

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 26 de septiembre al 11 de octubre de 1994.

DIRECTORIO DE PROFESORES

- 1.- BERNAL VELAZCO ERNESTO ING.  
DIRECTOR GENERAL  
EMPRESA DE CONSULTORIA CIAC, A.C.  
TEL. 905 508 18 21
- 2.- CAMBA CASTAÑEDA JOSE LUIS DR.  
DIRECTOR  
CAMBA C. Y ASOCIADOS  
CAMPECHE No. 305  
COL. CONDESA  
C.P. 06100  
DELEG. CUAUHEMOC  
TEL. 564 30 02 y 564 33 28
- 3.- DELGADO TERRAZAS GUILLERMO ING.  
AV. INDUSTRIAL ELECTRICA DE MEXICO # 3  
COL. VISTA HERMOSA  
TLANEPANTLA, EDO. DE MEXICO  
TEL. 398 42 22 y 397 91 11
- 4.- FLORES ALDAPE ARTURO ING.  
DIRECTOR GENERAL  
CONSTRUCCION, SUPERVISION Y CONTROL  
TAMAULIPAS 61-C  
COL. CONDESA
- 5.- GOMEZ GALVARRIATO MARIO ING.  
DIRECTOR GENERAL  
IPERQUIMICA  
SAN PEDRO No. 24  
COL. MORAL IZTAPALAPA  
TEL. 606 85 70
- 6.- HERRERA MUNDO SERGIO ING.  
DIRECTOR GENERAL  
SOCIEDAD HIDROMECANICA SA DE CV  
XOCHICALCO No. 535  
COL. VERTIZ NARVARTE  
DELEG. BENITO JUAREZ, C.P. 03600  
TEL. 559 78 30 y 559 73 55
- 7.- IBARRA RUIZ RAUL ING.  
COORDINADOR TECNICO  
INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA CONST.  
AV. ROMULO O'FARRIL S/N  
TEL. 595 44 11 ext. 159
- 8.- LOPEZ REYES JUSTO ING.  
SUPERVISOR DE OBRA ELECTRICA  
PROCTER GAMBLE DE MEXICO  
PLANTA VALLEJO  
PONIENTE 146 NO. 850  
COL. INDUSTRIAL VALLEJO  
TEL. 724 26 00 ext. 2796
- 9.- MENDOZA SANCHEZ ERNESTO ING.  
GERENTE GENERAL  
COMPEXA SA DE CV  
CRUZ DEL SUR No. 81  
COL. PRADO CHURUBUSCO  
DELEG. COYOACAN  
TEL. 581 34 20 y 581 34 94
- 10.- MORENO PECERO GABRIEL M. EN I.  
DIRECTOR DE LA DECFI-UNAM  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
TACUBA No. 5  
COL. CENTRO, C.P. 06000  
DELEG. CUAUHEMOC  
TEL. 521 40 23 al 25 ext. 114
- 11.- PRUNEDA PADILLA JUAN ANTONIO ING.  
PRESIDENTE DE LA AGRUPACION DE SEG. IND.  
UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
SAN PABLO No. 180  
AZCAPOTZALCO  
TEL. 550 01 71
- 12.- TAKAHASHI VILLANUEVA ENRIQUE ING.  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SA DE CV  
AV. COLONIA DEL VALLE 723-5  
TEL. 682 09 51

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RESIDENTES DE CONSTRUCCION  
Del 26 de septiembre al 11 de octubre, 1994

FECHA	HORA	TEMA	PROFESORES
LUNES 26 SEP.	18:00 A 18:30 HRS. 18:30 A 21:00	INTRODUCCION. PLANEACION Y CONTROL DE OBRAS.	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
MARTES 27 SEP.	18:00 A 21:00	LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SU REGLAMENTO. REGLAS GENERALES PARA SU CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS. CONTRATOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y - ESTIMACIONES.	ING. RAUL IBARRA RUIZ
MIERCOLES 28 SEP.	18:00 A 21:00	CIMENTACIONES.	ING. GABRIEL MORENO PECERO
JUEVES 29 SEP.	18:00 A 19:30 19:30 A 21:00	CIMBRAS. FABRICACION, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO.	ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA
VIERNES 30 SEP.	18:00 A 21:00	SEGURIDAD EN LAS OBRAS.	ING. J. ANTONIO PRUNEDA PADILLA
LUNES 3 OCT.	18:00 A 19:30 19:30 A 21:00	CONCRETO PRESFORZADO. TRANSPORTE Y MONTAJE.	DR. JOSE LUIS CAMBA CASTAÑEDA ING. GUILLEMO DELGADO TERRAZAS
MARTES 4 OCT.	18:00 A 21:00	IMPERMIABILIZACION.	ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO
MIERCOLES 5 OCT.	18:00 A 21:00	INSTALACIONES ELECTRICAS.	ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO
JUEVES 6 OCT.	18:00 A 21:00	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO
VIERNES 7 OCT.	18:00 A 21:00	APLICACION DE LA COMPUTADORA EN LA RESIDENCIA DE OBRAS.	ING. ARTURO FLORES ALDAPE
LUNES 10 OCT.	18:00 A 21:00	CONTROL DE CALIDAD.	ING. J. ALVARO ORTIZ FERNANDEZ
MARTES 11 OCT.	18:00 A 21:00	INSTALACIONES HIDRAULICAS.	ING. SERGIO HERRERA MUNDO

\*rgd.

## EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

FECHA: Del 26 de septiembre al 11 de octubre, 1994.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ				
ING. RAUL IBARRA RUIZ				
ING. GABRIEL MORENO PECERO				
ING. ENRIQUE TAKAHASHI VILLANUEVA				
ING. J. ANTONIO PRUNEDA PADILLA				
DR. JOSE LUIS CAMBA CASTAÑEDA				
ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS				
ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO				
ING. IGNACION GONZALEZ CASTILLO				
ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO				
ING. ARTURO FLORES ALDAPE				
ING. J. ALVARO ORITZ FERNANDEZ				
ING. SERGIO HERRERA MUNDO				

### EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

### EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVÉS DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

---

---

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

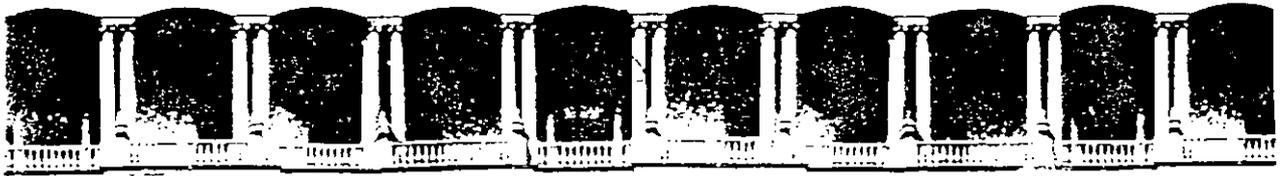
---

---

6.- OTRAS SUGERENCIAS:

---

---



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

**CURSOS ABIERTOS  
RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**LEY DE OBRAS PÚBLICAS....**

**EXPOSITOR: ING. RAUL IBARRA**

**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 secretaría, así como, cuando corresponda, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

\* AA. 2º L.O.P. 1980

\*\* - Art. 5º L.O.P. 1980 \* = Art. 6  
\*\*\* - Art. 4º L.O.P. 1980

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.

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 regulen 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 registrarán, 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

Act. 10

Act. 10

Act. 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* **ARTICULO 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* **ARTICULO 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;

*Art. 16* VII. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de cada obra;

*Art. 17* VIII. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

*Art. 17*  
*III* IX. La regularización y adquisición de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;

*17-IV* 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-VII* XI. Los trabajos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo, y

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

**ARTICULO 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 48;
- 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 respectivamente 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 y servicios no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro, 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 si 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, éste 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 computarán por días calendario desde que venció el plazo pactado, hasta la fecha en que 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

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 alzado.

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 desearán 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 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 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.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el contratista, sin incurrir en responsabilidad, podrá determinar no ejecutar la obra. En este supuesto, la dependencia o entidad liberará la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición y cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido el contratista 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 hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale específicamente en las bases de la licitación, las partes de la obra que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad.

Las empresas con quienes se contrate la realización de obras públicas, adquisiciones y servicios, podrán presentar conjuntamente proposiciones en las correspondientes licitaciones, sin necesidad de constituir una nueva sociedad, siempre que, para tales efectos, al celebrar el contrato respectivo, se establezcan con precisión a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de la obra que cada empresa se obligará a ejecutar, así como la manera en que, en su caso, se exigirá el cumplimiento de las obligaciones.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de obra pública no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo supuesto se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate.

**ARTICULO 63.-** El otorgamiento de los anticipos se deberá pactar en los contratos de obra pública conforme a lo siguiente:

- I. Los importes de los anticipos concedidos serán puestos 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 los anticipos dentro del plazo señalado en el artículo 38, no procederá el diferimiento y por lo tanto deberá iniciar la obra en la fecha establecida originalmente.

Los contratistas, en su proposición, deberán considerar para la determinación del costo financiero de los trabajos, el importe de los anticipos;

- II. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 70, salvo los que se celebren conforme al 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, y
- III. 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 veinte días naturales contados a partir de la fecha en que le sea comunicada la rescisión al contratista.

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado en esta fracción, cubrirá los cargos que resulten conforme a la tasa y el procedimiento de cálculo establecidos en el segundo párrafo del artículo 69.

**ARTICULO 64.-** Las dependencias y entidades establecerán la residencia de supervisión con anterioridad a la iniciación de la obra, y será la responsable directa de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas.

**ARTICULO 65.-** 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 cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad, prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada de terminación de los trabajos.

**ARTICULO 66.-** Las estimaciones de trabajos ejecutados, a más tardar, se presentarán por el

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 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 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 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 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 invitará 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 informarán y, en su caso, remitirán 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 comisión 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 10 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

### DECRETO

"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 **NS\$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

00020	Desarrollo Social.....	1,475,400,000
00021	Turismo.....	501,600,000
00023	Erogaciones no Sectorizables.....	20,765,228,700
00027	Contraloría General de la Federación.....	87,500,000

Estos recursos se ejercerán conforme a los programas respectivos.

**Artículo 3.** Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos de la Federación para las Entidades Federativas y Municipios en el año de 1994, importan la cantidad de N\$ 71,181,200,000 (SETENTA Y UN MIL CIENTO OCHENTA Y UN MILLONES DOSCIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL) y se distribuyen de la siguiente manera:

00025	Aportaciones para Educación Básica en los Estados.....	24,615,900,000
00026	Solidaridad y Desarrollo Regional.....	8,809,200,000
00028	Participaciones a Entidades Federativas y Municipios.....	37,756,100,000

El Ramo 00025 correspondiente a Aportaciones para Educación Básica en los Estados, será administrado por las Secretarías de Educación Pública y de Hacienda y Crédito Público, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Las previsiones del Ramo 00026 correspondiente a Solidaridad y Desarrollo Regional se orientarán a obras y proyectos de inversión de vivienda, educación, agua potable, salud, electrificación, infraestructura agropecuaria y preservación de los recursos naturales, que atiendan la demanda directa de las comunidades indígenas, campesinas y grupos populares urbanos. Asimismo, se destinarán a promover proyectos productivos en el medio rural y urbano, con la debida asistencia técnica. Además, tales previsiones se orientarán a otros programas especiales de bienestar general. Los recursos por este concepto serán intransferibles, debiendo informar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público sobre el manejo de los fondos solidaridad del Distrito Federal, estatales, municipales y especiales apoyados con recursos federales.

El Ramo 00028 Solidaridad y Desarrollo Regional, será administrado por la Secretaría de

Desarrollo Social, en coordinación con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Las erogaciones correspondientes al Ramo 00028 Participaciones a Entidades Federativas y Municipios, se ejercerán en los términos de la Ley de Coordinación Fiscal.

**Artículo 4.** El Presupuesto de Egresos del Poder Legislativo para el año de 1994, importa la cantidad de N\$ 549,686,100 (QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIENTOS NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

**Artículo 5.** El Presupuesto de Egresos del Poder Judicial para el año de 1994, importa la cantidad de N\$ 850,131,000 (OCHOCIENTOS CINCUENTA MILLONES CIENTO TREINTA Y UN MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

**Artículo 6.** Las erogaciones previstas para el año de 1994, correspondientes a las entidades paraestatales, cuyos programas están incluidos en este Presupuesto, se distribuyen de la siguiente manera:

00637	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.....	N\$ 9,034,000,000
00641	Instituto Mexicano del Seguro Social.....	N\$ 32,185,100,000
04460	Productora e Importadora de Papel, S.A. de C.V.....	N\$ 311,623,800
06750	Lotería Nacional para la Asistencia Pública.....	N\$ 315,972,600
09085	Aeropuertos y Servicios Auxiliares.....	N\$ 785,700,000
09120	Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.....	N\$ 1,005,400,000
09195	Ferrocarriles Nacionales de México.....	N\$ 4,548,000,000
10125	Compañía Nacional de Subsistencias Populares.....	N\$ 10,016,708,900
18164	Comisión Federal de Electricidad.....	N\$ 19,291,620,800
18180	Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (en liquidación).....	N\$ 3,409,357,300
	<b>PETROLEOS MEXICANOS (CONSOLIDADO).....</b>	<b>N\$ 25,559,200,000</b>
18572	Petróleos Mexicanos.....	N\$ 4,673,500,000
18575	PEMEX Exploración y Producción.....	N\$ 8,751,000,000
18576	PEMEX Refinación.....	N\$ 7,916,200,000
18577	PEMEX Gas y Petroquímica Básica.....	N\$ 2,086,700,000
18578	PEMEX Petroquímica.....	N\$ 2,131,800,000
	<b>SUMA:.....</b>	<b>N\$ 106,462,683,400</b>

Las cifras expresadas para los organismos subsidiarios de Petróleos Mexicanos no incluyen operaciones realizadas entre ellos.

Del total de la suma obtenida por las cantidades desglosadas en el presente artículo, el importe financiado con recursos propios y créditos asciende a N\$ 91,447,888,600; mientras que el de las transferencias incluidas en el gasto del Gobierno Federal es por N\$ 15,014,794,800.

**Artículo 7.** Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para el pago del servicio de la deuda del Gobierno Federal en 1994, importa la cantidad de N\$ 26,408,500,000 (VEINTISEIS MIL CUATROCIENTOS OCHO MILLONES QUINIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL) y se distribuyen de la siguiente manera:

00024	Deuda Pública.....	26,076,263,300
00029	Erogaciones para Saneamiento Financiero.....	332,236,700

Los intereses y comisiones correspondientes a las entidades paraestatales comprendidas en el artículo anterior, ascienden a la cantidad de N\$ 4,751,104,800 (CUATRO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UN MILLONES CIENTO CUATRO MIL OCHOCIENTOS NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

Las asignaciones para el pago de Adeudos de Ejercicios Fiscales Anteriores del Gobierno Federal importan la cantidad de N\$ 4,448,000,000 (CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO MILLONES DE NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

El ejercicio de los recursos a que se refiere este artículo estará vinculado a la evolución de las condiciones económicas y sociales del país y, en su caso, se ajustará a los requerimientos que demanden el desarrollo nacional.

El Ejecutivo Federal estará facultado para realizar amortizaciones de deuda pública hasta por un monto equivalente al financiamiento derivado de colocaciones de deuda, en términos nominales. Adicionalmente podrá amortizar deuda pública, en su caso, hasta por el monto del superávit presupuestario. El Ejecutivo Federal informará de estos movimientos a la Cámara de Diputados, al rendir la Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

Lo dispuesto en el párrafo anterior será aplicable, también, a las entidades paraestatales.

**Artículo 8.** Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para el Ramo 00022 Organos Electorales, para el año de 1994, importan la cantidad de N\$ 1,777,800,000 (UN MIL SETECIENTOS SETENTA Y SIETE MILLONES OCHOCIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

**Artículo 9.** Las erogaciones previstas en el Presupuesto de Egresos para el Ramo 00031 Tribunales Agrarios, para el año de 1994, importan la cantidad de N\$ 116,500,000 (CIENTO DIECISEIS MILLONES QUINIENTOS MIL NUEVOS PESOS, MONEDA NACIONAL).

**Artículo 10.** Los titulares de las dependencias así como los órganos de gobierno y los directores o sus equivalentes de las entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, en el ejercicio de sus presupuestos aprobados, serán responsables de que se ejecuten con oportunidad y eficiencia las acciones previstas en sus respectivos programas, a

fin de coadyuvar a la adecuada consecución de las estrategias y objetivos fijados en el Plan Nacional de Desarrollo, en los Programas Sectoriales de Mediano Plazo, Programas Operativos Anuales y demás programas formulados con base en la Ley de Planeación.

Las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría General de la Federación, en el ámbito de sus respectivas competencias, verificarán periódicamente los resultados de la ejecución de los programas y presupuestos de las dependencias y entidades, en relación con las estrategias, prioridades y objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, de los criterios de política económica, de los programas de desarrollo, del Programa Nacional de Solidaridad y de los proyectos de modernización del aparato productivo, en el contexto de la recuperación económica y la estabilidad, a fin de que se adopten las medidas necesarias para su debida observancia. Igual obligación y para los mismos fines, tendrán las dependencias de la Administración Pública Federal, respecto de las entidades agrupadas en el sector que coordinan.

Las dependencias y entidades deberán dar debida observancia a los lineamientos expedidos por la Secretaría de la Contraloría General de la Federación, respecto del Programa de Mediano Plazo para el cierre de la Administración Pública Federal.

**Artículo 11.** En el ejercicio de sus presupuestos, las dependencias y entidades comprendidas en el Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1994, se sujetarán estrictamente a los calendarios de gasto que les apruebe la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La aprobación de los calendarios de gasto deberá quedar concluida, a más tardar, en los primeros 20 días del ejercicio.

Las ministraciones de fondos a las dependencias serán autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de acuerdo con los programas aprobados en el Presupuesto de Egresos de la Federación y, en su caso, podrá reservarse dicha autorización y solicitar a las coordinadoras de sector la revocación de las autorizaciones que hayan otorgado a sus entidades coordinadas, en los siguientes casos:

I. Cuando no envíen la información que les sea requerida, en relación con el ejercicio de sus programas y presupuestos, con base en lo dispuesto por el artículo 38 de este Decreto;

II. Cuando del análisis del ejercicio de sus presupuestos y en el desarrollo de sus programas, resulte que no cumplen con las metas de los programas aprobados o se capten desviaciones que entorpezcan su ejecución y constituyan distracciones en los recursos asignados a los mismos;

III. En el caso de subsidios, las entidades que no remitan la cuenta comprobada a más tardar el día 25 del mes siguiente al del ejercicio de dichos recursos, motivará la inmediata suspensión de las subsecuentes ministraciones de fondos que, por el mismo concepto, se hubieren autorizado, así como el reintegro de lo que se haya suministrado;

IV. Cuando en el manejo de sus disponibilidades financieras no cumplan con los lineamientos que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

V. Cuando en los términos del artículo 30 del presente Decreto, se hayan celebrado convenios de asunción de pasivos y no se cumplan con las obligaciones pactadas y los programas de saneamiento respectivos o con los compromisos de déficit o superávit; y

VI. En general, cuando no ejerzan sus presupuestos con base en las normas que al efecto se dicten.

Salvo lo previsto en los artículos 14 y 35 del presente Decreto, no se autorizarán adecuaciones a los calendarios de gasto que tengan por objeto anticipar la disponibilidad de recursos, ni tampoco ampliaciones liquidadas a los presupuestos; en consecuencia, las dependencias y entidades deberán observar un cuidadoso registro y control de su ejercicio presupuestal, sujetándose a los compromisos reales de pago.

Las entidades no comprendidas en el presupuesto, se sujetarán a los calendarios de gasto que aprueben sus respectivos órganos de gobierno, con base en los lineamientos generales que emita la propia Secretaría.

**Artículo 12.** Para que las dependencias y entidades puedan ejercer créditos externos, será necesario que la totalidad de los recursos correspondientes se encuentren incluidos en sus respectivos presupuestos autorizados y se cuente con la aprobación previa y expresa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Los recursos que se prevean ejercer por este concepto serán intransferibles y sólo podrán aplicarse a los proyectos para los cuales fueron contratados los créditos.

En los créditos externos que contraten las entidades paraestatales, se deberá establecer la responsabilidad de éstas para que cubran el servicio de deuda que los créditos generen. Cuando la contratación de estos créditos, tratándose de fideicomisos públicos, pueda redundar en

incrementos de los patrimonios fideicomitados, se requerirá de la autorización previa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Asimismo, y sin perjuicio de la observancia de las disposiciones que resulten aplicables, las dependencias y entidades dentro de sus presupuestos autorizados, deberán utilizar los recursos externos contratados, para la adquisición de los bienes y servicios de procedencia extranjera que requieran.

Las dependencias y entidades sólo podrán cubrir el costo de los bienes y servicios a que se refiere el párrafo anterior sin utilizar recursos externos, en casos excepcionales, debidamente justificados y de acuerdo con la normatividad vigente.

**Artículo 13.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el ejercicio del presupuesto, vigilará que no se adquieran compromisos que rebasen el monto del gasto que se haya autorizado y no reconocerá adeudos ni pagos por cantidades reclamadas o erogaciones efectuadas en contravención a lo dispuesto en este artículo.

Será causa de responsabilidad de los titulares de las dependencias, así como de los órganos de gobierno y directores o sus equivalentes de las entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, contraer compromisos fuera de las limitaciones de los presupuestos aprobados para las mismas; acordar erogaciones que no permitan la atención de los servicios públicos y el cumplimiento de sus metas durante el ejercicio presupuestal; así como del titular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizar dichos compromisos, salvo lo previsto en el artículo siguiente.

Las partidas a que se refiere el párrafo tercero de la fracción IV del artículo 74 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sólo serán las comprendidas en el concepto 8100 del Ramo 00023 Erogaciones no Sectorizables.

**Artículo 14.** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, autorizará erogaciones adicionales para aplicarlas a proyectos de inversión de carácter social o programas y proyectos estratégicos o prioritarios del Gobierno Federal, tales, como desarrollo rural, comercialización de productos agropecuarios, educación, ciencia y tecnología, salud, vivienda, infraestructura básica y medio ambiente, así como para amortizar deuda pública, con cargo a:

I. Excedentes que resulten de los ingresos ordinarios a que se refiere el artículo 10. de la Ley de Ingresos de la Federación, con excepción de los incisos 1, 2, 3 y 4 de su fracción II "Aportaciones y Abonos Retenidos a los Trabajadores por Patrones para el Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores", "Cuotas para el Seguro Social a cargo de Patrones y Trabajadores", "Cuotas para el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los

Trabajadores del Estado a cargo de los citados Trabajadores" y "Cuotas para el Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas a cargo de los Militares";

II. Excedentes relativos a ingresos ordinarios presupuestarios de las entidades paraestatales, y

III. Ingresos que obtenga el Gobierno Federal como consecuencia de la desincorporación de entidades paraestatales, o del retiro de la participación estatal en aquéllas que no sean estratégicas o prioritarias, o de la enajenación de otros bienes muebles o inmuebles que no le sean útiles, o no cumplan con los fines para los que fueron creados o adquiridos, así como de los provenientes de la recuperación de seguros.

En el caso de excedentes relativos a ingresos ordinarios presupuestarios de las entidades paraestatales, serán canalizados para fortalecer, preferentemente y cuando así lo amerite, su propia situación financiera.

Asimismo, se podrán autorizar erogaciones adicionales con cargo a los ingresos extraordinarios que obtenga el Gobierno Federal por concepto de empréstitos y financiamientos diversos, los que se destinarán a los programas y proyectos específicos para los que hubieren sido contratados.

El Ejecutivo Federal, al presentar a la Cámara de Diputados la Cuenta de la Hacienda Pública Federal correspondiente a 1994, dará cuenta de las erogaciones que se efectúen con base en este artículo.

**Artículo 15.** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, efectuará las reducciones a los montos de los presupuestos aprobados a las dependencias y entidades, cuando se presenten contingencias que repercutan en una disminución de los ingresos presupuestados.

Para los efectos del párrafo anterior, deberán tomarse en cuenta las circunstancias económicas y sociales que priven en el país, los alcances de los conceptos de gasto y, en su caso, la naturaleza y características particulares de operación de las entidades de que se trate, escuchando la opinión de los órganos de gobierno de las propias entidades.

Los ajustes y reducciones que efectúe el Ejecutivo Federal en observancia de lo anterior, deberán realizarse en forma selectiva y sin afectar las metas sustantivas del gasto social y principales proyectos de inversión, optando preferentemente, en los casos de programas de inversión, por aquéllos de menor impacto social y económico.

En el caso de que la contingencia sea de tal magnitud que signifique una reducción de los ingresos presupuestarios superior al 10 por ciento, el Ejecutivo Federal, en el contexto de los párrafos anteriores, procederá de inmediato a adoptar las medidas a que hubiere lugar e informará, también de inmediato, a la Cámara de Diputados a través de la Comisión de Programación, Presupuesto y Cuenta Pública.

**Artículo 16.** Todas las cantidades que se recauden por cualesquiera de las dependencias federales no podrán destinarse a fines específicos y deberán ser concentradas en la Tesorería de la Federación, salvo los casos que expresamente determinen las leyes y hasta por los montos que establezca la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en función de las necesidades de los servicios a los cuales estén destinados y conforme a sus presupuestos autorizados.

**Artículo 17.** Los importes no devengados podrán aplicarse a programas prioritarios de las propias dependencias y entidades que los generen, sujetándose a los lineamientos administrativos que al efecto expida la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

**Artículo 18.** La administración, control y ejercicio de los ramos de Aportaciones a Seguridad Social; Erogaciones no Sectorizables; Participaciones a Estados y Municipios; Deuda Pública, y de Erogaciones para Sanamiento Financiero; a que se refiere el presente Decreto, se encomienda a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

## CAPITULO SEGUNDO

### DISPOSICIONES DE RACIONALIDAD, AUSTERIDAD Y DISCIPLINA PRESUPUESTAL

**Artículo 19.** Sin perjuicio de lo que establece el presente Decreto y las demás disposiciones aplicables a la materia, los titulares de las dependencias, así como los órganos de gobierno y directores o sus equivalentes de las entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, serán responsables de la estricta observancia de las disposiciones de racionalidad, austeridad y disciplina presupuestal contenidas en el presente capítulo. Su incumplimiento motivará el fincamiento de las responsabilidades a que haya lugar conforme a la ley.

**Artículo 20.** Las dependencias y entidades paraestatales de la Administración Pública Federal no podrán crear nuevas plazas, debiendo promover, en su caso, el traspaso interno de las mismas, sin perjuicio de los derechos laborales de los trabajadores. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a solicitud expresa del titular de la dependencia respectiva, podrá autorizar, conforme a los programas y recursos en este presupuesto, la creación de las plazas que sean indispensables para los programas de educación, salud, procuración de justicia y seguridad nacional.

Los órganos de gobierno de las entidades paraestatales podrán autorizar la creación de plazas cuando ello contribuya a elevar el superávit de operación, se establezcan metas específicas a este respecto, cuenten con los recursos propios que se requieran y tales circunstancias hayan quedado previa y debidamente acreditadas para el propio órgano de gobierno, debiendo informar de lo anterior a las Secretarías de Hacienda y Crédito

Público y de la Contraloría General de la Federación.

La designación y contratación de personal para ocupar las plazas a que se refieren los párrafos anteriores surtirá efectos a partir de la fecha de la autorización correspondiente, sin que en ningún caso pueda dárseles efectos retroactivos.

Las dependencias y entidades podrán llevar a cabo conversiones de plazas, puestos y categorías, siempre y cuando se realicen mediante movimientos compensados. Para tal efecto deberán sujetarse a los lineamientos que expida la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Las dependencias y entidades no podrán modificar sus estructuras orgánicas y ocupacionales aprobadas en el ejercicio de 1993, debiendo ser éstas acordes con las normas vigentes, por lo que cualquier adecuación sólo podrán hacerla las dependencias, previa autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y, las entidades paraestatales, por su órgano de gobierno, conforme a los lineamientos que se dicten para tal efecto, de acuerdo con la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y su Reglamento.

**Artículo 21.** Las dependencias y entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, en el ejercicio de sus presupuestos por concepto de servicios personales, deberán:

I. En las acciones de descentralización, dar prioridad a los traspasos de plazas y de recursos asignados a sus presupuestos, entre sus unidades responsables y programas, sin que ello implique la creación de nuevas plazas;

II. En las asignaciones de las remuneraciones a los trabajadores, apegarse estrictamente a los niveles establecidos en los tabuladores de sueldos, cuotas, tarifas y demás asignaciones autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para las dependencias y, en el caso de las entidades, por el órgano de gobierno respectivo, conforme a los lineamientos que se emitan de acuerdo con la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y su Reglamento.

Las remuneraciones adicionales por jornadas u horas extraordinarias, los estímulos por productividad, eficiencia y calidad, así como otras prestaciones, se regularán por las disposiciones que establezcan la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el órgano de gobierno respectivo, con base en los lineamientos a que se refiere el párrafo anterior.

Tratándose de remuneraciones adicionales por jornadas y por horas extraordinarias y otras prestaciones del personal que labora en las entidades paraestatales, que se rijan por contratos colectivos de trabajo, los pagos se efectuarán de acuerdo con las estipulaciones contractuales respectivas;

III. Abstenerse de cubrir gastos por concepto de honorarios que en cualquier forma supongan el

incremento del número de los contratos relativos, celebrados en el ejercicio de 1993.

Estos contratos sólo podrán celebrarse para la prestación de servicios profesionales, por lo que no podrá incorporarse por esta vía, personal para el desempeño de labores iguales o similares a las que realiza el personal que forma la planta de la dependencia o entidad de que se trate.

La celebración de contratos por honorarios sólo procederá en casos debidamente justificados y siempre que la dependencia o entidad no pueda satisfacer las necesidades de estos servicios con el personal y los recursos técnicos con que cuente. Invariablemente estos contratos deberán ser autorizados por el titular de la dependencia o por el órgano de gobierno de la entidad de que se trate.

Para la asignación de los recursos correspondientes a este concepto, las dependencias y entidades deberán presentar, a más tardar el 31 de marzo, su programa anual de contratación por honorarios ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para su aprobación. Dentro de ese lapso, dichas dependencias y entidades podrán disponer, en los términos de los tres párrafos anteriores, hasta del 20 por ciento del presupuesto autorizado por este concepto, quedando el ejercicio del 80 por ciento restante, sujeto a la aprobación del referido programa anual;

IV. Observar la normatividad que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en materia de remuneraciones, a miembros en órganos de gobierno o de vigilancia de entidades paraestatales;

V. Sujetarse a los lineamientos que se expidan para la autorización de los gastos de representación y de las erogaciones necesarias para el desempeño de comisiones oficiales, y

VI. Abstenerse de realizar cualquier transferencia de recursos de otros capítulos presupuestales al capítulo de Servicios Personales.

El presupuesto destinado para programas de capacitación en las dependencias y entidades, se ajustará en cuanto a su ejercicio, a los lineamientos que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y no podrá ser transferido a otras partidas.

