicas (IEM de aquí en adelante) son por extensión todas las que hacen posible la operación del edificio, incluyendo las más de 25 que se enlistan como tales en el Colegio de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos y las que aún no lo están, por que aún no existen o no son comunes, las que están por venir en el futuro.

Lo anterior nos da la pauta para el diseño de las instalaciones en estos edificios, su principal característica técnico económica es esta flexibilidad para poder irse adaptando continuamente a los cambios. Los parámetros de estos cambios van a ser principalmente: el tamaño (ampliaciones), alimentación de energía, rutas, capacidades (potencia, canales de comunicación, ...), y desde luego, nuevas tecnologías.

Para los no familiarizados con el ámbito tecnológico es procedente recalcar que dentro de la flexibilidad, como parámetro clave está la MANTENIBILIDAD, que es la capacidad, habilidad, facilidad, rapidez, economía al fin y al cabo, para dar el mantenimiento adecuado; este parámetro es de gran valor económico y desgraciadamente es de los menos cuidados, sobre todo por que inexplicablemente no hay la tradición de su expresión como argumento de venta; lo anterior quiere decir que los participantes e interesados en estos edificios no vislumbran la alta rentabilidad de diseñar y cuidar la mantenibilidad; lo dicho es para recordar que cuando hablemos de flexibilidad, queda implícita la misma. Junto con la mantenibilidad está como punto crítico a considerar, la FIABILIDAD, que dicho llanamente, no es otra cosa que la probabilidad de no falla.

Dentro de la flexibilidad se contempla el sobrediseño, con lo que esto implique, de dos conceptos clave de las capacidades; las reservas y los respaldos; la “reserva es más de lo mismo”, en tanto que el “respaldo implica fuente alterna”

Abarcando un poco más, así como mencionamos la mantenibilidad y la fiabilidad, como cuestiones a tener muy en cuenta, podemos mencionar áreas importantes, mismas sobre las que por la extensión de este capítulo no podemos por ahora explayarnos, tales como las casi ignoradas en nuestro país de la dependibilidad, la efectividad global del equipo, el análisis de fallas, y la “liabilidad”; para este último término no he encontrado un término en castellano que nos indique esta idea de responsabilidad de los propietarios u operadores de bienes por el daño que puedan sufrir los usuarios de los bienes por el uso, mal uso o abuso de ellos.

---

<sup>1</sup> En diferentes artículos he sostenido el desacierto al asignarles a las cosas inanimadas características exclusivas del género humano, en este caso, la inteligencia; en adelante emplearé el adjetivo anotado, su abreviatura EDINTEL o el más apropiado, el de “edificios de vanguardia”, usando las abreviaturas propuestas de “edintel”

Así pues, las instalaciones deben pensarse como redes de equipo que van a tener que ser, con relativa frecuencia, movidas, modificadas, ampliadas, y en última instancia desechadas; este último punto es también un asunto que actualmente no consideramos; hasta hace poco casi todo tenía un valor de rescate positivo, es decir, se podía vender en mucho o poco lo que ya nos estorbaba; pero de ahora en adelante este costo de disposición final será cada vez más y más alto.

En lo que respecta al meollo del asunto de las IEM, excluyendo las de comunicaciones, su calidad, en toda la extensión de la palabra, debe ser la mejor obtenible comercialmente, es decir, la que resulte más acorde a la intención económica, teniendo en mente el estatus, imagen, fiabilidad, cliente destino del producto etc. En instalaciones y en mantenimiento se puede decir que no hay cosas caras o baratas, hay cosas malas y cosas buenas, estas últimas son las que resultan económicas a lo largo del ciclo de vida.

Una condición que ha sido tradicionalmente motivo de fricciones entre arquitectos, dueños e ingenieros, es el espacio que se debe reservar para las instalaciones, los primeros dos han tendido a minimizarlos y los últimos a justidimensionarlos; pues bien, de ahora en adelante la flexibilidad y potencial expandibilidad de los edificios de avanzada requerirán de mayores espacios para ellas, aunque esto se compensará, al menos parcialmente con el desarrollo de nuevas tecnologías, por ejemplo, las canalizaciones de cableados de señales, tradicionalmente con hasta cientos de cables de cobre en algunos ductos, ahora es posible que lleven unos cuantos de fibra para igual o mayor capacidad; conservemos en mente que debemos tener lugar para futuras instalaciones, algunas de ellas aún no comerciales; baste decir que los edificios de avanzada tienen en cada piso locales o closets para la distribución de las instalaciones.

Dentro de las instalaciones ahora no raras en los edificios de avanzada, están algunas que por esta condición han sido descuidadas en su aspecto de seguridad, algunas de éstas son:

- Albercas, fuentes y jacuzis
- Ornamentación lumínica, anuncios y luz en fachadas y jardines
- Cabinas de proyección, sonido, ayudas visuales, grabación y similares
- Grupos electrógenos y plantas de emergencia (deben ser varias)
- Auditoria y salas de uso múltiple, con variadísimas facilidades multimedia
- UPS, "no break", voltaje controlado, circuitos secretos y otros parecidos

Algunas cuestiones tecnológicas que deben cuidarse para su conveniente cumplimiento para una alta efectividad son:

- Motores de alta eficiencia
- Alumbrados de alta eficiencia y fácil reemplazo
- Cables de alta calidad (°C, LS, blindaje)
- Cableado y resistencias de los varios tipos de redes a/de tierra
- Uso de fuentes alternas de energía, por ej. la solar y la eólica

Aquí cabe recordar que la casi totalidad de los edificios de avanzada son clasificados como "lugares de concentración pública" en las normas, en este caso la NOM 001 SEMP y

que ellos albergan frecuentemente locales o áreas tipificados en esa norma como “lugares peligrosos”, con todos los vericuetos que esto trae aparejado.

Y ya que nos referimos a cuestiones técnico – legales, el que las IEM no nada más tienen que cumplir cabalmente con las NOM y Reglamentos regionales y del país, si no que deben tender para su competitividad, a considerar las normas más astringentes de avanzada de los países desarrollados. Para cuidar estos puntos los edificios inteligentes deben contar desde su proyecto, con especialistas tales como Ingenieros en Mantenimiento, Corresponsables en Instalaciones (C/I), diseñadores de fiabilidad y “liabilidad” y estudiosos de la “Criticidad, Modo y Efecto de Falla” y otras monerías de la pujante disciplina del Mantenimiento.

Algunos detalles que la experiencia muestra como débiles y que deben en los nuevos edificios ser vigiladas e inclusive exageradas, anotando solamente las que más se descuidan, son:

- Instalaciones accesibles, rastreables y de ser posible, visibles
- Abundantes registros, con rápido acceso
- Líneas de energía e hidráulicas en red, con seccionamientos para flexibilidad
- Tratamiento y reuso del agua, almacenamiento y destino de las pluviales
- Equipamiento para el control y la calidad del aire interior
- Extracción de humos y gases
- Alarmas y señalización de emergencia
- Canalizaciones eléctricas
- Rutas, dimensionamiento y diseño en red de las instalaciones hidrosanitarias
- Codificación de todas las instalaciones
- Actualización permanente de planos

Solamente con el ánimo de despertar interés, anoto a continuación algunas instalaciones no comunes hasta ahora y que se encuentran en los edificios de avanzada:

- Detectores de movimiento de tierras y .....
- Cableados alternos de seguridad no registrados en planos
- Emisión de señales y otros medios para control de plagas
- Elevadores de alta velocidad y ....
- Instalaciones (todas) de alta seguridad en bunkers
- Redes de detectores de ubicación y permanencia de personal
- Rastreadores solares y canalización especular y por fibra de la luz
- Alumbrados fríos
- 

Nota. Los puntos suspensivos son para no describir cualidades de salvaguarda, que por la misma razón no es conveniente difundir

Resumen: Las instalaciones de los edificios de avanzada deben ser de la más alta calidad, entendiendo por esto su adecuación a la deseada rentabilidad; cualidades típicas relacionadas son su alta eficiencia energética, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, liabilidad, efectividad global

## **Edificios inteligentes y energía**

El siguiente artículo lo escribe el autor con un enfoque de uso temático para cursos sobre construcción energética e ingeniería inmobiliaria (Facility Management)

Los edificios avanzados e "inteligentes" están siendo las edificaciones donde se están evidenciando claramente los irremisibles

### **CAMBIOS DE ENFOQUES TRADICIONALES *arquitectónicos y constructivos***

Las formas arquitectónicas tradicionales han surgido de la cultura, época, recursos económicos, materiales y clima; de ahora en adelante tendrán más en cuenta estos tres últimos factores, por razones de:

- RENTABILIDAD
- CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR<sup>(1)</sup>
- ECOLOGIA<sup>(2)</sup>

#### **USO RACIONAL DE LA ENERGIA**

Al igual que en cualquier tema de desarrollo de la arquitectura e ingeniería, sus antecedentes son rastreables a lo largo de toda la historia de la humanidad, pero de ahora en adelante su optimización tendrá una influencia determinante, misma que sólo se había tenido en la vivienda precaria

La ENERGIA, su precio, disponibilidad, uso, manejo, conversión última y demás aspectos deberán ser evaluados, no ya por un arquitecto, sino por un "equipo constructor"<sup>(3)</sup>

El estudio de la energía en las edificaciones comprenderá, entre otros puntos:

#### **MATERIALES**

- Energía requerida para su obtención y procesamiento
- Origen de los materiales y políticas ecológicas de ese país; importancia ecológica de la zona origen y destino para el planeta
- Energía requerida para su instalación final y para su remoción periódica y final
- Propiedades y comportamiento físico - químico - energético de por ejemplo: aislamiento compuesto ("emparedado") y propiedades como la densidad, mantenibilidad<sup>(4)</sup>, termo foto fono transmisividad, conductividad, reflectividad e "...idades" similares
- Biodegradabilidad
- Costos de reciclaje y disposición final
- Higiene propia y relacionada, y su relación patológica y organoléptica

## **PROCESO CONSTRUCTIVO**

- Tiempo - energía empleado en la construcción
- Relación mano de obra / equipos, o energía humana / energéticos
- Origen de los equipos constructivos, eficiencias y eficacias de su operación

## **ESTRUCTURAS**

- Orientación para aprovechamiento de la radiación solar y para la aceptación / rechazo del efecto del viento
- Altura piso techo para aprovechamiento del aire acondicionado y calidad del aire interior
- Alturas de las cavidades de piso elevado y falso plafón, para las instalaciones, y su ventilación, enfriamiento, flexibilidad, mantenimiento, ....
- Profundidades o anchos máximos entre ventanas, y claustros y patios interiores
- Aislamiento y separaciones de las cimentaciones, de pisos y explanadas circundantes,
- Sótanos y locales poco rentables como elementos aislantes y como espacios para almacenamiento de frío o de energía
- Alturas, seccionamiento y orientación de sótanos para ventilación y termoconservación ambiental
- Alturas de sótanos para casas de máquinas
- Pisos exclusivos para fuerza e instalaciones
- Dimensionamiento y estructuración de ductos, pasos de gato, pasillos, túneles y similares para la mejor operación energética, logística y de comunicaciones
- Partido estructural y arquitectónico para el ahorro de energía en el deambular y logística humanas, en especial en accesos a espacios laborales
- Reforzamiento estructural para probables futuras(5) instalaciones de energías alternas, por ejemplo eoloelectricidad, auto y cogeneración, acometidas de gas natural o hidrógeno, y otras energías renovables
- Dimensionamiento y enrutado adecuado de canalizaciones de entrada y salida de fluidos, en especial de aguas y combustibles
- Accesos y vestíbulos para el ahorro de tiempo y energía humana en las horas pico

## **ELEMENTOS ARQUITECTONICOS**

Nota: Los primeros tres siguientes son básicos para el ahorro de energía(6)

- Fachadas como elementos termo fono foto reflejantes / transmisores
- Relación macizo - vano y "fenestración"
- Volados, mamparas, faldones, parteluces y similares para sombreado
- Marquesinas y volados para "meter" (por reflexión) la luz lo más profundo posible
- Espacios circundantes para arbolado de sombreado y microclimatización(4)
- Modulación y dimensionamiento de pisos elevados, plafones, cancelas y mobiliario para flexibilidad y optimación de rutas de instalaciones

- Masividad total del inmueble para favorecer el comportamiento (inercia) térmico de la edificación<sup>(6)</sup>
- Coordinación, precisión de prefabricados y obra en sitio, instalación, cuidado, etc. en el ajuste entre elementos para la adecuada estanqueidad entre locales
- Partido arquitectónico para la eficaz ventilación, dando prioridad a la natural (velocidad, cambios, sentido, acarreo de partículas, etc.)
- Diseño para el aprovechamiento energético de la necesidad psicológica humana por la estacionalidad
- Previsiones para ductos, pasos, "closets" y otros, para el enrutado de las canalizaciones actuales y futuras<sup>(5)</sup>
- Uso del color y acabados para eficientar la iluminancia y luminancia de los interiores y la reflectancia / absortancia térmica en los exteriores
- Cavidades zonales, puestos de trabajo y diseño de mobiliario, para mayor confort y calidad ambiental, y para el aprovechamiento de la luz diurna
- Partido para ubicar adecuadamente los sitios de trabajo, de recreación y de estancia donde se requiera alta intensidad energética, así como la distribución estratégica de áreas de servicios, almacenamiento, estacionamiento, vestibulares, vialidades y transportación humana como zonas umbrales<sup>(7)</sup>
- Preocupación por el diseño adecuado para la mantenibilidad<sup>(4)</sup> de las estructuras, áreas, elementos constructivos, materiales, acabados y mobiliario

## **INSTALACIONES**

La estructura y arquitectura deben coordinarse y ser amigables a la energoingeniería, en cuestiones tales como:

- Espacios y rutas para canalizaciones, tales como conducción de luz diurna, aire, residuos, basura, tuberías, cableados, etc.
- Eficiencia de los equipos, aparatos y dispositivos
- Efectos adversos del uso de equipos térmicos, mecánicos, eléctricos y electrónicos en los sistemas asociados y elementos arquitectónicos, por ejemplo vibración, campos magnéticos, etc.
- Eficiencia en la conducción eficiente de fluidos
- Generación, transferencia, reuso y destino final de la energía
- Intercambio de calor a todos los niveles
- Coordinación con el horario de verano (independientemente de que sea o no efectivo)
- Reciclaje de residuos y fluidos, en especial de aguas servidas
- Aprovechamiento de aguas pluviales, para uso interno, uso de la comunidad y recarga
- Manejo de desperdicios y su tratamiento interno con la menor energía posible antes de su desalojo



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA :**

**EJEMPLOS**

**ING. JOSÉ GAYA PRADO  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE 1999**

9-Sept.-99 1/4

Elemento: Trabe rigidez

Secc.: 35/65-75  $l = 14.00$  mts.

Materiales:

Concretos

$f_c$  presforzado = 350 kg/cm<sup>2</sup>

$f_c$  firme = 200 "

Aceros

$f_{pa}$  = 38900 kg/cm<sup>2</sup>

$f_{fy}$  = 4200 "

Cargas:

$W$  po. po. — 546 kg/m.

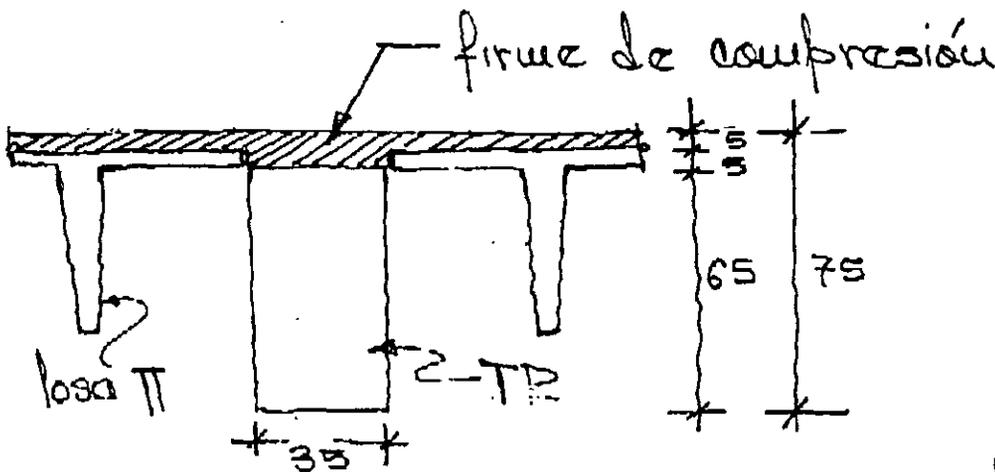
S. Simple

$W$  compl. — 84 "

S. Simple

$W$  S.C — 500 "

S. Compuesta



Secc. Simple Propiedades Geométricas Sección Compuesta

$A = 2275$  cm<sup>2</sup>

$A = 2690.8$  cm<sup>2</sup>

$I = 800989.6$  cm<sup>4</sup>

$I = 1,322,693.3$  cm<sup>4</sup>

$Y_i = 32.5$  cms.

$Y_i = 38.4$  cms.

$Y_s = 32.5$  cms.

$Y_s = 36.6$  cms.

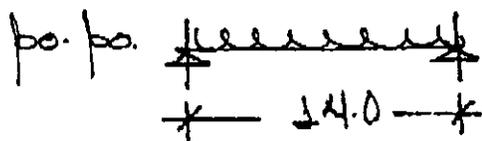
$S_i = 24645.8$  cm<sup>3</sup>

$S_i = 34414$  cm<sup>3</sup>

$S_s = 24645.8$  cm<sup>3</sup>

$S_s = 36,173.5$  cm<sup>3</sup>

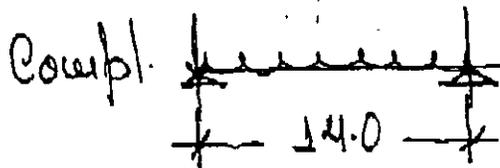
Esfuerzos:



$$U = \frac{wL^2}{8} = 546 \times 14^2 / 8 = 13,377 \text{ kg-m}$$

$$f_s = 54.28 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

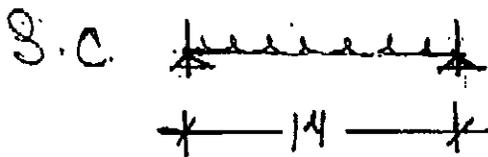
$$f_i = 54.28 \text{ " } (-)$$



$$U = 2058 \text{ kg-m}$$

$$f_s = 8.35 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

$$f_i = 8.35 \text{ kg/cm}^2 (-)$$



$$U = 12,250 \text{ kg-m}$$

$$f_s = 24.6 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

$$f_i = 35.6 \text{ kg/cm}^2 (-)$$

$$\Sigma f_s = 87.23 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

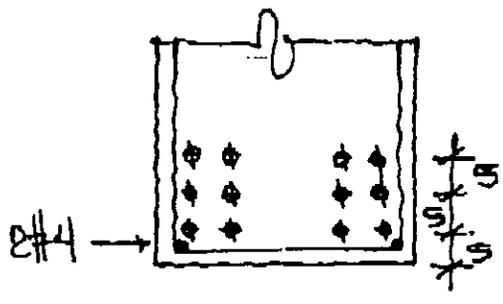
$$\Sigma f_i = 98.23 \text{ kg/cm}^2 (-)$$

Esfuerzos debidos al presfuerzo

torón  $\phi 1/2$ "

$$P = 18,900 (0.8)(0.75)(0.99)$$

$$P = 11,226.6 \text{ kgs.}$$



12 tornos  $\phi 1/2''$

$$f_s = 35.43 \text{ kg/cm}^2 (-)$$

$$f_i = 101.23 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

Combinación de esfuerzos finales

$$f_s = 53.80 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

$$f_i = 3.0 \text{ kg/cm}^2 (+)$$

Calculo de flechas.

$$\Delta = \frac{5wl^4}{384EI} ; \Delta_{total} = 3.31 \text{ cms. } \downarrow$$

$$\Delta = \frac{P_e l^2}{8EI} ; \Delta_{presf.} = 2.75 \text{ cms. } \uparrow$$

$$\Delta_{final} = 0.36 \text{ cms } \downarrow$$

Flexión.