**Artículo 22.** Los titulares de las dependencias, los órganos de gobierno y los directores o sus equivalentes de las entidades, serán responsables de reducir selectiva y eficientemente los gastos de administración, sin detrimento de la realización oportuna y eficiente de los programas a su cargo y de la adecuada prestación de los bienes y servicios de su competencia; así como de cubrir con la debida oportunidad sus compromisos reales de pago, con estricto apego a las demás disposiciones de este Decreto y las que resulten aplicables a la materia.

Las dependencias y entidades, en el ejercicio de sus presupuestos, sólo podrán efectuar erogaciones en el exterior, para las representaciones, delegaciones u oficinas autorizadas y aportar

cuotas a organismos internacionales, cuando dichas erogaciones se encuentren expresamente previstas en sus presupuestos autorizados. Asimismo, continuarán en coordinación con las Secretarías de Relaciones Exteriores y de Hacienda y Crédito Público, revisando dichas cuotas en relación con los fines de los organismos y sus propias atribuciones, a fin de avanzar en su disminución o cancelación cuando, en el contexto de las prioridades nacionales, no se justifiquen.

Durante el ejercicio fiscal de 1994, el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, oyendo la opinión de la Secretaría de Relaciones Exteriores y de la coordinadora de sector, en función de las disponibilidades de recursos, adoptará medidas de racionalización de los presupuestos, calendarios autorizados, utilización de los bienes muebles e inmuebles, estructuras y tabuladores asignados a las representaciones, delegaciones u oficinas de las dependencias y entidades en el exterior.

**Artículo 23.** Las dependencias y entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, en el ejercicio de sus presupuestos para el año de 1994, no podrán efectuar adquisiciones o nuevos arrendamientos de:

I. Bienes inmuebles para oficinas públicas y mobiliario, equipo, vehículos terrestres y marítimos, con excepción de las erogaciones estrictamente indispensables para el cumplimiento de sus objetivos. En consecuencia, se deberá optimizar la utilización de los espacios físicos disponibles y el aprovechamiento de los bienes y servicios de que dispongan; y

II. Vehículos aéreos, con excepción de aquellos necesarios para salvaguardar la seguridad y la soberanía, así como la procuración de justicia.

En el caso de arrendamientos financieros de bienes muebles e inmuebles, las condiciones de pago deberán ofrecer ventajas con relación a otros medios de financiamiento. Asimismo, se deberá hacer efectiva la opción de compra, a menos que ello no resulte conveniente, lo que deberá ser acreditado debidamente ante las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y, en materia de bienes inmuebles, de Desarrollo Social, en el ámbito de sus respectivas competencias.

Cualquier erogación que realicen las dependencias por los conceptos previstos en el presente artículo, requerirá de la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la forma y términos que ésta determine.

Tratándose de entidades paraestatales, se requerirá de la autorización específica y previa de su órgano de gobierno, la cual deberá sujetarse a la normatividad vigente.

**Artículo 24.** Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal estarán obligadas a celebrar los contratos necesarios, a fin de asegurar adecuadamente los bienes patrimoniales a su cargo, conforme a los lineamientos que, para tal

efecto, expidan las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, de Desarrollo Social, y de la Contraloría General de la Federación.

**Artículo 25.** Las erogaciones por los conceptos que a continuación se indican deberán reducirse al mínimo indispensable; su uso se sujetará a los criterios de racionalidad y selectividad, y se efectuarán siempre y cuando se cuente con la autorización expresa del titular de la dependencia o del órgano de gobierno de la entidad correspondiente:

I. Gastos menores, de ceremonial y de orden social; comisiones de personal al extranjero, congresos, convenciones, ferias, festivales y exposiciones; erogaciones por concepto de servicios bancarios, correos, telégrafos, teléfonos, energía eléctrica y agua potable, y donativos, en los términos del artículo 31 de este Decreto;

II. Contratación de asesorías, estudios e investigaciones, y

III. Publicidad, propaganda, publicaciones oficiales y, en general, los relacionados con actividades de comunicación social. En estos casos las dependencias y entidades deberán utilizar preferentemente los medios de difusión del sector público y el tiempo que, por ley, otorgan al Gobierno Federal las empresas de comunicación que operan mediante concesión federal.

Las erogaciones a que se refiere esta fracción, con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1994, deberán ser autorizadas, en el ámbito de sus respectivas competencias, por las Secretarías de Gobernación y de Hacienda y Crédito Público; y, las que efectúen las entidades, se autorizarán por el órgano de gobierno con base en los lineamientos que establezcan dichas Secretarías.

**Artículo 26.** En el ejercicio del gasto de inversiones públicas para 1994:

I. Se otorgará prioridad a la terminación de los proyectos y obras vinculadas a la prestación de los servicios de educación, salud, vivienda, protección del medio ambiente, equipamiento urbano, producción y abasto de alimentos, seguridad e impartición de justicia, con especial atención de aquéllos que se orienten a satisfacer las necesidades de la población de bajos ingresos; así como para la modernización de la infraestructura básica de comunicaciones y transportes; hidráulica, energía eléctrica y abasto de combustibles; a los que estén orientados a incrementar la oferta de bienes y servicios socialmente necesarios y a los que presenten un mayor grado de avance físico.

Las dependencias y entidades sólo podrán iniciar proyectos nuevos, cuando tengan garantizada la disponibilidad de recursos para la conclusión de las etapas cuya ejecución se programe dentro del ejercicio fiscal de 1994.

Las citadas dependencias y entidades, deberán observar la normatividad que, respecto de la ejecución de los proyectos señalados en el párrafo

anterior, emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

II. Se deberá aprovechar al máximo la mano de obra e insumos locales y la capacidad instalada, por lo que, en igualdad de condiciones en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, se deberá dar prioridad a los contratistas y proveedores locales, en la adjudicación de contratos de obra pública y de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios relacionados con bienes muebles;

III. Se considerará preferente la adquisición de productos y la utilización de tecnologías nacionales, con uso intensivo de mano de obra;

IV. Se deberán estimular los proyectos de coinversión con los sectores social y privado y con los gobiernos locales para la ejecución de obras y proyectos de infraestructura y de producción, como parte de la modernización económica y social comprendidas en el Plan Nacional de Desarrollo, en los programas de mediano plazo y en los demás programas formulados con base en la Ley de Planeación.

En el caso de proyectos y obras de beneficio social se concertará, con arreglo a la ley, la participación activa de las comunidades locales;

V. Los proyectos de inversión financiados con créditos externos, deberán estar contemplados en los presupuestos de las dependencias y entidades y sujetarse a los términos de las autorizaciones que otorgue la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; asimismo, los ejecutores de gasto y los agentes financieros del Gobierno Federal, informarán a la citada Secretaría, del ejercicio de los créditos con base en los recursos autorizados en sus respectivos presupuestos;

VI. Las inversiones financieras con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación para 1994, serán aquellas estrictamente necesarias, y se realizarán previa autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y se orientarán:

a) A fomentar y desarrollar selectivamente las actividades y ramas de producción consideradas como fundamentales para el desarrollo del país, y

b) Al financiamiento y capitalización de empresas públicas que promuevan la producción y comercialización de productos y servicios básicos, así como de bienes de capital.

Las inversiones financieras deberán estar vinculadas a programas de saneamiento financiero, productividad y eficiencia y responder a las orientaciones de los programas sectoriales de mediano plazo. Tratándose de erogaciones para saneamiento financiero, deberán sujetarse, además, a lo que dispone el artículo 30 de este Decreto, y

VII. Las entidades paraestatales deberán ajustar sus programas de expansión productiva a los

programas de mediano plazo correspondientes, a las prioridades de la estrategia de modernización económica y social del Plan Nacional de Desarrollo y a las provisiones de recursos disponibles.

**Artículo 27.** Las erogaciones por concepto de transferencias con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación, se sujetarán a las estrategias y objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, de los programas de mediano plazo y de los demás programas formulados conforme a la ley de la materia y se apegarán a lo siguiente:

I. El otorgamiento se hará con base en criterios de selectividad, temporalidad y transparencia en su asignación, considerando su contribución efectiva a la oferta de bienes, servicios e insumos estratégicos o prioritarios;

II. Los subsidios destinados a cubrir desequilibrios financieros en la operación se deberán ajustar en función de la política de precios y tarifas de los bienes y servicios públicos;

III. Los subsidios a los precios de los bienes se mantendrán en niveles que estimulen a los productores y que, al mismo tiempo, eviten el deterioro del poder adquisitivo de los consumidores;

IV. Los subsidios para las actividades productivas serán congruentes con los fines de la estrategia económica del Plan Nacional de Desarrollo, dando prioridad a las actividades del sector social, y estarán condicionados a procurar el mayor uso de la mano de obra, a incrementar el nivel de vida de la población de escasos recursos y a promover la capacidad de exportación y la generación de divisas;

V. Los subsidios a los bienes y servicios de consumo popular se circunscribirán a los productos e insumos agropecuarios ubicados dentro del régimen de precios de garantía, de apoyo directo, y del paquete básico de consumo popular, regulándose conforme a las necesidades sociales y con el objeto de preservar el nivel de ingreso de los productores. Estos subsidios se orientarán a la protección del consumo y del poder adquisitivo de la población;

VI. Las transferencias destinadas al apoyo de entidades paraestatales, se deberán orientar selectivamente hacia actividades estratégicas y prioritarias, a efecto de incrementar la oferta real de bienes y servicios, de insumos estratégicos para la producción y a generar empleo permanente y productivo;

VII. Se considerarán preferenciales las transferencias destinadas al desarrollo de la ciencia y la tecnología, a la investigación en instituciones públicas, a la formación de capital en ramas y sectores básicos de la economía y al financiamiento de actividades definidas como estratégicas, que propicien la generación de recursos propios;

VIII. Las entidades paraestatales beneficiarias de transferencias deberán buscar fuentes alternativas de financiamiento a fin de lograr una mayor autosuficiencia y una disminución correlativa de los apoyos con cargo a recursos presupuestales, y

IX. No se deberán otorgar transferencias cuando no estén claramente especificados los objetivos, metas, beneficiarios, destino, temporalidad y condiciones de los mismos.

**Artículo 28.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizará las transferencias con cargo al Presupuesto de Egresos a las dependencias coordinadoras de sector, quienes procederán a la asignación de los recursos a las entidades paraestatales bajo su coordinación, verificando previamente:

I. Que se justifique la necesidad de los recursos solicitados en función del estado de liquidez de la unidad beneficiaria, así como la aplicación de dichos recursos;

II. Que las entidades no cuenten con recursos ociosos o aplicados en operaciones que originen rendimientos de cualquier clase, y

III. El avance físico-financiero de sus programas y proyectos, con el propósito de regular el ritmo de la ejecución con base en lo programado.

Las dependencias coordinadoras de sector podrán suspender las ministraciones de fondos, cuando las entidades beneficiarias no remitan la información físico-financiera en los términos y plazos establecidos en las disposiciones aplicables, informando de inmediato a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Dicha información deberá ser proporcionada en los términos del artículo 38 de este Decreto.

**Artículo 29.** Cuando se deban diferir ministraciones de fondos, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público determinará el orden a que se sujetará la ministración de transferencias autorizadas por las dependencias coordinadoras de sector, a fin de asegurar la disposición oportuna de recursos para el desarrollo de los programas prioritarios.

**Artículo 30.** Las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría General de la Federación, en el seno de la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, así como la respectiva dependencia coordinadora de sector, celebrarán con las entidades paraestatales convenios para:

I. El establecimiento de metas de desempeño, de déficit o, en su caso, superávit financiero mensual y trimestral, a nivel devengado, y

II. El saneamiento financiero, mediante la asunción de pasivos de entidades paraestatales estratégicas o prioritarias, cuyas funciones estén asociadas a la prestación de servicios públicos o a la producción de bienes social y nacionalmente

necesarios, de acuerdo a los fines para los que fueron creadas y siempre que la entidad de que se trate cuente con un programa de saneamiento financiero que se presente, a más tardar, el 15 de mayo de 1994 a la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento y sea aprobado por ésta.

La Comisión evaluará periódicamente el cumplimiento de los convenios, respecto de las metas establecidas en dichos instrumentos. Si de las evaluaciones mencionadas se observan hechos que contravengan las estipulaciones concertadas, la Comisión, en los términos de las disposiciones legales aplicables, propondrá a la dependencia coordinadora de sector y a la entidad de que se trate, las medidas conducentes para corregir las desviaciones detectadas.

El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con base en las evaluaciones de la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, informará anualmente a la Cámara de Diputados sobre la ejecución de los convenios de saneamiento financiero, así como de las medidas adoptadas para su debido cumplimiento.

La Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento establecerá los lineamientos con base en los cuales se llevará a cabo la formulación de los convenios a que se refiere este artículo y hará la determinación de las entidades paraestatales con las que habrán de celebrarse los mismos. Los órganos de gobierno serán responsables de vigilar que se cumpla con las metas de déficit o superávit de las entidades con las que no se celebren los correspondientes convenios.

**Artículo 31.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público no podrá autorizar subsidios, ni las dependencias y entidades otorgar donativos y ayudas, que no contribuyan a la consecución de los objetivos de los programas aprobados o que no se consideren de beneficio social. Tampoco se otorgarán a favor de beneficiarios que dependan económicamente del Presupuesto de Egresos de la Federación o cuyos principales ingresos provengan del mismo.

Para efectos de control presupuestal deberán considerarse tanto los donativos en dinero como en especie.

**Artículo 32.** Las dependencias y entidades proporcionarán a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la información sobre las transferencias que hubiesen otorgado durante el ejercicio presupuestal, a efecto de que dicha Secretaría la analice e integre al Registro Único de Transferencias. Dicha información deberá ser proporcionada en los términos del artículo 38 del presente Decreto.

**Artículo 33.** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, podrá determinar reducciones, diferimientos o cancelaciones de programas y conceptos de gasto de las dependencias y entidades que no les resulten indispensables para su operación, cuando ello represente la posibilidad de obtener ahorros, en función de la productividad y eficiencia de las propias dependencias y entidades. En todo momento, se respetará el presupuesto destinado a los programas prioritarios y en especial, los destinados al bienestar social.

Para la aplicación de los remanentes que se generen con tal motivo, el Ejecutivo, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, resolverá lo conducente, debiendo dar prioridad a las dependencias y entidades que hubiesen generado dichos ahorros, para estimular así la productividad de las mismas.

**Artículo 34.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público determinará los lineamientos a que deberán sujetarse las dependencias y entidades, respecto de las disponibilidades financieras con que cuenten durante el ejercicio presupuestal, las que no deberán invertirse a través de mecanismos bursátiles, salvo en el caso de valores gubernamentales de renta fija. Para tal efecto, las dependencias y entidades proporcionarán la información financiera que requiera el Sistema Integral de Información de los Ingresos y Gasto Público a que se refiere el artículo 38 de este Decreto.

A fin de identificar los niveles de liquidez, así como para operar la compensación de créditos o adeudos, las dependencias y entidades paraestatales de la Administración Pública Federal informarán de sus depósitos en dinero o valores u

otro tipo de operaciones financieras y bancarias, en los términos que se establezcan con base en lo dispuesto por el artículo 38 del presente Decreto.

Las dependencias y entidades, sin exceder sus presupuestos autorizados, responderán de las cargas financieras que se causen por no cubrir oportunamente los adeudos contraídos entre sí, las que se calcularán a la tasa anual que resulte de sumar 5 puntos porcentuales al promedio de las tasas anuales de rendimiento de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días, en colocación primaria, emitidos durante el mes inmediato anterior a la fecha del corte compensatorio. La aplicación de esta tasa se efectuará sobre los adeudos reportados por el Sistema de Compensación de Adeudos del Sector Público, desde la fecha en que debieron liquidarse tales adeudos.

**Artículo 35.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, tomando en cuenta los flujos reales de divisas y de moneda nacional, así como las variaciones que se produzcan por las diferencias en tipos de cambio en el financiamiento de los programas, efectuará las adecuaciones necesarias a los calendarios de gasto en función de los requerimientos, las disponibilidades presupuestales y de las alternativas de financiamiento que se presenten. En estos casos se cuidará no afectar los programas de inversiones prioritarios.

**Artículo 36.** Para los efectos del artículo 57 de la Ley de Obras Públicas, los montos máximos de adjudicación directa y los de adjudicación mediante convocatoria a cuando menos tres contratistas que reúnan los requisitos a que dicha disposición se refiere, de las obras que podrán realizar las dependencias y entidades durante el año de 1994, serán los siguientes:

Inversión total autorizada (miles de nuevos pesos)		Monto máximo total de cada obra que podrá adjudicarse directamente (miles de nuevos pesos)	Monto máximo total de cada obra que podrá adjudicarse mediante invitación a cuando menos tres contratistas (miles de nuevos pesos)
Mayor de	Hasta		
	4,000	15	135
4,000	10,000	20	170
10,000	17,500	25	210
17,500	25,000	30	260
25,000	35,000	35	320
35,000	50,000	45	375
50,000	125,000	50	445
125,000	210,000	60	510
210,000	300,000	70	595
300,000	450,000	75	680

situación económica y las finanzas públicas del ejercicio, incluyendo las de las entidades paraestatales que celebren convenios de déficit o, en su caso, superávit financiero y hará asimismo, las aclaraciones que ésta le solicite, a través de la Secretaría de la Contraloría General de la Federación, sobre la detección de irregularidades y el fincamiento de las responsabilidades correspondientes.

Los informes trimestrales deberán ser presentados a más tardar 45 días después de terminado el trimestre de que se trate.

**Artículo 40.** Para la desincorporación de entidades paraestatales creadas por Ley o Decreto del Congreso de la Unión se requerirá autorización previa del mismo.

En los términos de los artículos 15, 16 y 32 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y 50. de su Reglamento, así como los respectivos de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, el Ejecutivo podrá proceder a la desincorporación de entidades paraestatales, comprendidas en este Decreto, sujetándose a las siguientes bases:

a) Las propuestas que formule la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para disolver, liquidar, extinguir, escindir, transferir a los Estados y Municipios; enajenar la participación estatal y fusionar entidades paraestatales, se basarán en dictámenes que al efecto deberá emitir la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, los cuales deberán considerar el efecto social y productivo de estas medidas incorporando los puntos de vista de los sectores interesados, y

b) Enviar previamente informe escrito, a la Cámara de Diputados, de las razones y criterios específicos para llevar a cabo el ejercicio de estas atribuciones.

La Cámara de Diputados vía la Comisión de Programación, Presupuesto y Cuenta Pública, analizará la información a que se refiere el inciso b) anterior y en su caso dará su opinión.

**Artículo 41.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público vigilará la exacta observancia de las normas contenidas en este Decreto, así como la estricta ejecución del Presupuesto de Egresos de la Federación; para tales efectos, dictará las medidas pertinentes de acuerdo con las disposiciones que resulten aplicables, señalando los plazos y términos a que deberán ajustarse las dependencias y entidades coordinadas y no coordinadas, en el cumplimiento de las disposiciones de racionalidad, austeridad y disciplina presupuestales y podrá requerir de las propias dependencias y entidades la información que resulte necesaria, comunicando a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación, las irregularidades y desviaciones de

que tenga conocimiento con motivo del ejercicio de sus funciones para los efectos del artículo 42 de este Decreto.

Del cumplimiento a lo dispuesto en este artículo, se dará cuenta a la Cámara de Diputados en los informes trimestrales a que se refiere el artículo 39 de este Decreto y en la Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

**Artículo 42.** La Secretaría de la Contraloría General de la Federación y los Organos Internos de Control de las dependencias y entidades, en el ejercicio de las atribuciones que en materia de inspección, control y vigilancia les confiere la ley, comprobarán el cumplimiento, por parte de las propias dependencias y entidades paraestatales de la Administración Pública Federal, de las obligaciones derivadas de este Decreto.

Con tal fin, dispondrán lo conducente para que se lleven a cabo las inspecciones y auditorías que se requieran, así como para que se finquen las responsabilidades y se apliquen las sanciones que procedan con motivo del incumplimiento de las mencionadas obligaciones. La Secretaría de la Contraloría General de la Federación pondrá en conocimiento de tales hechos a la Contaduría Mayor de Hacienda de la Cámara de Diputados, en los términos de la coordinación que establece la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

**Artículo 43.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público estará facultada para interpretar las disposiciones del presente Decreto para efectos administrativos y establecer las medidas conducentes a su correcta aplicación.

#### TRANSITORIOS

**Artículo Primero.** El presente Decreto entrará en vigor el primero de enero de 1994.

**Artículo Segundo.** El Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, queda facultado para proveer, dentro de los montos del Presupuesto de Egresos aprobado por el presente Decreto, los recursos necesarios para continuar con el Programa de Reconstrucción del Recinto Legislativo de San Lázaro.

**Artículo Tercero.** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, queda facultado para proveer, dentro de los montos del Presupuesto de Egresos aprobado por el presente Decreto, los recursos necesarios para llevar a cabo las obras relacionadas con el Recinto Legislativo de la H. Cámara de Senadores.

México, D.F., a 17 de diciembre de 1993.-  
Dip. Gonzalo Cedillo Valdez, Presidente.- Dip. Juan Adrián Ramírez García, Secretario.- Dip. Sergio González Santa Cruz, Secretario.- Rúbricas".

450,000	625,000	90	815
625,000	800,000	100	900
800,000	1,000,000	110	990
1,000,000		125	1,100

Los montos establecidos deberán considerarse sin incluir el importe del Impuesto al Valor Agregado.

Las dependencias y entidades se abstendrán de formalizar o modificar contratos de obras públicas, cuando no hubiere saldo disponible en la correspondiente partida presupuestal para hacer frente a dichos contratos.

**Artículo 37.** Para los efectos del artículo 39 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, los montos máximos de adjudicación directa y los de adjudicación habiendo convocado cuando menos a tres proveedores, de las adquisiciones, arrendamientos o servicios, incluidos los relacionados con la obra pública a que se refiere el artículo 26 de la Ley de Obras Públicas, que podrán realizar las dependencias y entidades durante el año de 1994, serán los siguientes:

Volumen anual de adquisición presupuestado (miles de nuevos pesos)		Monto máximo de cada operación que podrá adjudicarse directamente (miles de nuevos pesos)	Monto máximo de cada operación que podrá adjudicarse habiendo convocado, a cuando menos tres proveedores (miles de nuevos pesos)	
Mayor de	Hasta		Dependencias	Entidades
	1,000	2.5	50.0	50.0
1,000	3,000	3.5	70.0	70.0
3,000	7,500	4.0	95.0	95.0
7,500	15,000	5.0	125.0	125.0
15,000	30,000	6.0	155.0	160.0
30,000	50,000	7.0	155.0	195.0
50,000	100,000	8.0	155.0	230.0
100,000	200,000	9.0	155.0	280.0
200,000	300,000	10.0	155.0	340.0
300,000	450,000	11.0	155.0	400.0
450,000	600,000	12.0	155.0	460.0
600,000	800,000	13.0	155.0	520.0
800,000	1,000,000	14.0	155.0	580.0
1,000,000		15.0	155.0	735.0

Los montos establecidos deberán considerarse sin incluir el importe del Impuesto al Valor Agregado.

Las dependencias y entidades se abstendrán de formalizar o modificar contratos de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios, incluidos los relacionados con la obra pública, cuando no hubiere saldo disponible en la correspondiente partida presupuestal para hacer frente a dichos contratos.

**Artículo 38.** Las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría General de la Federación, así como el Banco de México, operarán el Sistema Integral de Información de los Ingresos y Gasto Públicos, y establecerán las normas, funcionamiento y requerimientos de dicho Sistema, los cuales deberán ser del conocimiento de las dependencias y entidades, a más tardar dentro de los primeros 30 días del ejercicio.

Las dependencias y entidades deberán cumplir con los requerimientos de información que demande el Sistema. Para tal efecto, las dependencias a que se refiere el párrafo anterior y el Banco de México, conjuntamente con la coordinadora de sector, harán compatibles los requerimientos de información que demande el Sistema, racionalizando los flujos de información, la cual deberá proporcionarse, a más tardar, el día 20 de cada mes.

**Artículo 39.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público realizará periódicamente la evaluación del ejercicio del Presupuesto de Egresos de la Federación, en función de los objetivos y metas de los programas aprobados.

El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, informará trimestralmente a la Cámara de Diputados sobre los resultados de las verificaciones a que se refiere el artículo 10 de este Decreto, así como sobre la

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.**

**ACUERDO mediante el cual se otorga patente de agente aduanal a la ciudadana Luz Angélica Valerio García, para ejercer funciones en la Aduana de Veracruz, Ver.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Administración General de Aduanas.

**ACUERDO 326-A-367**

Vista la solicitud de la ciudadana Luz Angélica Valerio García, para que se le expida patente de Agente Aduanal, con adscripción en la Aduana de Veracruz, tomando en cuenta que ha cumplido con los requisitos previstos en el artículo 143 de la Ley Aduanera, esta Administración General, ACUERDA: Con fundamento en los artículos 116 fracción XXII de la Ley Aduanera y 72 fracción VIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se otorga patente de Agente Aduanal número 1160 a la ciudadana Luz Angélica Valerio García, para que ejerza funciones con tal carácter en la Aduana de Veracruz.

En cumplimiento al artículo 191 del Reglamento de la Ley Aduanera, publíquese este Acuerdo por una sola vez a costa del interesado en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 26 de noviembre de 1993.- El Administrador General de Aduanas, Luis Manuel Gutiérrez Levy.- Rúbrica.

(R.- 8449)

**ACUERDO mediante el cual se otorga patente de agente aduanal al ciudadano Alfonso José Rojas González de Castilla, para ejercer funciones en la Aduana de Nuevo Laredo, Tamps.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Administración General de Aduanas.

**ACUERDO 326-A-364**

Vista la solicitud del ciudadano Alfonso José Rojas González de Castilla, para que se le expida patente de Agente Aduanal, con adscripción en la Aduana de Nuevo Laredo, tomando en cuenta que ha cumplido con los requisitos previstos en el artículo 143 de la Ley Aduanera, esta Administración General, ACUERDA: Con fundamento en los artículos 116 fracción XXII de la Ley Aduanera y 72 fracción VIII del Reglamento

Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se otorga patente de Agente Aduanal número 1172 al ciudadano Alfonso José Rojas González de Castilla, para que ejerza funciones con tal carácter en la Aduana de Nuevo Laredo.

En cumplimiento al artículo 191 del Reglamento de la Ley Aduanera, publíquese este Acuerdo por una sola vez a costa del interesado en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 26 de noviembre de 1993.- El Administrador General de Aduanas, Luis Manuel Gutiérrez Levy.- Rúbrica.

(R.- 8451)

**OFICIO mediante el cual se modifica la fracción II del segundo término de la autorización otorgada a Confección de Jalisco, Unión de Crédito Mixta, S.A. de C.V., por cambio en su capital social.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Comisión Nacional Bancaria.- Delegación Regional.- Guadalajara, Jal.- Oficio DRG/3009-93.- Exp. U-433

**Asunto:** Autorización.- Se modifica la que se indica.

Confección de Jalisco, Unión de

Crédito Mixta, S.A. de C.V.

Av. Tonanzin No. 1147

Jardines del Bosque

44520.- Guadalajara, Jal.

Con fundamento en lo establecido por la fracción XI, del artículo 8o., de la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito y en base a la aprobación de la reforma a la Cláusula octava de su Escritura Constitutiva, acordada por su Asamblea General Extraordinaria de Accionistas celebrada el 14 de diciembre de 1992, esta Comisión ha tenido a bien modificar la fracción II del Segundo Término de la Autorización otorgada el 19 de agosto de 1988 a esa Sociedad, para quedar como sigue:

II.- El Capital Social autorizado será de N\$ 10'000,000 (diez millones de nuevos pesos 00/100 M.N.) dividido en 470,000 Serie "A" que constituyen el capital sin derecho a retiro y 30,000 acciones Serie "B" que integran el capital con derecho a retiro; todas ellas con valor nominal N\$ 20.00 (veinte nuevos pesos 00/100 M.N.) cada una.

Atentamente

Guadalajara, Jal., mayo 28 de 1993.- El Delegado Regional, Juan de Dios de Luna Avila.- Rúbrica.

(R.- 8454)



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*CIMENTACIONES  
ASPECTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS*

*M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO*

## ANALISIS 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 forme parte ese cimiento, se comporte 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 comprende tanto al aspecto técnico de determinar las características mecánicas (resistencia, deformabilidad, etc.) del material o los materiales en que se efectuará 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.

---

(+) Ingeniero Civil.-Maestría en Ingeniería.-Profesor de Mecánica de Suelos en la U.N.A.M. y en la Universidad Iberoamericana.

## INTRODUCCION.

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 transmite al cimiento al material y que produce en éste, 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 quisiera 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 seguirá a la presente.

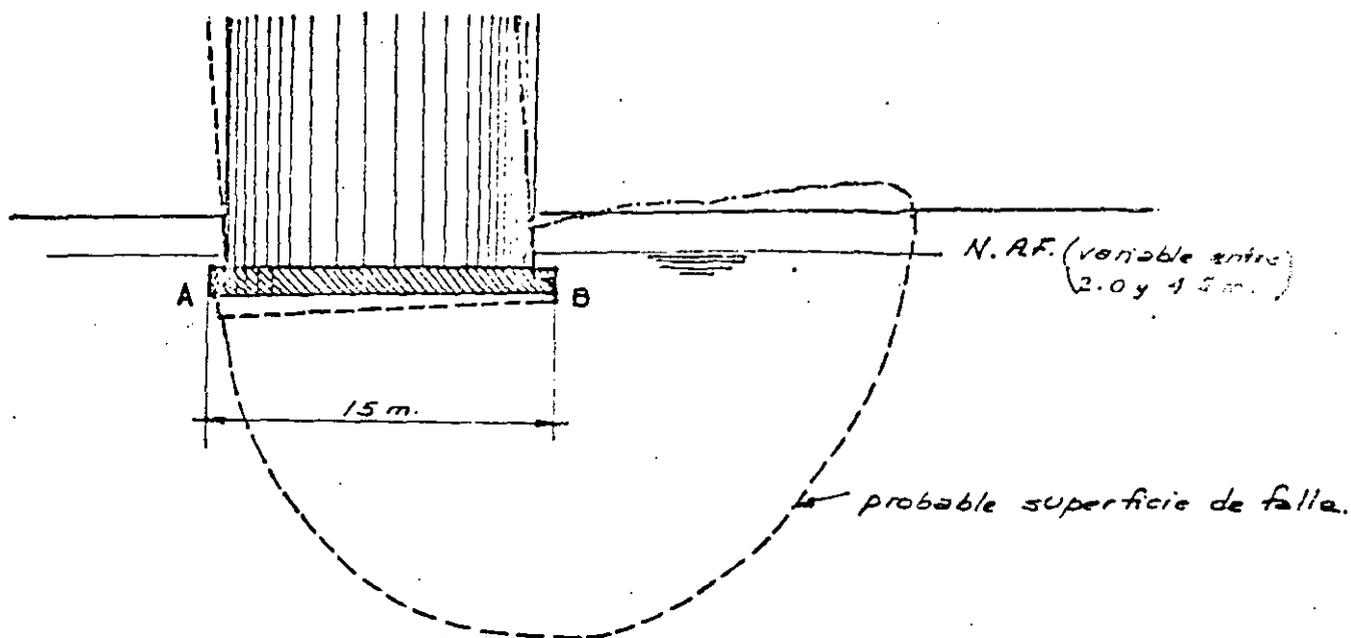
Es conveniente mencionar que a pesar de la importancia innegable de este aspecto de las cimentaciones superficiales, en los primeros días de la ingeniería de las cimentaciones, el valor de la capacidad de carga se seleccionaba de acuerdo al criterio del ingeniero, basado en su "experiencia". Así, en el pasado, los ingenieros usaron simples reglas empíricas; muchos ingenieros que estudiaron en las décadas de los treinta y los cuarenta, 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 los adecuados para determinar la capacidad de carga del terreno. Otro método 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 nada que ver 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 del problema, principia con un trabajo teórico del profesor Ludwig Prandtl, en 1921, quien estudió el fenómeno de la indentación de metales; este estudio teórico fue tomado en cuenta por Reissner, quien en 1924, estudió el caso de materiales sin peso y con fricción interna. En 1934 y 1935, Caquot y Buisson 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, puedan servir de base para entrar 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  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  al nivel de la losa de cimentación,

a  $1.0 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de 5.5 metros bajo ella. El contenido de agua correspondiente aumentaba con profundidad de 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  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  por encima de los seis metros y  $0.8 \text{ Kg/cm}^2$  para los siguientes 12.0 metros. La profundidad total afectada por la falla era aproximadamente 18.0 metros. La presión impuesta por el silo vacío, fué de  $0.9 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $3.0 \text{ Kg/cm}^2$  cuando se llenó con el grano.