Momento resistente ;  $M_R = (F_c) T_u (a - a/2)$

$$a = \frac{C_u}{b f_c} = \frac{T_u}{b f_c}$$

$$M_R = 63.93 \text{ t-m}$$

$$M_{act.} = 27.68 \text{ t-m}$$

$$\frac{M_R}{M_{act.}} = 2.31 > 1.4$$

constante

$$V = \frac{\omega l}{2} \quad ; \quad V = \frac{1130 \times 14}{2} = 7910 \text{ kg s.}$$

$$V_u = 11074 \text{ kg s.}$$

$$\bar{\sigma}_u = \frac{11074}{35 \times 70} = 4.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{cr} = Fr \cdot 0.5 \sqrt{f_c^*}$$

$$\bar{\sigma}_{cr} = 0.8 \times 0.5 \sqrt{280} = 6.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{cr} > \bar{\sigma}_u$$

Separación máxima  
de estribos #3

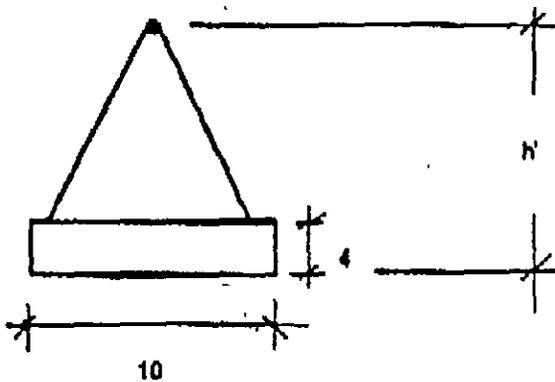
$$S = 0.75 H$$

$$S = 56 \text{ cms.}$$

# SEMIVIGUETA PRETENSADA

(semivigas de alma abierta)

SECCION TRANSVERSAL 10 X 4 CM.



MATERIALES EMPLEADOS

Concreto..... $f'c = 350 \text{ kg./cm}^2$

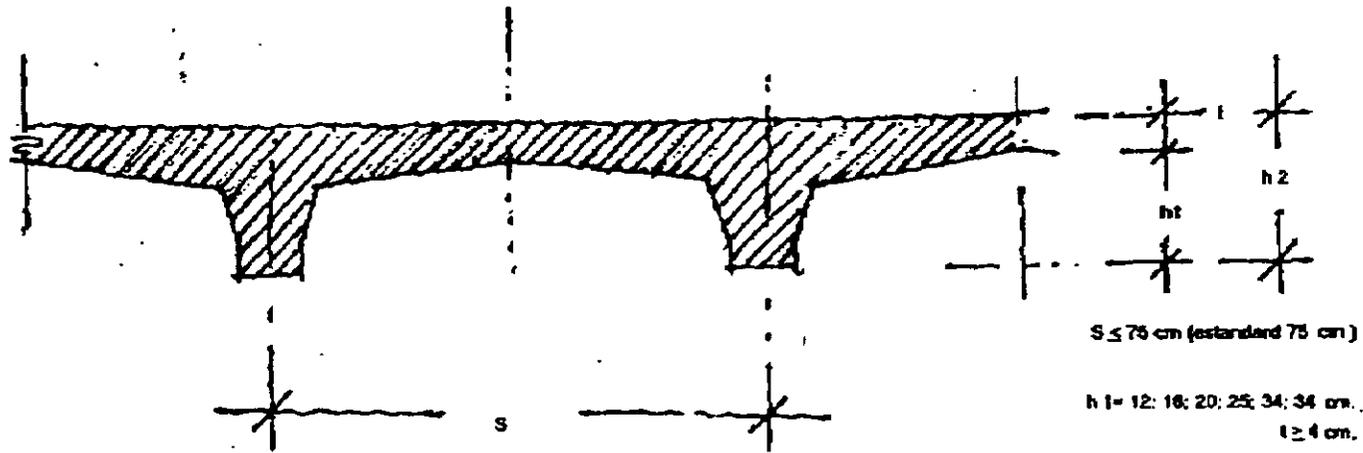
Aceros

Presfuerzo..... $f'pu = 17500 \text{ kg./cm}^2$

Armadura..... $fy = 5000 \text{ kg./cm}^2$

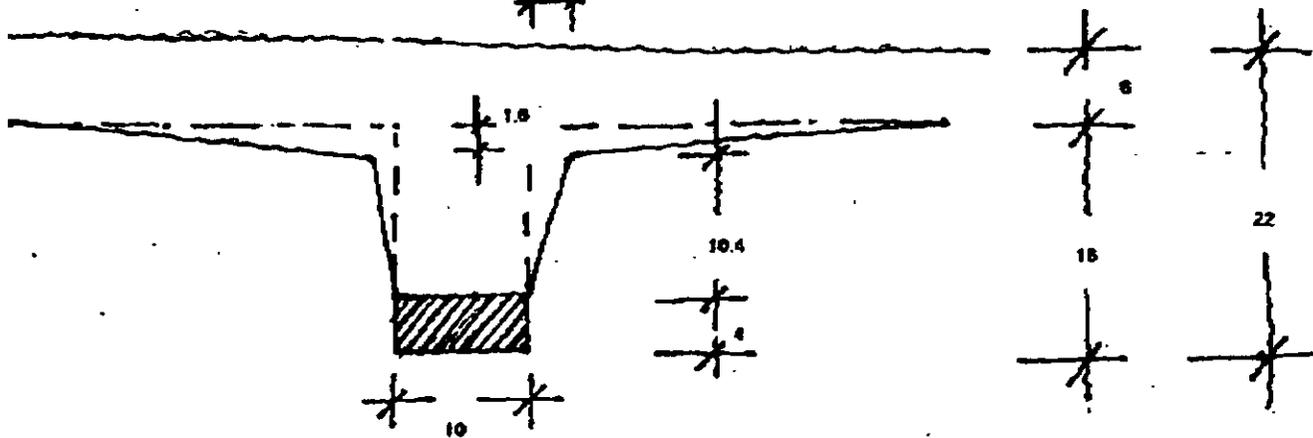
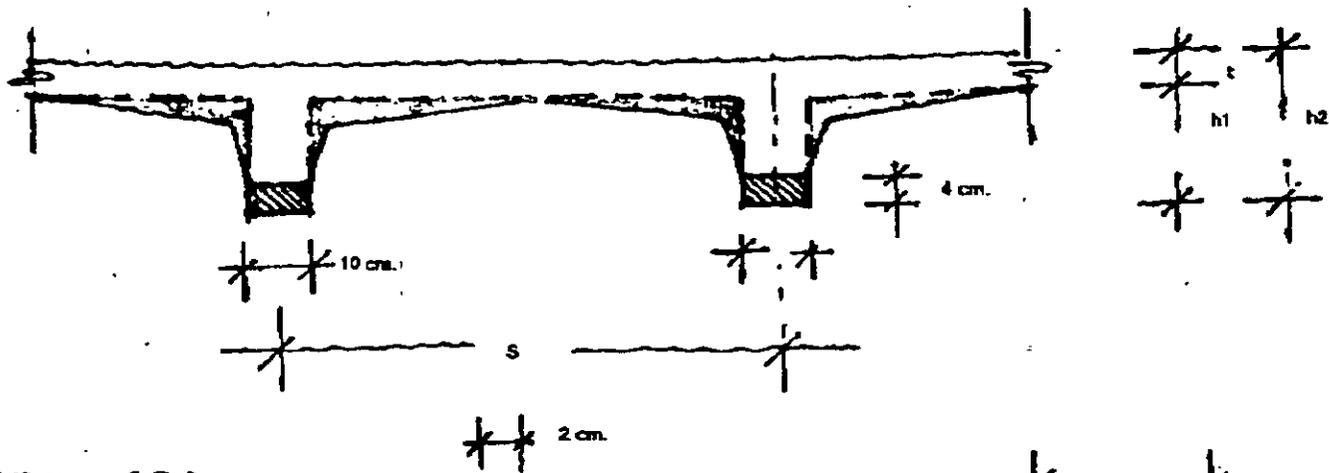
Peralte ( $h'$ ), al hilo superior  $12 \leq h' \leq 34 \text{ (cm)}$

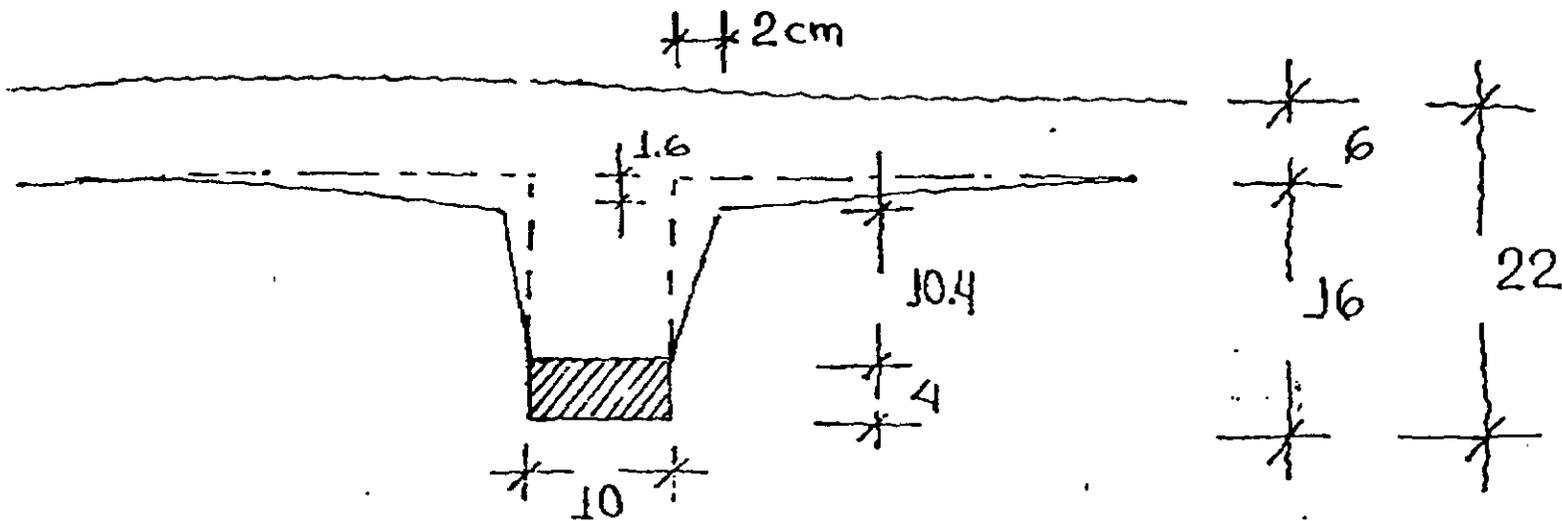
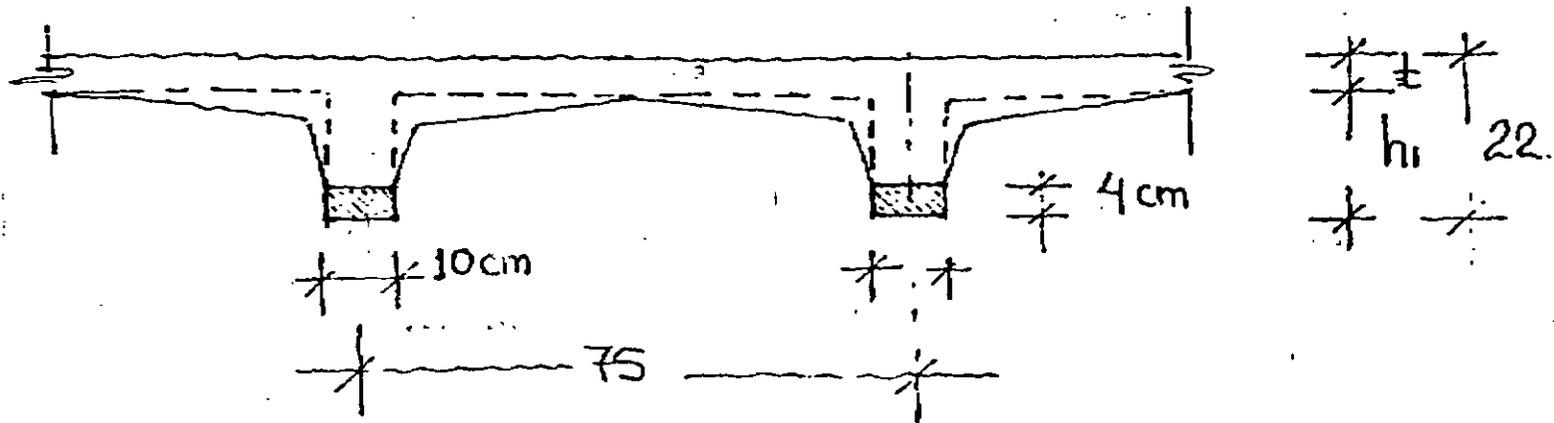
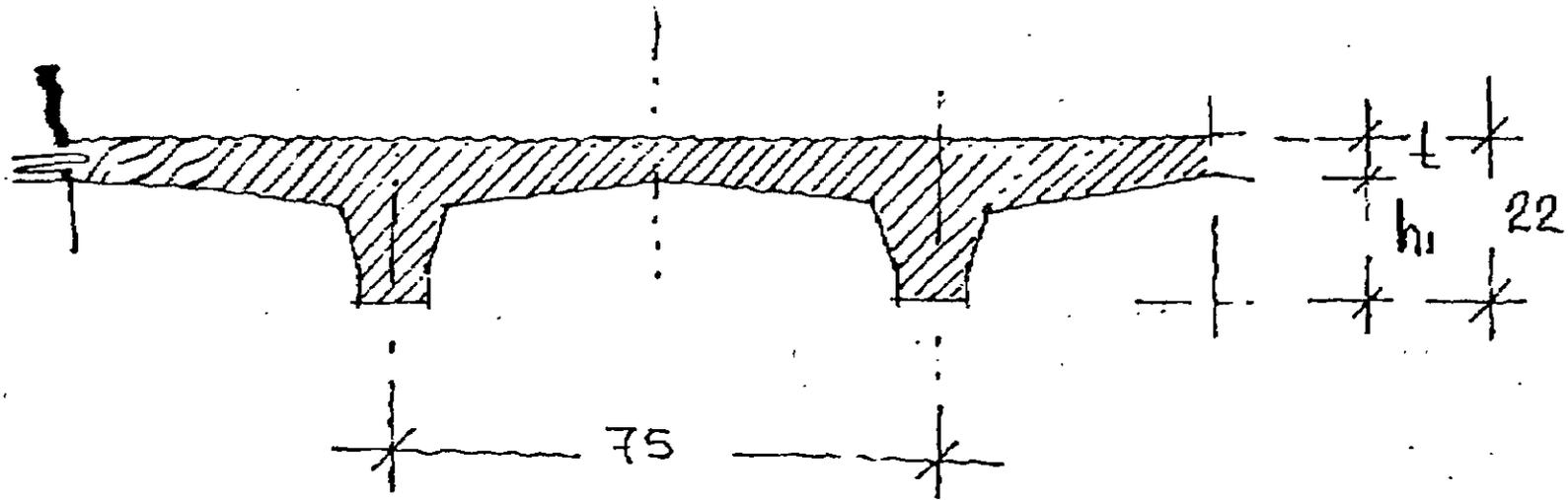
Claros por cubrir ( $L$ )  $0 < L \leq 12 \text{ mts.}$

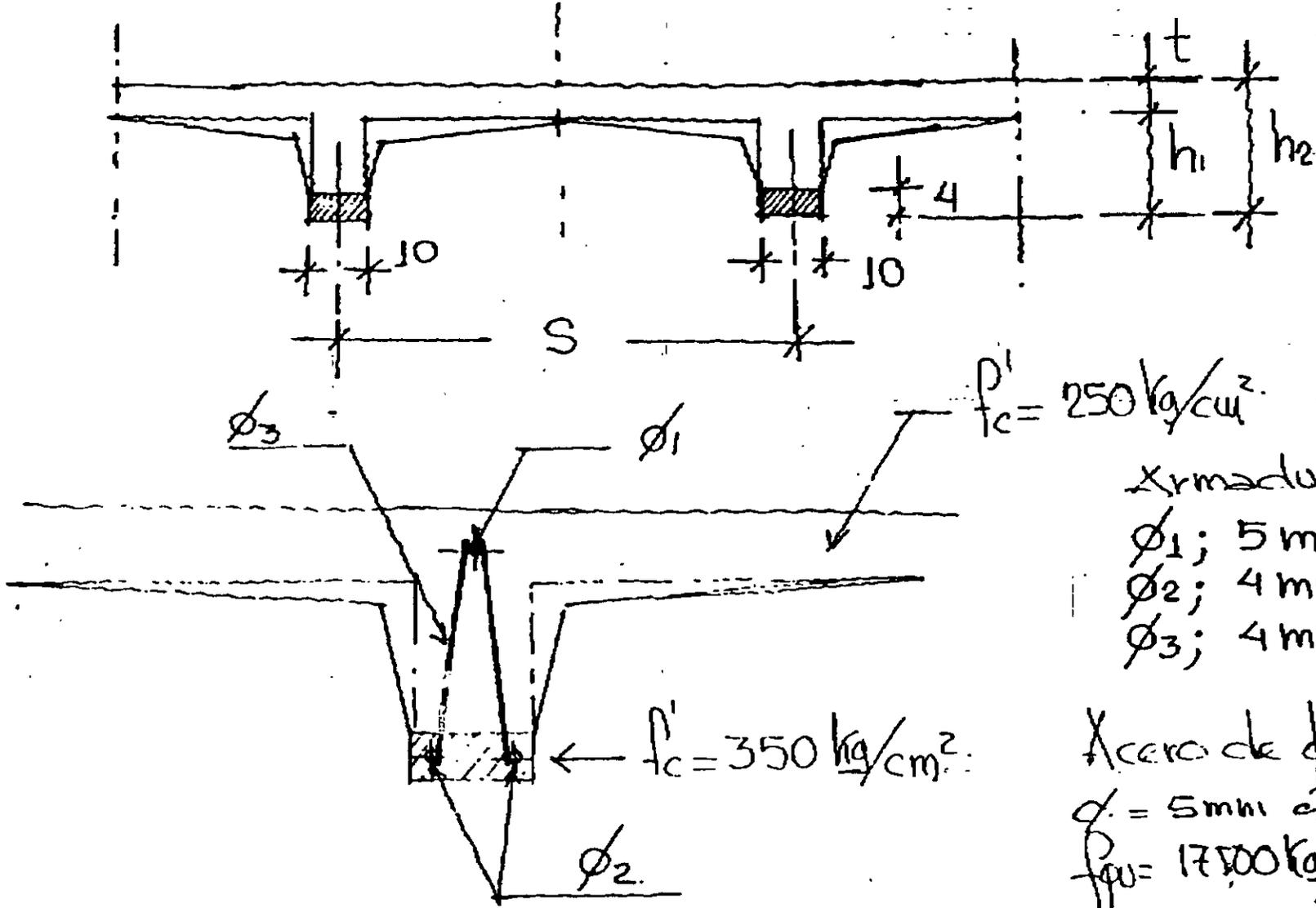


$S \leq 75$  cm (standard 75 cm)

$h_1 = 12; 16; 20; 25; 34; 34$  cm.  
 $l \geq 4$  cm.







$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

- Armadura  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- $\phi_1$ ; 5 mm; 6 mm
  - $\phi_2$ ; 4 mm; 5 mm
  - $\phi_3$ ; 4 mm; 5 mm; 6 mm

$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Acero de presfuerzo  
 $f_u = 17500 \text{ kg/cm}^2$   
 $\phi = 5 \text{ mm} \text{ e } 4 \text{ mm}$

peso del sistema  
sobre carga

$$(w)_{prop} = 220 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{sc} = 500 "$$

$$\Sigma W = 720 \text{ kg/m}^2$$

Carga uniformemente  
repartida...  $0.75(720)$

$$W_T = 540 \text{ kg/m}$$

Claro de cálculo

$$l = 3.25 \text{ mts.}$$

Flexión:

$$M = \frac{wl^2}{8} = 713 \text{ kgm.}$$

Cortante

$$V = \frac{wl}{2} = 878 \text{ kgs.}$$

Momento Resistente

$$M_R = (F.R) T_u \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = \frac{C_u}{b f_c} = \frac{T_u}{b f_c}$$

$$b = 75 \text{ cm.}$$

$$f_c = 170 \text{ kg/cm}^2.$$

$$T_u = A_{sp} f_{sp} + A_{s2} f_y =$$

$$T_u = 10950 \text{ kgs.}$$

$$M_R = 1930 \text{ kgm.}$$

$$\frac{M_R}{M_a} = 2.7 > 1.4.$$

Contorno.

$$S = \frac{(F.R) A_u f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) d}{V_u - V_c}.$$

Sup.  $V_c = 3.5 \text{ kg/cm}^2$  conservadoramente

$$S = 60 \text{ cm} > 20 \text{ cm.}$$



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA :**

**CONTROL DE CALIDAD**

**ING. J. ALVARO ORTIZ FERNÁNDEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE 1999**

## El control de calidad de las obras

\*M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo



*Debido a que todas las actividades de una obra se desarrollan con cierta independencia, existen deficiencias y conflictos innecesarios entre los responsables de cada área*

### GENERALIDADES

La construcción de las obras civiles de ingeniería requiere de una supervisión minuciosa de los planos y especificaciones del proyecto, de una supervisión eficiente y de un control de calidad auténtico, con el fin de lograr que tales obras cumplan con su propósito

Por lo general, todas las actividades de una obra: planeación, proyecto, construcción, supervisión, control de calidad, conservación y operación, se desarrollan con cierta independencia, lo cual da motivo a deficiencias y conflictos innecesarios entre los responsables de cada una de esas actividades. Esto se evita con un sistema integrado de acciones de retroalimentación constante y una actitud siempre positiva

El Nivel de Calidad es el conjunto de características cualitativas y cuantitativas que deben satisfacer los materiales, las instalaciones y los componentes de la obra en los aspectos de resistencia a las cargas por soportar, asentamientos totales y diferenciales, deformaciones, geometría, apariencia, durabilidad, capacidad de carga, etc

El Nivel de Calidad implica el establecimiento del criterio (o criterios) de aceptación, corrección y/o rechazo, mediante el valor medio de la característica a medir (compacidad, humedad, resistencia, permeabilidad, etc.) y su desviación estándar o coeficiente de variación (por ejemplo, las medidas de dispersión de los valores).

En la práctica, las variaciones permisibles complementan al Nivel de Calidad deseado en mayor o menor medida con respecto al valor medio requerido de la característica por medir. Por lo tanto, el Control de Calidad consiste, precisamente, en verificar que durante el proceso constructivo se vaya asegurando el Nivel de Calidad estipulado

El responsable de la planeación de la obra es quien define el Nivel de Calidad de la misma, para que el proyectista lo establezca y el constructor lo asegure, el supervisor lo verifique, el controlador de calidad lo certifique y los responsables de la conservación y la operación vigilen y mantengan, respectivamente, el Nivel de Calidad estipulado, tanto en geometría

\* Director General de Raúl Vicente Orozco y Compañía, S.A. de C.V.

y acabados como en materiales y procedimientos constructivos (Figura 1).

El Control de Calidad debe incluir todas las operaciones inherentes al muestreo, ensaye, inspección y selección de materiales, previamente a la ejecución de la obra, a fin de asegurar que el procedimiento constructivos satisfaga las exigencias de la misma.

Durante el proceso de construcción, el controlador de calidad, y responsable del Control de Calidad, deberá realizar la inspección, el muestreo y los ensayes necesarios, en todas las etapas, para que se logre el Nivel de Calidad deseado en los diversos conceptos de obra involucrados, además, tiene que suministrar información oportuna al responsable de la construcción, para que, con el debido conocimiento, actúe en plan correctivo, oportuno y eficaz, con objeto de evitar defectos en métodos constructivos.

El concepto de "calidad" tiene que estar presente en todas las actividades, desde que se gesta y concibe la idea (obra) hasta que se realiza; tal concepto debe "infiltrarse" en todas las personas que de alguna manera intervienen en el logro de la obra y "reflejarse" claramente en sus propias actitudes, durante el proyecto, la supervisión, el Control de Calidad, la construcción y la conservación de la misma.

Para finalizar, conviene que en cada caso en particular se establezca el sistema detallado de supervisión y control de Calidad propio de la obra, donde asimismo deben intervenir el proyectista y el constructor

Es importante definir la obra, en qué momento deben intervenir también el proyectista y el constructor, las principales actividades de los responsables de la obra (ver Fig 2), así como la secuencia más recomendable de las mismas (Tabla 2)

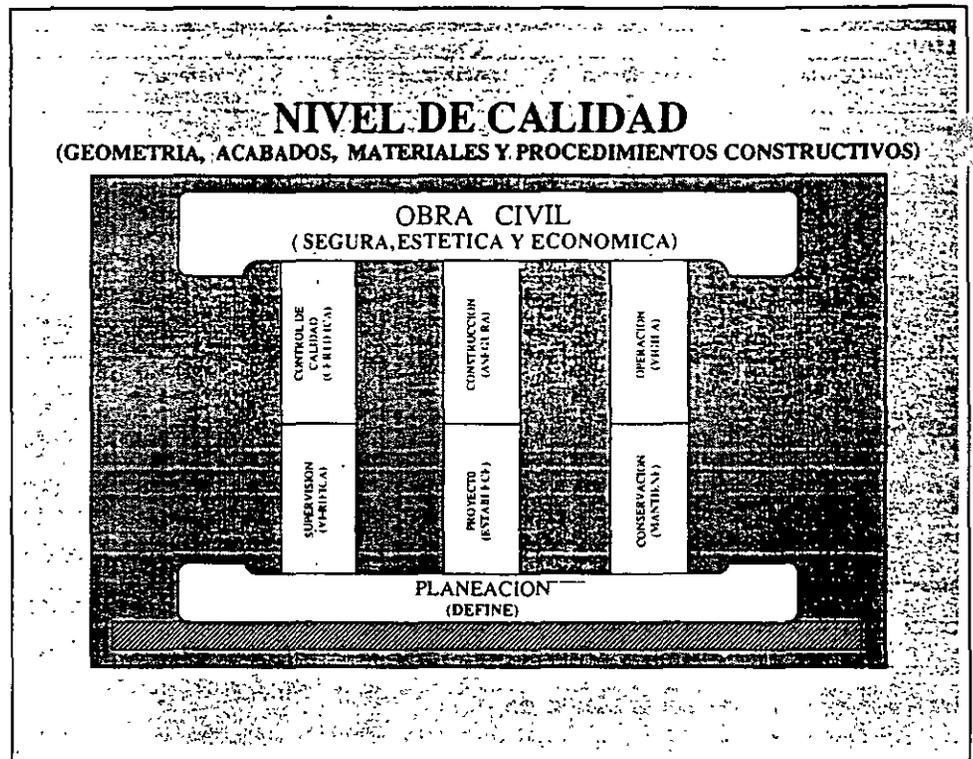


Figura 1.

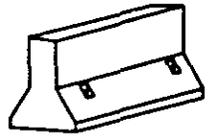
# MANDENOS por un TUBO

pero que sea.....

## DYSA

**LOS PRIMEROS Y UNICOS FABRICANTES DE TUBERIA ECOLOGICA QUE CUMPLEN  
CON LAS ESPECIFICACIONES HIDROSTATICAS ASTM PARA EL TLC**

- Tubería para drenajes, alcantarillado e instalaciones sanitarias
- Fabricación de brocales, coladeras, areneros, codos, pozos de visita, postes para cerca, fantasmas para carreteras, guarniciones.
- Fosas sépticas tratadas ecológicas.
- Cubrimos las especificaciones necesarias.



**Y ahora presentamos nuestro nuevo producto:  
BARRERA DYSA: DIVISORIA DE CARRETERAS**

SURTIMOS PEDIDOS A TODA LA REPUBLICA  
Gabriel Mancera No 1141 México 12, D F  
Tels : 559-22-55, 559-56-00, 559-09-11, 559-29-31 Fax 559-01-10  
miembro de: Consejo Nal. de Industriales Ecologistas A.C.



**Tabla 1: Etapas del control de calidad**

ETAPA	Concepto			
	Construcción	Ingredientes	Actividad	Material o característica
Previsión	Antes	Separados (Dosificaciones básicas)	Control y aceptación (Selección de equipo e instalaciones)	Grava; arena; agua; cemento y aditivos
Acción	Durante	Mezclados	Ajuste, ejecución, control y aceptación	Suelo a compactar con o sin aditivos (agua o cemento); mezclas de concreto
Historia	Después	Transformados (nuevo material)	Informe y análisis estadístico	Compacidad y contenido de líquido (agua o asfalto) de las capas; resistentes o rigideces del concreto

**ETAPAS DE CONTROL**

Es pertinente distinguir tres etapas de control que están implícitas, pero que conviene separar en secuencia, de acuerdo con los enfoques racionales del auténtico Control de calidad, el cual debe observarse en cada una de las Etapas de Previsión, Acción e Historia para todas las actividades de la obra

Las Etapas de Control de Calidad que se mencionan, se ilustran en la Tabla 1 son las siguientes<sup>1</sup>:

**Etapas de previsión**

Se refiere a las actividades en que se pueden escoger los materiales antes de su explotación, transporte, mezcla (con o sin agua y cemento Portland), colocación, "bandeo" y/o compactación. En otras palabras, el control de los materiales antes de la construcción servirá para aceptarlos como ingredientes separados y es conveniente que esto ocurra precisamente en las fuentes de suministro, para evitar desperdicios en tiempo, dinero y energía.

¿Para qué descartar un material al "pie de la obra", cuando se sabe que está "defectuoso" desde su origen?

Si los Materiales son aceptados antes de su transporte, también deben serlo en el sitio de construcción o en la planta de procesamiento o mezclado, a no ser que sean "contaminados" por descuido con otros materiales o materias extrañas

Resulta obvio que en esta etapa de previsión se presenta la única oportunidad de aceptar, desechar o mejorar los materiales previamente a la construcción.

Las Cartas de Control son magníficos auxiliares para asegurar los Niveles de Calidad que se fijan en el proyecto.

Estas deberán actualizarse diariamente para cada parámetro básico que se estipule: contenidos de grava, arena y finos; humedades en el banco y en el sitio; índice plástico y límites de consistencia (líquido y plástico); construcción lineal y equivalente de arena, módulos de finura de la grava y la arena; tamaños máximos y mínimos de los fragmentos de roca; coeficientes de uniformidad y curvatura de la grava-arena; contenido de partículas deleznable o deletéreas; pesos volumétricos, densidades y absorciones; etc)

Respecto a los estudios previos de los bancos, que incluyen su potencialidad y

variabilidad, deberán incluirse por rutina los aspectos geológicos y los análisis petrográficos de los materiales para juzgar la durabilidad de las capas en los pavimentos.

En las losas de concreto hidráulico, algunas veces ocurre que los agregados reaccionan con los álcalis del cemento Portland; en otros casos, la carpeta asfáltica se deteriora y desintegra paulatinamente porque se llegó a confundir los basaltos recientes con las andesitas o los basaltos muy antiguos que contienen minerales expansivos (tipo zeolita), mismos que son muy ávidos de agua y que rompen los agregados.

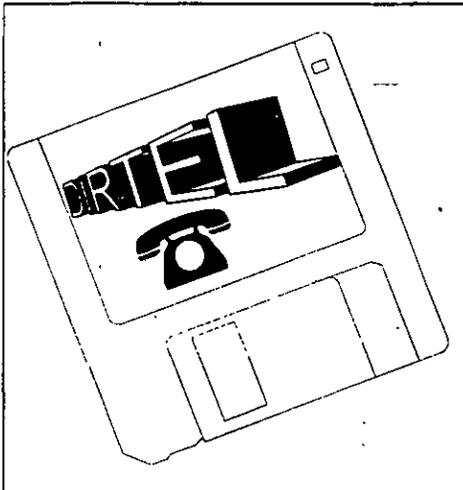
En esta etapa de previsión se deben conocer a fondo, y mucho antes de la construcción, las dosificaciones básicas de los ingredientes, de acuerdo con el equipo y las instalaciones seleccionados.

**Etapas de acción**

Se refiere a la verdadera actividad de aceptación, corrección o rechazo durante la construcción. Una vez que se han aceptado los ingredientes separados en la etapa anterior (previsión), se procede al mezclado de los mismos, actividad que indica el momento del inicio del proceso constructivo, mismo que no debe interrumpirse sino terminarse.

**Tabla 2. Secuencia recomendable de actividades inherentes a los responsables de una obra**

Secuencia	Responsable	Actividad
1	Proyectista	Establecer Niveles de Calidad
2	Proyectista	Correlacionar propiedades fundamentales con parámetros fácilmente medibles
3	Proyectista	Definir y establecer zonas de aceptación, corrección y rechazo
4	Constructor	Proponer aprovechamiento de materiales y procedimientos constructivos
5	Proyectista y supervisor	Aprobar proposición del Constructor
6	Controlador de calidad	Ajustar correlaciones y zonas de control a condiciones reales en la obra
7	Controlador de calidad	Determinar desviaciones durante la construcción e informar al Supervisor
8	Supervisor	Corregir desviaciones durante la construcción
9	Supervisor	Retroalimentar al Proyectista y al Constructor
10	Supervisor	Determinar cantidades de obra



## Necesita....

¿Automatizar su Directorio Telefónico, agilizar su correo y comunicaciones, e incrementar sus ventas ?

## Le gustaría

Tener la facilidad de:

- Imprimir etiquetas, rotular cartas repetitivas y exportar su información a Word, Excel, Dbase

Clasificar y utilizar toda la información de sus directorios por:

- País
- Giro
- Estado
- Sector
- Ciudad
- Especialidad

## Con DIRTEL lo puede hacer

Requerimientos

Windows 3.1 ó superior

Precio de Promoción NS\$50  
mas gastos de envío

INFORMES Y VENTAS

INSTITUTO MEXICANO DEL  
CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.  
AV. INSURGENTES SUR 1673  
5o. PISO  
GUADALUPE INN  
CP 01020

Tel 663-44-77 663-34-77  
Fax 661-46-59 661-71-59

ATN ING. FABIAN MEDINA

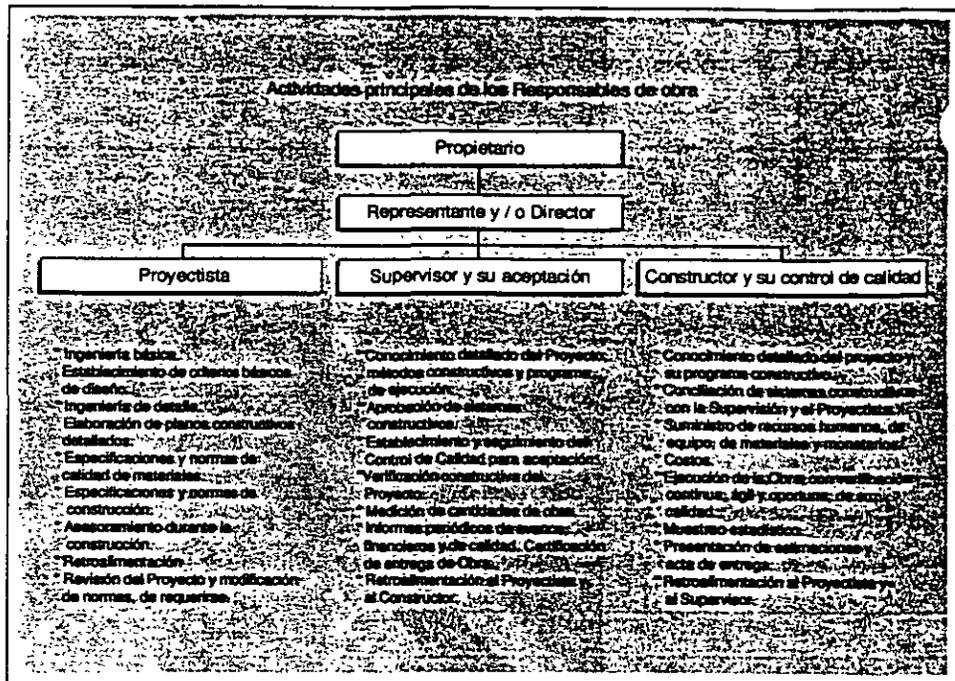


Figura 2.

En esta etapa de acción se decide si se logra el acomodo o la capacidad deseada a partir de tramos de prueba que incluyan correlaciones entre el número de pasadas del equipo compactador y las deflexiones con la viga Benkelman, a fin de proceder con los ajustes pertinentes durante la ejecución de la obra.

Las cartas de control deben estar disponibles en el momento de la ejecución y en ellas deben marcarse con claridad las zonas de aceptación, corrección y rechazo, a fin de llevar continuamente las gráficas de tendencias de los últimos 5 valores consecutivos de cada parámetro.

Todas las cartas de control deberán tenerse siempre en la obra y actualizarse diariamente, para que proporcionen datos inmediatos después del proceso de compactación, como los medidores nucleares de pesos volumétricos, humedades y contenidos de cemento.

En el caso del cemento hidráulico tradicional (plástico), el concreto compactado con rodillo (CCR) o las sub-bases rigidizadas con Cemento Port-

land (SBR), se recomienda efectuar "pruebas de inmersión" además de los ensayos rutinarios convencionales, para conocer rápidamente la composición de la mezcla<sup>2</sup>.

## Etapa de historia

Se refiere al registro histórico de la información requerida por el proyecto después de concluido el proceso constructivo. En la etapa anterior (acción), la aceptación y/o el rechazo deberán ocurrir precisamente en el momento de la construcción y no después.

Las Cartas de Control relativas a la etapa de la historia son necesarias para llevar a cabo análisis estadísticos con objeto de retroalimentar la información.

## REFERENCIAS

1. Orozco Santoyo, Raúl Vicente "Construcción y Control de Calidad de Pavimentos" XIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Vol I 1988 Mazatlán, Sinaloa
2. Orozco Santoyo, Raúl Vicente "Reflexiones sobre Control de Calidad" Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, vol LVI, Número 2 1986 Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM) México D.F.

# ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

## NORMALIZACION, CERTIFICACION Y ACREDITAMIENTO

DRA. MERCEDES IRUESTE ALÉJANDRE

Directora general del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, AC.

**A** principios de siglo, el incipiente despegue industrial de la potencia americana se encontró con el obstáculo de un enorme caos, tanto en los sistemas de medición como en las magnitudes y pruebas de productos industriales con un mismo uso la heterogeneidad predominante dificultaba procesos básicos, como la reposición de partes. Las diferencias en los tamaños y diseños de las vías de ferrocarril, por ejemplo, obligaban a realizar trasbordos de pasaje y carga con mayores costos y pérdidas de tiempo.

El Departamento Nacional de Normas de Estados Unidos destacó como uno de los más activos del mundo en formulación de normas y desarrollo tecnológico. En la actualidad su lugar lo ocupa el Instituto Nacional para la Ciencia y la Tecnología



Al igual que en las demás potencias industriales, en Estados Unidos el desarrollo de la normalización permitió alcanzar cierto grado de calidad en la producción de manufacturas y sirvió como argumento de venta. Al paso del tiempo, la normalización no bastó para satisfacer a los consumidores, que exigieron pruebas de la calidad de sus adquisiciones. Más tarde se encontró que muchas de esas pruebas eran deficientes y suscitaban juicios erróneos sobre la calidad de los productos, de manera que los consumidores demandaron que se realizaran en laboratorios acreditados.

Este requerimiento también se tornó insuficiente para demostrar la calidad exigida por los consumidores. Entonces, se debió recurrir a la certificación de la calidad, aplica-

*Para consolidar la aplicación de normas del comercio internacional, así como la certificación respectiva, es necesario un gran esfuerzo para cambiar actitudes anacrónicas en los sectores público, privado, educativo y de investigación y desarrollo tecnológico. Lejos de ser algo fútil, la tarea de demostrar la existencia de calidad contribuye a sentar nuevas bases para el crecimiento económico.*

*Las tendencias actuales de la comercialización señalan que a los vendedores corresponde cada vez más demostrar el cumplimiento de las normas voluntarias u obligatorias. Para lograrlo, recurren cada vez más al apoyo de laboratorios de pruebas y de organismos de verificación y certificación de la calidad acreditados. Así, se busca el respaldo de organizaciones con reconocimiento de competencia técnica.*

ble a los bienes industriales, los procesos productivos e incluso las personas.

Certificar la calidad de algo o acreditar la competencia técnica de alguien no escapa de la vieja máxima referida. De ahí la importancia de que las normas de calidad se apliquen también a los procesos de certificación y acreditamiento. En estos campos, como en cualquier otro, las normas deben contribuir a la estabilidad en las relaciones comerciales y no significar barreras tecnológicas que afecten a las actividades económicas.

En los países industrializados, con vastos recursos tecnológicos, la elaboración de normas resulta rutinaria, las conocen los usuarios y tienen una aplicación permanente. En las naciones en desarrollo, por el contrario, se formulan en espacios muy reducidos y con limitaciones notorias por la escasez de recursos humanos capaces de asumir las nuevas tecnologías de normalización, certificación y acreditamiento.