El peso del silo vacío había producido un asentamiento muy pequeño, de 3 mm en 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 alcanzó en un mes, el valor de  $2.5 \text{ Kg/cm}^2$  y los asentamientos en el mismo período, fueron de 2.5 cm en el punto A y 4.0 cm en B. Los siguientes seis meses, los silos permanecieron parcialmente llenos y la presión ejercida sobre el suelo, varió entre  $2.5 \text{ Kg/cm}^2$  y  $2.1 \text{ Kg/cm}^2$ . Pero el asentamiento durante el período de seis meses aumentó rápidamente y alcanzó los valores de 26.0 cm en A y 22.

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 intentó llenar los silos, la presión transmitida al suelo aumentó, en un mes, de  $2.1 \text{ Kg/cm}^2$  a su valor final de  $3.0 \text{ Kg/cm}^2$ . 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 estructura 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 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 cargas totales. Si hay una componente grande de la carga viva, que es improbable que se desarrolle, un factor de seguridad de 2 puede ser empleado para la carga total. Cuando las condiciones del material de apoyo no están bien establecidas, un factor de seguridad de 3 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, se 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 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 cargas hasta que falla, por ello, resulta conveniente mencionar los tipos de falla que comúnmente se presentan para el caso de cimientos superficiales.

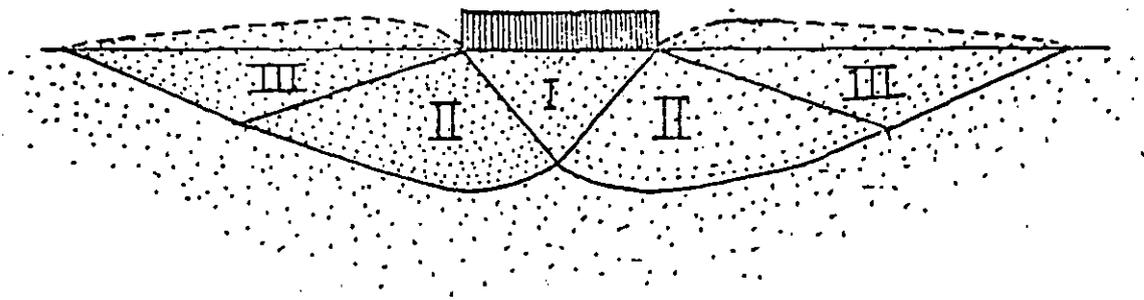
#### TIPOS DE FALLA.

Para determinar los tipos de falla que ocurren por capacidad de carga se 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 pueden distinguir tres tipos de fallas:

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

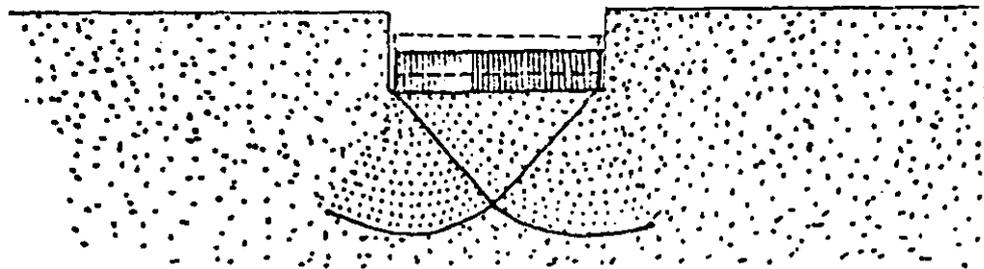
La falla por corte general se caracteriza por la aparición de una superficie de deslizamiento continua, desde un borde de la cimentación hasta la superficie del terreno, como puede observarse en la figura.



FALLA GENERAL.

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

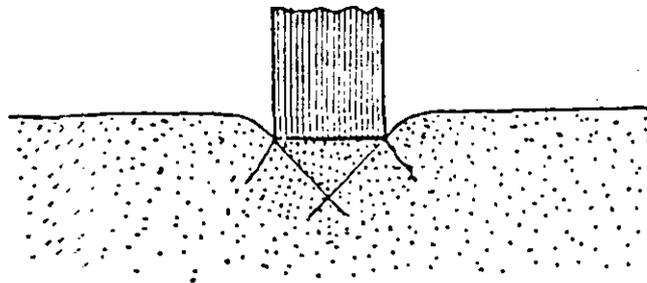
La falla por corte local es aquella en que la superficie de falla sólo se define claramente en la inmediata vecindad del cimiento. En general, existe una marcada tendencia al hundimiento del material de apoyo, a los lados de la cimentación y un hundimiento de la misma, tal que si se llega a valores del 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 movilizándose 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. El terreno fuera del área de carga casi ni se entera de la presencia — del cemento. Con excepción de pequeños y bruscos movimientos verticales de la cimentación, no se observa en esta inclinación.



### *FALLA POR PUNZONAMIENTO.*

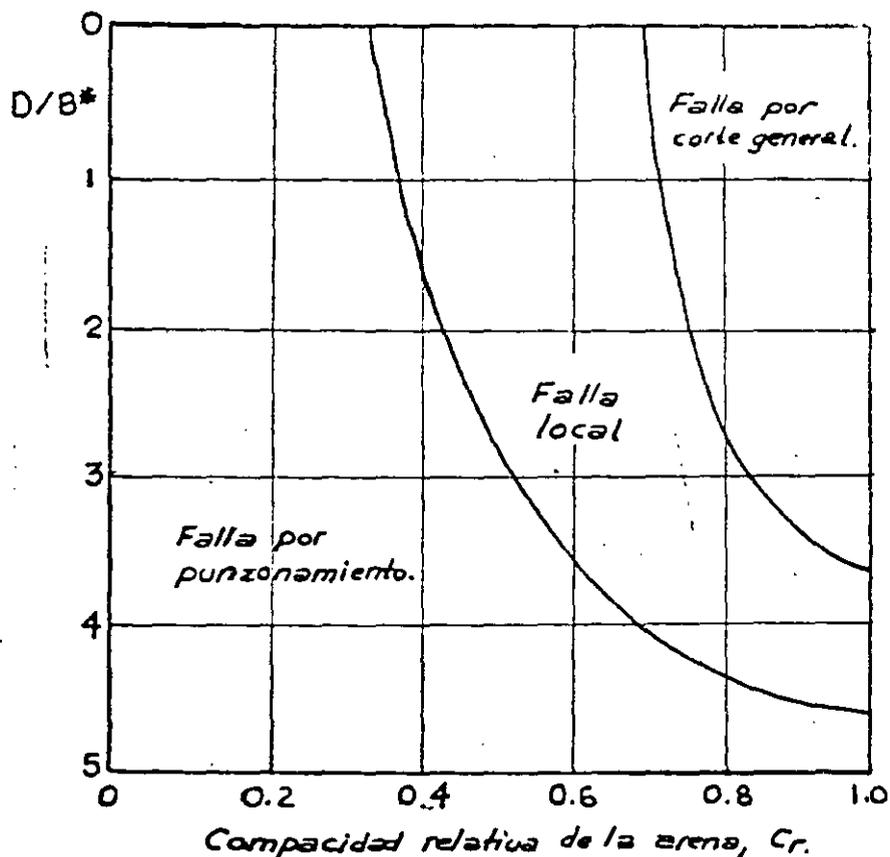
Una cuestión que surge de inmediato, es el determinar los factores de los que depende el que se presente en la práctica un cierto tipo de falla. Si se analizan todos ellos, se llega a la conclusión de que el más importante, en el sentido de que su influencia es fundamental, es la compresibilidad relativa 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 punzonamiento. 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 falla que se presente. 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 punzonamiento, sin embargo, si la zapata se coloca sobre la arena compacta pero a una cierta profundidad, la falla ocurrirá por punzonamiento 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 genere cambio de volumen en el suelo, en tanto que, en el mismo suelo, la falla puede ser por punzonamiento 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 falla 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 arena).

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 por ciento del ancho de la zapata, valores que se aumentan hasta un 15% a medida que las zapatas 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 límites 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.

#### DETERMINACION 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 constante. Las teorías también contemplan casi siempre, el caso de falla general, modificando los resultados para tomar en cuenta el caso de materiales de apoyo compresibles. En términos generales, las teorías mencionadas, suponen un material de apoyo homogéneo y ocupando un semi-espacio con resistencia:

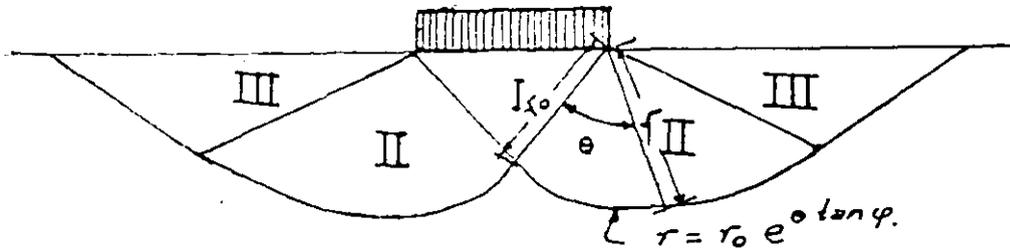
$$s = c + \sigma \text{ Tan } \phi$$

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 de 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 que 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 otra de superficies planas. Las trazas de los fragmentos curvos de las superficies de falla, resultan ser espirales logarítmicas de ecuación:

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

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,  $\psi = 0$ ,  $c \neq 0$ , 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 su análisis consideraron primero, que el material de apoyo no tenía peso y encontraron que la fórmula teórica de la capacidad de carga era:

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

donde:

$q_f$  = Capacidad de carga a 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:

$$q_f = 1/2 \gamma B N_\gamma$$

donde:

$q_f$  = Capacidad de carga a 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:

$$q_f = c N_c + D_f \gamma N_q + 1/2 B \gamma N_\gamma$$

Ecuación que se conoce como de Terzaghi.

TABLA 2. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_q/N_c$	$\tan \phi$
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
12	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	15.82	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	762.89	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 de 17 a 20% para  $\varphi$  comprendido entre 30° y 40° 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°	5.14	1.0	0	0.20	$\infty$	$\infty$
15°	10.98	3.94	2.65	0.36	4.14	1.48
30°	30.14	18.4	22.4	0.61	1.34	0.82
45°	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.

Tercera.- En suelos de comportamiento friccionante la capacidad de carga depende tanto del ancho del cimiento como de la profundidad de 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 variaciones 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 mayor variación en su magnitud, ya que se encuentran valores de la tercera parte, al doble 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 table 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;

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

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.	$\gamma_c$	$\gamma_q$	$\gamma_\gamma$
Rectangular.	$1 + (B/L) (N_q/N_c)$	$1 + (\frac{B}{L}) \tan \phi$	$1 - 0.4 e/L$
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, fué la de considerar el material de apoyo incompresible, lo que en cierta forma fué 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:

$$C_r = \frac{2}{3} c$$

$$\phi_r = \text{ang}^{\circ} \tan \frac{2}{3} \tan \phi$$

donde:

$C_r$  = Cohesión reducida.

$\phi_r$  = Angulo 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 cimiento. 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 CIMENTACION.

Evidentemente entre cimiento y material de apoyo, se producen esfuerzos cortantes que pueden considerarse que incrementan 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.

#### CIMIENOS ADYACENTES.

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

Los efectos aún disminuyen más cuando la forma del cimiento 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 la capacidad de carga.

#### NIVEL DE AGUAS FREATICAS.

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 capa 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:

$$f = \gamma + (z_w/B) (\gamma_m - \gamma')$$

$\gamma$  = 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 aguas 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 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 hecho 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, al cambiarse la 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 Overland, A., "Foundation Failure of an Oil Tank in Fredrikstad, Norway", Procs, IV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol 1, Londres -- (1957), pp 287-290.
- 2.- Brinch Hansen, J., "Simpel 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., "Équilibre des massifs a frottement interne", Gauthier-Villars, Paris (1934), pp 1-91.
- 6.- Caquot, A y Kérisel, J., "Traté de Mécaniques des Sols", Gauthier-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, Bearing Capacity and Settlement of Foundations", Procs., Symposium held at Duke University (1965), pp - 15-34.

- 9.- De Beer, E. E. y Vesić, 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 Dry 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., "Influence 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 18, Londres (1942), pp 307-321.
- 14.- Skempton, A.W., "The Bearing Capacity of Clays", Procs., Building Research Congress, Londres (1951), pp 180-189.
- 15.- Terzaghi, 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", John Wiley and Sons, 2a. ed. (1966), pág. 729, Nueva -- york (1946).

- 18.- Tschebotarioff, G.P., "Soil Mechanics, Foundations and Earth - Structures", McGraw-Hill Book Co. Inc., Nueva York (1951).
- 19.- Vesić, 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.- Vesić, A., "Análisis de la Capacidad de carga de Cimentaciones Superficiales", (1974), Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*T E M A*

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

*M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO*

ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACION 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 cimentos.

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 apo-- yos 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 práctica-- mente imposible; en esos casos, una solución alternativa para la\_ cimentación, es la elección de cilindros, debido a que el procedi\_ miento constructivo de ellos permite atravesarlos sin grandes di\_ ficultades; claro está que, a medida que el tamaño de los fragmen\_ tos 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 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 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 gigantes 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. Practicamente, 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 excave 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 y 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 a 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 como elemento 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 de 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 asentamientos 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 sobrecargas excéntricas, disminución de adherencia en un lado del cilindro, empujes horizontales, etc.

## ALGUNOS COMENTARIOS EN RELACION 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 ( $N$ ) 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,  $k_o$ , 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  $k_o$ . De éstos 2 el más adecuado resulta ser  $k_o$  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:

$$\frac{1}{3} \tan \phi < \mu < \frac{2}{3} \tan \phi \text{ donde:}$$

$\phi$  = ángulo de fricción interna del suelo

En términos generales, la  $\phi$  de las arenas varía entre 30° y 45° 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:

$$f = \begin{cases} 0.08 & z \\ 0.26 & z \end{cases}$$

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 contrareestado por el decremento de  $\mu k$ , la disminución de este último producto puede deberse a que la  $k$  disminuye o  $\mu$  o 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 cumplirla.

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 descansen 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 ~~la~~ 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 SOLUCION

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:

$$h = \frac{\gamma^s}{\gamma^a} \cdot L \text{ donde:}$$

$\gamma^s$  = peso volumétrico sumergido del suelo

$\gamma^a$  = 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 SOLUCION

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 fracción interna del suelo, en estas condiciones, se ten

drá 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 SOLUCION**

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 SOLUCION**

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:

$$s = c \text{ donde:}$$

s = resistencia

c = cohesión

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 valores 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 partí

cula s6lida, es decir, lo que se requiere es incrementar el contenido de agua del suelo; por otra parte existen entre las part6culas s6lidas fuerzas de repulsi6n que disminuyen en su magnitud a medida que se incrementa la concentraci6n de sales que tenga el agua del suelo; en este caso lo que se requiere, para disminuir la resistencia del suelo, es aumentar la magnitud de las fuerzas de repulsi6n y para ello se necesita disminuir la concentraci6n de sales en el agua; en resumen, si se quiere disminuir la adherencia entre suelo y cilindro habr1a necesidad de - 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 concentraci6n de sales que existen en el agua del suelo

Llevadas las anteriores ideas a la pr1ctica, 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 ah6 la adherencia y para eso requerir1a provocar un flujo del agua hacia esa frontera; es obvio que entre m1s r1pido provoque ese flujo, mayor eficiencia obtendr1a del procedimiento, pero las arcillas son materiales muy poco - permeables y por lo tanto en condiciones normales el flujo de agua a - trav6s de ellas es muy lento, surge entonces la necesidad de incremen--tarlo en cuanto a rapidez y por lo tanto se tiene como posibilidad para lograrlo la electr6smosis. En el pasado se han hecho algunas pruebas - obteni6ndose resultados relativamente satisfactorios, por ejemplo, con motivo del proyecto de un t6nel de 3.5 m de di1metro interior a profun--didades de 15 a 20 m a trav6s de los dep6sitos lacustres de arcilla - blanda de la Ciudad de M6xico, apareci6 el problema de la construcci6n de lumbreras de acceso cuyo di1metro interior se proyecta del orden de 8 m. Dadas las caracter6sticas de baja resistencia al corte y de expansividad de las arcillas del Valle, se lleg6 a la conclusi6n de que la soluci6n m1s adecuada ser6a la de hincar un cilindro de concreto, haci6ndolo bajar por su propio peso y excavando en el fondo, sin abatir el ni

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 "electròsmosis", 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. Enseguida 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 períodos 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  $3 \text{ ton/m}^2$ , sin tratamiento, a  $0.1 \text{ ton/m}^2$ , 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, Nú. 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 lumbrera, se presentará el problema de la tendencia del cilindro a subir a conse

cuencia del efecto de flotación. Tal tendencia deberá ser resistida por la 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 remodelar 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 un 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.

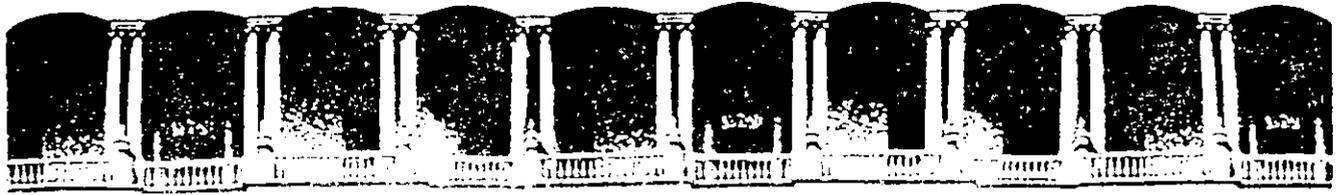
Para corregir esta anomalía en la práctica se recurre a procedimientos tales como excavar más en la zona menos hundida, o jalar el cilindro con

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 Metlac).



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

*CURSOS ABIERTOS  
RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*CIMENTACIONES*

*ANEXO I*

# CIMENTACIONES

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.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. Cimentaciones 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. Cimentaciones 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 esbeltos con $\phi$ de 0.30 a 1.00m.

Se clasifican:

Por los materiales empleados en su construcción

- . de madera
- . de acero
- . de concreto simple
- . de concreto reforzado
- . de concreto pretensado
- . Mixtos

Por el lugar de su construcción

- . Prefabricados
- . Fabricados en el lugar de hinca.

Por su sección transversal

- . Husca
- . 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 cimentaciones. Aunque hemos tenido a nuestra disposición, el que podríamos llamar un magnífico campo de experimentación a escala natural, hay en esta materia ciertos prejuicios 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 comprensible y en el centro de la ciudad generalmente se encuentra a 30 ó 31 metros de profundidad con relación al nivel de la calle y que en otras aparece entre 21 y 41 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 debido a 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.



Arquitecto José Creixell M.

El autor de este artículo, arquitecto José Creixell M. (79) egresado de la UNAM, es miembro de número, fundador y consejero de la Academia Mexicana de Arquitectura, arquitecto emérito de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos y miembro vitalicio del Colegio de Arquitectos de México.

Ha proyectado, dirigido y construido más de 400 obras. Actividad docente en la Escuela de Arquitectura de la UNAM (34-78) Publicaciones y conferencias sobre cimentaciones, problemas estructurales y construcciones antisísmicas.

Ha diseñado y construido máquinas para probar vigas y columnas reducidas, vibraciones de estructuras en modelos, aparato para estudiar y valorizar los empujes de tierras, otros para losas reticulares apoyadas o no en traves flexibles.

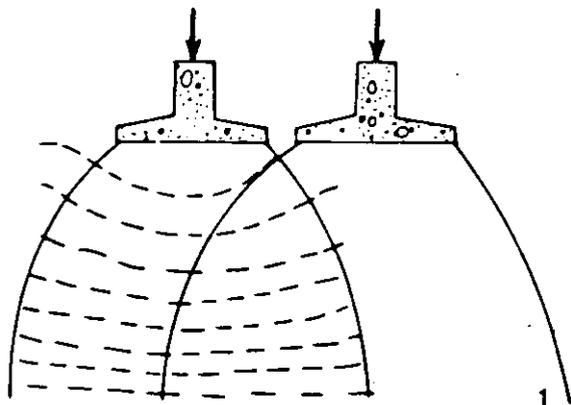
Su oficina es un verdadero laboratorio para análisis de sismos: posee tres diferentes sismoscopios, un *trepidómetro*, tres *acelerómetros* (dos de ellos de su invención), un aparato con pantalla que detecta *movimientos del subsuelo* y un *sismógrafo automático*.

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 transmite hacia abajo verticalmente sino que con la profundidad se va ampliando su zona de influencia y constituye 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 ha 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 en que se comprime más, pues en la superficie por estar ya consolidado, el asentamiento inmediato no era de importancia.

## PILOTES DE FRICCIÓN

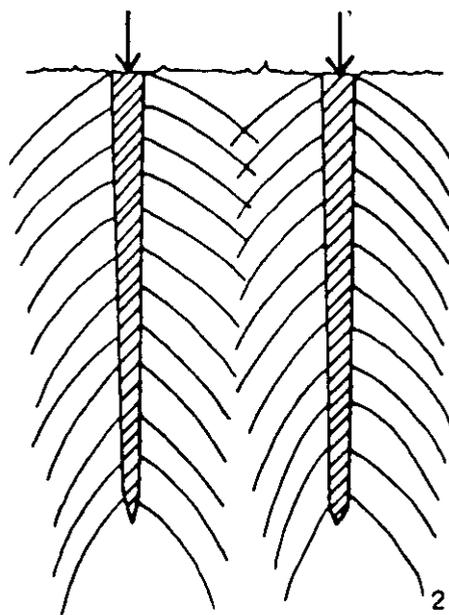
Para varios técnicos los pilotes de fricción no dan las

garantías necesarias y hasta afirman que durante los sismos se han comportado peor que los de punta; sin embargo en numerosos casos ha funcionado muy satisfactoriamente.

Creemos que lo malo no ha estado en su naturaleza, sino en un deficiente cálculo y un 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.

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 puede sumar el trabajo que desempeñarían por separado y a veces no se logra nada aumentando su número con otros de la misma longitud.

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 recorren, 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 metros y al que se le asigna en su parte superior una resistencia de 1,000 kilogramos por metro cuadrado de área de contacto, en su extremo inferior podrá calcularse de unos 1,200 kilogramos 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 compacidad 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 hincan por golpeo o presión y por los 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 hincado 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.

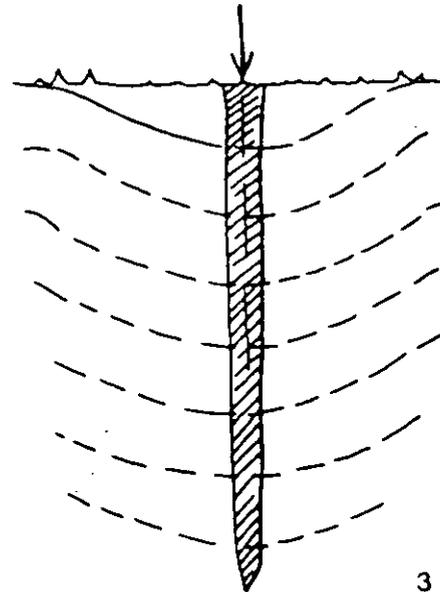
Debemos considerar que el efecto del pilote de fricción (Fig. 3), es el de ir deformando las capas que atraviesa, ejerciendo para ésto unos esfuerzos que se traducen en la carga que puede soportar.

Aun en la zona comprimida por el cimiento, el pilote de fricción puede deformar con más regularidad 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 contratraves.

De todas maneras, el pilote de fricción profundo tiene mayores oportunidades de atravesar más capas de mejor resistencia y por esto es correcto aumentar ésta 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 contratraves 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 juzgaba necesario, observar el comportamiento de la construcción e hincar después los que hagan falta en los lugares donde se requieran.

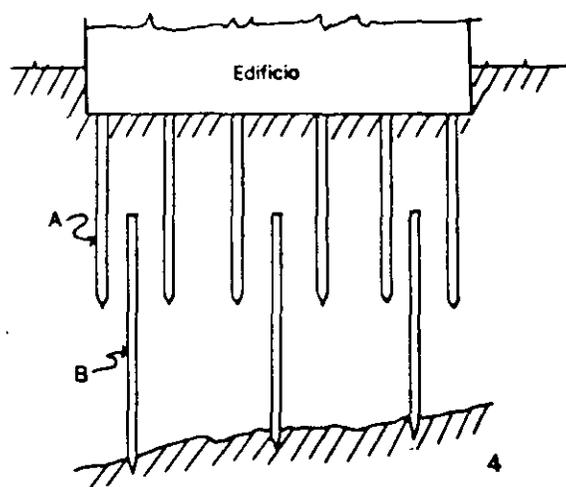
En general, no debe ser motivo de preocupación que el pilote de fricción, al recibir una carga excesiva, falle por compresión ya que lo común es que su sección por sí misma resista mucho más a dicha carga de lo que puede soportar por adherencia.

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 reac-

cionar 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.



Estos pilotes "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.

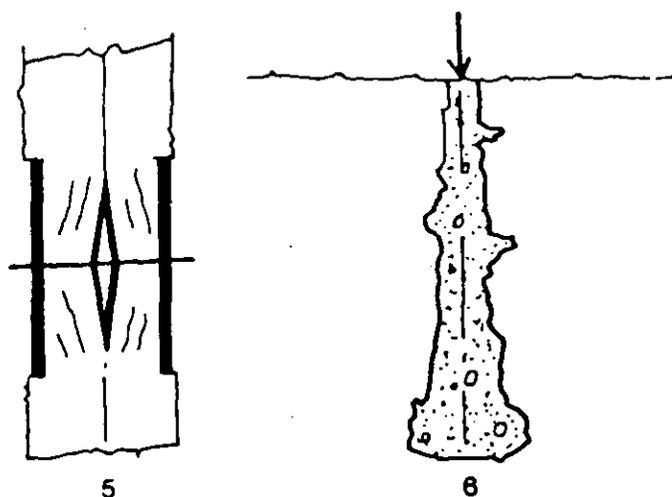
**Pilotes de madera.** La falta de renovación de nuestros bosques, ha provocado la prohibición de las autoridades para el uso de pilotes de madera, que resultan muy ligeros y sobre todo cuando trabajan a fricción satisfacen muy bien su cometido, con la sola condición que sean de buena calidad. Dentro 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.

De unos 3.5 a 8 metros de profundidad, bajan las cargas a través de unos estratos, pudiendo llegar a otros de mayor resistencia. Trabajan también a la fricción y llenando 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 tam-

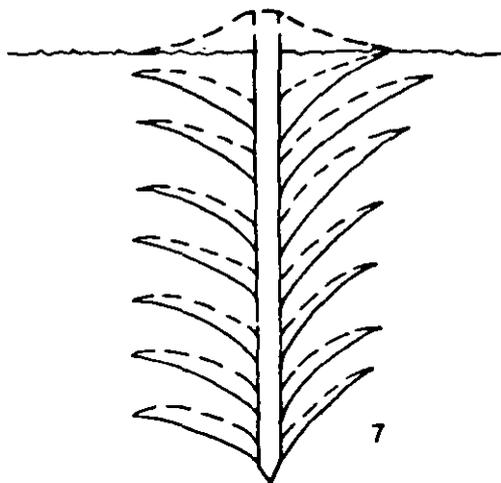
bién que hacer algunas consideraciones no comunes.

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.

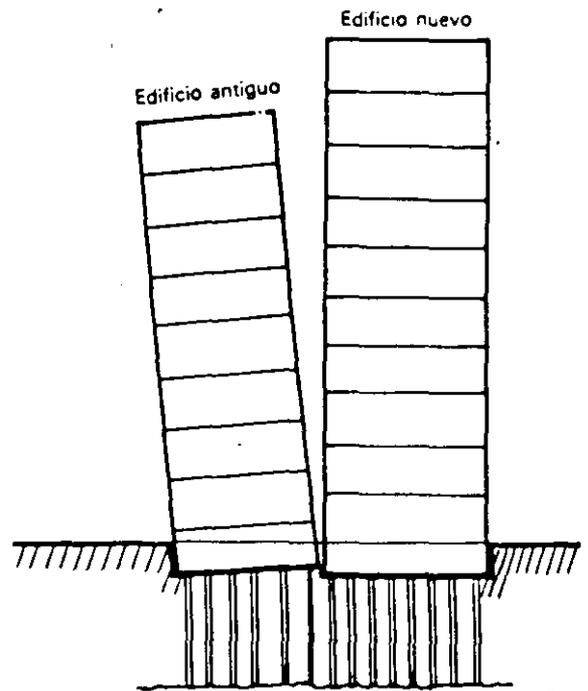
**Levantamiento de pilotes.** Como hemos indicado, el mayor levantamiento de los edificios apoyados en pilotes de punta, con relación a los que descansan sobre las capas superficiales, se debe a que el terreno de la ciudad en general, va bajando paulatinamente de nivel en esas capas, más que el estrato resistente donde se apoyan.

Son muy pocos los que consideran 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).



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.

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



8

iniciar las cimentaciones, normalmente ya sobresalen del mismo.

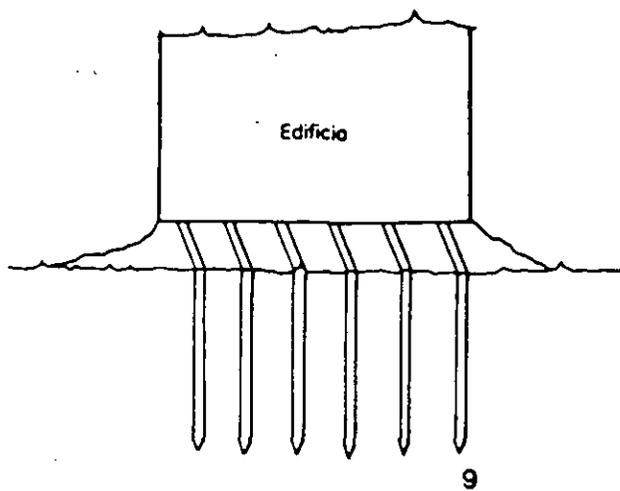
Es normal que un pilote de 30 metros en este suelo se levante muy rápidamente 20 ó 25 centímetros.