**ANTECEDENTES**

Con el tiempo y en razón del vertiginoso dinamismo de las comunicaciones, los conceptos de comercialización se han modificado mucho. En otras épocas, el comprador tenía que comprobar la calidad del producto o servicio casi por sí mismo. Ello quedó de manifiesto en la sentencia: ¡que se cuide

quien compra! (Caveat emptor).

A medida que los consumidores pudieron seleccionar entre diferentes productos o servicios, así como exigir que los proveedores comprueben la calidad respectiva como condición de compra, la sentencia ha cambiado: ¡Que se cuide quien vende! (Caveat venditor).

Durante los últimos lustros se ahondaron los requerimientos de que los proveedores demuestren la calidad de sus productos o servicios, sobre todo tras la proliferación de entidades gubernamentales y privadas que buscan "proteger a los compradores de los abusos supuestos o reales de los vendedores".

El funcionamiento de estos organismos, sin embargo, se opaca cuando existen reclamaciones en el comercio internacional, por lo que su campo de acción prácticamente lo delimitan las fronteras nacionales.

Por lo general, en el comercio interno de bienes o servicios se aplican normas nacionales que determinan las características exigidas en el país. En el comercio entre naciones, esas normas pueden diferir por distintas causas, desde las concierne a las características de los insumos o el avance tecnológico en cada país hasta las condiciones climáticas particulares.

Habida cuenta de que la aplicación adecuada de las normas constituye una herra-

mienta para facilitar la producción y la aceptación de bienes y servicios, en algunos casos, se pueden asumir las normas internacionales como propias, quizás con algunas adaptaciones simples.

Por lo regular, las normas nacionales se dividen en dos categorías generales: obligatorias y voluntarias. Las primeras se fijan en reglamentaciones u otros instrumentos regulatorios que por exigencias gubernamentales son de cumplimiento forzoso y aplicables por igual a productos nacionales e importados. Su desacato causa sanciones, por lo que pueden constituir barreras no arancelarias al comercio. En México, se denominan NOM o Normas Oficiales Mexicanas.

Las normas voluntarias se utilizan para simplificar las transacciones en la industria y el comercio, pero se convierten en obligatorias cuando figuran en las cláusulas de un contrato. En México se identifican como NMX o Normas Mexicanas.

En el país es necesario formular ambas categorías de normas nacionales para proteger a los sectores en que la cobertura normativa resulta deficiente, así como revisarlas en aquellos donde la cobertura parece suficiente; también es preciso buscar un sistema para armonizarlas con las de actuales o futuros socios comerciales.

Las tendencias actuales de la comercialización señalan que a los vendedores corresponde cada vez más demostrar el cumplimiento de las normas voluntarias u obligatorias en productos, procesos y servicios. Para lograrlo, recurren cada vez más al apoyo de laboratorios de pruebas y de organismos de verificación y certificación de la calidad acreditados. Así, se busca el respaldo de organizaciones con reconocimiento de competencia técnica.

La aceptación de las normas se puede demostrar por medio de certificados, registro



de empresas y concesión de marcas. La certificación, es decir, la expresión documental del cumplimiento de normas, también se aplica en las transacciones comerciales tanto de manera voluntaria cuanto obligatoria.

Como se mencionó, el cambio en los conceptos de comercialización obliga a los vendedores a demostrar que los bienes o servicios cumplen con normas de algún tipo para protección de los consumidores. Este hecho significa que se debe certificar la calidad respectiva.

La certificación puede realizarse por medio de una declaración de los productores que garantice el acatamiento de normas, la comprobación por cada comprador o el testimonio de un tercero. Esta última opción implica recurrir a organismos competentes imparciales que puedan verificar el cumplimiento de normas, expedir los certificados respectivos y, según el caso, otorgar los registros o las marcas correspondientes.

Para facilitar las transacciones comerciales, conviene armonizar las normas. Una acción semejante respecto a las operaciones de los laboratorios de pruebas, unidades de verificación y organismos certificadoros, puede evitar que se conviertan en barreras adicionales para el intercambio.

Las transacciones comerciales, en particular las que se hacen a distancia, deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Proteger y satisfacer al consumidor.
- ✓ Cuidar el ambiente.
- ✓ Impedir la competencia desleal.
- ✓ Exigir responsabilidad legal sobre productos o servicios defectuosos.
- ✓ Evitar duplicidad de pruebas y reconocer los resultados; aceptar marcas y certificados

El reconocimiento de la calidad entre países exige armo-

nizar los sistemas de medición, los de normalización, los juicios de calidad, los procedimientos de prueba e incluso las legislaciones. Tal armonización, en marcha ya en algunas regiones, busca simplificar el intercambio entre los agentes económicos, pero también consolidar la libre circulación de productos, procesos, servicios y personas.

Para consolidar la aplicación de normas del comercio internacional, así como la certificación respectiva, es necesario un gran esfuerzo para cambiar actitudes anacrónicas en los sectores público, privado, educativo y de investigación y desarrollo tecnológico. Lejos de ser algo fútil, la tarea de demostrar la existencia de calidad contribuye a sentar nuevas bases para el crecimiento económico.

#### OBJETIVOS DE LA NORMALIZACION

Además de eliminar los obstáculos técnicos en el comercio, otro objetivo clave de la normalización es fijar las mismas reglas del juego para las partes involucradas. Conviene aplicar normas internacionales o armonizar las existentes, de modo que se faciliten los procesos de certificación y acreditamiento. Para ello se requiere:

- ✓ Aceptar las mismas normas (armonizadas o compatibles).
- ✓ Acreditar a los organismos que hagan las calibraciones, pruebas, verificaciones y certificaciones, los cuales tendrán que utilizar procedimientos normalizados o armonizados.
- ✓ Certificar conforme a normas certificadas expedidos en el país de origen.
- ✓ Documentar la forma como operan los organismos acreditadores públicos y privados, para demostrar su competencia técnica, la confiabilidad de sus sistemas de trabajo y la imparcialidad que deben mantener.

Las experiencias en los países más avanzados muestran que los sistemas de metrología, normalización y evaluación de la calidad no surgen por generación espontánea. Para instituirlos se debe combinar el funcionamiento de una estructura legal específica con acciones congruentes en los aspectos de organización, investigación, educación y cambio de actitudes, cuyos efectos suelen surgir después de un largo periodo. Por ello, se requiere iniciar cuanto antes los esfuerzos pertinentes en los países que pretenden tener una presencia más importante en el comercio internacional, con el beneficio correlativo para su comercio interno.

#### NORMALIZACION REGIONAL

En la Unión Europea, por ejemplo, se brinda un fuerte impulso al desarrollo de los procesos para certificar la calidad. Con base en un nuevo enfoque para la armonización técnica y la normalización, en el Viejo Continente se emprendieron las siguientes acciones.

- ✓ Limitar las legislaciones y fijar, en su lugar, requisitos básicos por medio de directivas que se deben cumplir para proteger la salud y seguridad de los consumidores y evitar el deterioro del ambiente.
  - ✓ Desarrollar normas regionales, aceptadas por todos los miembros de la Unión Europea, para que los proveedores cuenten con un conjunto de normas técnicas, cuya aplicación "permita presuponer la conformidad o el incumplimiento con los requisitos esenciales" expresados en las directivas.
- Las normas europeas armonizadas son de carácter voluntario, pero los proveedores deben tener en cuenta que participar en el mercado exige demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las directivas, para cualquier producto o familia de productos. ▷



*Habida cuenta de que la aplicación adecuada de las normas constituye una herramienta para facilitar la producción y la aceptación de bienes y servicios, en algunos casos, se pueden asumir las normas internacionales como propias; quizás con algunas adaptaciones simples.*

Cuando es posible y congruente con los avances tecnológicos, las condiciones culturales y hasta las climáticas, se aceptan y adoptan normas internacionales.

✓ Concertar los compromisos de promover los instrumentos comunes para facilitar el reconocimiento mutuo de la evaluación de conformidad.

✓ Establecer el principio de "no discriminación", de modo que se otorgue un trato igualitario a los sistemas de evaluación para certificar y obtener la marca de calidad de la Unión Europea.

ellos mismos, ya que los gobiernos de los países miembros no participan, por la naturaleza privada de los acuerdos correspondientes. Igual sucede en la aceptación recíproca de pruebas y certificados por compradores y proveedores. No obstante, se pueden pactar reconocimientos intergubernamentales mediante acuerdos entre las autoridades de los países involucrados.

**LA NORMALIZACION EN AMERICA DEL NORTE**

En contraste con el desarrollo de la certificación de la calidad entre los países de la Unión Europea, en el bloque comercial norteamericano que integran Canadá, Estados Unidos y México, las actividades respectivas aún se encuentran en una etapa incipiente. Ha habido avances en el sector eléctrico y de telecomunicaciones, donde se realizan reuniones trilaterales para compatibilizar sistemas normativos.

Apenas se expidieron las disposiciones generales en material de normalización que se derivan del TLC de América del Norte. De acuerdo con ellas:

- ✓ Cada país conservará el derecho de adoptar, aplicar y hacer cumplir sus propias normas.
- ✓ Las diferentes normas no se utilizarán para impedir el acceso de productos entre los tres países.
- ✓ Se procurará hacer compatibles las normas, con base en las disposiciones internacionales
- ✓ Se establecerán procedimientos para comprobar que las normas se apliquen correctamente y evitar obstáculos en las exportaciones.

Para lograr estos cuatro objetivos, se instituyó el Comité de Normas y Regulaciones Técnicas de América del Norte, con las tareas primordiales de formular definiciones científicas de las normas, hacer compatibles las disposiciones de los

tres países y vigilar la aplicación y el cumplimiento de las mismas.

**CONCLUSIONES**

El surgimiento de bloques comerciales en la ruta hacia la globalización económica mundial y los grandes cambios en los sistemas de comercialización exigen que se definan criterios de aplicación general para juzgar la calidad de los productos y servicios de intercambio. Ello obliga a que los países trabajen para establecer y armonizar las normas pertinentes, procurando eliminar desventajas y mantener la equidad de las relaciones comerciales internas y externas, de acuerdo con los principios de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

La capacidad técnica para acreditar laboratorios de pruebas y calibración, unidades de verificación y organismos de certificación, proporciona herramientas básicas para hacer cumplir el principio básico de una norma: armonizar y no imponer o aceptar sin más lo que otros establecen. En ello existe una amplia ventaja de las naciones avanzadas respecto a los países que todavía buscan el desarrollo. En éstos debe impulsarse la formación de recursos humanos calificados en estos campos, para poder participar con opiniones propias en la armonización de las normas y el establecimiento de criterios sobre cómo mejorar la calidad, sin especular con ella.

Las normas y la certificación de servicios, productos, empresas y personas deben contribuir al logro de la calidad, no representar barreras técnicas disfrazadas para las transacciones y el desarrollo de las empresas. Las normas resultantes de un buen proyecto en que participen los representantes de todos los sectores involucrados constituyen, sin duda, herramientas útiles para el progreso de las actividades corres-

**EVALUACION DE LA CONFORMIDAD Y RECONOCIMIENTO MUTUOS**

Para que las consideraciones que sustentan la evaluación del cumplimiento de normas (conformidad) sean armónicas, en la Unión Europea se ha buscado desarrollar los instrumentos necesarios para su operación, tales como:

✓ El reconocimiento de las normas europeas sobre aseguramiento de sistemas de calidad, equivalentes a las series 9000 y 10000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés).

✓ La aceptación de los sistemas ISO para la certificación de productos y, con base en ellos, el diseño de ocho módulos de evaluación aplicables a las directivas. Tales módulos se identifican con la letra A hasta la H; se aplican solos o en combinaciones para juzgar la calidad y otorgar la marca CE, distintiva de la Unión Europea.

✓ El acreditamiento de organismos de pruebas, calibraciones, inspecciones y de los propios acreditadores.

✓ La promoción de organizaciones europeas para obtener acuerdos multilaterales de aceptación.

De los reconocimientos mutuos entre organismos de prueba y certificación se encargan



*La capacidad técnica para acreditar laboratorios de pruebas y calibración, unidades de verificación y organismos de certificación, proporciona herramientas básicas para hacer cumplir el principio básico de una norma: armonizar y no imponer o aceptar sin más lo que otros establecen.*

pendientes y resultan de fácil aceptación. Por el contrario, las normas inconsultas corren un enorme riesgo de ser inadecuadas y de implantación difícil.

Para lograr el reconocimiento recíproco entre países de los sistemas de acreditamiento, resultados de pruebas, dictámenes de inspección y certificados de conformidad, es indispensable que exista una confianza mutua fundada tanto en los recursos técnicos disponibles cuanto en la competencia para utilizarlos. En los trabajos de acreditamiento y certificación, también puede aplicarse la sentencia popular de que "Poseer la mejor herramienta no significa ser el mejor obrero".

Más allá de representar un buen argumento de venta, la certificación y el acreditamiento de la calidad brinda a las empresas la seguridad de que ofre-



ce "lo mejor", la certeza de que funciona bien y la oportunidad de demostrarlo públicamente. Tales herramientas, desde luego, no sirven mucho si se carece de una estructura productiva y de servicios en que se pueda aplicar. Para que pueda desarrollarse la calidad, deben existir empresas y mercados sólidos □

*La certificación y el acreditamiento de la calidad brinda a las empresas la seguridad de que ofrece "lo mejor", la certeza de que funciona bien y la oportunidad de demostrarlo públicamente.*

## BREVE HISTORIA DE LA NORMATIVA ISO/9000

Los sistemas de aseguramiento de calidad tuvieron sus orígenes durante la Segunda Guerra Mundial y fue en la industria militar, aeroespacial y nuclear donde tuvieron su principal desarrollo.

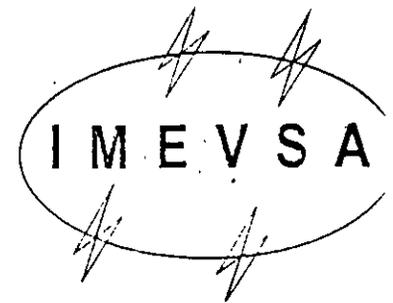
En Estados Unidos se crearon las normas MIL-Q-9858 y MIL-1-4508 y en los años cincuenta se utilizó el aseguramiento de calidad en proyectos nucleares y espaciales, aplicándose la norma ANSI Núm. 45.2.

En los años setenta, Inglaterra edita las normas de aseguramiento de calidad para industrias manufactureras, denominadas serie BS-5750.

No fue sino hasta 1980 cuando se constituye el Comité Técnico 176 de la Organización Internacional de Estándares (ISO), el cual, en 1987, dio a conocer la normativa ISO serie 9000, con la intención de normalizar todo lo referente a los sistemas de aseguramiento de calidad.

Es importante mencionar que las normas británicas BS-5750 se tomaron como base para generar las normas ISO-9000 y que la versión actualizada de estas últimas se editó en 1994.

*Mercedes Irueste A.*



**INGENIERIA Y MANTENIMIENTO ELECTRICO ALTA Y BAJA TENSION**

- PROYECTO, RESPONSIVA Y CONSTRUCCION
- DE INSTALACIONES ELECTRICAS
- MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES ELECTRICAS Y TRATAMIENTO DE REGENERACION DE ACEITE DIELECTRICO Y PRUEBAS FISICO-QUIMICAS A TRANSFORMADORES
- RENTA DE PLANTAS DE EMERGENCIA
- REPARACION E INSTALACION DE PLANTAS DE EMERGENCIA Y EQUIPOS HIDRONEUMATICOS
- PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A TRANSFORMADORES Y CABLES DE POTENCIA
- ESTUDIO Y CORRECCION DE BAJO FACTOR DE POTENCIA
- ESTUDIOS ESPECIALES (CORTO CIRCUITO)
- CONTROL ELECTROMAGNETICO MATERIALES Y ACCESORIOS ELECTRICOS EN ALTA, MEDIANA Y BAJA TENSION
- ESTUDIOS DE AHORRO DE ENERGIA
- PLOTEO DE PLANOS

OFICINAS GENERALES  
AV. 605 NUM. 13  
COL. SAN JUAN DE ARAGON  
C.P. 07970, MEXICO, D.F.  
TELS.: 766-5101, 766-5090 Y 766-5746

TELEFONOS DE EMERGENCIA  
905-504-8285  
RADIO VIP 576-51-77 Y 359-13-33  
CLAVE 9607 ING. JOSE SANTIAGO  
CLAVE B 9605 ISMAEL GONZALEZ

**LAS EMERGENCIAS NO TIENEN HORARIO**

**ASEGURA LA ENERGIA LAS 24 HRS DEL DIA**

# ¿QUE SON LAS NORMAS NMX-CC/ISO 9000?

*La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) es una organización internacional, no gubernamental, de carácter técnico, que tiene como objetivo elaborar normas internacionales con el propósito de mejorar la calidad, la productividad, la comunicación y el comercio.*

**I**SO cuenta con un acervo de normas, dentro de las cuales se han destacado las relacionadas con la calidad, conocidas como serie ISO 9000.

La serie de normas ISO 9000 está integrada por un conjunto de normas de aseguramiento de calidad que tiene como objetivo definir lineamientos generales para administrar la calidad.

Con base en estas normas, es posible desarrollar e implantar un sistema de calidad en la empresa, de tal manera que se asegure y demuestre el cumplimiento continuo de los requisitos del cliente.

La serie de normas ISO 9000 está integrada por seis normas, las cuales han sido traducidas por el Comité Técnico Nacional de Normalización de Sistemas de Calidad Mexicano (COTENNSISCAL), el cual ha preparado y difundido una edición mexicana equivalente a la de ISO. Esta serie de normas mexicanas ha sido publicada por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. (IMNC), como Serie NMX-CC, con lo cual queda validada por la Dirección General de Normas de SECOFI. Así mismo, la serie NMX-CC cuenta con la aprobación de ISO.

## EQUIVALENCIAS ENTRE NMX-CC E ISO-9000

A continuación describimos brevemente la equivalencia entre las normas NMX-CC e ISO

9000, así como su contenido básico.

### NMX-CC-1

*Sistemas de calidad. Vocabulario / ISO 8402 Sistemas de calidad. Vocabulario.* Presenta los términos y definiciones usados en la disciplina de la calidad, con el fin de facilitar la comunicación entre especialistas y el uso de las normas de la serie NMX-CC/ISO-9000.

### NMX-CC-2

*Sistemas de calidad. Guía para la selección y uso de normas de aseguramiento de calidad/ISO 9000 Sistemas de calidad. Guías para selección y uso.* Esta norma tiene como objetivo establecer la relación entre los diversos conceptos de calidad, así como definir los criterios de uso de las normas NMX-CC-3/ISO 9001, NMX-CC-4/ISO 9002, NMX-CC-5/ISO 9003 y NMX-CC-6/ISO-9004.

### NMX-CC-3

*Modelo de aseguramiento de calidad para el diseño, proyecto, fabricación, instalación y servicio / ISO 9001 Modelo de aseguramiento de calidad en diseño, proyecto, fabricación, instalación y servicio.* Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad en una empresa que necesita demostrar su capacidad para diseñar, fabricar, instalar y dar servicio a un producto.

### NMX-CC-4

*Modelo para el aseguramiento de calidad aplicable a la fabricación e instalación / ISO 9002 Modelo de aseguramiento de calidad para la fabricación, instalación y servicio.* Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para fabricar, instalar y dar servicio a un producto.

### NMX-CC-5

*Modelo para el aseguramiento de calidad para la inspección y pruebas finales / ISO 9003 Modelo de aseguramiento de calidad para la inspección y pruebas finales.* Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para efectuar inspección y pruebas finales.

### NMX-CC-6

*Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad. Directrices generales / ISO 9004 Administración de la calidad y elementos de un sistema de calidad.* Esta norma describe los elementos que conforman un sistema de calidad para que cada empresa los analice, seleccione los más adecuados a su organización y los implante como un sistema de calidad interno □

# EXPERIENCIAS EN LAS OBRAS CIVILES DE CFE

ING. EDMUNDO MORENO GÓMEZ

Gerente de Ingeniería Experimental y Construcción de la CFE

*Creemos que se ha avanzado considerablemente en la aceptación y reconocimiento de las ventajas que representan estos sistemas de aseguramiento de calidad, pues en casi todas las obras, conforme avanzó la construcción, los problemas se fueron resolviendo y los contratistas terminaron aplicando en forma efectiva sus correspondientes sistemas de aseguramiento de calidad.*

**A**ctualmente, en la Comisión Federal de Electricidad (CFE), las bases de los concursos incluyen sistemáticamente el requerimiento de la aplicación de un sistema de aseguramiento de calidad, tanto para los constructores como para los grupos de supervisión. Por cierto, esta práctica se hace cada vez más extensiva, para trabajos de empresas tanto públicas como privadas y se convierte en una necesidad ante la apertura del mercado a otros países.

Para el caso de la construcción de obras convencionales, y a pesar de haber promovido su aplicación desde hace unos cinco años, principalmente en proyectos contratados bajo la modalidad "llave en mano",

estos requisitos representan aún en estos días asombro y en no pocos casos cierto enojo de los contratistas por considerar como impráctica y exagerada la aplicación de un Sistema de Aseguramiento de Calidad (SAC), máxime en contratos de menor cuantía. Esta forma de reaccionar es casi natural y explicable, tomando en consideración que tanto la metodología para la aplicación de este tipo de sistemas, como las ventajas obtenidas, han sido poco difundidas en nuestro medio y, por tanto, su implantación provoca incertidumbre.

Un ejemplo de este tipo de reacción es lo ocurrido en el laboratorio de obras civiles de la CFE, cuando, al final de los setenta, hubo la necesidad de

aplicar un sistema de aseguramiento de calidad para convertirse en "proveedor confiable" en el área de materiales para la fabricación de los concretos para el proyecto nucleoelectrico de Laguna Verde. En ese momento, el requerimiento de un SAC parecía una ofensa y un sistema innecesario, ya que se había adquirido una gran experiencia de 1958 a 1978 al participar directamente en los estudios de bancos de materiales, diseño de mezclas y supervisión en la fabricación-colocación de concretos de todo tipo, con volúmenes acumulados de varios millones de metros cúbicos, empleados para la construcción de las grandes obras hidroeléctricas y termoeléctricas que se realizó en ese

periodo, razón por la cual no se consideraba necesario modificar los sistemas de control hasta entonces utilizados.

La realidad del cambio no resultó tan traumática y, finalmente, se tradujo, no en hacer algo diferente, sino en documentar lo que a la fecha se venía haciendo bien; esto es, hacerlo en una forma más ordenada, incluyendo el desarrollo de procedimientos de trabajo, la normalización de los métodos de ejecución de las actividades, la implantación de estructuras operativas de organización, planeación de funciones, el establecimiento de niveles mínimos de calificación del personal, estrictos programas de calibración de equipos, etcétera.

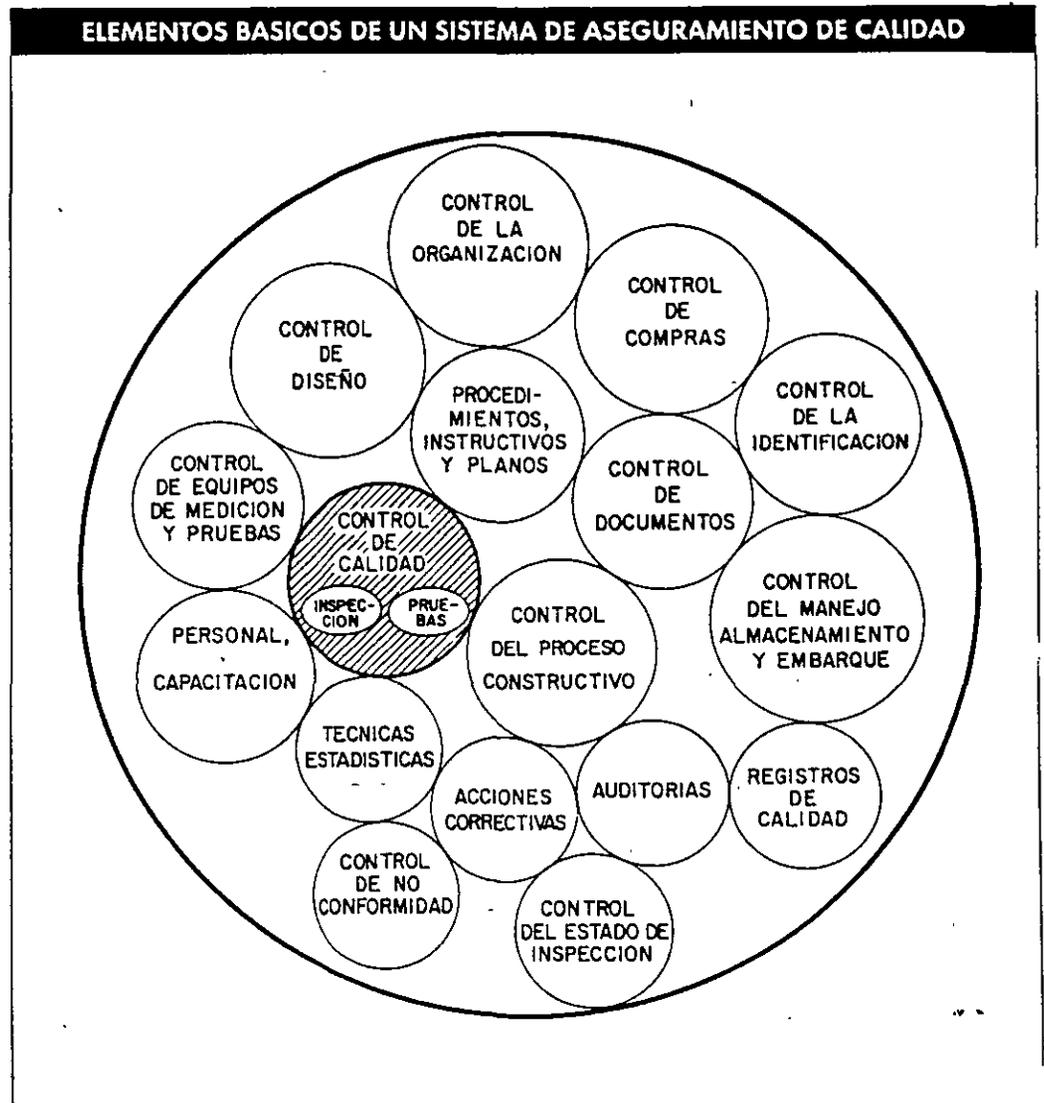
**PERO, EXACTAMENTE, ¿QUE ES EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD?**

El aseguramiento de calidad tuvo sus inicios en la industria militar y aeroespacial de los Estados Unidos, en los años cincuenta y principio de los sesenta; prosiguió su madurez con la aplicación en la industria nuclear a partir de 1969, y culmina en 1987 con la emisión de la serie de normas 9000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO), en la que se establecen los requisitos de aplicación de estos sistemas para la industria convencional.

Según las diferentes normas de calidad aplicables actualmente, se define el aseguramiento de calidad como: "el conjunto de acciones planeadas, sistematizadas y documentadas, necesarias para obtener una confianza razonable de que todos los materiales, componentes, equipos o sistemas se comportarán satisfactoriamente durante el tiempo que deben conservarse en servicio".

De acuerdo con la definición anterior, la aplicación de un sistema de aseguramiento de calidad implantado en for-

ma adecuado, incrementa la confiabilidad y seguridad de la instalación, reduce los costos de construcción, así como los de operación y mantenimiento, y se logra finalmente un aumento



*La aplicación de un sistema de aseguramiento de calidad implantado en forma adecuada, incrementa la confiabilidad y seguridad de la instalación, reduce los costos de construcción, así como los de operación y mantenimiento, y se logra finalmente un aumento de la disponibilidad de los equipos o sistemas.*

to de la disponibilidad de los equipos o sistemas.

El conjunto de acciones que es necesario considerar para establecer un sistema de aseguramiento de calidad, se encuentra definido en las normas existentes en la materia, tales como las normas ISO Serie 9000, cuyos elementos básicos se indican en las figuras comparativas entre los sistemas (página 17).

**EVOLUCION DE LA VERIFICACION DE LA CALIDAD EN LAS OBRAS CIVILES DE LA CFE (HASTA 1990)**

Como se señaló al principio, antes de la construcción de la planta nuclear Laguna Verde, la verificación de la calidad de las obras civiles de CFE se llevaba a cabo mediante las tradicionales técnicas de control de

calidad, supervisión directa en obra, complementada con estudios de campo, laboratorio y gabinete, según lo requiera la complejidad de las obras en proceso. Además, en este período, toda la responsabilidad sobre la calidad la adquiría la CFE, la cual inclusive entregaba el cemento y el acero de refuerzo al contratista, y así mismo se encargaba de instalar y operar los laboratorios de control de campo.

Para llevar a cabo estas actividades, la CFE creó en 1960 los laboratorios de obras civiles (actualmente Gerencia de Ingeniería Experimental y Control, GIEC), que, además de las áreas de concreto (materiales) y mecánica de suelos, incluyó el primer laboratorio de mecánica de rocas en México (para el estudio y solución de los problemas ligados con las grandes excavaciones a cielo abierto o subterráneas que contemplaban los proyectos hidroeléctricos en proceso), así como un grupo innovador a nivel mundial para estudiar el comportamiento de las presas bajo diferentes solicitudes de carga estática o dinámica (sismos), mediante la instalación de instrumentos de medición en el interior de las mismas y su posterior lectura e interpretación de los resultados.

Al iniciar la construcción de la planta nuclear Laguna Verde, Ingeniería Experimental inicia su contacto con el aseguramiento de la calidad aplicado a las centrales nucleares e implanta en su Laboratorio de Materiales un sistema de calidad que cumple con los requisitos establecidos por dicho proyecto para sus proveedores de servicios.

A finales de la década de los ochenta, la CFE propone el establecimiento de un sistema de aseguramiento de calidad en todas sus áreas, iniciando sus actividades con la elaboración de los Manuales de Calidad con base en la normativa

ISO 9000, así como su correspondiente difusión.

**VERIFICACION DE LA CALIDAD EN LAS OBRAS CIVILES DE CFE A PARTIR DE 1990**

A raíz de la aparición de la modalidad de contratación "llave en mano" para la construcción de los proyectos del sector eléctrico, en la cual los contratistas ganadores tienen la responsabilidad global de las obras (diseño, construcción y puesta en marcha) y su correspondiente garantía de la calidad, en las especificaciones la CFE incluyó que las empresas interesadas debían disponer y aplicar en las distintas etapas de los proyectos, sistemas de aseguramiento de calidad acorde con las normativas vigentes (ISO 9000, Norma Oficial Mexicana), para lo cual las distintas entidades normativas en los aspectos de calidad, tanto en el área electromecánica (LAP-EM), como en el área civil (GIEC) y el resto de las áreas de la CFE, desarrollaron y emitieron los documentos que se enlistan a continuación, para normar el establecimiento de dichos sistemas:

L-000031: Requisitos de aseguramiento de calidad para proveedores de bienes y servicios de la CFE.

L-000039: Concurso de proyectos "llave en mano".

L-000040: Requisitos de aseguramiento de calidad para contratistas de proyectos "llave en mano".

L-000042: Requisitos de aseguramiento de calidad para la CFE.

Cabe aclarar que, debido a que los documentos anteriores fueron aprobados posteriormente a la licitación de los proyectos concursados o construidos a partir de 1991, los requisitos de calidad variaron para cada proyecto. A continuación se muestran algunos ejemplos

de la evolución de los requerimientos de aseguramiento de calidad en algunos proyectos:

✓ En un principio (1991), los contratos no marcaban ningún requisito sobre aseguramiento de calidad. Tal fue el caso de la central termoeléctrica de Petacalco, Guerrero, en la cual, sin embargo, se logró la implantación del sistema por parte del constructor, y la obra se llevó a cabo con un mínimo de elementos rechazados.

✓ En los siguientes contratos, v. gr. el del proyecto hidroeléctrico Ampliación Temascal, Oaxaca, se requería establecer un sistema de calidad acorde con la especificación CFE L-000031 (versión antigua), cuyo alcance estaba enfocado a proveedores de bienes en fábricas y sólo para aspectos electromecánicos. No obstante lo anterior, el contratista estableció su sistema de acuerdo con la normativa ISO-9000.

✓ Finalmente, los contratos ya especificaron la obligación del contratista de aplicar un sistema de aseguramiento de calidad, como lo establece la especificación CFE L-000040. Ejemplo de ello fue la construcción de las centrales termoeléctricas de Carbón II, Coahuila, y Topolobampo, Sinaloa, en las cuales cabe destacar que, siendo ambas obras responsabilidad del mismo contratista, en un caso fue más sencillo el establecer y aplicar el sistema de calidad, lo cual hace imperativa la necesidad de que los directivos, a todos los niveles, reconozcan la bondad del sistema y promuevan su aplicación.

✓ Un caso interesante también lo constituyen las líneas de transmisión, como Mazatlán II-Durango Sur, o Lázaro Cárdenas-San Bernabé, en cuyos contratos se incluyó como requisito el establecimiento de un sistema de aseguramiento de calidad de acuerdo con CFE L-000040, lo cual, a la fecha, se está logrando razonablemente.

Es importante señalar que, en estas obras que se extienden por cientos de kilómetros, cobra especial importancia la aplicación de este tipo de sistemas, ya que se logra normalizar la ejecución, supervisión e inspección de los procesos constructivos en cada frente de trabajo; esto es, prácticamente en cada torre de la línea.

#### VERIFICACION POR PARTE DE CFE DE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD DURANTE LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

Con objeto de verificar la total, oportuna y efectiva aplicación de los sistemas de calidad, se realizan tres actividades básicas de supervisión:

✓ Revisión de los documentos que requiere el sistema (manual de calidad, procedimientos para la aplicación del mismo, procedimientos constructivos, etcétera). Debe entenderse que estos documentos deben ser específicos para la obra en cuestión y no importados de otras obras o actividades.

✓ Visitas de inspección durante los procesos constructivos relevantes de las obras y vigilancia del desarrollo de las actividades relacionadas con el control y el aseguramiento de la calidad.

✓ Aplicación de auditorías de calidad para verificar el nivel de implantación y de efectividad del sistema de calidad del contratista durante la construcción de las obras.

#### PROBLEMAS QUE SE HAN PRESENTADO DURANTE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD

Después de casi cinco años de intervención para verificar la calidad de los aspectos civiles de los proyectos "llave en mano" que ha contratado la CFE para la construcción de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, subestaciones y lí-

neas de transmisión, se puede señalar que los problemas generalmente detectados han sido los siguientes:

- Previamente o al inicio de las obras, una búsqueda por parte del contratista de evadir uno o varios requisitos referentes al sistema de calidad.
- Ligado al anterior, el contratista no establece oportunamente su sistema de aseguramiento de calidad, ni dispone del personal calificado para desarrollar las actividades correspondientes.
- Usualmente, los distintos grupos que participan en las obras desconocen los aspectos relacionados con el sistema de aseguramiento de calidad. Este mismo desconocimiento hace que, dentro de la organización de la obra, se haga depender a los grupos de control y aseguramiento de calidad, del área de producción (construcción), circunstancia que les impide actuar con libertad y, frecuentemente, no son atendidas sus observaciones, ya que el constructor considera que van en contra de los avances de la obra.
- En caso de tener subcontratistas, el contratista no siempre les exige la aplicación de sus propios sistemas de calidad.

En general, los puntos mencionados denotan una falta de entendimiento al pensar que la aplicación de un sistema de aseguramiento de calidad es costoso y representa un obstáculo para la obra y no un apoyo a la misma.

No obstante lo anterior, creemos que se ha avanzado considerablemente en la aceptación y reconocimiento de las ventajas que representan estos sistemas de aseguramiento de calidad, pues en casi todas las obras, conforme avanzó la construcción, los problemas se fueron resolviendo y los contratistas terminaron aplicando en forma efectiva sus correspondientes sistemas de aseguramiento de calidad □



# NORMAS EN EMPRESA CONSTRUCTORA

*En el proceso constructivo de cualquier proyecto, la calidad final depende de la calidad obtenida en cada fase y éstas se influyen entre sí; por lo tanto, cualquier análisis de la calidad final del servicio o del producto deberá considerar que no se trata de un proceso lineal, sino de un proceso complejo en el que las decisiones adoptadas en cada fase repercutirán en otras.*

**L**as normas internacionales ISO 9000 son de carácter general y aplicables a todo tipo de industrias o empresas, pero requieren ser interpretadas o adaptadas para cada sector productivo o de servicios. Para el caso de la industria de la construcción, se deben analizar sus requisitos para identificarlos, interpretarlos y aplicarlos en este sector.

De igual forma, la normativa ISO 9000 es aplicable a otras empresas de servicios en contacto con la construcción, como empresas de consultoría (dirección y coordinación, planeación y control de obra, supervisión técnica, proyectos y estudios estructurales, etcétera), operación y mantenimiento, e incluso a empresas inmobiliarias y al cliente final, el usuario, que es el último receptor del producto o servicio.

**NORMAS PARA CONSULTA**  
La norma ISO 9000 define los principios de la gestión y del

aseguramiento de calidad; textualmente se define como: "Líneas directrices para la selección y la utilización de las normas de calidad", y establece los criterios de uso del resto de las normas serie 9000 para las empresas industriales y de servicio.

De aquí se derivan las normas de aseguramiento de calidad (que son de carácter contractual y para la certificación oficial de las empresas).

La norma ISO 9001, "Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, la producción, la instalación y el servicio post-venta", es aplicable en empresas cuya actividad es el diseño, desarrollo de proyectos (estructural, arquitectónico, de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, electromecánicas, aire acondicionado, etcétera), fabricación e instalación de estructuras, venta e instalación de equipo electrónico y de control, equipo mecánico, por citar sólo algunas.

La norma ISO 9002, "Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción y la instalación", se aplica comúnmente a la empresa constructora, pues edifica a partir de un proyecto ya definido y de unas especificaciones predeterminadas.

La norma ISO 9003, "Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales", es de aplicación en la empresa que se dedica a la ingeniería especializada, como por ejemplo, el estudio de mecánica de suelos, el control de calidad en obra y de materiales, elementos prefabricados, etcétera, en la calibración y prueba de instrumentos y equipos de inspección, medición y ensayos.

Y, finalmente, las normas ISO 9004 "Gestión de la calidad y elementos de un sistema de la calidad" y 9004 (parte 2), "Reglas generales y guía para los servicios", se han de-

sarrollado para su aplicación como una guía que presenta las reglas generales, las sugerencias y recomendaciones para implementar un sistema de calidad interno; no son de carácter contractual, pero son fundamentales para lograr la certificación de la empresa. Estas normas establecen las reglas, responsabilidades, relaciones y límites de las funciones de todos los participantes en cualquier modelo de empresa constructora, grande, mediana o pequeña y también son de utilidad para el constructor independiente. Establecen en varios de sus puntos la necesaria participación de todo el personal de la organización, el cliente, el proyectista, los subcontratistas, etcétera, que intervienen en la construcción de una obra.

**CONTROL DE LAS CARACTERISTICAS DEL SERVICIO Y DE LA PRESTACION DEL SERVICIO**

En el proceso constructivo de cualquier proyecto, la calidad final depende de la calidad obtenida en cada fase y éstas se influyen entre sí; por lo tanto, cualquier análisis de la calidad final del servicio o del producto deberá considerar que no se trata de un proceso lineal, sino de un proceso complejo en el que las decisiones adoptadas en cada fase repercutirán en otras. Por ejemplo, la resistencia mecánica y estabilidad de una obra dependen, por una parte, del cálculo y diseño estructurales; por otra, de la calidad de los materiales empleados, y por otra, de la colocación de los mismos y de la ejecución en general, así como del uso y conservación que se dé a la misma.

A diferencia de otras industrias, en la de la construcción, muchas veces participan directa o indirectamente diversos agentes con funciones diferentes, dando como resultado múl-

tiples interfases en el proceso constructivo y por tanto un número considerable de zonas vulnerables que pueden incidir en una calidad final deficiente.

**OBJETIVOS DE LA CALIDAD**

Para hablar de calidad en un proyecto de construcción, se deben identificar los requerimientos y necesidades que tiene cada uno de los participantes; éstos pueden traducirse en los objetivos de calidad:

✓ *Objetivos de calidad del cliente.* Un proyecto de funcionalidad y buena apariencia, finalizarlo en el tiempo establecido y dentro del presupuesto acordado, rentable, al que se le pueda dar un uso óptimo, con un mantenimiento económico, que sea ambientalmente agradable y que cumpla con los requerimientos técnicos y normativos en materia de seguridad e higiene, entre otros.

✓ *Objetivos de calidad del proyectista.* Tener la información bien definida sobre las características y requisitos que debe cumplir el proyecto, con un plazo de ejecución suficiente, poder contar oportunamente con los cambios de proyecto que sean requeridos por el cliente, obtener beneficios justos y sobre todo lograr el reconocimiento del cliente con la posible consideración para la realización de trabajos en lo posterior.