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 en cuenta 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.

Se han empleado pilotes de concreto que en su parte inferior terminan con un tubo de acero con punta que puede tener de tres a cinco metros de largo y unos 10 centímetros de diámetro. La punta llega hasta el estrato resistente y se pretende que al irse consolidando el terreno superior, ella vaya penetrando

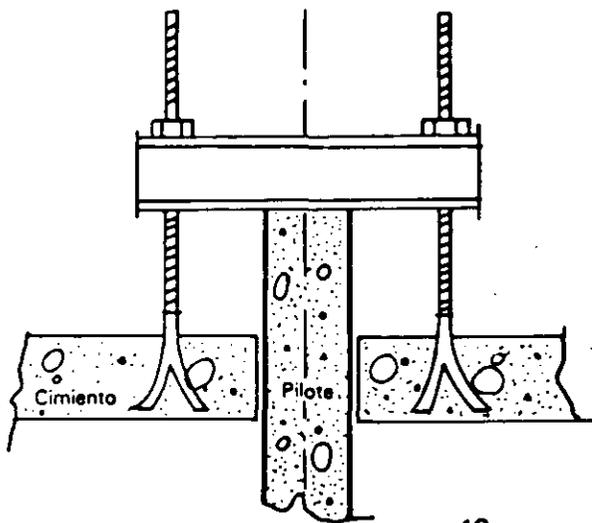


9

do 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.) *Alojando las tuercas, el edificio puede bajar y apretándolas, subir o nivelarse.*



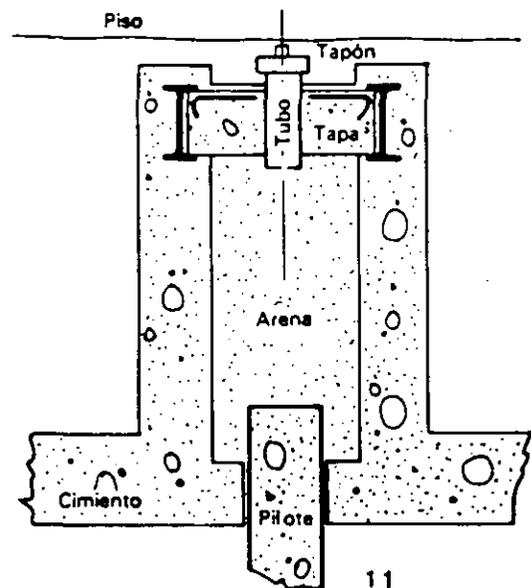
10

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 puede 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 centímetros de

diámetro con su tapón de rosca que permite la extracción de la arena para bajar al edificio.

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.



11

*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 éste, 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 alojado 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 que ocupar 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 cimen-

tación pudiera bajar más, fenómeno que hay que tener en cuenta ya que puede repetirse en cualquier sistema de controles.

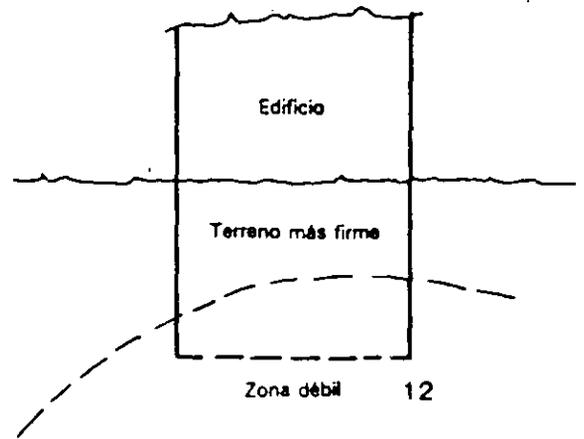
## CIMENTACIONES POR SUBSTITUCION

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.

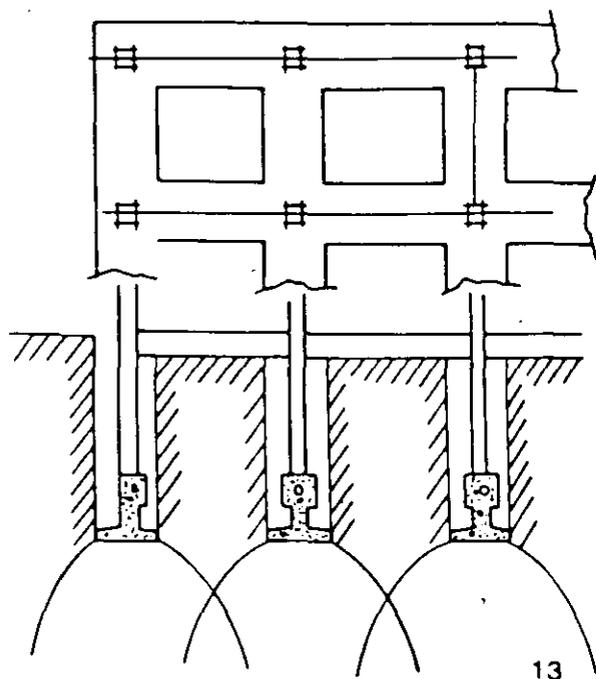
• El levantamiento de la parte baja del terreno excavado se debe a dos causas: siendo la arcilla de la ciudad muy impermeable, antes de permitir fácilmente el paso del agua freática —si ésta solo se va sacando a medida que se excava— recibe la presión hidrostática que lo eleva. En segundo lugar siendo 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.

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



13

tica, tiene 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.

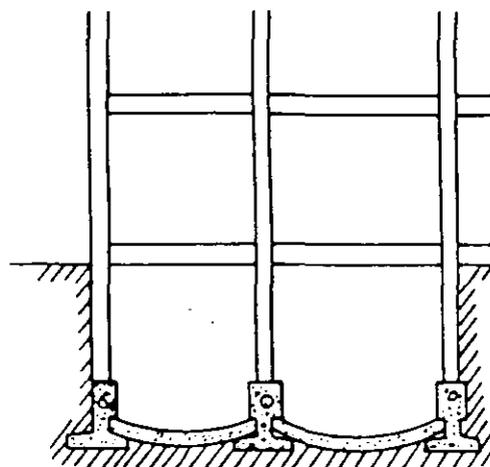
**Excavaciones profundas.** Las excavaciones profundas en el Valle de México, pueden ocasionar serios problemas.

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.

En ellas empezaron a aparecer importantes grietas que en un sentido demostraron asentamientos quizá debidos al enjutamamiento 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 contratrabes 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



14

contratrabes 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).

## INVESTIGACION 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 es 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 inalteradas 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 el 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.

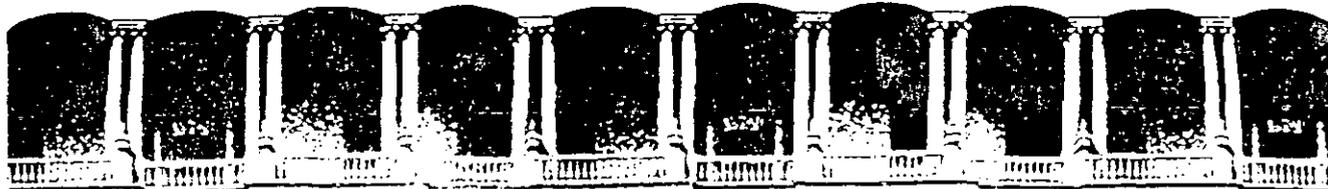
## 20.5 Pilotes cilíndricos preesforzados

Estos pilotes tienen un diámetro muy grande, por lo común de unas 54 pulgadas. Se emplean para puentes y otros proyectos importantes. No los estudiaremos aquí, debido a que son sumamente especializados.

## 20.6 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 creosota.	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.

<b>Pilotes tubulares</b>	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.
<b>Colados <i>in situ</i> hincados con mandriles</b>	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.
<b>Colados <i>in situ</i> sin mandriles</b>	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 energético.
<b>Sin moldes (perforados)</b>	Bajo costo. Rápidos. Sin vibraciones.	Problemas en suelos con desplomes y con altos contenidos de agua. Las pruebas de carga resultan muy costosas.
<b>Lechada inyectada</b>	No hay vibraciones.	No se pueden inspeccionar. Se requieren pruebas extensas de carga.
<b>Base ensanchada</b>	Densificación de suelos granulares sueltos. Gran capacidad de carga.	No se pueden inspeccionar. Se necesitan moldes en suelos compresibles.
<b>Precolados</b>	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 CONSTRUCCION*

*CIMBRAS*

*ING. ENRIQUE TAKAHASHI*

## DISEÑO DE CIMBRAS

POR: ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO. \*

### - 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.

\* Gerente de Ingeniería de SACMAG DE MEXICO, S. A.

Ingenieros Consultores.

### PESO VOLUMETRICO

El peso volumétrico del concreto varía desde 1,500 a 2,400 kg/m<sup>3</sup>., el primero para concretos ligeros y el último para concreto normal. Puede haber algunos concretos más ligeros que el agua, pero son muy especiales.

### ESFUERZOS PERMISIBLES.

Hacemos aquí referencia al Reglamento de las Construcciones del D. D. F. en sus artículos del 213 al 222:

#### a) Calidad de la madera.

Los grados de las maderas que se citan son los que se especifican en la norma C 18-46, expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Para usarse en construcciones no se empleará calidad inferior a la de tercera.

#### b) Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Se admiten los siguientes esfuerzos de trabajo y módulos de elasticidad, en función de la densidad aparente de la madera seca, y, para madera de primera. De no obtenerse experimentalmente, el valor de  $E$  se supondrá

-3-

de 0.4, obteniéndose los valores consignados en la última columna de la siguiente tabla.

Concepto	Valor en kg/cm <sup>2</sup>	
	Para cualquier y	Para y=0.4
Esfuerzo en flexión ó tensión simple.	196y	1.25 60
Módulo de elasticidad en flexión ó tensión simple	196,000y	79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5y	57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2y	2.25 7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000y	1.25 95,000
Esfuerzo cortante	35y	10

Para maderas selectas, se pueden incrementar en un 30% los valores anteriores. Para maderas de segunda, se tomará el 70% de los valores consignados en la tabla. Para maderas de tercera, se tomará el 50%.

###

-4-

Tratándose de maderas saturadas ó sumergidas, el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra debe reducirse 10%; el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y los módulos de elasticidad 10%.

El esfuerzo permisible en compresión en direcciones inclinadas con respecto a la fibra, se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$N = \frac{P \quad Q}{P \text{sen}^2\theta + Q \text{cos}^2\theta}$$

en la cual

N= esfuerzo permisible en la dirección que forma un ángulo  $\theta$  con la fibra;

P= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra;

Q= esfuerzo permisible en compresión perpendicular a la fibra;

c) Cargas de corta duración.

Cuando la duración de las cargas no exceda el lapso indicado a continuación, se incrementarán los esfuerzos permisibles según la siguiente tabla:

15% para dos meses de duración.

25% para 7 días de duración.

###

-5-

50% para viento ó sismo.

100% para impacto.

Estos coeficientes de incremento se aplican también a las conexiones.

Los incrementos anteriores no se aplican a los módulos de elasticidad en cálculo de deflexiones.

d) Deterioro e intemperización de la madera.

Los esfuerzos permisibles deberán afectarse de reducciones, de acuerdo con el grado de deterioro e intemperización de la madera a través del tiempo.

e) Diseño de piezas en tensión.

El esfuerzo se valuará dividiendo la fuerza entre el área neta. Este esfuerzo no debe exceder el permisible que se especifica en los incisos b, c y d.

f) Diseño de postes ó columnas.

I. Notación.

A=área de la sección transversal del miembro (cm<sup>2</sup>).

c= esfuerzo permisible en la columna a compresión paralela a la fibra (kg/cm<sup>2</sup>) corregido por esbeltez.

d= mínima dimensión transversal del miembro ó de cada una de las piezas que constituyen una columna espaciada (cm).

###

$E$ = módulo de elasticidad a compresión según el inciso  
 $b$  (kg/cm<sup>2</sup>).

$L$ = longitud de extremo a extremo de las columnas de un solo tramo, ya sean simples ó espaciadas, ó - bien, la distancia de centro a centro de los apoyos laterales en columnas continuas (cm).

$P$ = carga axial (kg).

$f_c$ = esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra de conformidad con los incisos  $b$ ,  $c$  y  $d$ (kg/cm<sup>2</sup>).

II. Clasificación. Las columnas a que pueden aplicarse estas especificaciones se clasifican en simples, compuestas y espaciadas:

-Las columnas simples están formadas de una sola pieza.

-Las columnas compuestas están formadas por dos ó más piezas correctamente ligadas.

-Las columnas espaciadas están formadas de dos ó más miembros, con ejes longitudinales paralelos, y ligados a sus extremos por empaques y pernos ó conectores, que resistan la fuerza cortante que existe en las columnas debida a su deformación.

III. Columnas simples. El esfuerzo permisible en columnas simples de sección rectangular se valuará de conformidad con las siguientes expresiones:

Cuando  $L/d$  es menor que 11.  
 $c = f_c$

Para relaciones  $L/d$  comprendidas entre 11 y 30.

$$c = f_c [1 - (L/38d)^4]$$

Para relaciones  $L/d$  mayores de 30.

$$c = f_c \left( \frac{550}{(L/d)^2} \right)$$

En columnas cuya sección no es rectangular, se sustituyen en las expresiones anteriores,  $\sqrt{12}$  veces el mínimo radio de giro de la sección transversal, en vez de  $d$ .

IV. Columnas espaciadas. Todas las piezas que constituyen una columna espaciada tendrán la misma dimensión mínima. El espesor de los empaques será también igual a dicha dimensión.

La máxima relación  $L/d$  permisible es 80 en este tipo de columna. La capacidad de carga de una columna espaciada se tomará igual a la suma de las capacidades de sus miembros, calculadas éstas como si se tratara de co

lumnas simples independientes, sustituyendo las fórmulas para columnas simples por las que siguen:

Para relaciones L/d menores que 28.

$$c = f_c$$

Para L/d superior a 28.

$$c = f_c \left[ 1 - (L/95d)^4 \right]$$

V. Columnas compuestas. La capacidad de una columna compuesta se calculará con las fórmulas para columnas simples pero reduciendo las capacidades así obtenidas, de acuerdo con la siguiente tabla:

L/d	Capacidad reducida, % de la calculada
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Para valores de L/d intermedios entre los que se consignan en esta tabla debe interpolarse linealmente.

-9-

g) Diseño de piezas en flexión.

Deben usarse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales como la fórmula de la escuadría, siempre que la relación de claro a peralte sea mayor que 5, con las siguientes salvedades.

-Se supone que una viga de sección circular tiene el mismo momento resistente que una viga de sección cuadrada de igual área.

-Si el peralte de una viga de sección rectangular excede 30 cm. se debe introducir el siguiente factor F que multiplique al momento de inercia:

$$F = 0.81 \frac{h^2 + 922}{h^2 + 568}$$

donde h es el peralte del miembro en cm.

h) Combinación de flexión y carga axial.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

Los miembros sujetos a flexocompresión deberán proporcionarse de tal forma que:

###

$$\frac{P}{A_c} + \frac{M}{f_m S \left(1 - \frac{PL^2}{2EI}\right)} \leq 1$$

en las fórmulas anteriores.

A= área de la sección transversal de la pieza (cm<sup>2</sup>):

E= módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>).

f<sub>m</sub>= esfuerzo permisible a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>).

I= momento de inercia (cm<sup>4</sup>).

M= momento flexionante (kg/cm).

S = módulo de sección (cm<sup>3</sup>).

El esfuerzo c no deberá ser superior al dado en el inciso f. En columnas espaciadas estas fórmulas sólo se aplican si la flexión actúa en dirección paralela a la mayor dimensión de los miembros individuales.

i) Esfuerzo cortante.

Para el cálculo del esfuerzo cortante deben emplearse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales.

El esfuerzo cortante debido a una carga concentrada distante menos de un peralte del apoyo, puede reducirse en dicho tramo a los 2/3 de su valor calculado.

j) Pandeo lateral.

En todos los casos se tomará en cuenta la posibilidad de pandeo lateral. Para evitarlo, las piezas deberán quedar correctamente contraventeadas.

k) Elementos de unión.

I. - Generalidades. Para determinar la capacidad de carga de los distintos elementos de unión tales como los clavos, pernos, conectores, pijas y otros, las maderas se dividirán en tres grupos:

- Coníferas livianas,  $\gamma \leq 0.5$
- Coníferas densas  $\gamma > 0.5$
- Estructurales densas de hoja caduca (tales como cedro, álamo y similares).

II. - Clavos. Sólo se permiten para uso estructural los clavos comunes de alambre de acero estirado en frío. Para determinar su capacidad de carga lateral se empleará la fórmula:

$$P = K D^3/2$$

en la cual

D = diámetro del clavo en mm.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

P = carga de trabajo en kilogramos por clavo.

Valores de K

Grupo	K
Coníferas livianas	3.50
Coníferas densas	4.30
Estructurales densas de hoja caduca	5.00

Para que las fórmulas anteriores sean válidas se requieren las siguientes condiciones mínimas:

- que el clavo penetre cuando menos  $2/3$  de su longitud en la pieza principal.

- que las separaciones entre clavos sean como sigue:

Paralelas a la carga.

12 D del borde cargado.

5 D del borde no cargado.

10 D entre clavos de una hilera.

Normales a la carga.

5 D entre hileras.

III. Tornillos. Se aplicarán estas normas a tornillos de acero para madera, de cualquier tipo de cabeza.

La capacidad lateral estará dada por la siguiente expresión:

$$P = K D^2$$

Los valores de K para los distintos tipos de madera se dan en la tabla:

Grupo	K
Coníferas livianas	1.80
Coníferas densas	2.30
Estructurales densas de hoja caduca	2.50

Los tornillos deben insertarse en agujeros previamente hechos con un diámetro de 0.875 del diámetro del tornillo en la zona de rosca. La penetración en el miembro que contenga la punta será cuando menos 7 veces el diámetro del tornillo.

Las separaciones serán como sigue:

Paralelas a la carga.

8 D del borde cargado.

4 D del borde no cargado

6 D entre tornillos:

Normales a la carga.

4 D entre hileras.

IV. Pernos. Se entiende que se trata de pernos de acero con cabeza en un extremo ó con dos extremos rosca dos y usando rondanas bajo cabeza y tuerca.

La capacidad de un perno estará dada por las siguientes expresiones:

a) Carga aplicada paralela a la fibra.

$$P = 0.50 f_c t D K$$

en donde

$f_c$  = esfuerzo de compresión paralelo a la fibra -  
según se define en el inciso b.

D = diámetro del perno en cm.

t = menor grueso ó suma de gruesos de los miem  
bros que transmiten los esfuerzos (en cm.) -  
para juntas a tope.

t = doble de grueso de la pieza más delgada(en cm.)  
para juntas traslapadas.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

t/D	K
3	1.00
4	0.99
5	0.95
6	0.85

t/D	K
7	0.73
8	0.64
9	0.57
10	0.51
13	0.39

Para valores de t/D intermedios entre los que se consignan en esta tabla debera interpolarse linealmente.

Cuando se tengan "cachetes" de placa de acero,

$$P = 0.66 f_c t DK$$

Además se le aplicarán los factores de coeficiente de servicio previamente descritos.

b) Carga aplicada normal a la fibra

$$P = 0.66 f_c tDKK_2$$

t/D	K	D	K <sub>2</sub>
Hasta 9	1.00	3/8"	2.50
10	0.94	1/2"	1.95
11	0.85	5/8"	1.68
12	0.76	3/4"	1.52
12	0.68	7/8"	1.41
13	0.62	1"	1.33
		1 1/4"	1.27
		3" ó mas	1.03

$f_c$  es el esfuerzo normal a la fibra según se describe en el artículo 214.

V. Conectores. La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos.

#### CARGAS Y PRESIONES.

Las cimbras y obras falsas deberán soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas a la cimbra y a la estructura, hasta que ésta sea capaz de tomarlas por sí misma.

Estas cargas incluyen el peso de:

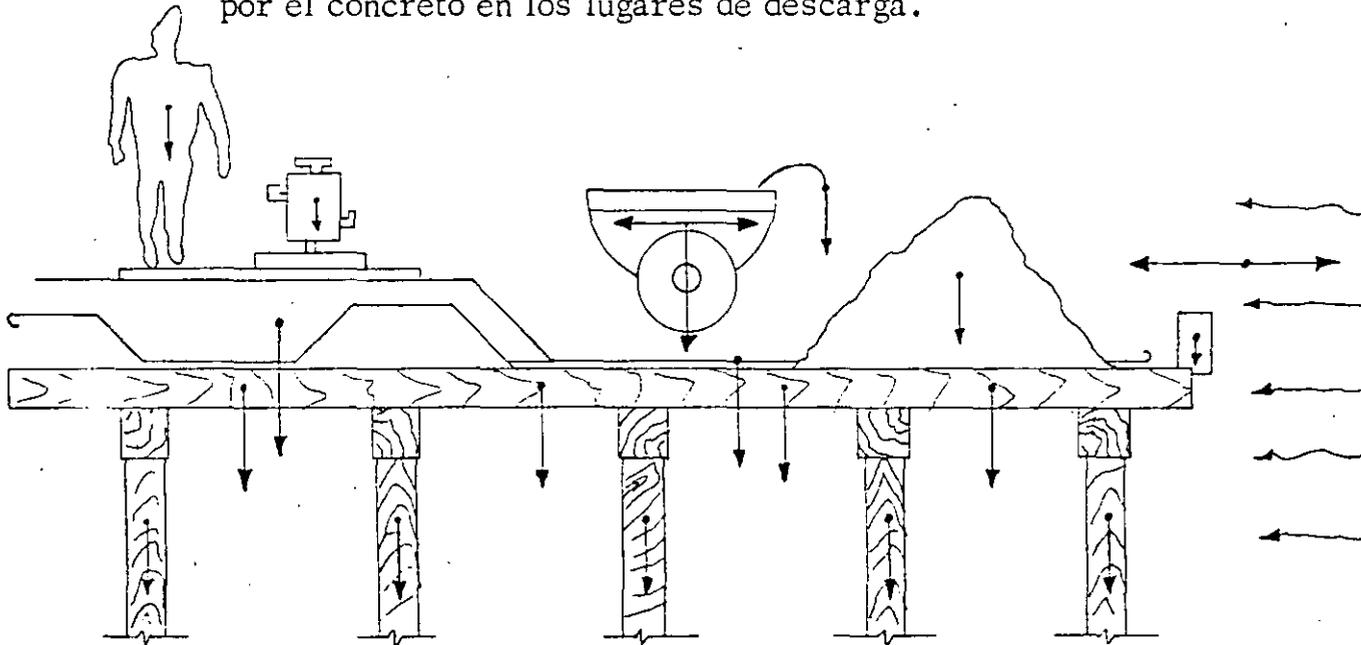
- El concreto fresco.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.

y varias cargas vivas.

Las descargas del concreto, movimiento de equipo de construcción y la acción del viento producen fuerzas laterales - que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas

por el concreto en los lugares de descarga.



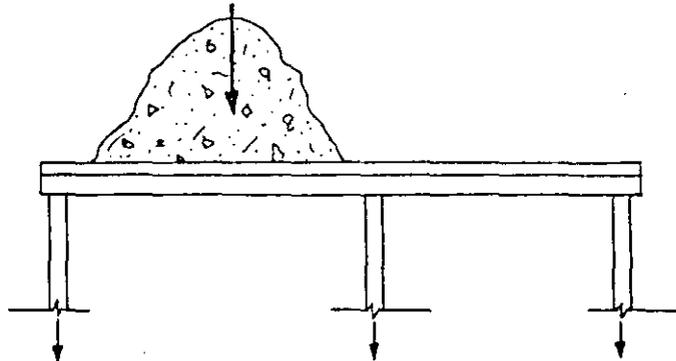
Peso propio: La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m<sup>2</sup>. Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto + la carga viva puede despreciarse.

Cargas vivas:

El ACI, Comité 622, recomienda una carga debida a cargas vivas de construcción de 250 kg/m<sup>2</sup>, de proyección horizontal, que incluye peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si se usan volquetes motorizados - esta carga debe incrementarse hasta 400 kg/m<sup>2</sup>.

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro.



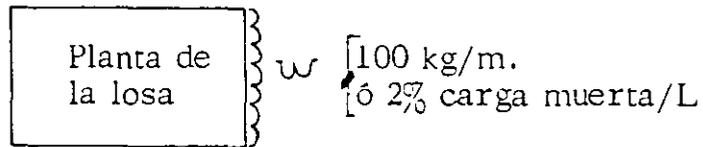
Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyadas.

Cargas laterales.

Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El Comité 622 del ACI, recomienda las siguientes cargas mínimas laterales.

- a) En losas: 150 kg/m. de borde de losa, ó 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra (distribuido como una carga por metro de borde en la losa), el que sea mayor



(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.

Carga de viento de 50 kg/m<sup>2</sup> ó mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 kg/m. de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

El peso volumétrico del concreto tiene una influencia decisiva en esta presión. La presión hidrostática de un fluido es igual a  $\gamma h$  (peso volumétrico por altura) y actúa en ángulo recto sobre cualquier superficie que confine el fluido. El concreto fresco no se comporta como un fluido, sino solamente en forma aproximada y únicamente hasta el fraguado inicial, en que se empieza a soportar por sí mismo. Es por esta razón que también influye la velocidad vertical de colado en la presión.

-20-

La temperatura del concreto durante el colado también tiene gran importancia ya que influye directamente en el tiempo de fraguado inicial. A bajas temperaturas el concreto toma más tiempo en el fraguado inicial y por lo tanto, para la misma velocidad de colado, una mayor profundidad de concreto se mantiene fresco y hay entonces una mayor presión lateral.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado. porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluido en toda la profundidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargas aún mayores.

Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4,800 kg/m<sup>2</sup> por metro de profundidad del concreto ( el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el

###

-21-

concreto causando gran variación en la presión lateral.

Las tablas que se incluyen más adelante, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, - como son: el revenimiento, cantidad y localización del refuerzo, temperatura ambiente, presión de poro del agua, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, - rugosidad y permeabilidad de las formas, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables -- son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

#### DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

El muro tendrá 4.50 m. de altura.

El colado se hará a razón de  $R=0.90$  m/hr. con vibrador.

La temperatura de colado se considerará de  $T=15^{\circ}\text{C}$ .

La cimbra se usará una sola vez por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar un 25%.

Se cuenta con hojas de triplay de  $3/4''$  (1.9cm) de espesor que miden 1.20 x 2.40 y tensores de 2,800 kgs de capacidad.

###

-22-

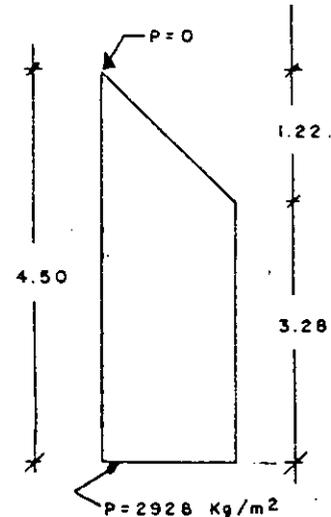
1. - Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 5-2 para  $R = 0.90 \frac{m}{hr}$  y  $T = 15^\circ C$ .

$$P_{max} = 2928 \text{ kg/m}^2$$

Profundidad a la que se alcanza la presión máxima.

$$\frac{2928}{2400} = 1.22 \text{ m.}$$



2. - Tablado vertical.

El triplado será del mismo espesor en toda la altura y los apoyos de éste se espaciarán uniformemente, de acuerdo a sus dimensiones. El triplado se colocará en el sentido más resistente, es decir con la fibra paralela al claro; esto significa colocar la dimensión de 2.40 horizontal actuando como losa continua.

Revisión por flexión.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{10} \quad (\text{viga continua con tres ó más claros})$$

$$M = \frac{wl^2}{10} \times 100 = 10 w.l^2$$

donde  $w$  en  $kg/m$ .

###

l en m.

M en kg-cm.

Mom. resistente:

$$M_r = f_s$$

S: Módulo de sección en cm<sup>3</sup>.

f: Esfuerzo admisible en flexión en kg/cm<sup>2</sup>.

M<sub>r</sub>: en kg-cm.

igualando momentos

$$f S = 10 w l^2$$

$$\Rightarrow l = 0.32 \sqrt{\frac{f S}{w}}$$

$$f = 196 \quad (\text{Reglamento D.D.F.})$$

$$\gamma = 0.6 \quad \text{supuesto}$$

$$f = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (por usarse una sola vez)}$$

$$S = 100 \times 0.3598 = 35.98 \text{ cm}^3. \text{ (para 1.00 m. de ancho ver}$$

tabla 4-3)

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 35.98}{2928}} = 0.43 \text{ m (máxima por flexión)}$$

Revisión por flecha

Δ: m

$$\Delta_{\max} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

l: m

E: kg/cm<sup>2</sup>

$$\Delta_{\max} \text{ admisible} = \frac{1}{360}$$

I: cm<sup>4</sup>.

igualando flechas

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$E = 196\,000 \text{ kg/cm}^2$  (Reglamento D.D.F.)

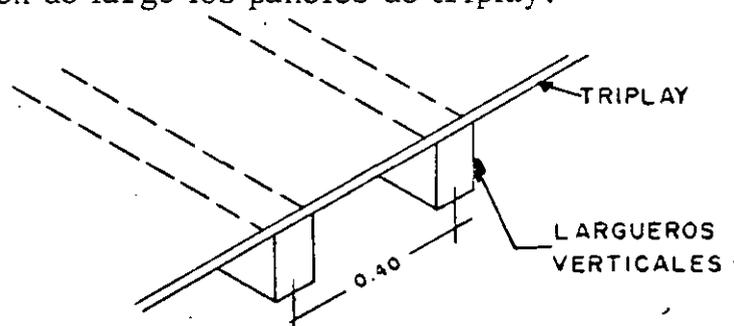
$E = 196\,000 \times 0.6 = 117\,600 \text{ kg/cm}^2$ .

$I = 100 \times 0.3413 = 34.13 \text{ cm}^4$  (para 1.00 m. de ancho,

tabla 4-3)

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 34.13}{2928}} = 0.37 \text{ m.}$$

será aceptable usar espaciamientos de 0.40 m. para los largueros verticales, 6 espacios exactos de 0.40 en 2.40 que tienen de largo los paneles de triplay.



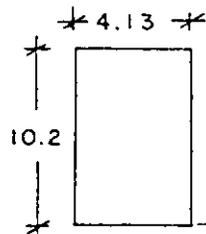
3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madres.

Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

de maderas, ó se puede fijar el espaciamiento de maderas y calcular las medidas necesarias de los largueros. En este caso fijaremos largueros de 2 x 4 pulgadas.

por flexión.  $l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}}$

el ancho efectivo de largueros de 2 x 4 es 1 5/8" tendremos



$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{\frac{4.13 \times 10.2^3}{12}}{5.1} = \frac{365.23}{5.1}$$
$$S = 71.61 \text{ cm}^3.$$

$$f = 196 \text{ kg} = 120 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2.$$

$$w = 2928 \times 0.40 = 1171 \text{ kg/m}.$$

$$l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97 \text{ cm}.$$

por flecha.  $l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 365.23}{1171}}$$

$$l_{max} = 1.09$$

revisión por corte.

$$v = \frac{3 V}{2 bh}$$

$$V = 0.6 \cdot w l \text{ (viga continua de tres ó más claros)}$$

$$v = \frac{3}{2} \frac{w l}{b h} \text{ (0.6 w l)}$$

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo de corte admisible} &= 35 \gamma \text{ (Reglamento)} \\ &= 35 \times 0.6 = 21 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

igualando

$$\frac{3}{2} \frac{w l}{b h} \text{ (0.6 w l)} = 21 \text{ kg/cm}^2.$$

despejando l

$$l = 23.33 \frac{b h}{w}$$

l: m

b: cm

h: cm

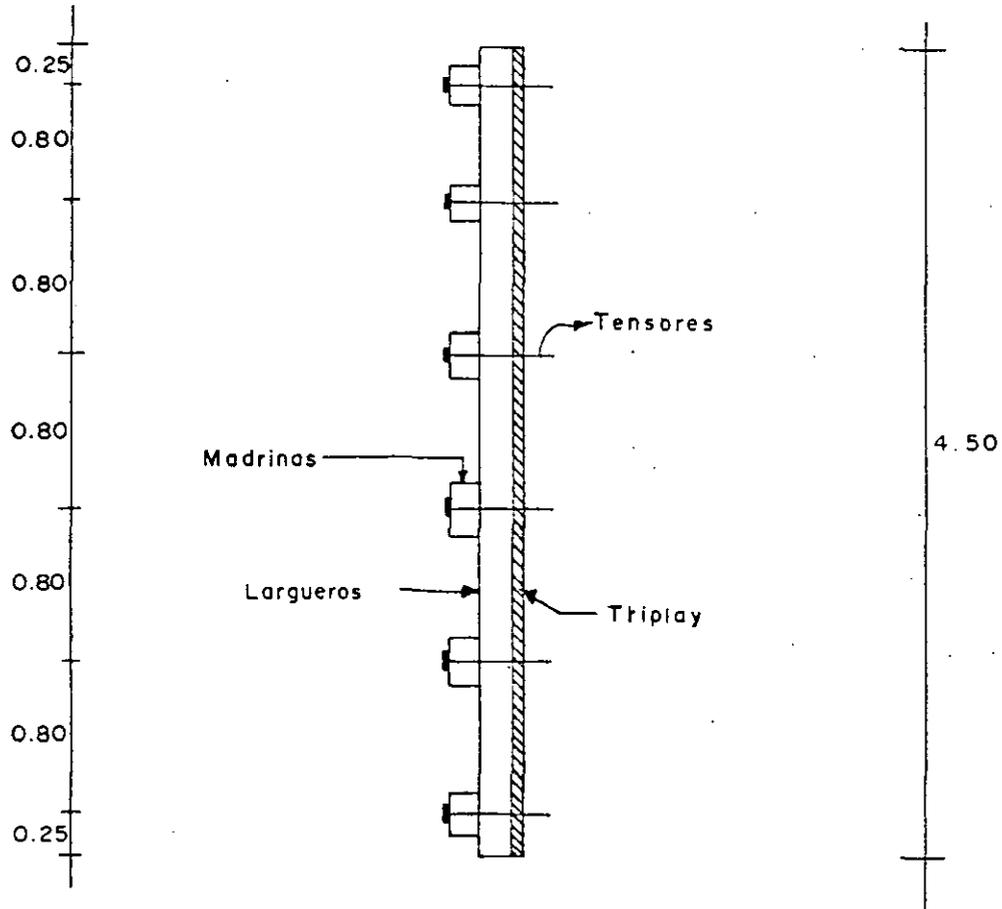
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84 \text{ m.}$$

El claro máximo de largueros será de 0.84 m. por cortante.

-27-

Se usará la siguiente distribución:



4.- Espaciamiento de tensores y dimensionamiento de vigas maderas.

Carga en maderas =  $2928 \times 0.80 = 2343.4 \text{ kg/m}$ .

espaciamiento de tensores:

$$e = \frac{2800 \text{ kg}}{2343.4 \text{ kg/m}} = 1.195 \text{ m.}$$

Se usarán tensores @ 1.20 y este será el claro de las vigas maderas.

###

Dimensionamiento de vigas mdrinas.

por flexión.

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}}$$

$$\text{despejando } S = \frac{10 w l^2}{f} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$$

$$S = 224.97 \text{ cm}^3.$$

$$S = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh^2}{6}$$

Para las vigas mdrinas se acostumbra colocarlas en pares para evitar la perforación para los tensores.

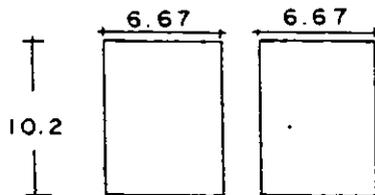
Por corte.

$$v = \frac{3V}{2bh} \quad bh = \frac{3V}{2v}$$

$$bh = \frac{3(0.6wl)}{2v} = \frac{1.8wl}{2v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm}^2.$$

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo= 2 5/8" (6.67cm)



$$b \times h = 2 \times 6.67 \times 10.2 = 136.07 > 120.52$$

$$S = \frac{(2 \times 6.67) (10.20)^2}{6} = 231.32 > 224.97$$

se usarán vigas de 3 x 4 en pares.

5.- Revisión por compresión en apoyos.

Los puntos que deberán ser investigados en este diseño serán los apoyos de largueros en vigas madre y apoyos de éstas en placas de tensores.

Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

$$C = 54.2 \gamma^{\lambda} \text{ (Reglamento D.D.F.)}$$

$$C = 54.2 \times 0.6 = 32.52 \text{ kg/cm}^2.$$

$$C_{ad} = 1.25 \times 32.52 = 40.65 \text{ kg/cm}^2.$$

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas madre será como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Area de apoyo} &= 2 \times 6.67 \times 4.13 \\ &= 55 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Carga transmitida por largueros.

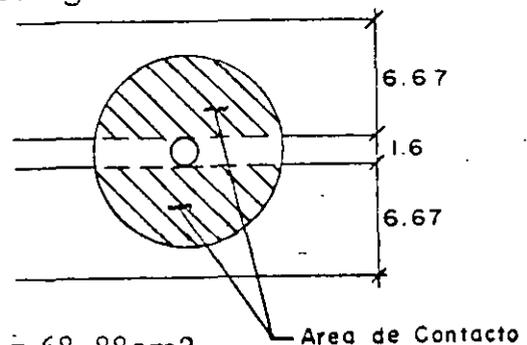
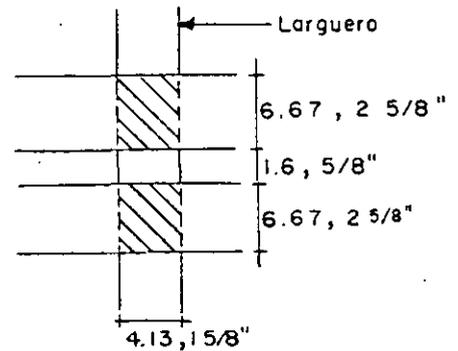
$$R = (2928 \times 0.40) \times 0.80 = 937 \text{ kg S.}$$

$$f = \frac{937}{55} = 17 \text{ kg/cm}^2$$

Apoyo de tensores.

$$T = 2800 \text{ kg.}$$

$$\text{Area requerida} = \frac{2800}{40.65} = 68.88 \text{ cm}^2$$



-30-

Usar arandela 5"  $\varnothing$  (12.7cm)

Area de contacto

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot 1.6 \times D = 106.35$$

$$f = \frac{2800}{106.35} = 26.3 \text{ kg/cm}^2$$

### DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor concreto normal 2,400 kg/m<sup>3</sup>. La cimbra se usará varias veces.

Altura libre piso a techo 2.40.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 mts.

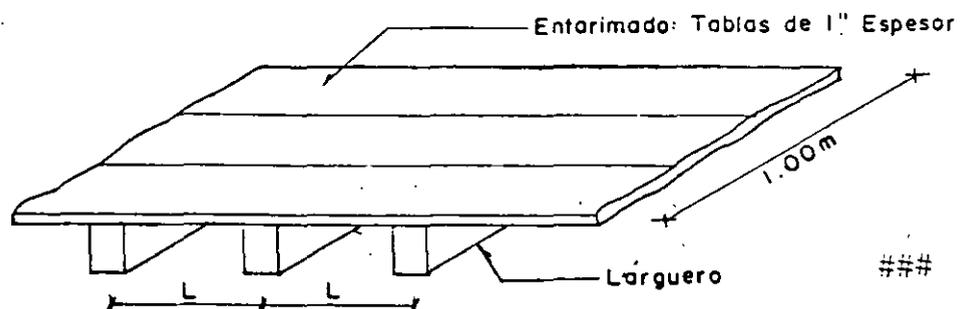
1.- Cargas de diseño.

Peso propio  $2,400 \times 0.20 = 480$

Carga viva \*  $= \underline{200}$

680 kg/m<sup>2</sup>.

\* Puede ser 100 kg/m<sup>2</sup>., más una carga concentrada de 100 kg. en el lugar más desfavorable.



-31-

2.- Entarimado. usar tablonc de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es 25/32" (~2.00cm)

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.

$$l \text{ max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m.}$$

$$f = 196 \times \gamma = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/m}^2.$$

Por flecha.

$$l \text{ max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196,000 \gamma = 196,000 \times 0.6 = 117,600$$

$$l \text{ max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117,600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m.}$$

Se usarán largueros @ 0.75 m lo cual nos dá 6 espaciamentos de 0.75 = 4.50 m. de ancho del tablero.

3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamento de vigas mdrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2 x 4.

###

-32-

$$I = 365.23 \text{ cm}^4.$$

$$S = 71.61 \text{ cm}^3.$$

Carga en largueros =  $680 \times 0.75 = 510 \text{ kg/m}$ .

$$\text{Por flexión.} \quad l_{\text{max}} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 71.61}{510}}$$

$$l_{\text{max}} = 1.31 \text{ m.}$$

$$\text{Por flecha.} \quad l_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 365.23}{510}}$$

$$l_{\text{max}} = 1.45 \text{ m.}$$

$$\text{Por corte.} \quad l_{\text{max}} = 23.33 \frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$$

$$= 1.92 \text{ m.}$$

$\Rightarrow l_{\text{max}} = 1.31 \text{ por flexión.}$

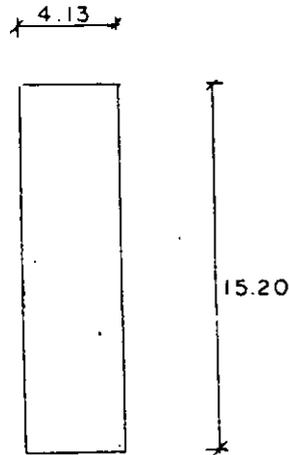
Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamiento de las vigas madre.

4.- Dimensionamiento de vigas madre y espaciamiento de puntales.

Probar madre de 2 x 6 pulgadas.

###

-33-



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1\,208.65 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1\,208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}^3.$$

$$w \text{ equivalente} \approx 680 \times 1.125 = 765 \text{ kg/m.}$$

Por flexión.

$$l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 159}{765}} = 1.60$$

Por flecha.

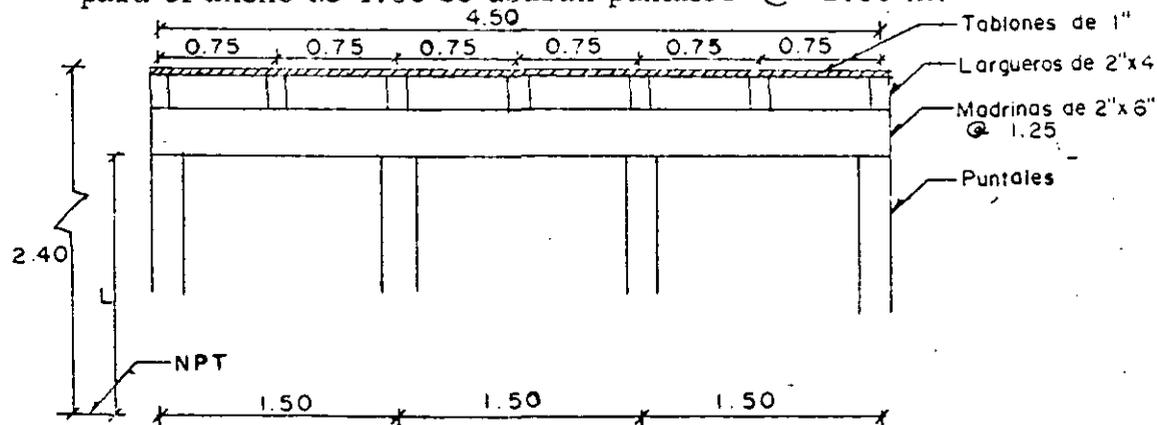
$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{11\,760\,000 \times 1\,208}{765}} = 1.88$$

Por corte.

$$l_{\max} = 23.33 \frac{bh}{w} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$$\Rightarrow l_{\max} = 1.60 \text{ m.}$$

para el ancho de 4.50 se usarán puntales @ 1.50 m.



se adopta esta distribución.

###

5. - Cálculo de los puntales.

$$\text{Area tributaria} = 1.50 \times 1.125 = 1.6875 \text{ m}^2.$$

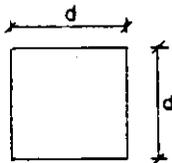
$$\text{carga} = \frac{680 \text{ kg/m}^2}{1.6875}$$

$$P = 1.147.50 \text{ kgs.}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

$$f_c = 143.5 \times 0.6 = 86 \text{ kg/cm}^2.$$

Probar puntales 3 x 3 pulgadas.



$$d = 2 \frac{5}{8}'' = 6.67 \text{ cm.}$$

$$A = 6.67^2 = 44.46 \text{ cm}^2.$$

Revisión por esbeltez.

$$l = 240 - 28 = 212 \text{ cm.}$$

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión corregido por esbeltez.

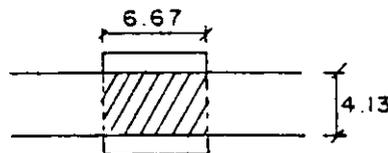
$$C = f_c \left( \frac{550}{(l/d)^2} \right) = 46.20 \text{ kg/cm}^2.$$

Compresión admisible de puntal 3" x 3"

$$P_{ad} = 46.20 \times 44.46 = 2054 \text{ kg} > 1147.50$$

6. - Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en puntal:



$$\begin{aligned} \text{Area de apoyo} &= 4.13 \times 6.67 \\ &= 27.55 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

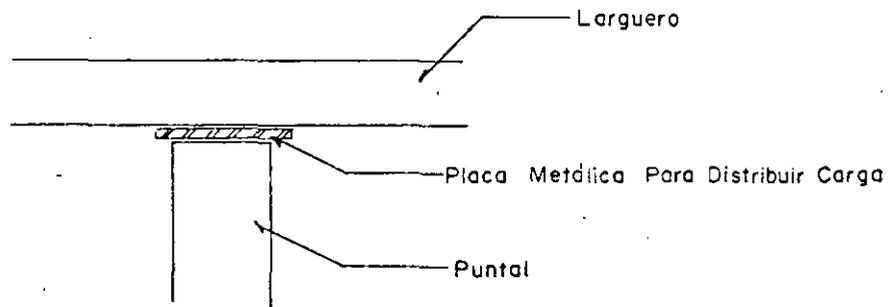
$$\begin{aligned} \text{Esf. admisible} &\perp \text{ a la fibra} \\ &= 54.20 \times 0.6 = 32.52 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$f = \frac{1147.50}{27.55} = 41.55 \text{ no pasa}$$

$$\text{Area requerida} = \frac{1147.50}{32.52} = 35.28 \text{ cm}^2.$$

Usar placa metálica de 2 x 4 ( 5.08 x 10.2 cm)

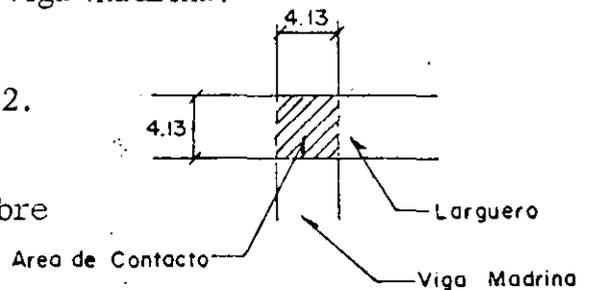
$$A = 4.13 \times 10.2 = 42.12 \text{ cm}^2.$$



Apoyo de larguero en viga madrina.

$$A = 4.13^2 = 17.06 \text{ cm}^2.$$

Carga de larguero sobre viga madrina:



$$C = (680 \times 0.75) \times 1.125 = 573.75 \text{ kg.}$$

$$f = \frac{573.75}{17.06} = 33.63 \text{ kg/cm}^2.$$

Se considerará aceptable pues según reglamento:

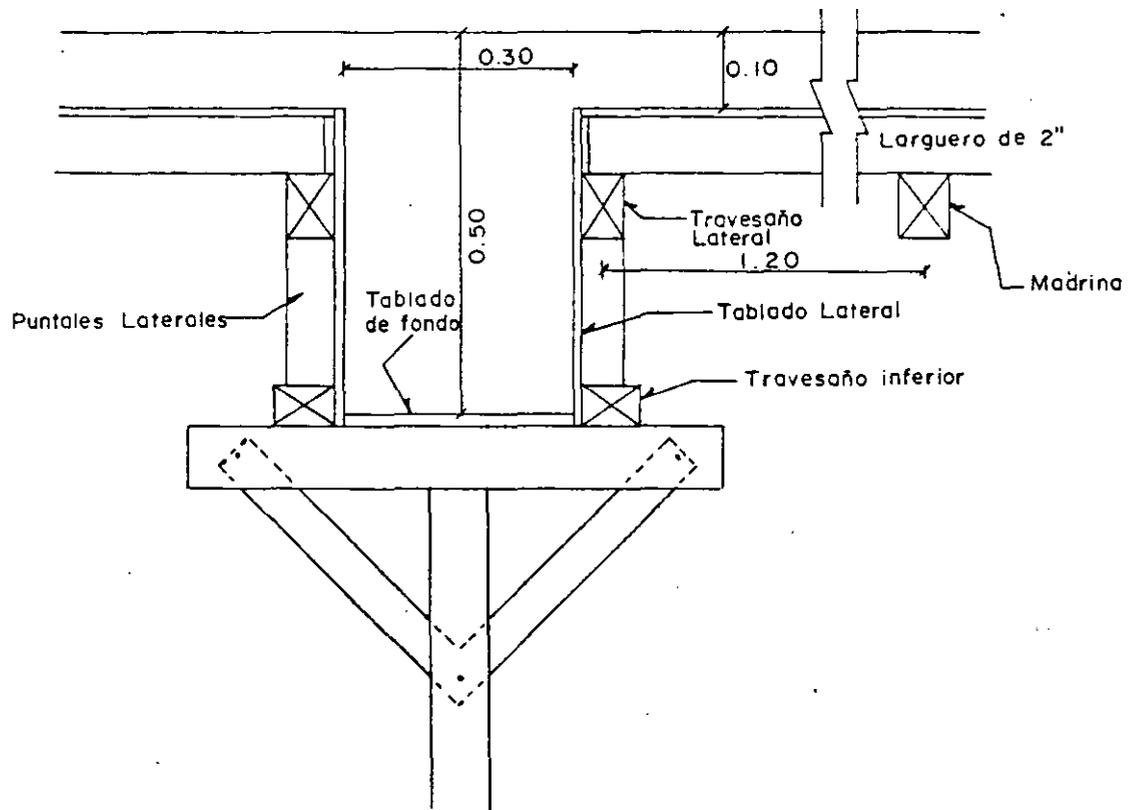
" sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

-36-

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

$$\text{fad} = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$

### DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE



La cimbra para la viga de 0.30 x 0.50 mostrada se usará varias veces.

El concreto será de peso volumétrico normal (2400kg/m<sup>3</sup>) se usará madera de pino de 1a. con una densidad de 0.6

###

1.- Tablado de Fondo.

Cargas que soporta:

$$\text{Carga muerta} = 0.30 \times 0.50 \times 2,400 = 360$$

$$\text{Carga viva} = 0.30 \times 200 = \underline{60}$$

420kg/m.

Se usará tablón de 1 1/2" de espesor nominal.

el espesor efectivo es 1 5/16" = 3.33 cm.

$$b \times h = 30 \times 3.33 = 99.9 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32 \text{ cm}^4.$$

Por flexión:  $f = 196 \text{ kg/cm}^2 \approx 120 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 1.27 \text{ m.}$$

Por flecha.  $E = 196,000 \text{ kg/cm}^2 = 117,600 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98 \text{ m.}$$

Por corte.

$$l_{\text{max}} = 23.33 \frac{bh}{w} = 5.5 \text{ m.}$$

Se usarán apoyos @ 1.00 m.

2.- Tablado Lateral.

El tablado lateral y el travesaño inferior que soportan las presiones laterales se calculan en forma similar a el --

###

caso de cimbra para muro. Se supondrá que triplay de 3/4" y travesaño inferior de 2 x 4 pulgs. resultaron adecuados. A razón de 1.00 de espaciamiento de puntales, que resultó por el tablado de fondo se pondrán también los puntales laterales que bajan las cargas de los largueros de la losa a través del travesaño lateral.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa: peso propio concreto	240 kg/m <sup>2</sup> .
carga viva	<u>200</u>
	440

$$\text{Cargas en travesaño} = 440 \times \frac{1.20}{2} = 264 \text{ kg/m.}$$

Por flexión.

$$S = \frac{10 w l^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1^2}{120} = 22 \text{ cm}^3.$$

Por flecha.

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 I} \times 10,000$$

$$I = \frac{360 w l^3}{128 E} \times 10,000$$

$$I = \frac{360 \times 264 \times 1^3 \times 10,000}{128 \times 117600} = 63.14 \text{ cm}^4.$$

Por corte.

$$bh = \frac{wl}{23.33} = \frac{264 \times 1}{23.33} = 11.32 \text{ cm}^2.$$

usar 2" x 4"

$$b \times h = 4.13 \times 10.2 = 42.13$$

$$I = \frac{4.13 \times 10.2^3}{12} = 365$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{4.13 \times 10.2^2}{6} = 71.61$$

### 3.- Cálculo de puntales principales.

Determinando la carga total sobre estos puntales tenemos:

Por carga de trabe:

$$420 \text{ kg/m} \times 1.00 = 420$$

Por losas:

$$2 \times 264 \times 1.00 = \frac{528}{948 \text{ kg.}}$$

Deberá diseñarse un puntal para una carga de 948 kg. tomando en cuenta la esbeltez que tenga en función de su altura.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

Sección de columna 0.45 x 0.45 m.

Altura de columna 3.50 m ( $\approx$  12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C ( $\approx$  60°F)

La cimbra se usará varias veces.

1. - Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + 9000 \frac{R}{T} \quad P; \text{ lb/pie}^2.$$

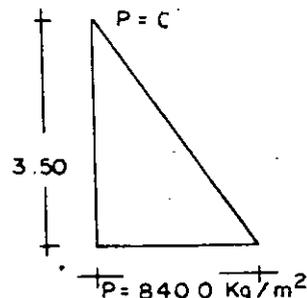
R: pies/hr.

T: °F.

$$R = 12 \text{ pies/hr.}$$

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \text{ lb/pie}^2 (\approx 9580 \text{ kg/m}^2)$$

$$P_{\text{max}} = \gamma h = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3.50 \text{ m} = 8400 \text{ kg/m}^2.$$



2. - Espaciamiento de yugos ó abrazaderas, colocando el

primer yugo a 15 cm. de la base:

$$P = 8400 \times \frac{3.35}{3.50} = 8040 \text{ kg/m}^2.$$

usando tablas de 1 pulgada (espesor efectivo=  $25/32''$ )

$$= 1.98 \text{ cm})$$

$$bh = 45 \times 1.98 = 89.1 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11 \text{ cm}^4.$$

Para  $P_1 = 8040 \text{ kg/m}^2$ .

$$l \text{ flexión} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{w}}$$

$$l \text{ flecha} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l \text{ corte} = 23.33 \frac{bh}{w}$$

con  $\gamma = 0.6$  en madera

$$w = 8040 \times 0.45 = 3618 \text{ kg/m}.$$

$$l \text{ flexión} = 0.32 \text{ m}.$$

$$l \text{ flecha} = 0.32 \text{ m}.$$

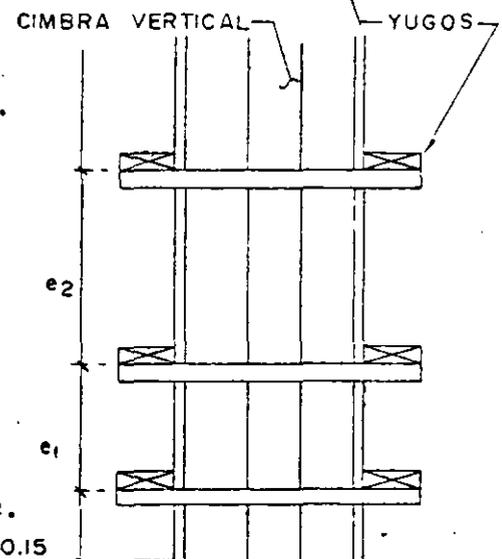
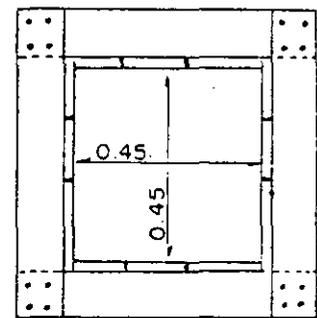
$$l \text{ corte} = 0.57 \text{ m}.$$

usar  $e_1 = 0.30 \text{ m}$ .

Presión a 0.45 m. de la base.

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{350} = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 7320 \times 0.45 = 3294 \text{ kg/m}.$$



-42-

$$l \text{ flexión} = 0.33$$

$$l \text{ flecha} = 0.33 \text{ usar } e_2 = 0.30$$

$$l \text{ corte} = 0.63$$

$$P_3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 6600 \times .45 = 2970 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.35$$

$$l \text{ flecha} = 0.35 \text{ usar } e_3 = 0.35$$

$$l \text{ corte} = 0.70$$

$$P_4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 5760 \times .45 = 2592 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.37$$

$$l \text{ flecha} = 0.36 \Rightarrow e_4 = 0.35$$

$$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4920 \times .45 = 2214 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.40$$

$$l \text{ flecha} = 0.38 \Rightarrow e_5 = 0.35$$

$$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4080 \times 0.45 = 1836 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.44$$

$$l \text{ flecha} = 0.41 \Rightarrow e_6 = 0.40$$

-43-

$$P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 3120 \times 0.45 = 1404 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.51$$

$$l \text{ flecha} = 0.44 \quad \Rightarrow e_7 = 0.40$$

$$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 2160 \times 0.45 = 972 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.61$$

$$l \text{ flecha} = 0.50 \quad \Rightarrow e_8 = 0.50$$

$$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 960 \times 0.45 = 432 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.91$$

$$l \text{ flecha} = 0.65$$

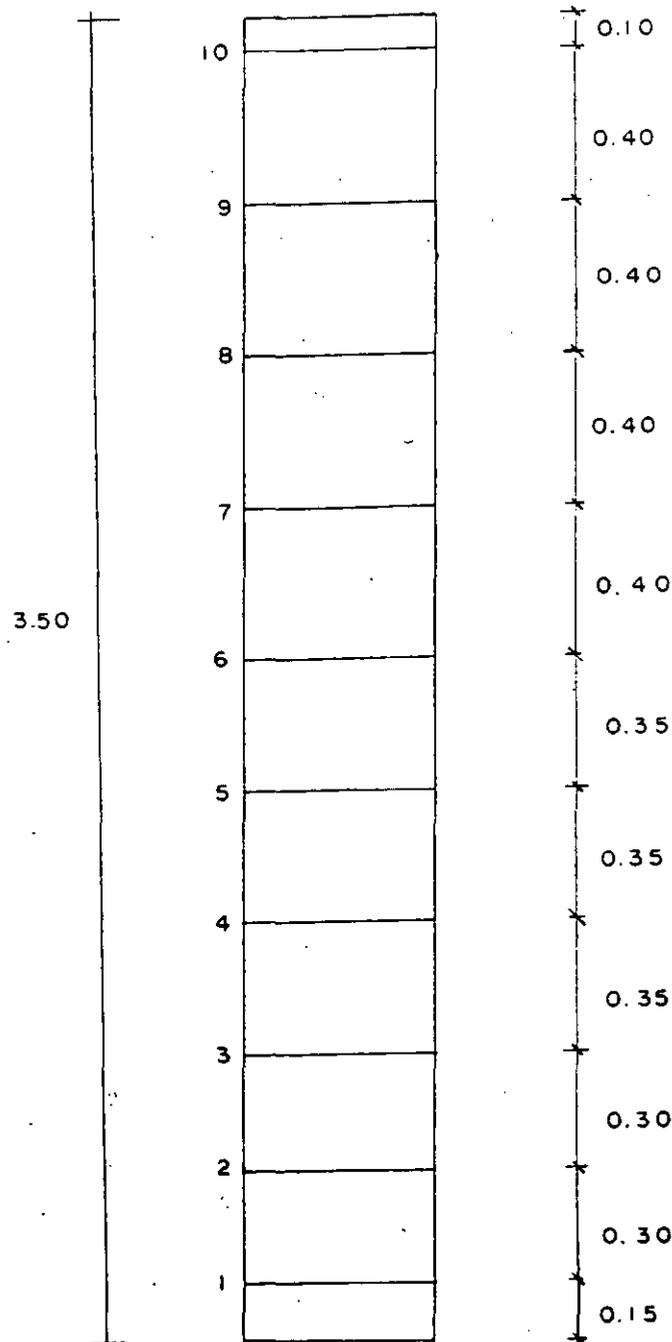
### 3. - Diseño de Yugos.