✓ *Objetivos de calidad del constructor.* Contar con la información completa del proyecto a construir (planos, especificaciones, documentos contractuales, etcétera), disponer del tiempo de ejecución suficiente para programar adecuadamente las actividades de la obra, informarse oportunamente de los cambios que pueda efectuar el proyectista, obtener beneficios justos y el reconocimiento del cliente y del proyectista con la posible consideración para trabajos en el futuro.

También es conveniente mencionar algunos objetivos de calidad que se deben considerar a fin de adaptarse lo más posible a las normas ISO 9000; éstos son los de organismos públicos de control y regulación en materia de seguridad e higiene, medio ambiente, licencias y permisos; los de colegios de profesionales que deben regular el ejercicio de las funciones del profesional correspondiente (ingenieros, arquitectos, responsables de obra, etcétera).

Los objetivos de calidad en un proyecto también deben considerar los siguientes niveles:

✓ *En lo comercial.* Debe establecerse un plan que asegure la relación con el cliente, pero también con el usuario, conociendo sus necesidades. Desde luego, el conjunto de estas necesidades no podrá ser satisfecho si son incompatibles en lo técnico o en lo financiero.

✓ *En el estudio de proyecto.* Un plan debe concebirse dejando libre curso a la imaginación, a la creatividad y a la innovación, para responder a las necesidades percibidas. No obstante, se debe ser realista y tomar en cuenta las posibilidades técnicas de ejecución y requerimientos que se deben cumplir en lo ambiental, en lo social y en lo jurídico.

El personal involucrado en esta etapa de estudio será de crucial importancia, pues tendrá la responsabilidad de evitar posibles y costosos errores y modificaciones durante la ejecución. También deberá contarse con la selección definitiva de todos los materiales, así como de los documentos técnicos listos para la construcción.

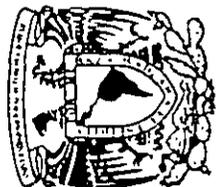
✓ *En los suministros y subcontratistas.* Se debe establecer un plan a partir de las exigencias prescritas desde la concepción del proyecto, para seleccionar los proveedores de materiales y equipo, y subcontratistas que participarán.

SOCIEDAD DE EXALUMNOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**COMIDA ANUAL XXXIII ANIVERSARIO**

VIERNES 17 DE NOVIEMBRE DE 1995 PALACIO DE MINERIA



PARA MAYOR INFORMACION LLAMAR A LOS TELEFONOS 518 47 93 Y 512 35 53

Su elección no debe basarse, en ningún caso, en el precio más bajo, sino en sus cualidades y capacidad de proveer los materiales o realizar el trabajo previsto en el tiempo especificado. Sin embargo, debe también contarse con alternativas fiables y económicas previstas, a fin de asegurar los suministros o trabajos en caso de que uno o algunos de los miembros no puedan cumplir con los compromisos adquiridos.

✓ *En la producción.* Se debe concebir un plan a partir de piezas descriptivas y documentos gráficos, previstos para realizar la obra dentro de las mejores condiciones financieras. La planeación de actividades y de elementos que intervienen debe ser continua. Cualquier retraso debe ser analizado y debe repercutir a fin de que los participantes afectados reaccionen a tiempo y de modo eficaz.

Los puntos de control obligatorios deben ser programados con el fin de asegurar que no se dará valor añadido a un trabajo defectuoso.

✓ *Para el control de la ejecución de los trabajos,* es conveniente que participe el mayor número de personas de acuerdo con su especialidad.

✓ *En el personal,* se debe estructurar un plan para el reclutamiento y formación. Ellos dirigirán a los obreros que, de acuerdo con la localización de la obra, contarán con niveles de instrucción, formación, calificación, aptitud y costumbres diferentes que deberán ser tomadas en consideración.

✓ *En lo financiero,* se debe establecer un plan que asegure que los gastos reales no excederán los gastos previstos en el presupuesto. Estas diferencias deben ser meticulosamente observadas etapa por etapa, a fin de identificar las causas. Esto permite la búsqueda de soluciones más económicas para próximos proyectos y realizar la construcción de una obra a un costo más real.

**AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD EN MATERIA DE CALIDAD**

La norma hace referencia principalmente al establecimiento de una estructura organizacional dentro de la empresa que respalde al sistema de calidad, que asegure la comunicación e interacción interna y externa de la compañía y la designación de un representante en materia de calidad que realice estas tareas.

La eficacia de un sistema de calidad supone que cada persona de la empresa conoce sus funciones y los límites de su responsabilidad. Por ello, la organización debe definir funciones y responsabilidades, las interfaces organizacionales, la contratación y la formación de su personal.

Las líneas de comunicación deben establecerse para todo lo que concierne a la dirección, gestión y ejecución en materia de calidad. En la formación de esta estructura se debe tomar en cuenta que la calidad requiere de la participación de todos.

Cuando en un proyecto participan varias empresas, la complejidad en las líneas de autoridad y comunicación se incrementa y el dominio o la habilidad en el manejo de la calidad no podrá ser conservado a menos que exista una definición precisa de las responsabilidades y funciones en las interfaces organizacionales para la calidad.

Para que estas interfaces puedan realizarse, es conveniente que desde el proyectista se disponga de un sistema de la calidad, integrando sus actividades con las del constructor y con las de todos los participantes del proyecto a través de una oficina de control externo.

La figura 1 representa un organigrama que intenta localizar la actuación de la gestión de la calidad en el sistema organizativo de todos los participantes en un proyecto de construcción. Para la pequeña em-

presa se puede recomendar designar como responsable del sistema de calidad, a una persona independiente a las tareas de producción que pueda asumir esta responsabilidad a tiempo parcial.

En las grandes empresas constructoras, se puede contar con un responsable de coordinar los esfuerzos y promover la implementación del sistema de la calidad, pero, al igual que en la pequeña empresa, deberá estar alejado de las responsabilidades de producción y tener la autoridad suficiente para intervenir en cualquier nivel y en cualquier frente de obra a fin de asegurar que está siendo ejecutada siguiendo las prescripciones previamente definidas y de acuerdo con los reglamentos establecidos.

Un organigrama parcial de una gran empresa constructora puede ser el que se muestra en la figura 2.

**MOTIVACION DEL PERSONAL**

Es importante conocer mecanismos y técnicas encaminadas a revitalizar al personal y dar así nueva y continua fuerza a la empresa para obtener mejores resultados.<sup>7</sup>

La mejora de las condiciones de trabajo, de salarios o las labores no rutinarias, no bastan como factores de motivación para el empleado; además, es conveniente motivar por medio del trabajo que represente un reto para el empleado, y en el que comprometa su responsabilidad.

Los directivos de las empresas constructoras deben promover sistemas modernos de dirección dirigidos a desarrollar la calidad de vida en el trabajo, mejorar el reclutamiento e incorporación del personal y llevar a cabo políticas de remuneración e incentivos.

**ADIESTRAMIENTO Y DESARROLLO**

Lo primero que deberá hacer el

*La eficacia de un sistema de calidad supone que cada persona de la empresa conoce sus funciones y los límites de su responsabilidad. Por ello, la organización debe definir funciones y responsabilidades, las interfaces organizacionales, la contratación y la formación de su personal.*

responsable en la implementación del sistema de calidad de la empresa es sensibilizar a los cuadros directivos en el proceso hacia la calidad, señalando como un elemento de costo de calidad la formación del personal, así como las auditorías de calidad.

Las características de la industria de la construcción, donde cada producto es distinto, con un gran número de variables que intervienen en el proceso constructivo, algunas controlables, pero otras desconocidas, con la participación de varios subcontratistas, con personal generalmente nuevo en la empresa, de diferentes zonas geográficas, de diversos hábitos y costumbres, etcétera, dan como resultado serias dificultades para el desarrollo de proyectos e importantes tomas de decisión.

Para el personal operario y de mandos intermedios, la norma indica que la formación debe ser completa en el manejo adecuado de instrumentos, herramientas y maquinaria que utilicen; en la lectura y entendimiento de la documentación que se les facilite, y la comprensión de la relación de la calidad con su trabajo y las normas de seguridad establecidas. En

algunos casos deberán contar con la certificación oficial de su especialidad. Aquí, la formación deberá ser más de carácter práctico que teórico.

#### COMUNICACION

La comunicación es el intercambio ordenado y sistemático de información, dentro y fuera de la empresa, y es necesario que fluya hacia la persona precisa con el tiempo y frecuencia oportunos. Para lograrlo son necesarios procedimientos efectivos, organización, control, pero, sobre todo, el compromiso del personal en facilitar una buena comunicación, resultando así una efectiva coordinación que puede prevenir posibles insatisfacciones entre las partes involucradas, ya sea en un proyecto de construcción o en alguna actividad interna de la empresa.

El constructor debe promover en todo momento la designación de personal clave y capaz de lograr la comunicación, coordinación y divulgación total de información en todos los niveles de la empresa y también fuera de ella.

#### CIRCULO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

Si al círculo de la calidad se le

aplican las fases más significativas que intervienen en un proyecto de obra, se representa como se ve en la figura 3.

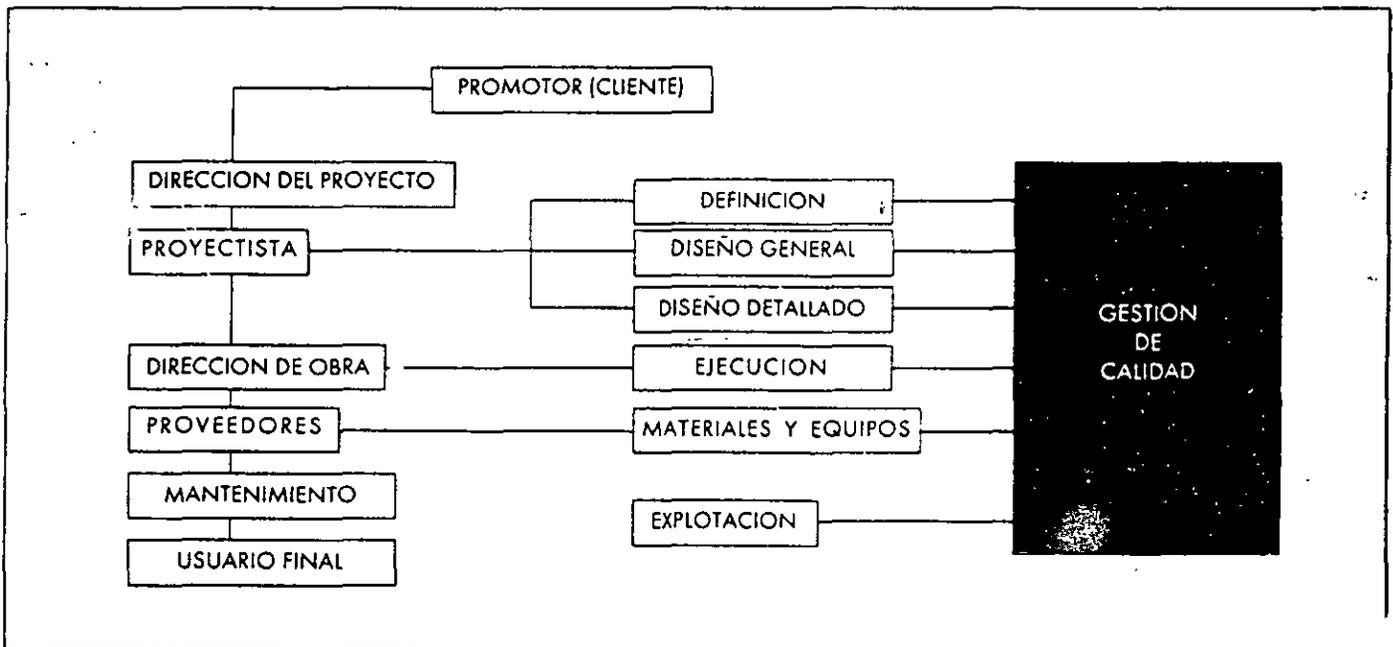
#### DOCUMENTACION Y REGISTROS DE LA CALIDAD

**Manual de la calidad**  
El sistema de calidad de la empresa es soportado documentalmente por el manual de la calidad, que es el documento guía para la implantación, seguimiento y mejora del sistema de la calidad.

El manual de la calidad es el documento descriptivo del sistema de la calidad objeto de la norma ISO 9004 (reglas generales), establecido por la empresa esencialmente para su uso interno y describe el conjunto de disposiciones de la organización relativas a:

- ✓ Las estructuras de la empresa.
- ✓ Los objetivos de su servicio (misión de la empresa), operacional y funcional, y a los responsables en realizarlos.
- ✓ Los procedimientos generales que rigen la obtención de calidad.
- ✓ Las relaciones internas y externas de la empresa.
- ✓ Los medios y recursos para la obtención de la calidad.

✓  
Figura 1.



- ✓ La formación, la calificación y la motivación del personal.
- ✓ Las disposiciones generales que contribuyen a la calidad y que son aplicables a todas las actividades de la empresa.
- ✓ Facilitar una descripción adecuada del sistema de gestión de la calidad que sirve como referencia permanente en la aplicación del mismo.

#### Plan de la calidad

El plan de la calidad es el documento que recoge las formas de operar, los recursos y la secuencia de actividades ligadas a la calidad que se refieren a un determinado producto, servicio, contrato o proyecto.

Un plan de calidad puede contener lo siguiente:

- ✓ Los requisitos de calidad aplicables en cada obra de construcción, incluyendo especificaciones técnicas del proyecto.

- ✓ Organización de la obra en cuestión de autoridad y responsabilidad.
- ✓ Los métodos y técnicas de trabajo que se deben aplicar en la obra.
- ✓ El control de todos los procesos constructivos.
- ✓ Los programas, inspecciones y ensayos en cada una de las fases de ejecución, describiendo los criterios de aceptabilidad y frecuencia.
- ✓ La metodología para los cambios y modificaciones al propio plan de calidad, según lo requiera el proyecto.

El plan de la calidad puede estructurarse en función de las características de cada una de las obras y no sólo debe proporcionar instrucciones precisas para la implantación del sistema de la calidad, sino que también debe incluir los registros de la calidad que dejen cons-

tancia documental del cumplimiento de los requisitos de dicho sistema.

#### Procedimientos

Un procedimiento es un documento interno, propio de cada empresa constructora y por lo tanto de carácter privado, que describe de manera documentada (escrita y formalizada) todas las actividades operativas, de gestión y técnicas de la empresa, incluyendo aquellas que puedan incidir en cualquier aspecto que afecte a la calidad, desde los suministros hasta la entrega de la obra.

Al conjunto de estos procedimientos se le denomina manual de procedimientos y se divide en manual de procedimientos operativos y manual de procedimientos técnicos.

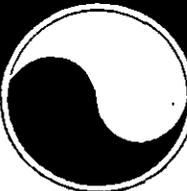
#### Registros de la calidad

El sistema de gestión de la cali- ▶

# MANDENOS por un TUBO

pero que sea.....

# DVSA



LOS PRIMEROS FABRICANTES DE

## TUBERIA ECOLOGICA

- Tubería para drenajes, alcantarillado e instalaciones sanitarias. •Fabricación de brocales, coladeras, areneros, codos, pozos de visita, postes para cerca, fantasmas para carreteras, garniciones.
- Fosas sépticas tratadas. •Cubrimos las especificaciones necesarias.



### SURTIMOS PEDIDOS A TODA LA REPUBLICA

Gabriel Mancera N° 1141 México 12, D.F.

Tels. 559 56 00, 559 09 11, 559 22 55, 559 29 31 Fax 559 0110

miembro de: CONSEJO NACIONAL DE INDUSTRIALES ECOLOGISTAS A.C.

dad debe establecer y exigir el mantenimiento de medios que permitan identificar, coleccionar, catalogar, clasificar, archivar, conservar, recuperar e incluso eliminar todos los registros y documentación relacionados con la calidad.

Los registros de calidad miden el rendimiento del sistema de calidad y permiten aplicar mejoras en el mismo, pues contienen la evidencia documental clara, precisa y rápidamente identificable, de que la obra cumple con los requerimientos del cliente.

**AUDITORIAS INTERNAS DE LA CALIDAD**

La auditoría de calidad es un examen metódico e independiente, realizado con el fin de determinar si las actividades y resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas y si estas disposiciones son puestas en marcha de manera eficaz y aptas para alcanzar los objetivos.<sup>3</sup>

La auditoría de la calidad se apoya en los métodos, fundamentados en la observación, el análisis, los ensayos y el exa-

men de objetivos previamente determinados, cuya aplicación rigurosa permite al auditor tener una idea objetiva del funcionamiento real del sistema.

Debe considerarse siempre que la auditoría es una actividad constructiva y no destructiva.

**COMUNICACION CON LOS CLIENTES**

Para lograr la calidad en la construcción de una obra, se requiere un gran esfuerzo de comunicación durante todo el proceso, desde la concepción del proyecto hasta la entrega de la obra; para ello es vital mantener informadas de los elementos claves de trabajo a todas las partes que participan, como el cliente, el proyectista, el constructor, los subcontratistas y los proveedores de equipo y material.

Algunos estudios realizados<sup>4</sup> indican que el 25 % de los problemas y fallas en las obras recién construidas, son debidos a la mala comunicación o a la falta de coordinación entre los participantes del proyecto.

Estudios de empresas aseguradoras indican que sus clien-

tes recurren a la acción legal, no por deficiencias en el proyecto o construcción, sino por los inesperados sucesos y sorpresas que se presentan en el proyecto, por la creciente decepción ante los problemas no atendidos, por la falta de interés o de relaciones personales positivas y por la falta de información respecto a los problemas.

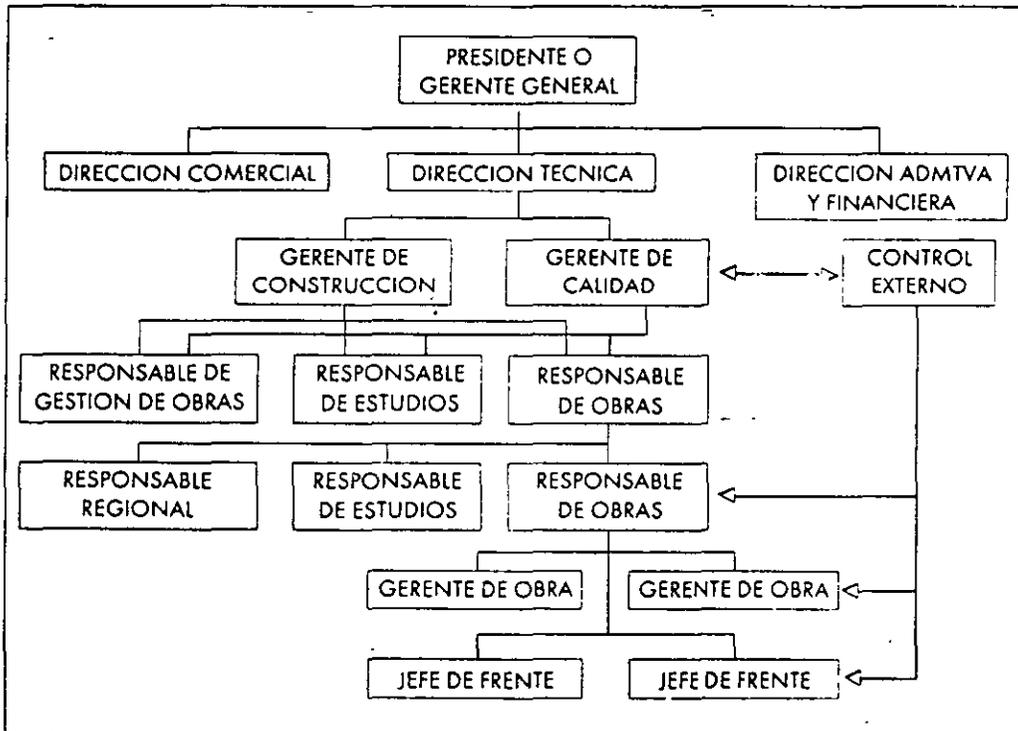
Es importante señalar que tanto el cliente, como el constructor y el proyectista, así como los subcontratistas y proveedores, tienen diferentes precedentes, calificación, experiencias y expectativas, así como también diferentes definiciones de lo que es un proyecto exitoso y de la concepción o grado de la calidad, diferencias en las formas de trabajo, de tacto con los demás, etcétera, y en la forma o en los métodos de tratar desacuerdos o de pactar con la gente; por ello es importante que los responsables de calidad sean capaces de entender y compensar estas diferencias.

**ELEMENTOS OPERATIVOS DEL SISTEMA DE LA CALIDAD**

**Proceso de comercialización**  
Se deben identificar a fondo todas las necesidades y expectativas del cliente, programando su realización adecuadamente, escuchar sus intenciones con el fin de optimizar sus exigencias para resolverlos en el plazo adecuado y al menor costo posible. El responsable de esta actividad debe comunicarlo de forma clara y exacta a la empresa.

El sistema de la calidad de la empresa constructora debe ser capaz de prever la posibilidad o factibilidad de la realización de un proyecto de calidad de acuerdo con normativas ambientales, de seguridad, sanidad, legales, etcétera, pero también debe determinar si su capacidad técnica, disponibilidad de recursos y experiencia le permiten llevar a cabo el pro-

Figura 2.



yecto o la obra que quiere el cliente.

La empresa debe conocer su posición dentro del mercado de la industria de la construcción a través del intercambio de información con otras empresas de su competencia, o bien con el grado de percepción de la calidad del servicio entre sus clientes. Los resultados de esta investigación permiten a la empresa aproximarse a su realidad, profundizar en su mercado competitivo y el intercambio de experiencias y nuevas técnicas (por ejemplo, revisión de pares).

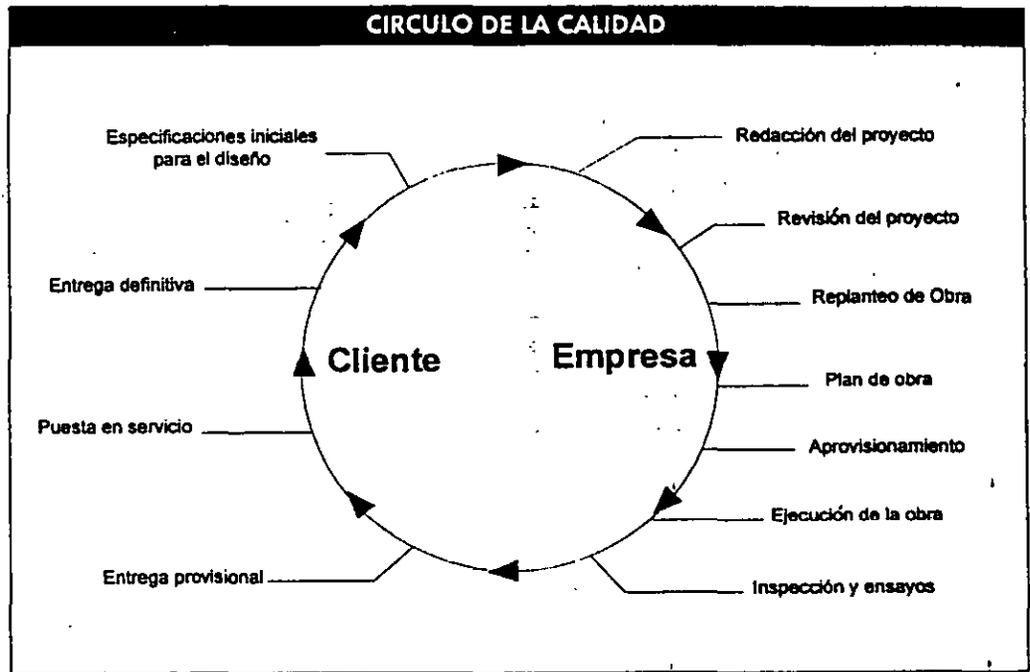
### Gestión del servicio

El sistema de calidad de una empresa debe entenderse como un sistema dinámico que requiere de una actualización continua y adaptable a las condiciones que puedan influir sobre la calidad; por ello las normas de gestión de la calidad hacen énfasis en el compromiso de la dirección por la asignación de responsables para lograr la calidad.

En cuanto a las responsabilidades legales que cita la norma, en la industria de la construcción se producen frecuentemente situaciones en las que la responsabilidad civil puede ser un tema de mucha importancia, por lo que en el sistema de la calidad de la empresa se deben contemplar disposiciones que conduzcan a minimizar estas situaciones, previniendo anticipadamente los efectos que los fallos en la calidad pueden provocar.

### Responsabilidades en el diseño

En este apartado de la norma se menciona el costo de la no calidad, indicando que es más fácil y económico prevenir que corregir; por lo tanto, el cliente y la empresa deben asegurarse conjuntamente de la optimización y calidad en la concepción, realización, descripción de necesidades, especificacio-



nes, redacción del contrato, métodos y técnicas, materiales, etcétera, previos a la ejecución de los trabajos.

Las responsabilidades asignadas por la dirección de la empresa, a las que se refiere este apartado, deben remarcar un esfuerzo de coordinación y comunicación entre empresa constructora-cliente o representantes-proyectistas-subcontratistas y, en general, todos aquellos involucrados directa o indirectamente en el proyecto.

### Especificación del servicio

El cliente puede evaluar las características del servicio y éstas pueden variar de acuerdo con el tipo de obra, con las diferentes situaciones específicas del sistema de calidad de la empresa, que permitan definir y considerar adecuadamente los factores que puedan influir en el nivel de calidad deseado y de forma rentable.

Estas características pueden ser, entre otras, el programa de obra, los procedimientos para la selección de subcontratistas, los métodos y técnicas de construcción, de inspección y ensayo; el seguimiento de las no

conformidades, que estén contenidos en el manual de la calidad y en el manual de procedimientos de la empresa.

### Especificación de la prestación del servicio

La complejidad que se puede presentar en la realización de un proyecto es muy diversa; depende no sólo del tipo de obra, sino de factores de ubicación, características geológicas y geotécnicas, sismicidad y clima, independientemente de las difíciles cuestiones administrativas, legales, de control, de inspección y ensayo.

Por ello, la tecnología, experiencia y capacidad de la empresa debe estar respaldada por todos los procedimientos necesarios y suficientemente probados, además de tener la aptitud para desarrollar nuevos y mejores métodos y tecnologías, y la actualización permanente de los procedimientos ya existentes.

### Calidad en las compras

La atención de la calidad en los suministros puede evitar retrasos en programas de obra, repeticio- ▷

Figura 3.

✓

*Para verificar el buen funcionamiento del diseño de la prestación del servicio, es conveniente emprender un examen crítico del proyecto en todas sus fases de desarrollo. Esto permite detectar posibles desviaciones u omisiones al programa de obra inicial, así como aplicar algunas modificaciones de última hora.*

nes en los trabajos ya ejecutados, retoques y conflictos por malos entendidos que pueden llegar a representar hasta un 40% del costo de la obra. De aquí el interés que debe tener la empresa constructora en la selección y atención de proveedores y subcontratistas.

Contar con los procedimientos y programas para la selección de estos participantes, permite a la empresa elegirlos según las particularidades y características del proyecto a construir, tomando en cuenta la importancia en la repercusión económica, en la seguridad y en las condiciones de funcionamiento de la obra en caso de presentarse una deficiencia en el suministro.

En algunos proyectos se exige contractualmente que los proveedores y subcontratistas cuenten también con sistemas de calidad o de aseguramiento de calidad, pero actualmente no todos están preparados para ello, por lo que la empresa constructora deberá integrarlos a su sistema de calidad, haciéndolos coparticipes a fin de motivarlos y hacer que sus productos y servicios se suministren óptimamente.

#### **Identificación y trazabilidad del servicio**

La empresa constructora debe contar con procedimientos que permitan identificar sus productos o servicios durante todas las etapas del proceso, desde la recepción o fabricación de materiales, su transporte y colocación, puesta en operación o uso, con la finalidad de detectar posibles fallos, defectos o cualquier otra anomalía del producto o servicio que repercute en la calidad de la obra; también debe prevenir la utilización de materiales no conformes.

Los procedimientos para el control de los materiales y productos son una valiosa herramienta de apoyo que permite definir las medidas de control necesarias para impedir su utilización inapropiada, deterioro

y, en un momento determinado, permiten identificar cuándo y en qué lugar de la obra se ha colocado algún elemento conforme o no conforme.

#### **Especificación del control de la calidad**

En el campo de la calidad, se define al "control de la calidad" como al conjunto de técnicas y actividades de inspección, ensayo, comprobación, seguimiento, medida, de las características del producto o del servicio, contenidos en procedimientos operativos y técnicos utilizados para satisfacer y demostrar que se ha cumplido con los requerimientos y exigencias de la calidad planteados por el cliente.

El control de la calidad debe detallar todas las operaciones que deben realizarse a través de la ejecución de una obra, desde el control de la concepción y diseño del proyecto, hasta la construcción y entrega, para responder a las exigencias de calidad estipuladas entre el cliente y la empresa.

#### **Revisión de diseño**

Para verificar el buen funcionamiento del diseño de la prestación del servicio, es conveniente emprender un examen crítico del proyecto en todas sus fases de desarrollo. Esto permite detectar posibles desviaciones u omisiones al programa de obra inicial, así como aplicar algunas modificaciones de última hora.

En las fases del proyecto, consideradas como críticas, se deben establecer los puntos de verificación y se deben planificar las revisiones para que logren ser más eficaces y se conviertan en una medida de prevención que evite comprometer la calidad aplicando soluciones inadecuadas.

Los resultados de la revisión deben ser formalizados por medio de documentos que contengan todas las deficiencias encontradas, las soluciones

aplicadas y los resultados obtenidos.

#### **Validación de las especificaciones del servicio, prestación del servicio y control de la calidad**

Todas las modificaciones o propuestas de mejora, resultado de la revisión de diseño, deben entrar en la siguiente etapa, que es la validación y que complementa a dicha revisión.

En muchos proyectos de construcción se realizan cálculos alternativos a elementos que se consideran críticos, con el fin de comprobar si los cálculos originales son correctos; en proyectos de gran envergadura y complejidad, se efectúan ensayos de modelos o prototipos (generalmente encargados a algún laboratorio especializado) que comprueban la efectividad del diseño.

Algunos de estos cálculos, ensayos y análisis se realizan a través de equipos de cómputo, por lo que el programa y equipo de cómputo empleados deben someterse a verificaciones y actualizaciones periódicas.

La validación debe ser un proceso periódico y continuo para asegurar que el diseño y la prestación del servicio se acogen y satisfacen los requisitos especificados y las necesidades del cliente, las especificaciones técnicas, y si se están aplicando nuevas tecnologías, o métodos de revisión y producción, así como el análisis de experiencias obtenidas en el proceso de construcción para adaptar o modificar las condiciones iniciales del proyecto.

Los resultados de la validación deben estar documentados con especificaciones y planos que la respalden, incluyendo la descripción de lo revisado y modificado. Deberá tener la aprobación de los niveles técnicos facultados para la validación, y ello establecerá la autorización y confirmación de que el diseño puede utilizarse.

### Evaluación de la calidad del servicio por parte del suministrador

Aquí se enfatiza la importancia del control de la calidad como una actividad paralela en todas las etapas de la prestación del servicio, necesaria e indispensable para que los responsables de la empresa, que tratan directamente con el cliente, evalúen auténticamente la calidad del servicio.

Se menciona el autocontrol que debe tener el personal, basado en su formación en la calidad, en sus conocimientos técnicos, en la libertad de acción y en su sentido de la responsabilidad.

El autocontrol se fundamenta en que el personal de la empresa "conozca lo que hace, analice lo que está haciendo y establezca acciones encaminadas a mejorar lo que hace".

### Evaluación de la calidad del servicio por parte del cliente

Una forma intuitiva de conocer las diferencias entre niveles de satisfacción y necesidades del cliente, es estableciendo la interacción que existe entre las necesidades del cliente y las especificaciones de diseño, y la realización del servicio. Quizás esto dé una idea de criterios de percepción y evaluación de la calidad en la prestación del servicio.

### Identificación de no conformidades y acciones correctivas

Se mencionan dos etapas de la acción correctiva; primero, una acción positiva, que puede ser la inutilización inmediata del producto, elemento o servicio, antes de tomar una decisión sobre el mismo, y la corrección rápida y efectiva de la no conformidad detectada, que evite interferir en el desarrollo de los trabajos, segundo, tomar las medidas apropiadas para evitar su repetición, identificando el origen de la falla.

Esta última etapa de la acción correctiva es de carácter preventivo, pues identifica el problema desde su raíz.

### Control del sistema de medida

En este punto se establece la necesidad que tiene la empresa de contar con procedimientos escritos que especifiquen, con todo detalle, cómo se realiza el control de los equipos de inspección, medición y ensayos, los requisitos para su calibración y mantenimiento, así como los criterios para la designación del personal responsable y capacitado para realizar esta actividad.

También se debe mantener una constante revisión y actualización en los métodos, técnicas, información de soporte lógico, las especificaciones (límites, tolerancias de materiales, por ejemplo), técnicas empleadas, y el uso de normas y reglamentos (ASTM, ANSI, ACI, u otras) en vigor.

### Métodos estadísticos

En las empresas constructoras, los métodos estadísticos se aplican principalmente para las técnicas del control de calidad, tanto de materiales (desde su recepción) como de elementos de obra terminada y para la selección de técnicas de recogida de datos (muestreo) en elementos como concretos, aceros o suelos, a fin de que sean lo más representativos posible. En las áreas de producción, se aplican en todas las técnicas de control y capacidad de procesos.

### MEJORA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

Para la realización de proyectos de mejora de la calidad, se recomiendan 10 pasos a seguir, de acuerdo con las características y objetivos de cada empresa; éstos son los siguientes: La norma de gestión, la orientación del personal, formación del comité de mejora de la calidad, medida de la

calidad, la formación del personal, determinación de las causas de error, establecimiento de objetivos, la acción correctiva, los costos de la calidad y el reconocimiento de resultados.<sup>5</sup>

Estas diez etapas forman un ciclo dinámico que debe ir evolucionando y buscando su expansión en la empresa, adaptándose a su crecimiento y ritmo de acción; el éxito del programa dependerá del enfoque inicial y del nivel de gestión de la calidad alcanzado en la empresa constructora.

### CONCLUSIONES

La aplicación de la calidad en la empresa deberá romper la resistencia al cambio que algunos empresarios tienen; esta nueva herramienta deberá estar orientada a:

- ✓ Lograr una administración más profesional y menos empírica.
- ✓ Terminar con la improvisación con que cuentan muchas empresas.
- ✓ Generar una mayor eficiencia interna.
- ✓ Emplear al máximo la capacidad instalada.
- ✓ Invertir en talento humano y en la adquisición o generación de nuevas tecnologías.

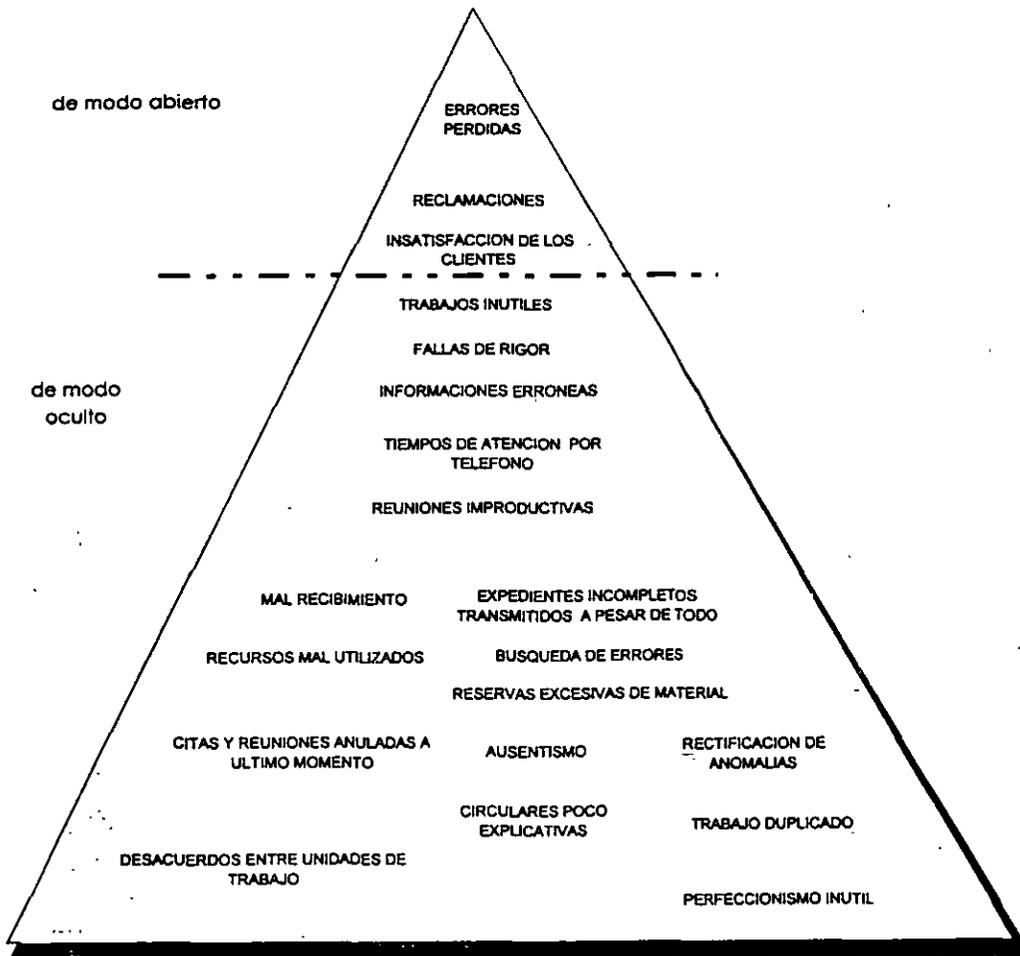
Con ello se podrá anticipar a los cambios, asegurando la presencia y permanencia en los mercados □

### Referencias

- 1 El cliente es el receptor final del servicio, sin embargo, el cliente puede ser también interno dentro de las empresas constructoras, en donde se sitúa en la etapa siguiente de algún proceso o actividad, por ejemplo, el departamento de producción tiene como cliente interno al departamento de control y seguimiento de obra, pues debe construir y cumplir dentro del programa establecido, de esta forma puede lograrse globalmente la calidad requerida.
- 2 Abraham Maslow (1908-1970) cita en su libro *Motivación y Personalidad*, edit. Díaz de Santos, 1991, que hay jerarquías de las necesidades básicas del ser humano y señala que "es en la autorrealización (liberalización de la creatividad, optimización de competencia, aptitudes y talento, consideración, confianza en sí mismo, etc.) en donde la dirección de la empresa debe buscar formas y métodos adecuados de motivación que se transformen en trabajo productivo y eficaz".
- 3 Según la norma francesa NF-X 50.136.1. *Systèmes qualité. Lignes directrices pour l'audit des systèmes qualité. Partie 1. Déc. 1988.*
- 4 *Quality in the Constructed Project* American Society of Civil Engineers Vol. 1, 1988.
- 5 Idea sintetizada, recogida del libro *Gestion de la Qualité dans la Construction*, de A M Chauvel y M Pouvreau Edit Eyrolles. Paris 1985.

# COSTOS DE LA CALIDAD

La no calidad se manifiesta ...



parcial o total de contratos.  
7) Escasez de materiales.

Como se puede observar, muchos de estos problemas son debidos a:

- ✓ Una mala comunicación con el cliente.
- ✓ Deficiencias administrativas internas.
- ✓ Falta de inversión en capacitación.
- ✓ Proveedores incapaces de abastecer los insumos.

Nuevamente, se hace necesaria e impostergable la aplicación de las normas de gestión de la calidad, que llegan a todos los niveles de la empresa, así como a sus proveedores.

Los elementos que integran los costos de calidad son:

- ✓ La prevención, a través de la perfecta definición de las necesidades del cliente.
- ✓ La revisión de las partes de un contrato, para verificar que no se omite absolutamente nada.
- ✓ La verificación del diseño, que considerará reglamentos y normas de construcción, ambientales, legales, etc., el código de ética profesional y la seguridad e higiene.
- ✓ La concepción de un plan de calidad que controle nuestro servicio al cliente, desde la elaboración del proyecto, su construcción, etcétera, hasta su puesta en operación y mantenimiento posterior.
- ✓ La selección de proveedores y subcontratistas, la revisión de los métodos de trabajo a aplicar y los programas de sensibilización a la calidad, así como los de capacitación y adiestramiento a todos los niveles jerárquicos de la empresa.

**M**uchas empresas, grandes o pequeñas, controlan sus costos minimizando los recursos materiales y humanos, sin considerar aquellos imputables a errores en la administración o defectos en el producto terminado.