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión. Deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

###

Se usará la siguiente distribución de yugos.



donde:

P: Fuerza axial (kgs)

A : Area de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

M : Momento flexionante (kg-cm)

S : Módulo de sección (cm<sup>3</sup>)

para yugo 2.

$$P_2 = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$9 = 7320 \times 0.30 = 2196 \text{ kg/m} \quad P = \frac{2196 \times 0.45}{2} = 494 \text{ kg.}$$

$$M = \frac{9 l^2}{10} = \frac{2196 \times 0.45^2}{10} = 44.47 \text{ kg-m} = 4447 \text{ kg-cm.}$$

$$S \text{ requerida} = \frac{M}{f} = \frac{4447}{120} = 37 \text{ cm}^3.$$

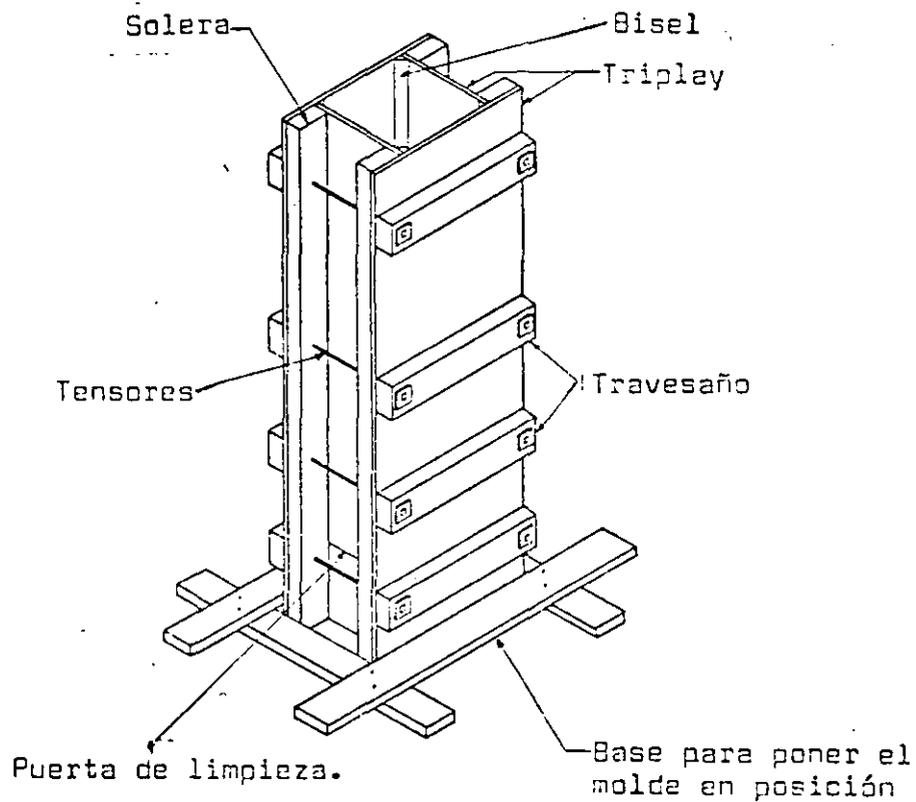
Probar tira 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

$$A = 3.33 \times 10.2 = 33.97 \text{ cm}^2.$$

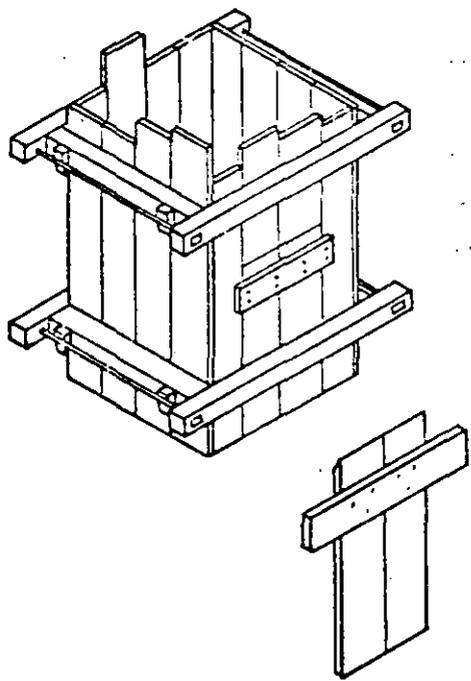
$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$$

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$$

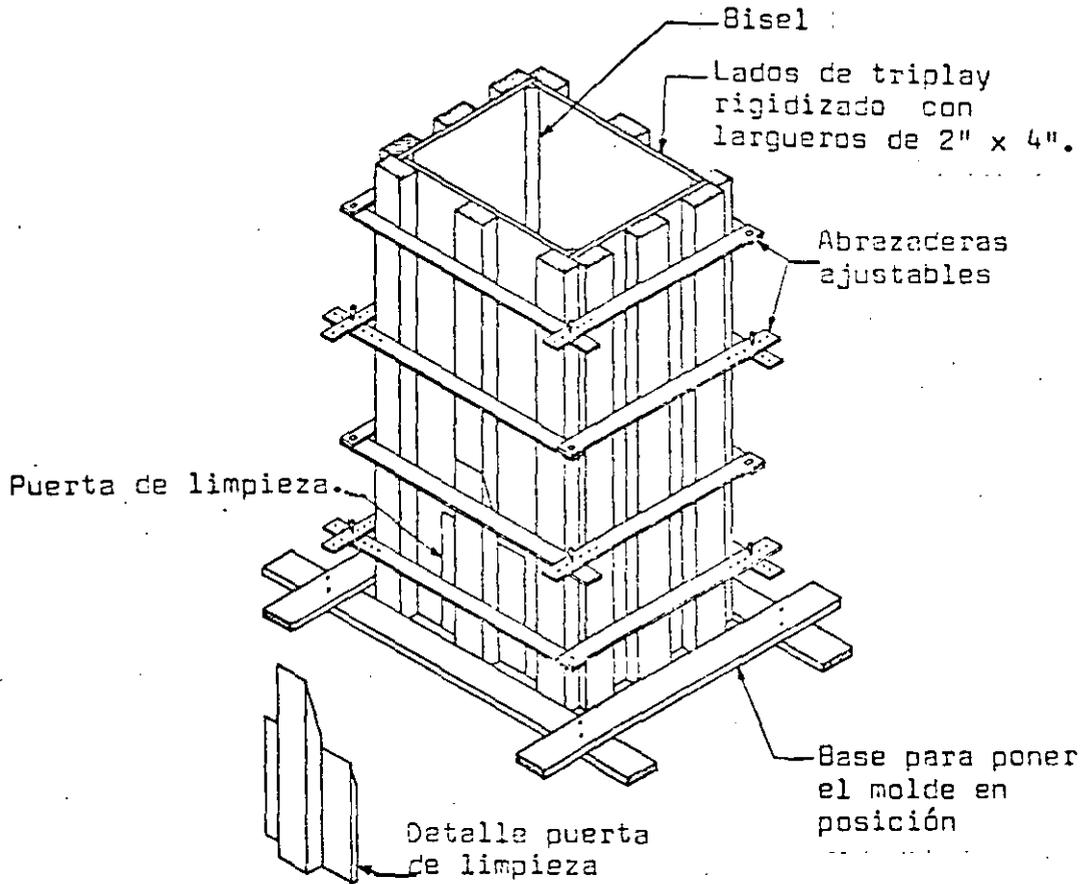
$$f_m = 196 \text{ kg} = 196 \times 0.6 \doteq 120 \text{ kg/cm}^2.$$



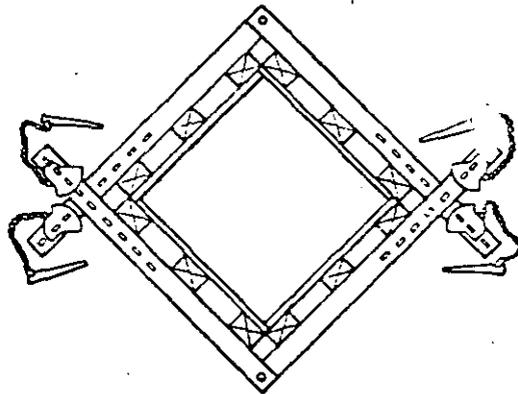
Cimbra típica para columnas ligeras.



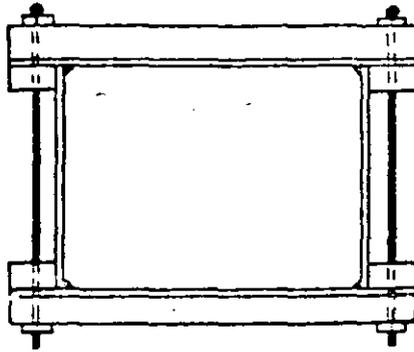
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



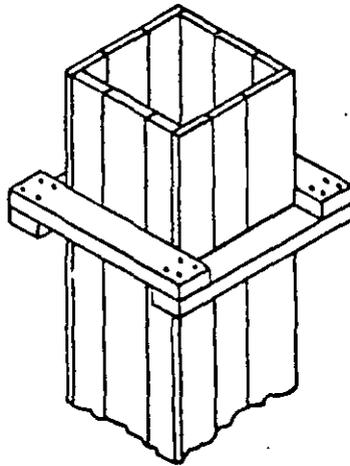
Cimbra típica para columnas



Triplay y yugos metálicos

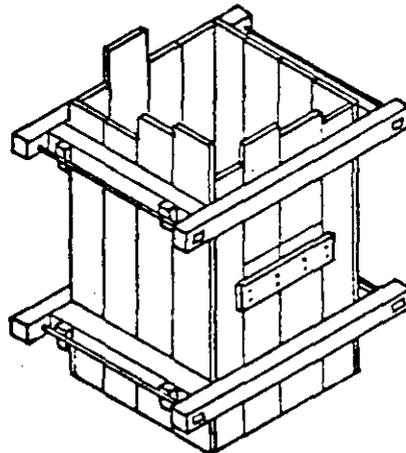


Triplay con yugo combinado de madera y pernos

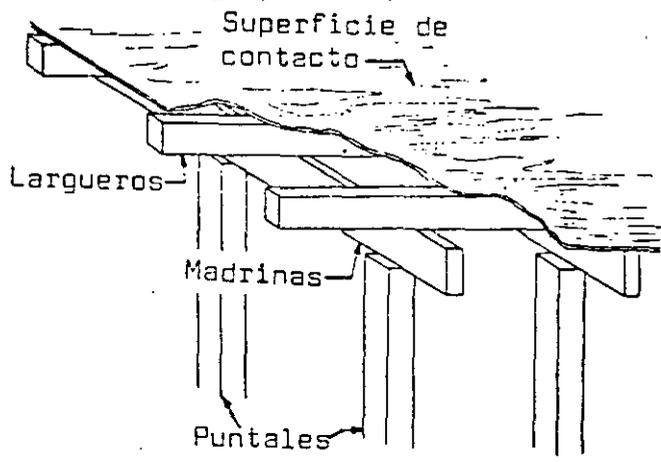


Cimbra de Columnas

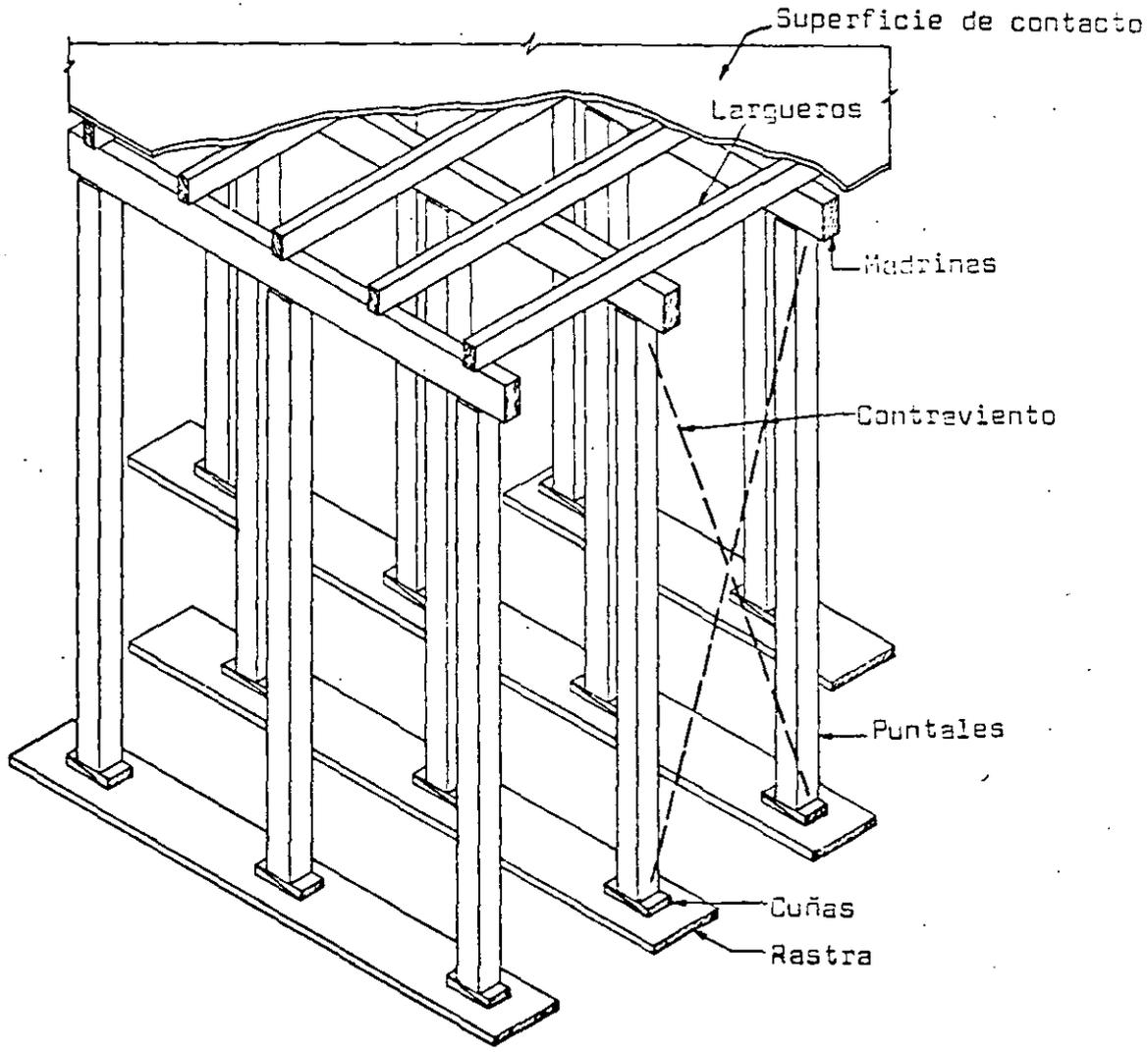
Duela de Madera con Yugas de madera



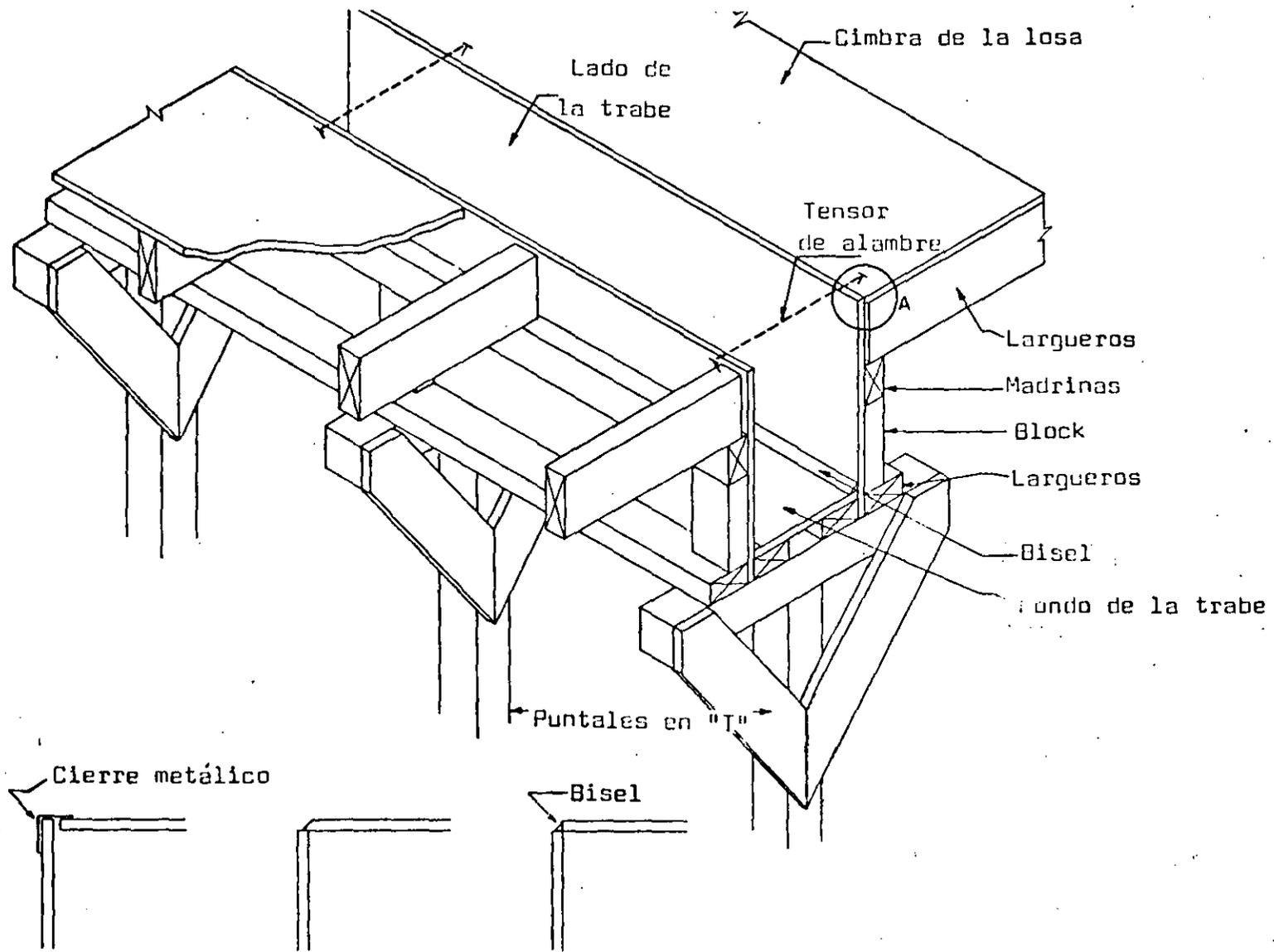
Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.



Cimbra típica de losa



Componentes típicos para cimbra de losas.



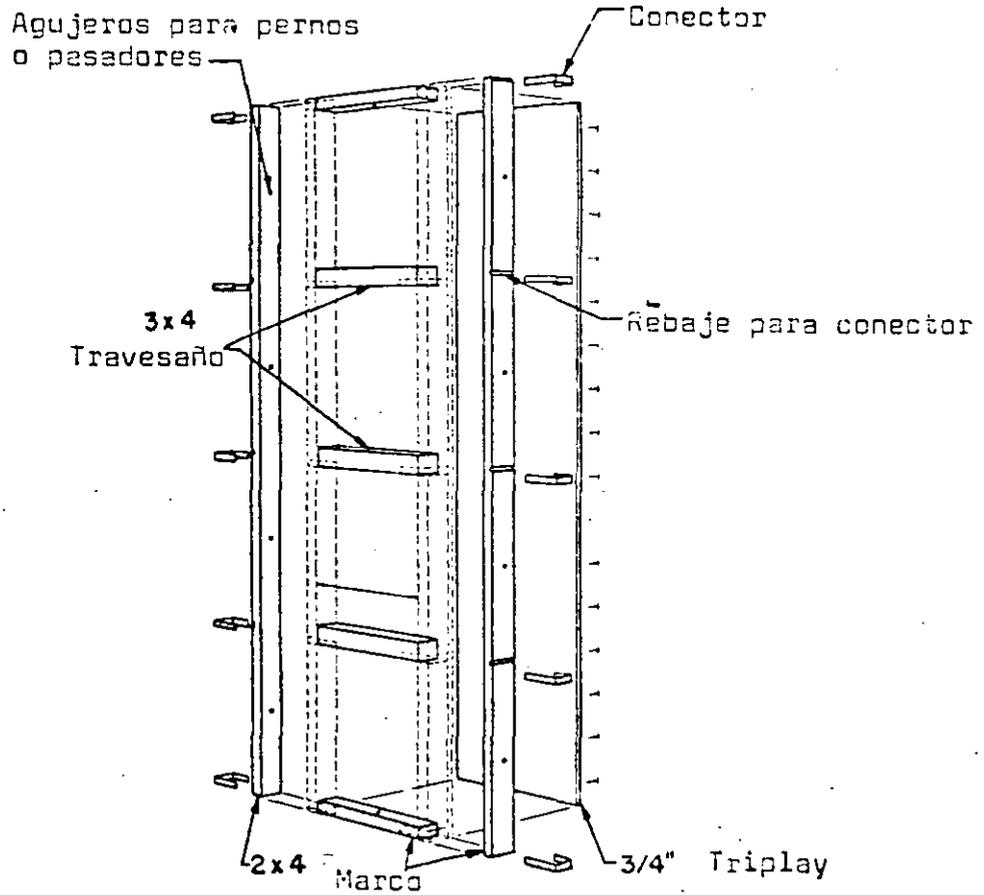
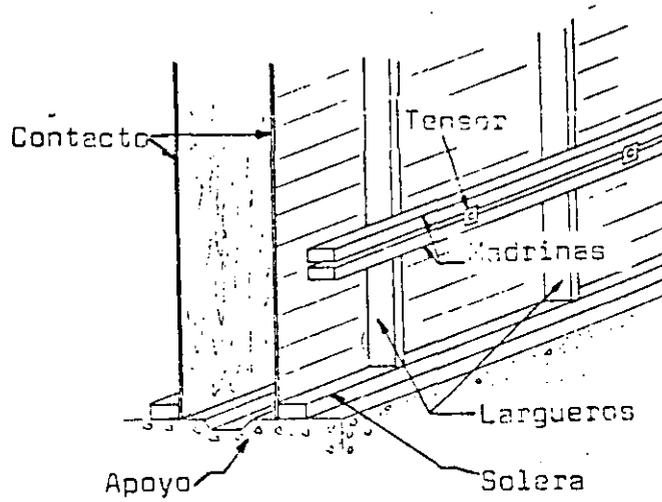
Diferentes maneras de resolver las esquinas

Arreglo tí. de cimbra para trabe y losa

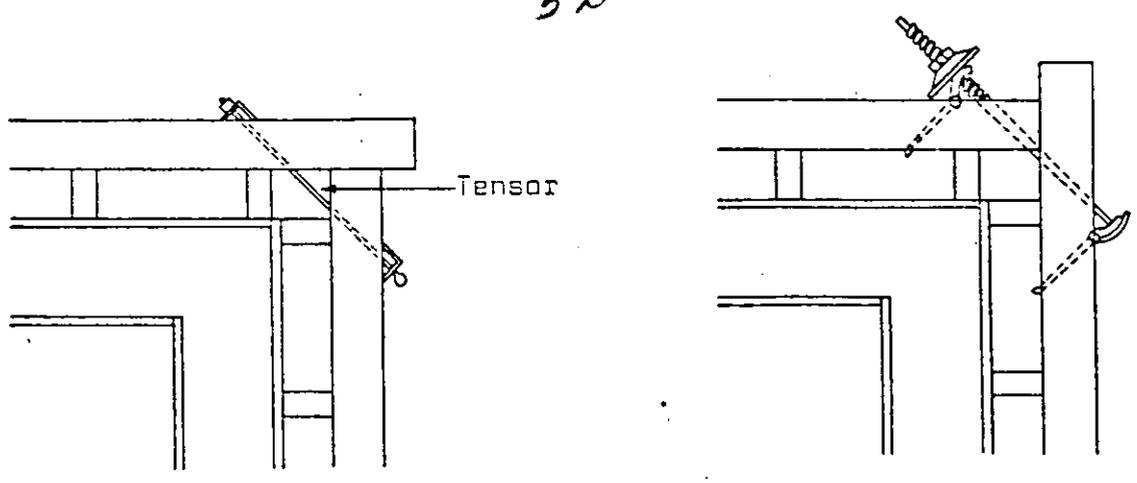
50

50

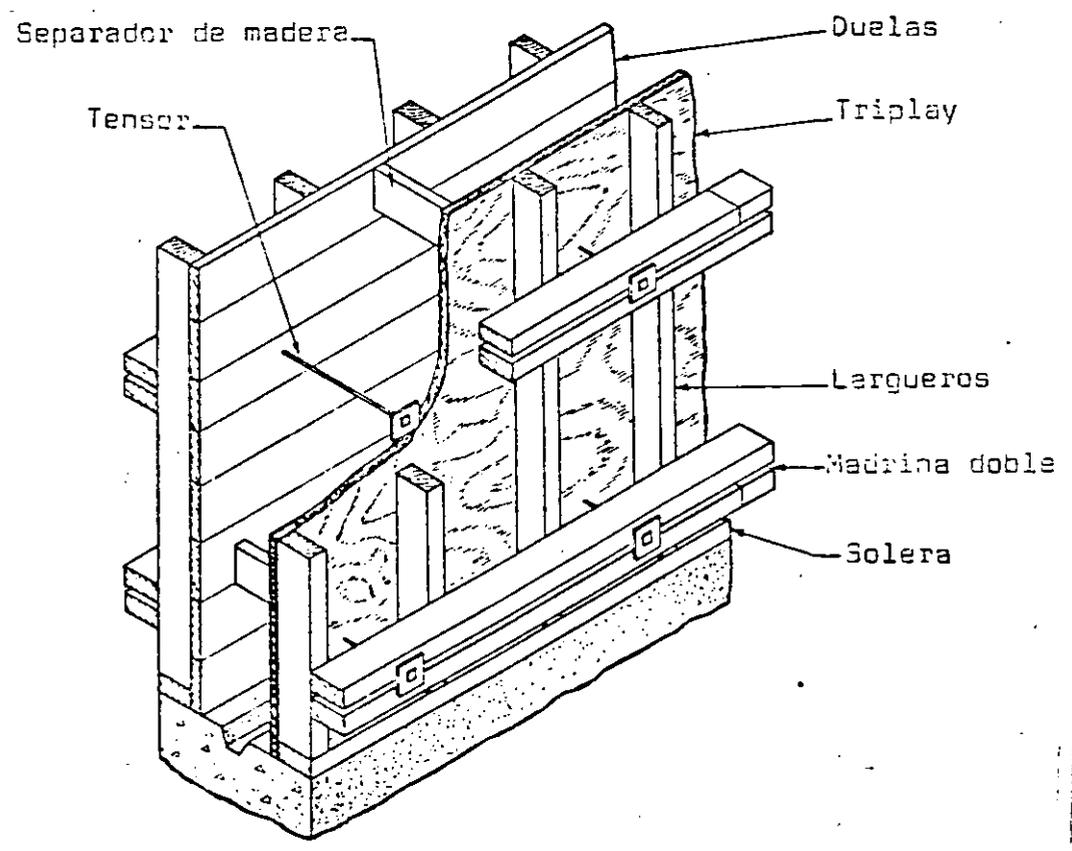
Cimbra típica de muro



Ensamble típico de cimbra de muro

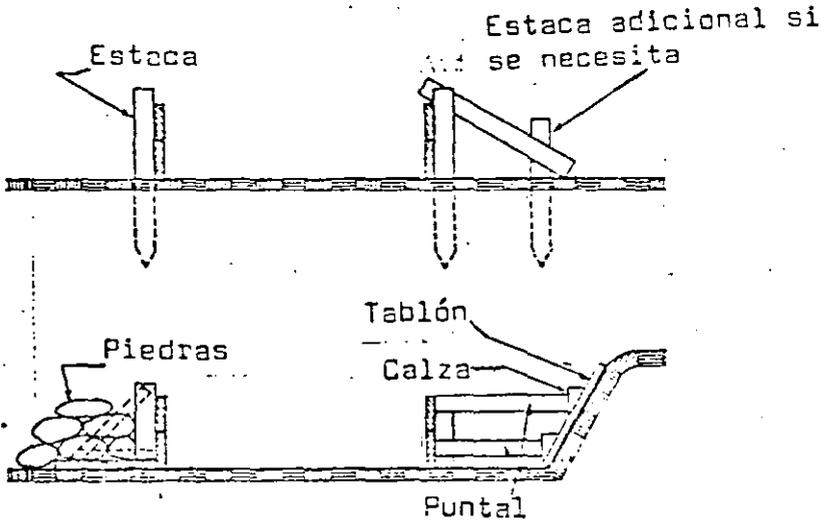
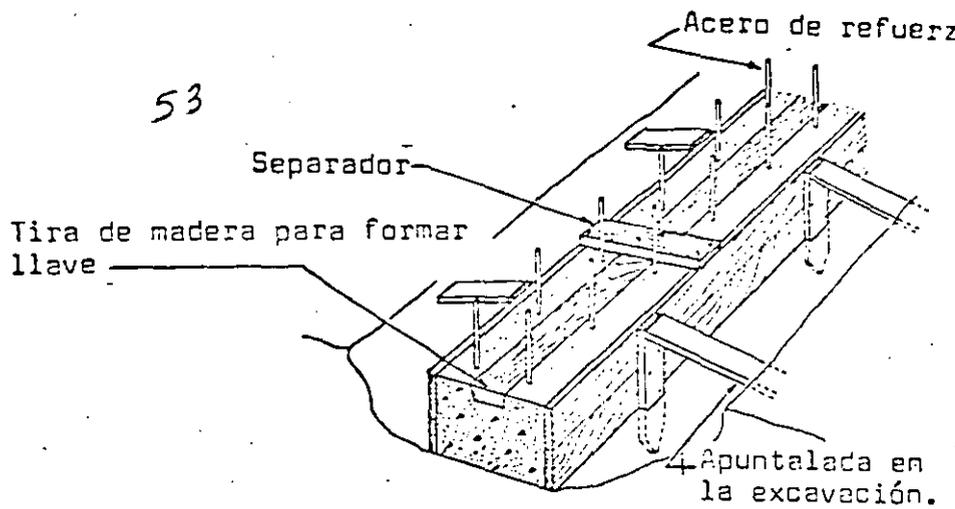


Varias formas de fijar esquinas



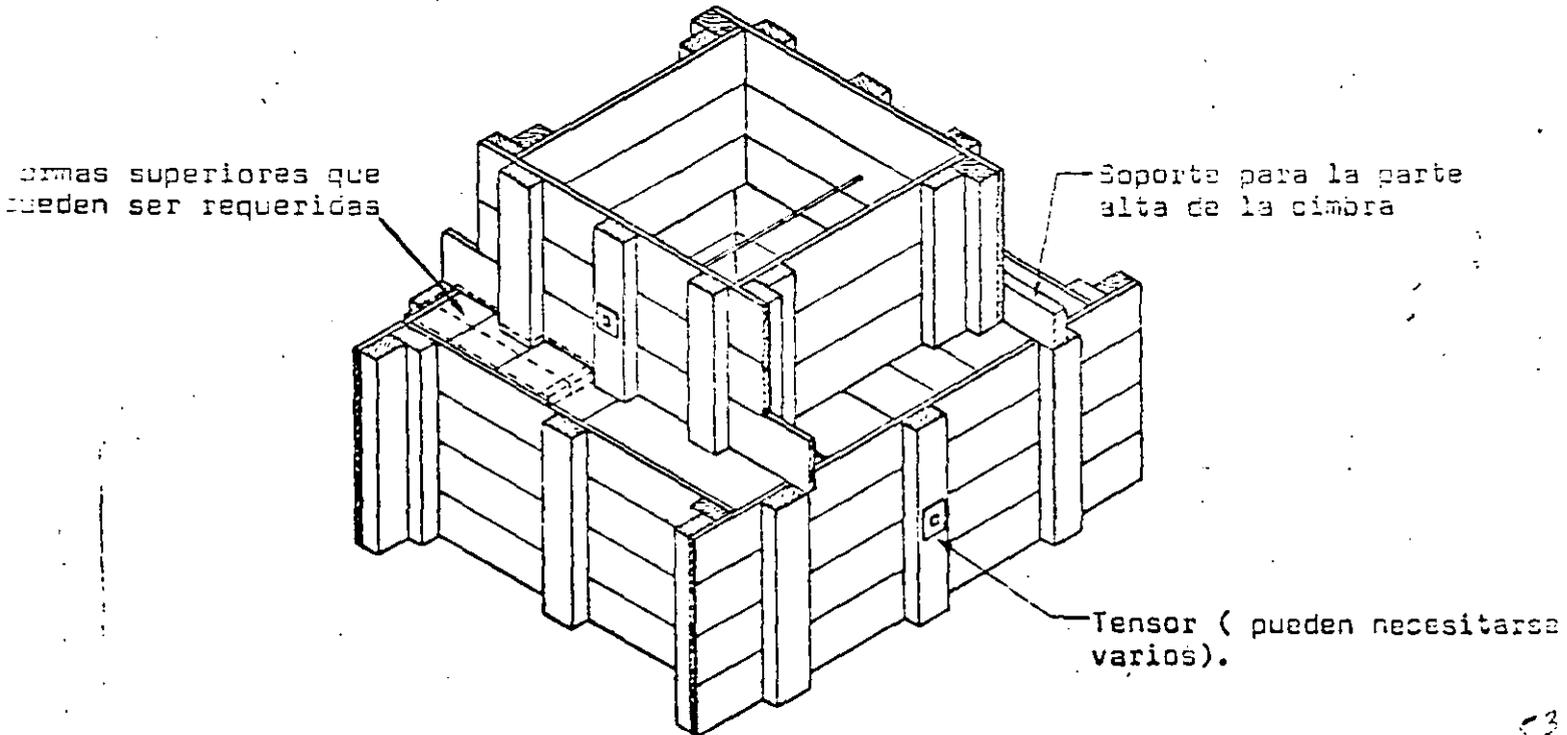
Cimbra típica para muro: Se muestran varias alternativas de materiales, el separador - con frecuencia parte del - tensor.