Es interesante considerar los costos de la no calidad que se ilustran en la figura 1 (obtenida del libro *Gérer la qualité de la construction*, edit. Eyrolles).

Según estadísticas de empresas de la construcción, éstas

enfrentan, como principales problemas, los siguientes:

- 1) Retraso en el pago de estimaciones.
- 2) Falta de maquinaria y equipo.
- 3) Retraso en la formulación de contratos.
- 4) Desacuerdo en los precios unitarios.
- 5) Escasez de personal capacitado.
- 6) Modificación, cancelación

Héctor J. Rabadán T.

# LA ETICA DE LA CONSTRUCCION ES LA CALIDAD DE LAS OBRAS

ING. SERVANDO DELGADO GAMBOA

Director general de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, D.F.

*La experiencia acumulada a través de los años en que he tenido la oportunidad de trabajar en la construcción de obra pública, me motiva a opinar que en la actualidad resulta necesario invitar a los ingenieros mexicanos que participan en esta actividad, a reflexionar sobre la calidad de las obras en general, la calidad intrínseca del producto, el producto acorde con la calidad a cumplir, y la ética profesional.*

**D**ebemos reflexionar en que, con el correr del tiempo, la calidad de una obra es lo único trascendente, es lo de mayor valor; así pues, transcurridos los años, lustros, decenios, siglos, lo que externamos es: ¡qué bien hicieron las obras...; qué hermoso el proyecto de tal obral, etcétera. Nos referimos exclusivamente a la calidad.

En un análisis retrospectivo, resulta intrascendente el tiempo de ejecución de la obra; el propio costo también resulta irrelevante; reiteramos: la calidad en todos sus aspectos, desde su planeación, el proyecto y la construcción misma, es lo único que perdura.

Parece ser que muchos de los constructores de la actualidad están ejecutando obras de carácter efímero, para el momento, quizás para el corto o mediano plazo, pero mucho menos para el largo plazo. Esto, sin lugar a dudas, acarreará serias consecuencias para su adaptabilidad en el futuro.

Es importante también reflexionar en que, a lo largo del presente siglo, la actividad económica de las sociedades se ha intensificado a tal grado, que el área de la construcción viene evolucionando desde la auto-supervisión del constructor hasta la supervisión por parte de los clientes y, últimamente, a la

supervisión mediante empresas especializadas.

En este desarrollo, se ha distorsionado la conciencia ética de los constructores, que muchas veces no sienten a pleno la responsabilidad de hacer bien las cosas, sino de sólo hacerlas, sólo cumplir. Piensan más bien en que se las apruebe la supervisión y las puedan cobrar; luego entonces, el constructor trabaja para calificar con la supervisión e inhibiendo su ética profesional en el sentido de que la calidad es absolutamente su responsabilidad. Llegan a pensar que el control de la calidad depende del supervisor, lo cual es totalmente erró-

*Los que estamos participando, por parte del Distrito Federal, en la construcción del Metro, hemos considerado importante que en las licitaciones se pida a las empresas que nos detallen sus programas de control de calidad, que nos aseguren que se obtendrá la calidad que pactamos.*

neo; el control de la calidad es intrínseco del que produce; los supervisores no podrán hacer más allá de verificarla.

Procede reiterar que si el constructor no está dispuesto a cumplir éticamente con la calidad de la obra, sino nada más a que se lo apruebe la supervisión, la calidad se verá mermada seriamente. No es posible ponerle un supervisor a cada trabajador.

Sin lugar a dudas, la supervisión más efectiva es la de la propia constructora. La corrección del defecto en la construcción debe ser una orden del ingeniero constructor, debe salir espontánea del propio constructor. Cuando el supervisor ordena la corrección del defecto, la reacción humana del constructor es no hacerlo. Lo considera injusto, califica al supervisor de falto de criterio, lo ve con otras intenciones, termina haciéndolo obligadamente, y con el tiempo se va distorsionando su apreciación, de tal manera que trabajará para que el supervisor le dé su visto bueno y le pague el trabajo. Como ya se dijo, se inhibe su ética y su sentido de responsabilidad.

#### LA PARTICIPACION EN LAS LICITACIONES

Capítulo aparte merece la reflexión acerca de la participación de los constructores en las

licitaciones para la asignación de las obras. Estos deben prepararse con un espíritu de responsabilidad; deben prepararse con ética profesional. El constructor, al ofertar un precio unitario, debe analizar lo suficiente también la especificación de la calidad requerida y, al hacerlo, debe plantearse éticamente y proponer un precio unitario con el cual pueda satisfacer esos requisitos de calidad que le está exigiendo la convocante. No es ético bajar los costos con el único fin de ganar el concurso. Al bajar el costo, no debe hacerse mermando la calidad, sino aplicando la ingeniería, la ingeniería en el diseño mismo de los materiales que cumplan la calidad; en los procedimientos constructivos; en los aspectos financieros. En cierta forma, deben reflexionar con la siguiente expresión: "Recuerda, nunca podrás bajar la calidad; nunca jugar económicamente con la calidad para ganar una licitación". En caso extremo, buscar otros aspectos de la ingeniería y en última instancia subir los costos, pero nunca bajar la calidad. Esta es la ley de las principales empresas que tienen éxito en el mundo, nunca van contra la calidad.

Actualmente, existen muchos sistemas que se han integrado en la búsqueda de mejo-

rar la calidad; así, nos encontramos desde hace bastantes años con: calidad integral, calidad total, círculos de calidad, aseguramiento de la calidad, etcétera. Existen más que suficientes metodologías que son herramientas excelentes para resolver el control de la calidad, pero que no lo resuelven por sí solas, si no está detrás de su aplicación la capacitación de los ingenieros y la ética profesional.

#### LA EXPERIENCIA EN COVITUR

El problema de la calidad es genérico; para solucionarlo debemos partir desde la formación elemental, la formación intermedia, la profesional, la capacitación continua. Tenemos que evolucionar hacia una cultura de calidad con responsabilidad. Por ello, los que estamos participando, por parte del Distrito Federal, en la construcción del Metro, hemos considerado importante que en las licitaciones se pida a las empresas que nos detallen sus programas de control de calidad, que nos aseguren que se obtendrá la calidad que pactamos; no hemos podido aún establecer como requisito obligatorio el cumplir con certificaciones tipo ISO 9000, pero es nuestra "baliza", caminamos hacia allá.

Finalmente, la reflexión que cada vez es más genérica: "México se ha abierto al mundo"; pero ¡cuidado!: si no mejora su calidad, lo que podría resultar benéfico no lo será; lo peor es que será perjudicial.

En la construcción, la ética profesional debe sobreponerse a aspectos comerciales y otro tipo de valores a los que actualmente el constructor les da más importancia que a la calidad de las obras.

En resumen, la ética de la responsabilidad en todos sentidos requiere revitalizarse para encauzar hacia mejores derroteros a nuestra sociedad □

# LA CONSULTORIA EN LA IMPLANTACION DE SISTEMAS

ING. OSCAR ALVAREZ DE LA CUADRA L.

*Desde el año de 1987, en que fueron publicadas por primera vez las Normas Internacionales sobre Sistemas de Administración y Aseguramiento de la Calidad, conocidas genéricamente como la serie ISO 9000, el tema de la desesperada búsqueda de cumplimiento de muchas empresas a estas normas y la certificación de las mismas, ha cobrado gran fuerza, especialmente en este último bienio en nuestro país y en particular desde que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte fuera aprobado.*

**L**a serie ISO 9000 es tan sólo una parte de las casi 9,600 normas desarrolladas por ISO (nombre de la Organización Internacional para la Normalización, derivado del griego *isos*, que significa *igual*), las cuales cubren prácticamente todos los aspectos del quehacer humano. ISO ya ha reconocido a la serie ISO 9000 como su más grande éxito desde su establecimiento en Ginebra en 1947.

Hasta septiembre de 1995, la serie ISO 9000 ya ha sido adoptada en 80 países, en algunos de los cuales se ha elevado a categoría de norma nacional.

Debido a la popularidad que ha alcanzado la serie en el ambiente de negocios e industrial, se ha manejado e interpretado incorrectamente lo que la serie implica. Muchas personas, e incluso consultores, equivocadamente usan frases como: "voy por la certificación de ISO", "los clientes ya me están pidiendo ISO", etcétera. Estas expresiones son incorrectas, ya que ISO es una organización no gubernamental, la cual representa a casi 110 organismos de normalización de otros tantos países, cuya función principal es elaborar normas voluntarias. ISO no puede imponer dichas normas y, además, no

puede dar certificación para verificar el cumplimiento a dichos documentos. La certificación se obtiene a través de un organismo de certificación acreditado y sobre el cual ISO es totalmente independiente. En México, existen dos organismos de certificación de tercera parte, acreditados por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), a través de la Dirección General de Normas (DGN): Calidad Mexicana Certificada, A. C. (CALMECAC), y el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. (IMNC). Gracias a la certificación independiente o de tercera parte, muchas em- ▷

*Actualmente, contar con un sistema de calidad se ha vuelto un requisito necesario para las empresas que quieran obtener ventaja competitiva sobre las que no tienen y, además, ofrece el beneficio de evitar quejas por retrabajos, penalizaciones por incumplimientos y contar con un control y organización más efectivos en las actividades diarias, trayendo como resultado más credibilidad y, en mediano y largo plazo, mayores utilidades.*

presas han logrado aumentar su credibilidad y se han ahorrado auditorías múltiples por parte de sus clientes. Hasta septiembre de 1994, casi 70,000 empresas en todo el mundo ya ostentan el certificado a alguna de las tres normas de aseguramiento de calidad externo (ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003).

La serie ISO 9000, a su vez, fue diseñada para que cualquier sector económico-industrial pudiera aplicarla. Existen casos en los que industrias de servicios, como bancos, hospitales, laboratorios, han logrado la certificación a estas normas, lo cual disipa la creencia de que son normas creadas para la industria o con lenguaje de difícil interpretación para otro sector que no sea el de manufactura. En el caso de la industria de la construcción y los servicios profesionales de consultoría, los modelos han sido adoptados en algunas licitaciones, como prueba de confianza de la calidad ofrecida por proveedores de diversas entidades y dependencias, como CFE, PEMEX, Compañía de Luz y Fuerza y Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR).

La serie ISO 9000 son normas de sistemas de aseguramiento y de administración de la calidad y comprende dos tipos de normas: de guía y cumplimiento. Las normas de guía sirven como apoyo para traducir los requisitos contenidos en las normas de cumplimiento. A estas últimas normas son las que una empresa puede certificarse, no a las de guía.

Ejemplos de las normas guía que componen a la serie ISO 9000 son: ISO 8402:1994, ISO 9000-1:1994, ISO 9004-1:1994, ISO 10011-1:1990 e ISO 10012-1:1993, entre otras.

Ejemplos de las normas de cumplimiento son:

✓ ISO 9001:1994. Aplicable a empresas cuyas actividades

abarcan desde el diseño y desarrollo, pasando por fabricación, instalación y servicio. Si el producto o servicio que se ofrece requiere de un diseño para cumplir con requisitos establecidos por el cliente, la empresa tiene que apearse a este modelo.

✓ ISO 9002:1994. Aplicable a empresas que parten de especificaciones ya establecidas. Ejemplos de empresas con este modelo serían las empresas supervisoras, sin área de proyecto, ya que sus actividades se apegan a especificaciones ya dadas.

✓ ISO 9003:1994. Se refiere exclusivamente a inspección y pruebas finales. Ejemplos de empresas que pueden apearse a este modelo son laboratorios de prueba o de control de calidad.

En resumen, la serie ISO 9000 son normas que permiten controlar todos aquellos procesos clave que afectan la calidad del producto. Además, la normativa anterior no sustituye a normas de producto o de seguridad como ANSI; ASTM, API, OSHA; NOM, DIN, etcétera, sino que se complementan. Un producto certificado no puede ostentar la certificación a alguna de las normas de cumplimiento ISO 9000, ya que una es certificación de producto y la otra del sistema de calidad requerido para asegurar consistentemente que se cumpla la norma de producto.

**LA SERIE ISO 9000 EN LA CONSTRUCCION**

Con seguridad, muchos ingenieros civiles y arquitectos que hayan tenido en sus manos las normas ISO 9001 o 9002, que son las más aplicables para las empresas de este giro, han concluido que la norma es de aplicación única en la industria de la transformación.

Al analizar las primeras cinco cláusulas de ISO 9001, como Responsabilidad de la

dirección, Sistemas de calidad, Revisión de contrato, Control de documentación y datos, Control de diseño, es obvio que la aplicación a las empresas constructoras y de consultoría es inmediata. Por ejemplo: ¿qué empresa ofrece una propuesta sin revisar primero qué es lo que piden los términos de referencia o bases de concurso de un cliente?

Sin embargo, si existen cláusulas difíciles de interpretar, como Control de proceso, Identificación y rastreabilidad y Control de equipo de inspección, Medición y prueba, e incluso, existen algunos criterios que difícilmente se llevan a cabo en las empresas, como la realización de auditorías internas para comprobar la eficacia del sistema o la aplicación de acciones correctivas y preventivas a problemas en obra o, en general, durante el desarrollo de un proyecto. Con ayuda de un consultor experimentado, es fácil trasladar estos requisitos a las actividades de la empresa sin gran esfuerzo.

**EL PAPEL DE LA CONSULTORIA**

El proceso de implantación de un sistema de calidad en una empresa es un proyecto que comprende una serie de actividades, las cuales estarán estructuradas en función de los recursos disponibles y el objetivo asignado.

En el caso de las empresas grandes, la consultoría es proporcionada internamente por un grupo de especialistas ya capacitados en el tema. Sin embargo, en empresas chicas, pequeñas y medianas, dicho proceso les ha resultado tortuoso, difícil y muy costoso. El apoyo del consultor definitivamente aporta como beneficio acortar tiempos y minimizar costos del proyecto. La transferencia de conocimientos y experiencia resultan factores clave para encauzar a las empresas asesoradas en la dirección correc-

ta. Aunque el objetivo sea simplemente ofrecer evidencias de contra con un sistema de calidad implantado, sin requerir su certificación, la consultoría ha probado ser una solución muy efectiva para evitar decepciones y gastos innecesarios en gran cantidad de ejecutivos que se han visto en situaciones problemáticas, al no poder cumplir con este requisito, más aún cuando la posible participación en un concurso importante está en juego.

En la mayoría de los casos, las etapas de consultoría definidas para implantar un sistema de calidad son la evaluación actual del sistema, contra lo requerido por la norma, capacitación y sensibilización al personal, documentación e implantación del sistema.

Sin embargo, el éxito garantizado para el proyecto consiste en tres factores:

#### **Compromiso de la alta dirección**

Muchos directores de empresas han tomado el proyecto de implantar un sistema de calidad en sus empresas como un requisito que cumplir para poder acceder licitaciones importantes o un trofeo más para la empresa, en caso de obtener la certificación. El compromiso total de la dirección, no sólo en los primeros pasos hacia la certificación, sino hasta la obtención de la misma, es indispensable. Para un director dudoso o escéptico, el "gasto" para contar con un sistema de calidad se considera innecesario. Pero, aunque esta empresa continúe obteniendo contratos sin contar con el sistema, posiblemente en los próximos dos años ya haya sido nulificada por la competencia, la cual se preparó oportunamente para implantar esta herramienta.

#### **Obtener asesoría profesional**

Desafortunadamente, como en otros prestadores de servicios

profesionales, existe más cantidad que calidad. Los parámetros para evaluar a un consultor, y que no sólo sean por el precio, como la mayoría de las empresas lo hacen, son comprobar no sólo su experiencia en aseguramiento de calidad, sino su conocimiento del ramo de la empresa que está asesorando. Por ejemplo, no es posible que un consultor con gran experiencia en industria metal-mecánica o electrónica, sepa identificar los procesos críticos de una empresa constructora o firma de ingeniería. Es también útil obtener referencia de otras empresas que el consultor haya asesorado, que cuente con al menos dos años de experiencia práctica y, con el conocimiento profundo de la serie ISO 9000. También, es infortunado comprobar que muchas empresas dan por hecho que los consultores extranjeros son mejores que los nacionales. La clave de nuevo es comprobar experiencia.

#### **Compromiso de la empresa**

La gran preocupación de las empresas asesoradas es que, con una mínima inversión, el consultor haga las veces de hombre orquesta y se dedique a implantar un sistema, teniendo a la dirección y al personal de la empresa como espectadores pasivos en el proyecto. La ley de Pareto igualmente se aplica aquí, ya que un 80% de la responsabilidad, recursos y trabajo comprometidos son de la empresa y un 20% es labor del consultor. La creencia de que un sistema de calidad es inexistente en una empresa es totalmente falsa, ya que si una empresa permanece en el mercado es porque necesariamente cuenta con sistemas informales que le permiten satisfacer las necesidades de sus clientes, aunque, en la gran mayoría de los casos, estos sistemas no están formalmente reconocidos ni documentados para

poder cumplir con los requisitos de la norma.

Igualmente, muchas empresas dudan en contratar a un consultor si éste no garantiza que con su trabajo la empresa logrará la certificación. Esto es impredecible, ya que, idealmente, la empresa asesorada es la que debe llevar el control del proyecto. Por lo tanto, toda la administración del proyecto es responsabilidad de una compañía. El consultor ofrece el conocimiento técnico para establecer las actividades del proyecto y presupondrá cuánto durarán, pero la empresa asesorada administra la disponibilidad de recursos y el seguimiento del proyecto, por lo que de ella depende en gran parte el resultado, bueno o malo, del proyecto.

#### **CONCLUSION**

Actualmente, contar con un sistema de calidad se ha vuelto un requisito necesario para las empresas que quieran obtener ventaja competitiva sobre las que no lo tienen y, además, ofrece el beneficio de evitar quejas por retrabajos, penalizaciones por incumplimientos y contar con un control y organización más efectivos en las actividades diarias, trayendo como resultado más credibilidad y, en mediano y largo plazo, mayores utilidades.

*El proceso de implantación de un sistema de calidad en una empresa, comprende actividades estructuradas en función de los recursos disponibles y el objetivo asignado. En el caso de las empresas grandes, la consultoría es proporcionada internamente por un grupo de especialistas ya capacitados en el tema. Sin embargo, en empresas micro, pequeñas y medianas, dicho proceso les ha resultado tortuoso, difícil y muy costoso.*

## Accreditación de laboratorios de pruebas

De instituciones educativas y su vinculación con el sector productivo

Un tema de suma importancia durante la XXII Conferencia Nacional de Ingeniería de la A.N.F.E.I. se refirió a la Acreditación de laboratorios de pruebas de instituciones educativas y su vinculación con el sector productivo, tema que abordaron los ingenieros Juan Francisco Fortis Roa y Miguel Ángel López Vega.

Los autores manifestaron que en México, los sistemas educativos han sido utilizados hasta ahora por un reducido número de empresas, principalmente por aquellas que además de un alto nivel tecnológico tienen un gran respaldo económico, aunque existen empresas que no lo consideran prioritario o que no tienen o utilizan sistemas de calidad incipientes o los aplican en forma deficiente; lo que les resulta más cómodo.

Ante este panorama las instituciones educativas no son insensibles ni desconocen el problema, motivo por el que podrían desarrollar sistemas de calidad que responderían a la necesidad de operación confiable y óptima de todas estas actividades, donde el acreditamiento de sus laboratorios de pruebas sería un paso muy importante.

Ambos ingenieros recordaron que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en 1992 en el Diario Oficial de la Federación, ratifica por decreto la creación del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP), por el cual un laboratorio podrá demostrar los alcances, capacidad y confiabilidad de sus trabajos, apoyado en los recursos humanos, de equipamiento, instalaciones y la aplicación de un sistema de calidad que garanticen su óptima operación, de acuerdo con los criterios que estableció la normativa nacional NMXCC-13-1992 y su referencia internacional guía ISO-25-1991.

Señalaron que la acreditación de un laboratorio de pruebas de una institución educativa pondría al servicio de la industria un laboratorio acreditado por el SINALP, reconocido en el ámbito nacional e internacional, según convenio suscrito en el Tratado de Libre Comercio, circunstancia que facilitaría el acceso del sector productivo a estos servicios de pruebas, ensayos y análisis ya que, en algunas ocasiones, las empresas no cuentan con un laboratorio propio, y que los laboratorios de las escuelas, dada su in-



*La acreditación de un laboratorio de pruebas de una institución educativa pondría al servicio de la industria un laboratorio acreditado por el SINALP, reconocido en el ámbito nacional e internacional, según convenio suscrito en el TLC*