53

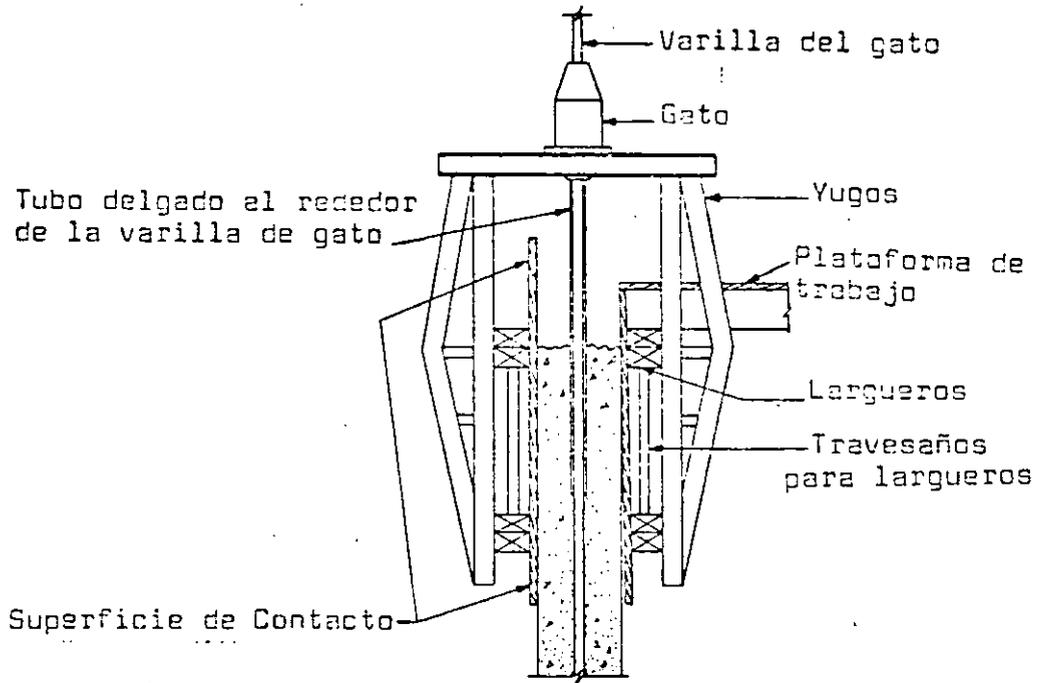


Varias alternativas para zapatas delgadas. Más gruesas pueden requerir tensores

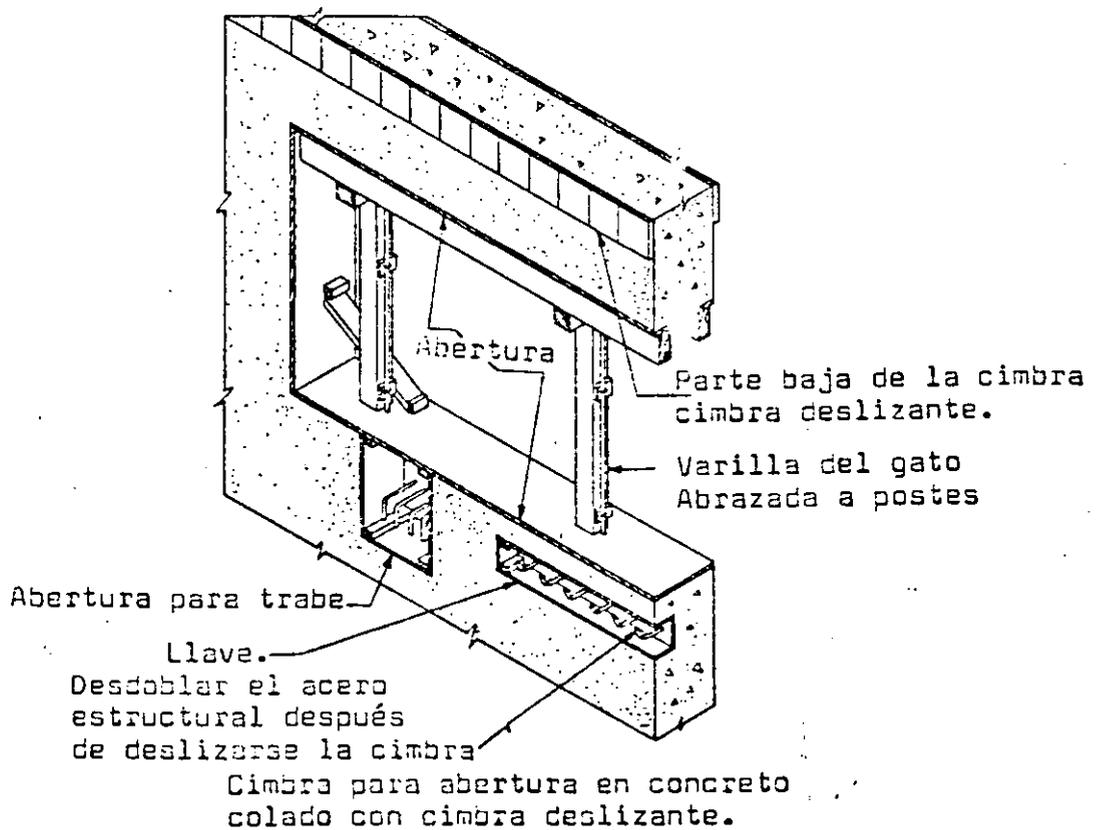
Cimbra para zapata y dado

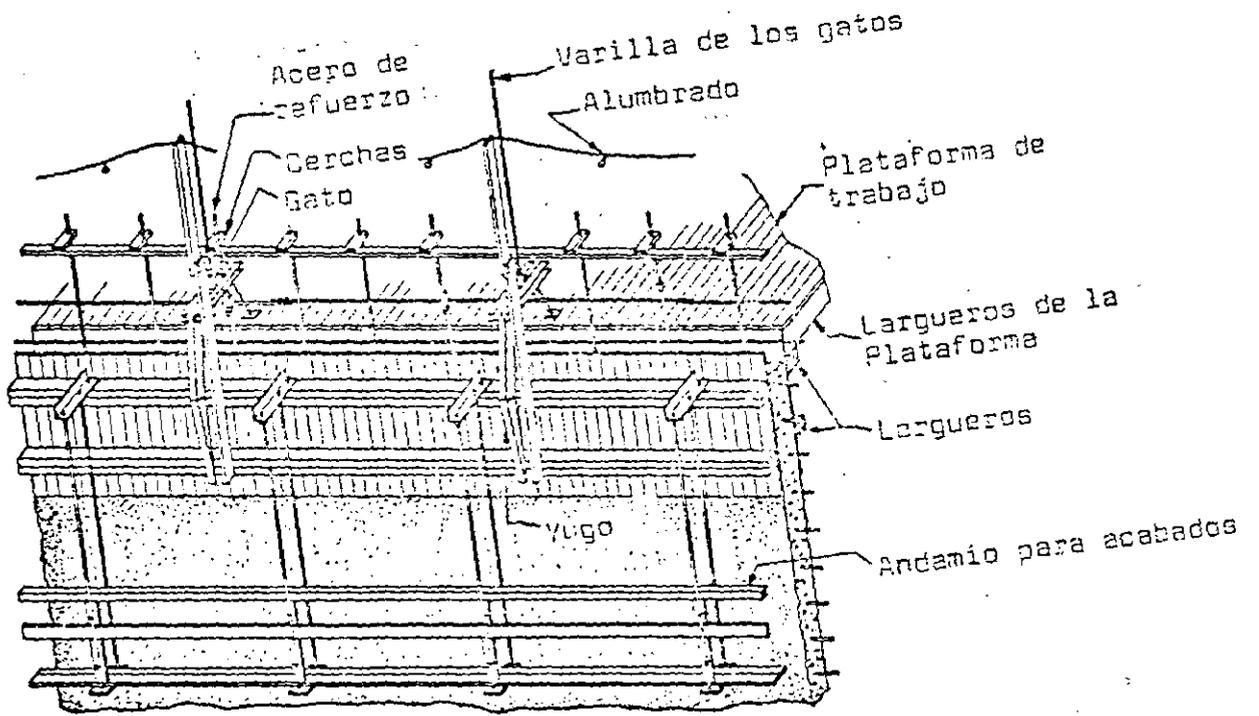


54



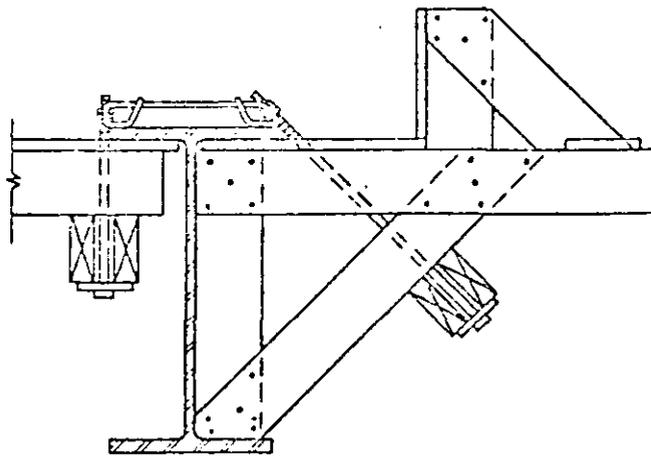
Sección Transversal de cimbra deslizante





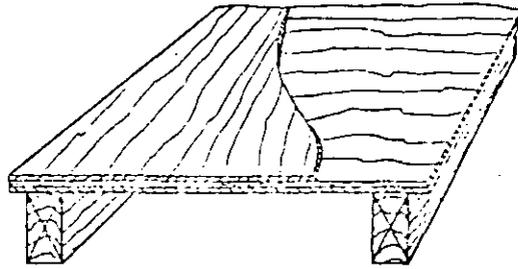
Cimbra deslizante típica

56

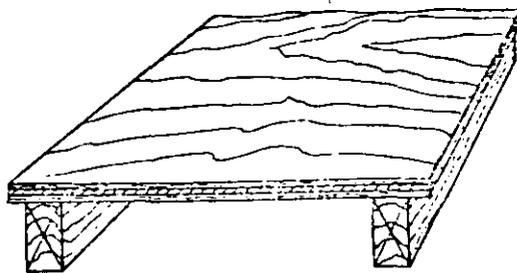


Marco colgado con tensor  
inclinado para volado en  
viga metálica.

57



Triplay usado en la dirección más resistente.



Triplay usado en la dirección menos resistente.

TABLA 4-3

58

Hoja de triplay pu- lido. Espesor neto. mm	No. de capas. No.	Espesor de las capas (nominal)			1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro.			1 cm. de ancho con la veta visible perpendi- cular al claro.			Peso Aproximado (kg)	
		Externas mm	Interiores mm	Central mm (para 5 y 7 capas)	Area de la sec- ción trans- versal cm2	Momen- to de inercia cm4	Módu- lo de sec- ción cm3	Area de la sec- ción trans- versal cm2	Momen- to de inercia cm4	Módu- lo de sec- ción. cm3	Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
3.20	3	1.60	1.60		0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
4.75	3	2.12	2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
6.35	3	2.82	2.82		0.35	0.1944	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	11.350	381.00
9.50	3	3.20	4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16.344	549.00
9.50	5	2.54	2.12	2 2.12	0.53	0.0512	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	16.344	549.00
12.70	5	3.20	3.20	2 2.54	0.76	0.1259	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
15.90	5	3.20	4.80	2 3.20	0.95	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
19.00	5	3.20	4.80	2 4.80	0.95	0.3413	0.3598	0.9450	0.2325	0.3265	32.234	1083.00
19.00	7	3.20	2 2.12	3 3.20	0.95	0.3889	0.4097	0.9450	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
22.20	7	3.20	2 4.00	3 3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3305	0.3796	37.682	1266.00
25.40	7	3.20	2 3.20	3 4.80	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464.00
28.60	7	3.20	2 4.80	3 4.80	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632.00

58

8

RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor		Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
pulg.	mm.		
1/4	6	38.10	60.96
3/8	10	91.44	137.16
1/2	13	182.88	243.84
5/8	16	243.84	304.80
3/4	19	304.80	365.76

CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-1

Espesor de losa (cm)	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25.0	27.5	30.5
Concreto de 1600kg/m <sup>3</sup>	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
Concreto de 2000kg/m <sup>3</sup>	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400kg/m <sup>3</sup>	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Carga viva de 250 kg/m<sup>2</sup>. Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carritos motorizados (vogues) para transporte de concreto deberá incrementarse a 500 kg/m<sup>2</sup>.

PRESIONES HORIZONTALES PARA DISEÑO  
DE CIMBRAS DE MUROS.

TABLA 5-2

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m <sup>2</sup> ) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m<sup>2</sup>, ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

MAXIMA PRESION HORIZONTAL PARA  
DISEÑO DE CIMBRAS DE COLUMNAS.

TABLA 5-3

cm.por hr.						
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m<sup>2</sup>,

ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma,  
la que sea menor.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE  
CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-4

Espesor de la losa (cm)	Carga muerta kg/ m <sup>2</sup>	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada ( kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

64

MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE  
CONTRAVIENTOS DE CIMBRAS DE MUROS, -  
APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL MOLDE.

TABLA 5-5

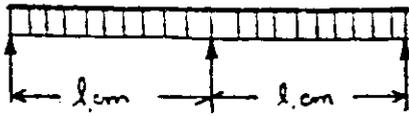
Altura del muro (m)		Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada (kg/m)			
		73kg/m2	98kg/m2	122kg/m2	146kg/m2
(sobre el terreno)					
1.22 ó menos	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.6	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.4	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70 ó mas	24.4 h.	36.6 h	48.8 h	61.0 h	73.2h

Bajo el terreno

6-

# FORMULAS DE VIGAS, APLICABLES EN CÍMBRAS

VIGA CONTINUA SOBRE 2 CLAROS IGUALES  
CARGA UNIFORME

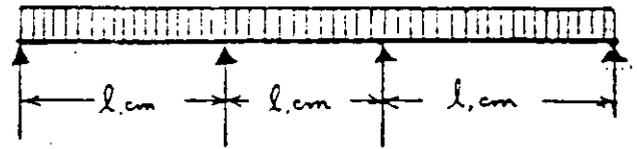


$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{wl^3}{155 EI}$$

VIGA CONTINUA SOBRE 3 O MÁS CLAROS  
CARGA UNIFORME

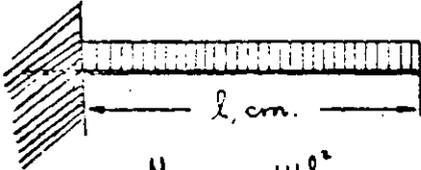
65



$$M_{\max} = \frac{wl^2}{10}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{wl^4}{145 EI}$$

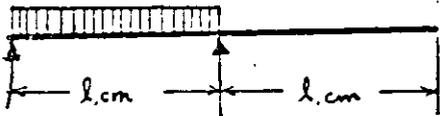
VIGA CANTILIVER (CARGA UNIFORME)



$$M_{\max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

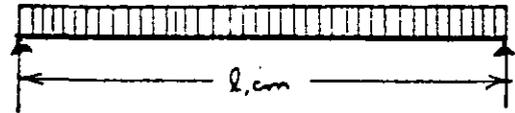
VIGA CON 2 APOYOS SOBRESALIENDO UN EXTREMO,  
CON CARGA UNIFORME ENTRE APOYOS.



$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI}$$

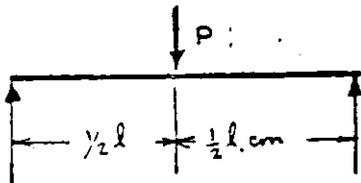
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA (CARGA UNIFORME)



$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8}$$

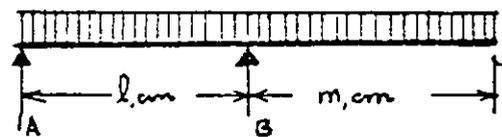
$$\Delta_{\max} = \frac{5wl^4}{384 EI}$$

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA  
CONCENTRADA AL CENTRO.



$$M_{\max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$



VIGA APOYADA EN AMBOS EXTREMOS, PERO SOBRESALIENDO UNO CON CARGA UNIFORME.

$$M_{\max} = \frac{w}{8l^2} (l+m)^2 (l-m)^2$$

$$V_{\max} = \frac{w}{2l} (l^2 + m^2)$$

①

1

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
cm (pulg)								
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.0
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

2

(2)

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mfnima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

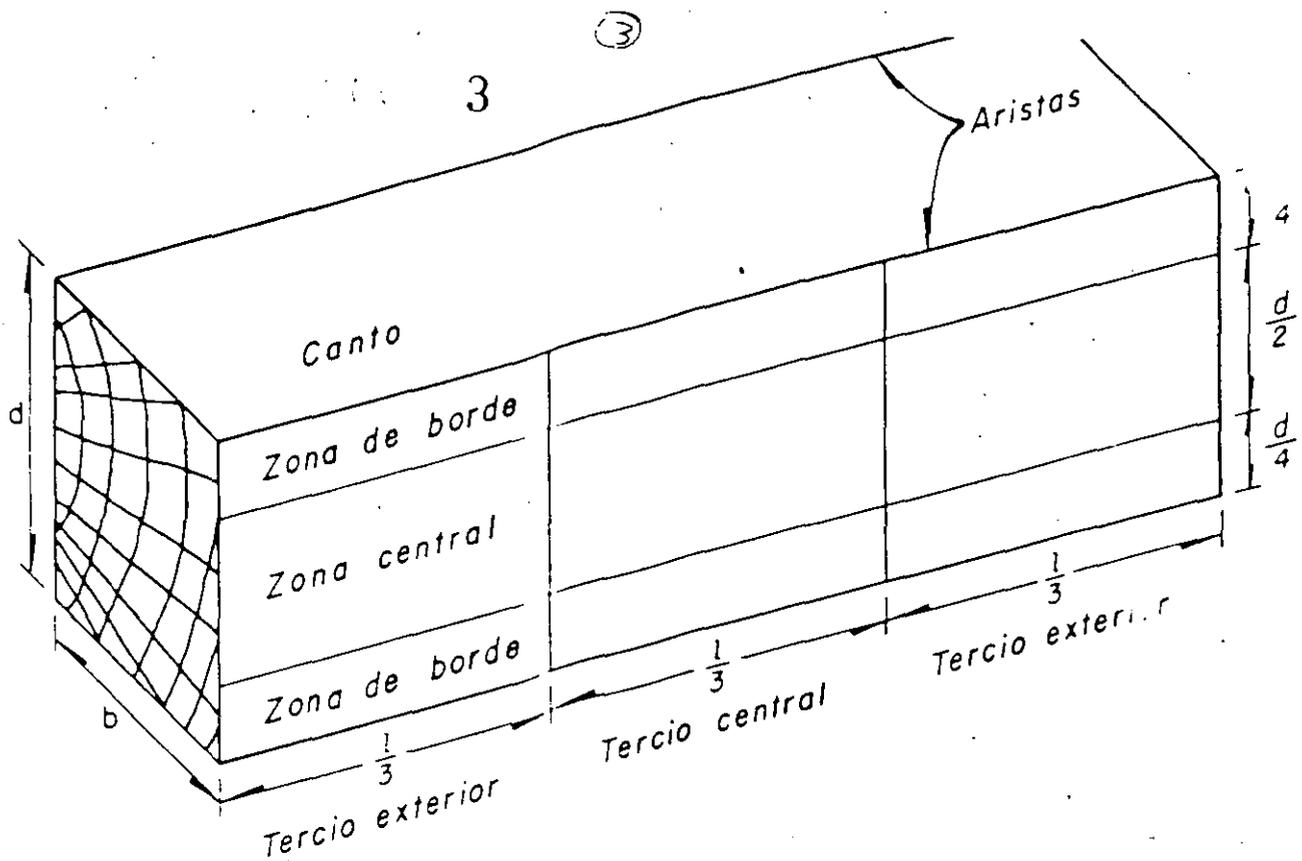


Fig I . Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural

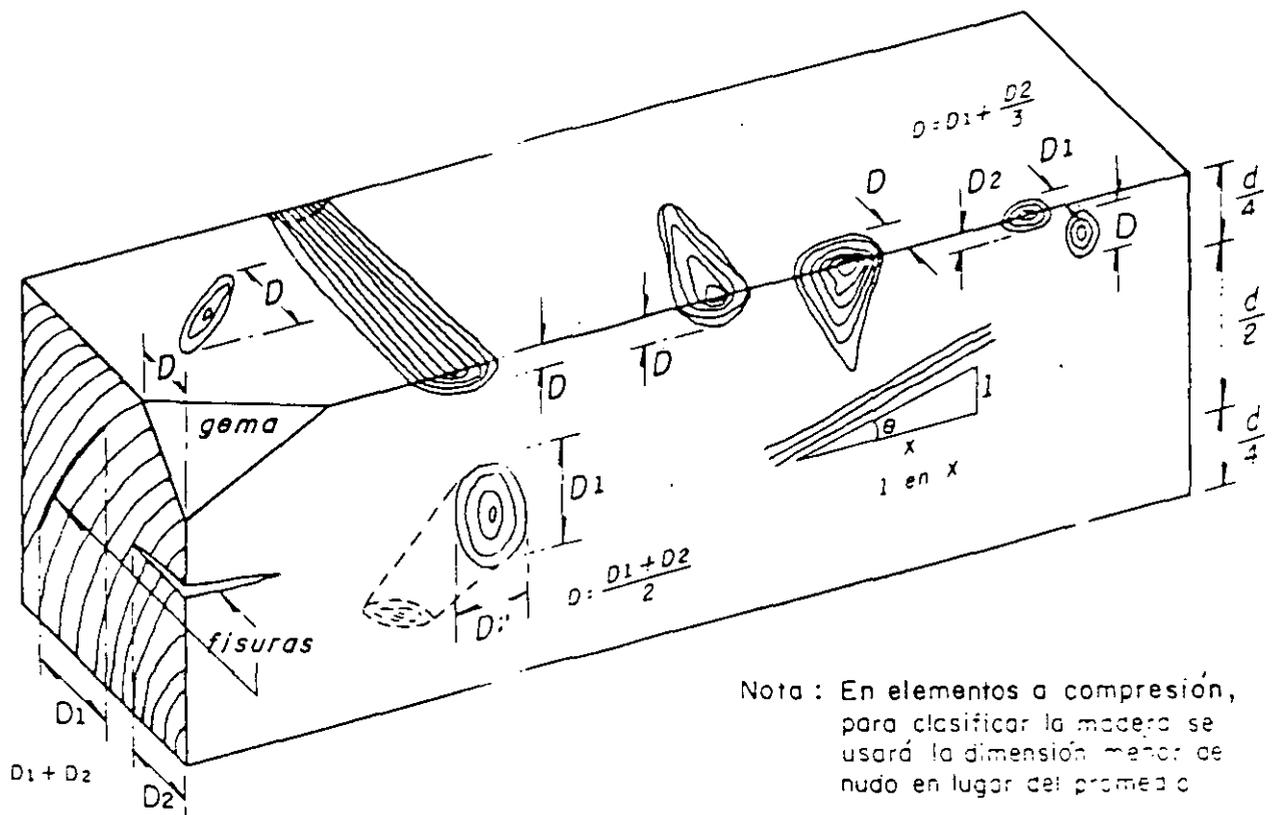


Fig II . Medición de nudos, inclinación de fibra , gema, velocidad de crecimiento y fisuras



17

TABLA 2.2  
ESFUERZOS PERMISIBLES  
en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; condición verde

Solicitud	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad				
( $\times 10^3$ ) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

5  
TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TÍPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm <sup>2</sup>
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.)	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular - o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM.	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM <sup>2</sup>
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

Sin Nudo

Con Nudo

Media  $\bar{X}$  = 466 Kg/CM<sup>2</sup>

444 Kg/CM<sup>2</sup>

Desviación estándar  $\sigma$  = 102 Kg/CM<sup>2</sup>

123 Kg/CM<sup>2</sup>

Coefficiente de variación CV = 22%

CV = 28%

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM <sup>2</sup>	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM <sup>2</sup>
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media  $\bar{x}$  = 445 Kg/CM<sup>2</sup>

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM<sup>2</sup>

Coefficiente de variación CV = 12%

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadros y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA  
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

2

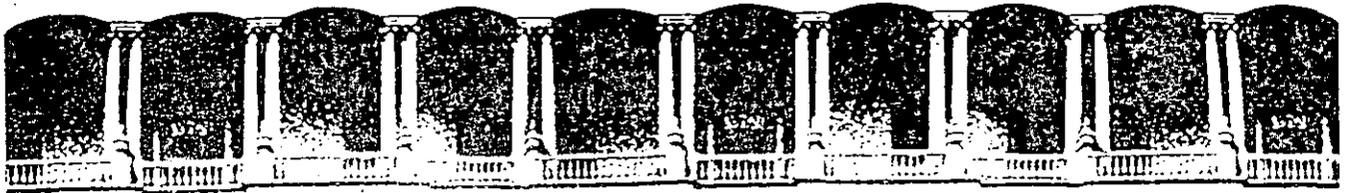
GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VEVAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp. 1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II $\geq D \leq 2$ veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x $\frac{1}{16}$ Long.	MAX. 8 MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos 8 MM x 252 MM MAX.	NO	Espeor 2.5 y 8 MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si $\geq D < 2$ veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II $\geq D \leq$ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area $< \frac{1}{4}$ superficie total		MAX. 252 MM	En los extre- mos y menor Que: ANCHO y $\frac{1}{6}$		20%	1/4 de la su- perfi- cie de la cara	2 MM Tal Q' $\geq D < 2$ veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

6

(10)

ESFUERZOS PERMISIBLES,  
en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; condición verde

Solicitud	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fi- bra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad				
(x $10^3$ )      medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40



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

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*CIMBRAS DESLIZANTES*

*ING. ARTURO MONDRAGON ESQUIVEL*  
*ING. ENRIQUE TAKAHASHI V.*

LA CIMBRA DESLIZANTE SIEMPRE ES ASOCIADA A LA CONSTRUCCION DE SILOS Y OTRAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y SIEMPRE COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSTRUCCION QUE BAJA COSTOS Y FUERZA DE TRABAJO Y PERMITE SEGURIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION. ULTIMAMENTE, SIN EMBARGO CON EL PERFECCIONAMIENTO DE GATOS TOTALMENTE AUTOMATICOS QUE SON MAS COMPETITIVOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE HA SIDO EXITOSAMENTE APLICADA DE MUCHAS OTRAS ESTRUCTURAS INCLUYENDO PILAS PARA PUENTE, CUBOS DE SERVICIOS EN EDIFICIOS ALTOS, CHIMENEAS, TORRES DE COMUNICACION, TORRES DE ENFRIAMIENTO Y PLATAFORMAS DE PERFORACION FUERA DE LAS COSTAS; POR ENUMERAR UNAS CUANTAS.

PARA GANAR LOS BENEFICIOS OPTIMOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE TODO ESFUERZO SERA VALIDO PARA INCORPORAR LA SELECCION DE TECNICAS Y MATERIALES EN LOS CONCEPTOS DE DISEÑO EN LAS PRIMERAS ETAPAS. EL ARQUITECTO O INGENIERO QUE DEJA LAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION ENTERAMENTE AL CONTRATISTA, ESTA POSPONIENDO ESAS OPCIONES, HASTA QUE ES DEMASIADO TARDE IMPLEMENTARLAS, TENIENDO QUE HACER REVISIONES AL DISEÑO QUE LLEGAN A SER CASI PROHIBITIVAS POR SU COSTO Y OCASIONANDO DEMORAS POR TALES REVISIONES.

EL PROCESO SLIPFORM.

ALGUNOS ASPECTOS DE LOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LA TECNICA SLIPFORM SON DADOS AQUI Y SE PROVEERA DE ALGUN CRITERIO PARA EVALUAR EL METODO Y USARLO EN CASOS ESPECIFICOS DE EDIFICIOS O PARA USARSE CONJUNTAMENTE CON OTRAS TECNICAS DE CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE ES USUALMENTE APLICADA PARA ERIGIR MUROS DE CONCRETO, PILAS, TORRES U OTRAS ESTRUCTURAS CAPACES DE CONSTRUIRSE SIENDO EXTRUIDAS. EN EFECTO, LA CIMBRA DESLIZANTE ES UN PROCESO DE EXTRUSION EN EL CUAL LA CIMBRA DE 1.05 A 1.80 M. DE ALTURA ES EL MOLDE. EN LA MAYORIA DE LOS PROCESOS DE EXTRUSION EL MOLDE ES ESTACIONARIO PERO EN CIMBRA DESLIZANTE EL MATERIAL ESTA ESTATICO Y EL MOLDE SE MUEVE HACIA ARRIBA PROPULSADO

POR FUERZA HIDRAULICA, NEUMATICA U OTROS MEDIOS. EL CONCRETO PLASTICO COLOCADO EN LA BASE SUPERIOR DEL MOLDE DEBERA PERDER SU PLASTICIDAD DURANTE EL TIEMPO QUE EL MOLDE SE HA MOVIDO PASANDO Y CESANDO DE SER SOPORTADO. POR TANTO LA VELOCIDAD DEL FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO DETERMINA LA VELOCIDAD QUE LA CIMBRA DESLIZANTE SE DESPLAZARA ENTRE OTROS FACTORES. NORMALMENTE EL TIEMPO DE FRAGUADO ES DE 2 A 3 HORAS CON CIMBRAS DE 1.20 M. DE ALTO, ESTO SIGNIFICA UNA VELOCIDAD DE 40 A 60 CM. POR HORA DEPENDIENDO DE OTROS FACTORES TALLES COMO: TIPO Y FINURA DEL CEMENTO, TEMPERATURAS DE COLADO, Y MEZCLA USADA; VELOCIDADES MAYORES QUE LAS CITADAS HAN SIDO ALCANZADAS; PERO CON FRECUENCIA LAS VELOCIDADES DE OPERACION SON MAS BAJAS; DE 20 A 30 CM. POR HORA, ES UN PROMEDIO COMUN POR LAS DEMORAS DEBIDAS A COLOCACION DE INSERTOS, DE ACERO DE REFUERZO O CONCRETO.

YA QUE EL DESLIZADO DE CIMBRA ES UN PROCESO DE EXTRUCCION NADA PUEDE VACIARSE DURANTE EL PROCESO QUE NO QUEDE CONFINADO DENTRO DEL MOLDE. EN OTRAS PALABRAS LA TRAYECTORIA VERTICAL DEL MOLDE NO PUEDE INTERFERIRSE CON NINGUN OBJETO O ELEMENTO HORIZONTAL.

#### DISEÑO DE LA CIMBRA

ESTE ES UN ELEMENTO DE Poca ALTURA QUE HAY QUE PROPORCIONAR DE TAL MANERA QUE RESISTA LAS PRESIONES DEL CONCRETO AL SER VACIADO EN SU INTERIOR EN EL MOMENTO DEL LLENADO INICIAL, PREVIO AL ARRANQUE DEL SISTEMA HACIA ARRIBA.

LA CIMBRA ESTA COMPUESTA DE DOS ELEMENTOS PRINCIPALES ESTOS SON: FORRO Y LARGUEROS O CERCHAS. EL FORRO PODRA VARIAR EN ALTURA DE 1.05 A 1.80 M. Y ESTA SUJETO A LOS LARGUEROS O CERCHAS, TODOS LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA CIMBRA PODRAN SER DE MADERA, METALICAS O MIXTAS.

OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES DE LA CIMBRA SON: POR UNA PARTE LOS SISTEMAS DE RIGIDIZACION FORMADAS POR ESTRUCTURAS DE MADERA O METALICAS --

ELEMENTOS QUE MANTENDRAN LA EXACTA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL - DE LA ESTRUCTURA A DESLIZAR EN TODA SU ALTURA SOBRE ESTA ESTRUCTURA SE PODRAN ACONDICIONAR LAS PLATAFORMAS Y PASARELAS, TANTO POR OPERACIONES DE ARMADO DE VAPILLA COMO PARA LA DISTRIBUCION Y COLOCACION DEL CONCRETO DENTRO DE LA CIMBRA.

#### DISEÑO DEL SISTEMA ACCIONADOR.

ESTA FORMADO PRINCIPALMENTE POR UN EQUIPO CENTRAL DE PRESION, QUE A TRAVES DE UNA TUBERIA ALIMENTADORA TRASMITE IMPULSOS DE PRESION A UN CONJUNTO DE GATOS QUE TREPAN POR LAS BARRAS DE APOYO Y ARRASTRAR EN ESTE MOVIMIENTO ASCENDENTE A LA CIMBRA.

LA DISTRIBUCION Y NUMERO DE UNIDADES DE ACCIONAMIENTO, OBEDECE A UN ESTUDIO PARA CADA CASO EN PARTICULAR EN EL QUE HAY QUE DETERMINAR TODAS LAS CARGAS QUE GRAVITAN SOBRE PLATAFORMA, FUERZAS A VENCER, COMO FRICCION CONTRA EL CONCRETO, LA ADHERENCIA DE ESTE HACIA LA CIMBRA.

ESTE ESTUDIO PERMITE PROPORCIONAR NO SOLO EL NUMERO Y DISTRIBUCION -- DE LOS GATOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD, SI NO TAMBIEN LA SECCION ADECUADA DE LAS BARRAS DE APOYO Y LA CAPACIDAD DE LA FUENTE CENTRAL DE PRESION.

LOS ELEMENTOS DE LIGA ENTRE EL EQUIPO ACCIONADOR Y LA CIMBRA PROPIAMENTE DICHA, SE ESTABLECE MEDIANTE LA CONEXION ENTRE LOS LARGUEROS DE SOPORTE DEL FORRO Y LAS PIERNAS DEL YUGO FORMADO POR ESTAS Y UN CONECTOR HORIZONTAL DENOMINADO CABEZAL, EN ESTA PIEZA VA SUJETO EL GATO O UNIDAD ACCIONADORA DEL SISTEMA DESLIZANTE. EL PRINCIPIO MECANICO DE -- TREPA DEL GATO SE LOGRA POR MEDIO DE MUELA, RESORTE Y UNA CAMARA DE ADMISION DEL FLUIDO A PRESION QUE AL EXPANDIRSE REALIZA LA FUERZA -- ASCENDENTE QUE EN CONJUNTO IZARAN LA CIMBRA, LOGRANDO LA EXTRUSION DE LA SECCION DE LA ESTRUCTURA POR DESLIZAR.

#### CONTROL DEL SISTEMA DE DESLIZANTE.

UN ASPECTO MUY IMPORTANTE EN EL EXITO DE UNA OPEPACION DE DESLIZADO -

ES EL CONTROL DE SU MOVIMIENTO ASCENDENTE DURANTE TODO EL TIEMPO DE OPERACION QUE DEBE SER CONTINUA DURANTE 24 HORAS AL DIA O TAMBIEN -- INTERMITENTE SI HAY LIMITACIONES PARA OPEAR DURANTE LA NOCHE A DETERMINADO INTERVALO DE TIEMPO DURANTE EL DIA.

LA CONDICION PRINCIPAL A SATISFACER DESPUES DE GARANTIZAR LA CONSTANTE SECCION TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE EL CORRECTO DISEÑO DE LA CIMERA ES LA VERTICALIDAD DE LA PROPIA ESTRUCTURA.

TODO SISTEMA DESLIZANTE PRESENTA EN EL DESARROLLO DE SU DESPLAZAMIENTO VERTICAL TENDENCIAS A DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES, GIROS O PERDIDA DE HORIZONTALIDAD.

ES INDISPENSABLE DETECTAR CON PRECISION Y EN EL MOMENTO QUE SE INICIA CUALQUIER TENDENCIA FUERA DE PROYECTO EN LA TRAYECTORIA DEL SISTEMA. EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR ES EL ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES DE VERTICALIDAD DE NIVEL Y DE GIRO LOS QUE DEBERAN SER VIGILADOS CONSTANTEMENTE DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO DE DESLIZADO.

DE LA CORRECTA INTERPRETACION DEL REPORTE DE REGISTRO Y DE LA DICISION DE LA OPERACION CORRECTIVA DEPENDE DEL RESULTADO FINAL. CUANDO LA -- TENDENCIA ERRONEA SE DETECTA EN SU MOMENTO INCIPIENTE Y SE CORRIGE -- OPORTUNAMENTE PUEDE DECIRSE QUE NO HABRA PROBLEMAS SUBSECUENTES. EN EL CASO DE DEJAR PROGRESAR LA TENDENCIA Y APLICAR LA CORRECCION TARDIAMENTE, LA ESTRUCTURA SUFRIRA DEFORMACIONES Y EN CASO EXTREMO INCURRIR EN FALLAS TOTAL LLEVARA AL FRACASO DEL PROCEDIMIENTO.

LA VELOCIDAD CONSTANTE DE ASCENSO ES OTRA CONDICION FUNDAMENTAL QUE FACILITARA EL CONTROL DE TRAYECTORIA Y EN SU CASO LAS ACCIONES CORRECTIVAS QUE SUPRIMIRAN UNA TENDENCIA ERRONEA EN DICHA TRAYECTORIA.

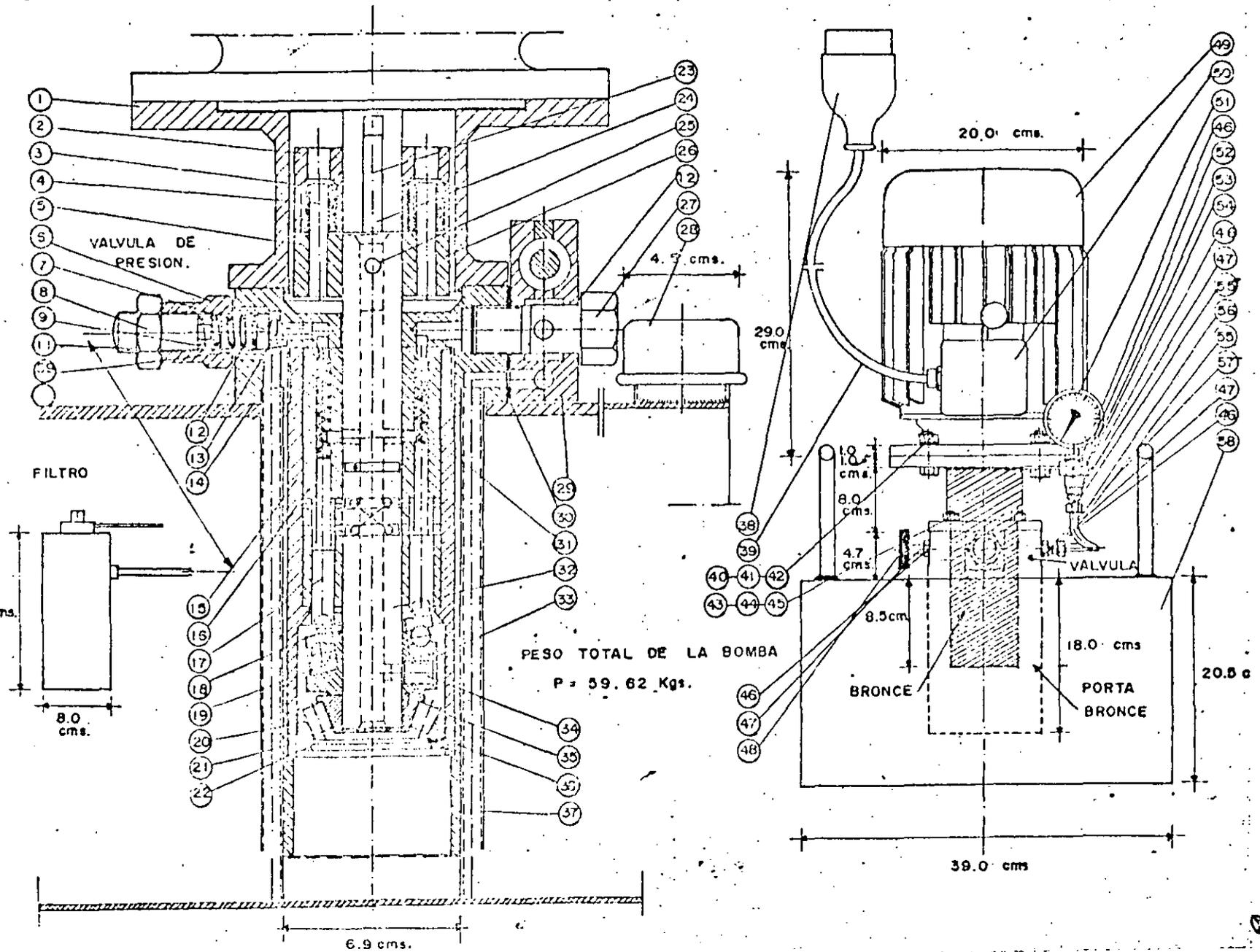
HAY MUCHAS CAUSAS CUYOS EFECTOS, AFECTAN LA VELOCIDAD DE ASCENSO Y -- CASI TODAS ELLAS SON PRACTICAMENTE AJENAS AL SISTEMA ACCIONADOR EN SI, ESTE NO OFRECE MAYORES PROBLEMAS DE OPERACION CUANDO ESTA DISEÑADO -- ADECUADAMENTE Y SU ELEMENTO ESTA EN PERFECTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

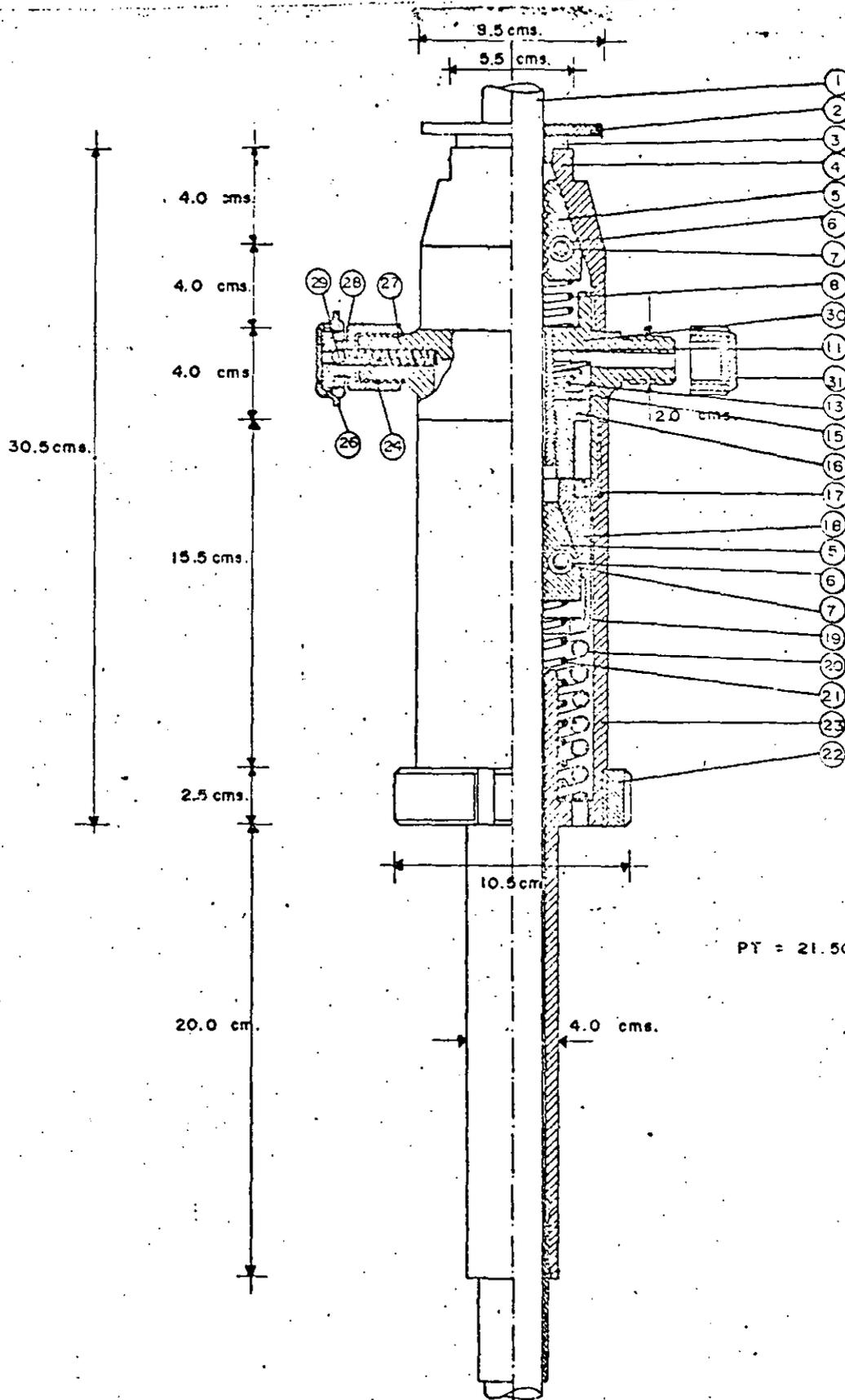
ES COMUN QUE LAS SITUACIONES QUE POR PARTE DEL SISTEMA ACCIONADOR -  
PUDIERAN EN UN MOMENTO DADO AFECTAR LA VELOCIDAD DEL SISTEMA DESLIZAN-  
TE, SEAN DEBITO A FALLAS MECANICAS QUE SON RELATIVAMENTE CONTROLABLES  
CON RAPIDEZ, PUES REPARAR UNA TUBERIA DE ACEITE ROTA, CAMBIAR UN GATO  
QUE FUNCIONA MAL O CAMBIAR LA MISMA BOMBA DEL CENTRO DE PRESION NO -  
SON OPERACIONES QUE LLEVEN MUCHO TIEMPO EN COMPARACION CON LA VELOCI-  
DAD DE ASCENSO.

NO SUCEDE LO MISMO CON LAS FALLAS EN LAS ACTIVIDADES CONCURRENTES CO-  
MO SON: PRODUCCION, TRANSPORTE, ELEVACION Y COLOCACION DEL CONCRETO  
DE LA CIMERA O EL HABILITADO DE ELEVACION, MANEJO Y ARMADO DE VARILLA  
EN LA ESTRUCTURA. ESTAS ACTIVIDADES DEBEN SER PROPORCIONADAS Y PLA-  
NEADAS CON ANTICIPACION AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE DESLIZAMIENTO -  
CON MINUCIOSIDAD, TRATANDO DE PREVER LAS CIRCUNSTANCIAS QUE PUEDAN -  
PRESENTARSE DESPUES DEL DESPEGUE DEL SISTEMA Y QUE PUDIERAN ALTERAR  
LA COORDINACION DE ESTAS ACTIVIDADES. ES PROBLEMATICO CAMBIAR SOBRE  
LA MARCHA POR EJEMPLO, EL PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA, SI ESTA NO  
RESULTA SUFICIENTEMENTE MANEJABLE. ES ASI MISMO UN PROBLEMA GRAVE,  
NO DISEÑAR UN DESPIECE DE VARILLA QUE CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES  
DE CONSTRUCCION SE ADAPTA AL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION, SALVANDO -  
LAS CONDICIONES QUE IMPONE LA DISPOSICION DE YUGOS Y GATOS.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE, ES VISUALIZAR LAS LIMITACIONES QUE IMPONEN -  
LOS VACIOS EN LOS MUROS PARA ALOJAR PUERTAS, VENTANAS, NICHOS DE INS-  
TALACIONES, ETC.

BOMBA MODELO H.T.P.S

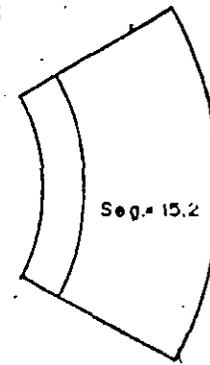




PT = 21.500 Kgs.

ELEVADOR TIPO 501 (GATO)

VISTAS EN CUATRO POSICIONES DE GARRA O CUÑAS DENTADAS  
 PARA GATO MOD. 501 (ELEVADOR)



PLANTA

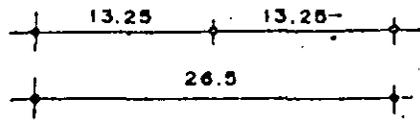
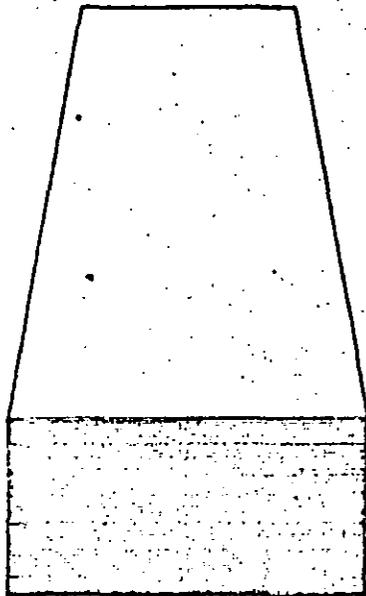
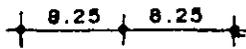
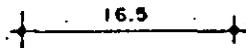
Seg. = 11

Seg. = 15.2

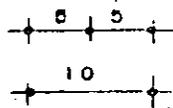
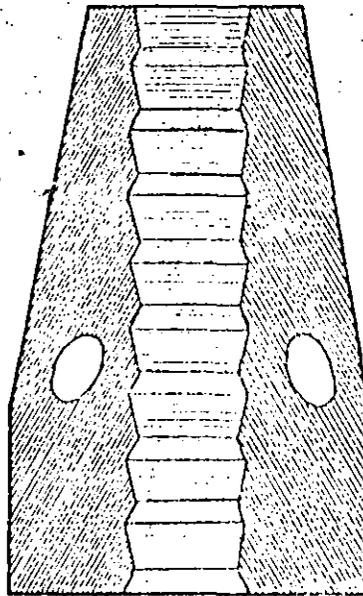
Seg. = 29.4

6 PIEZAS.

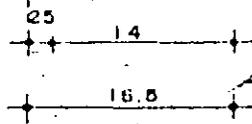
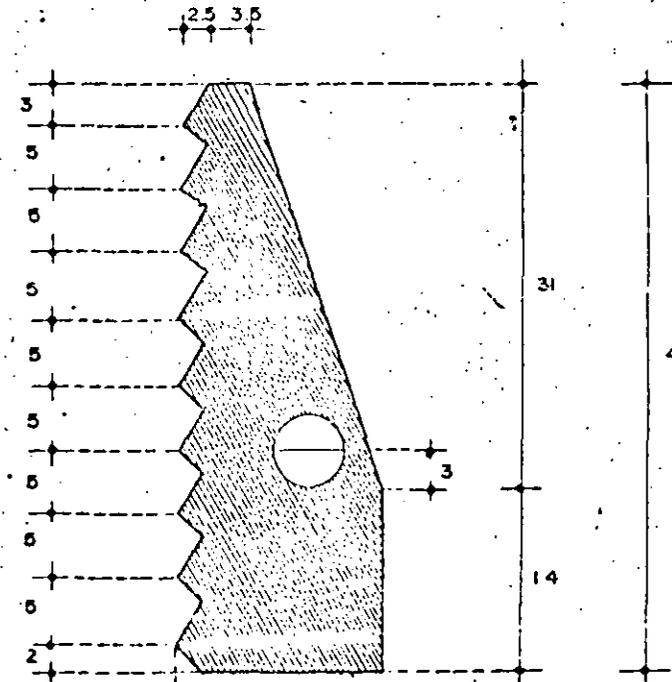
MEDIDAS EN MM.



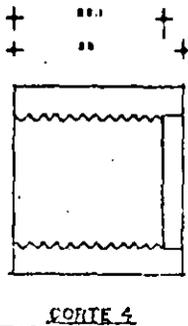
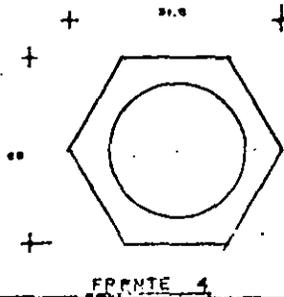
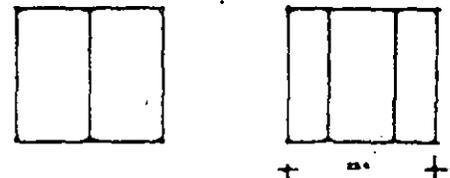
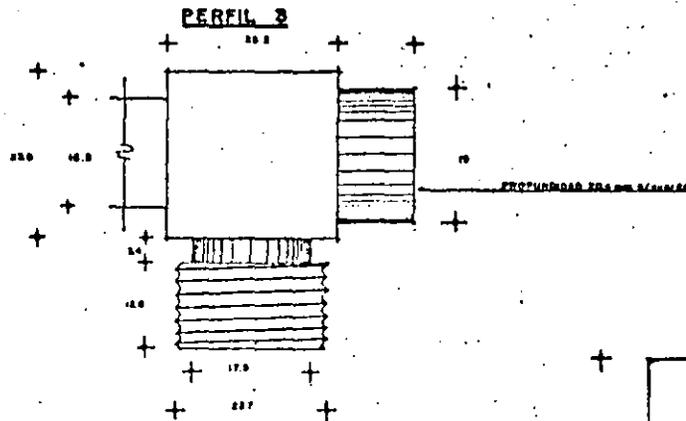
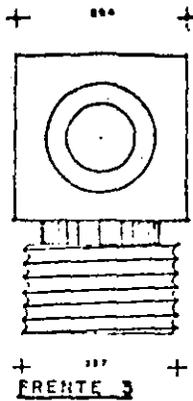
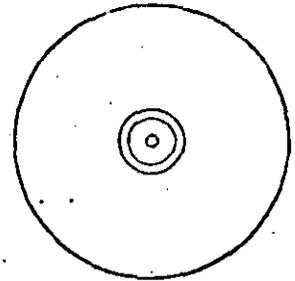
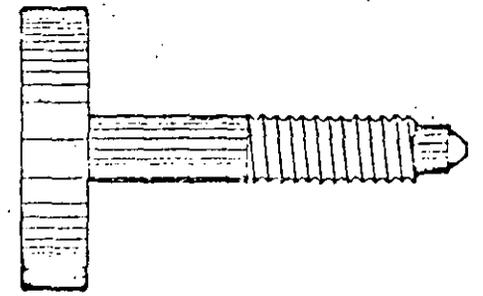
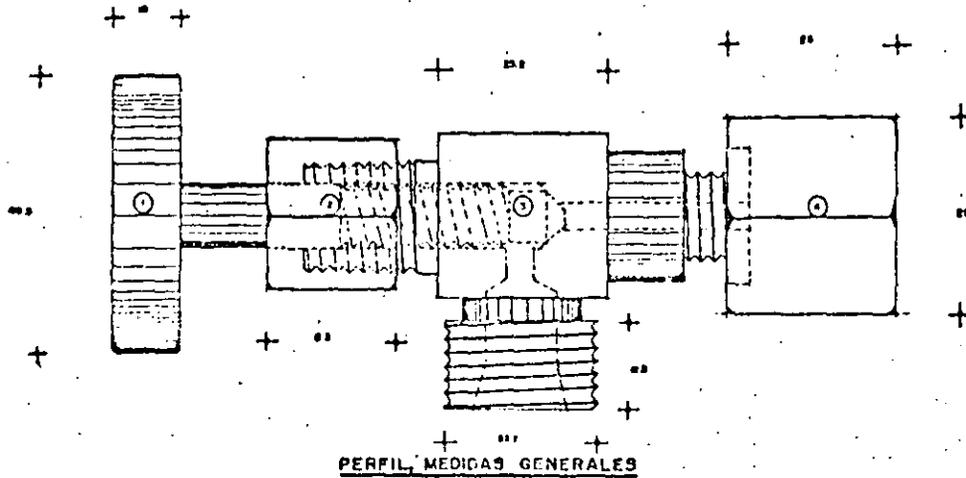
VISTA - POSTERIOR



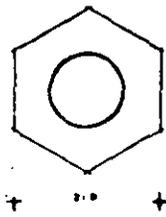
VISTA - FRONTAL

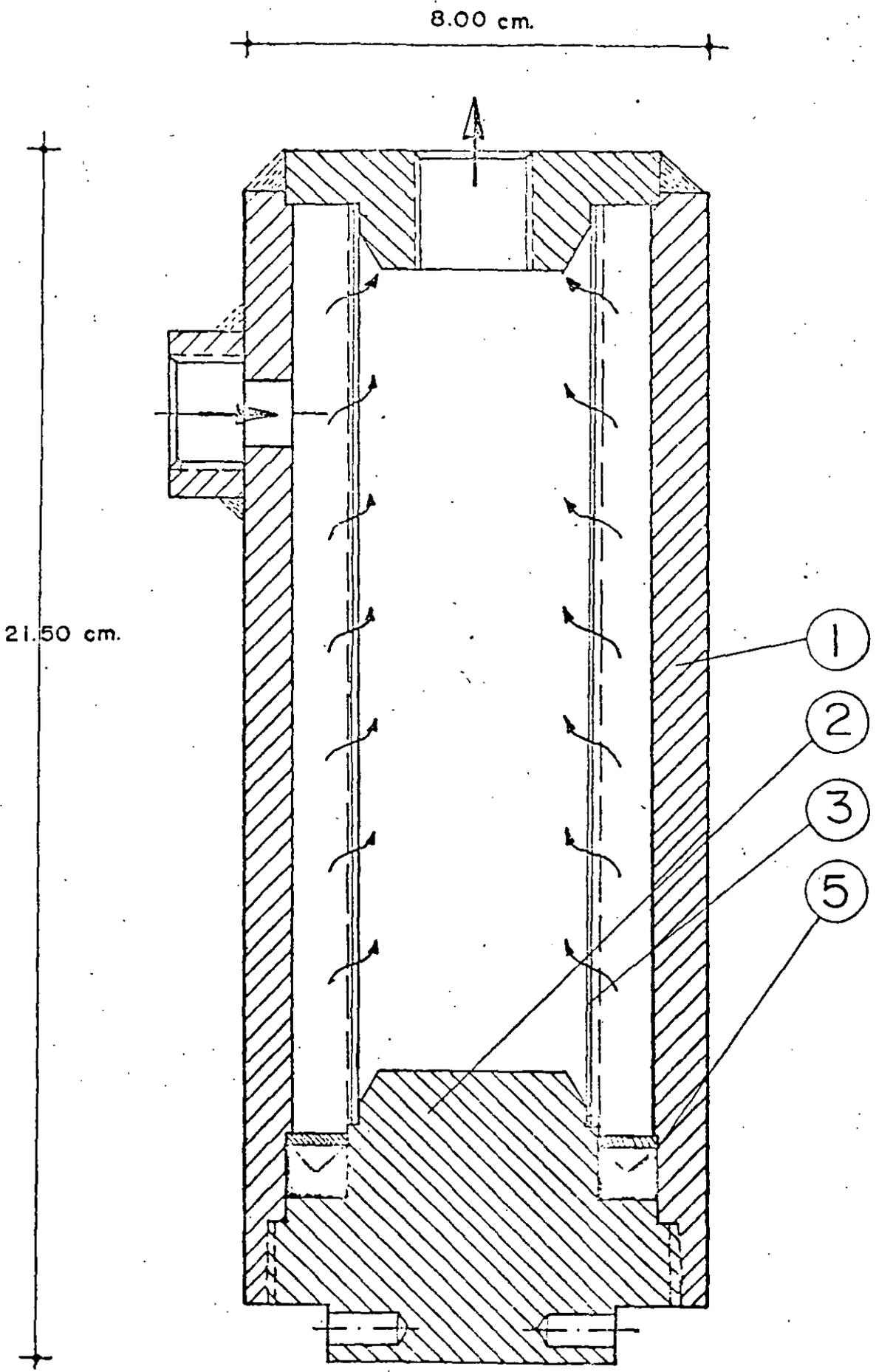


VISTA - LATERAL

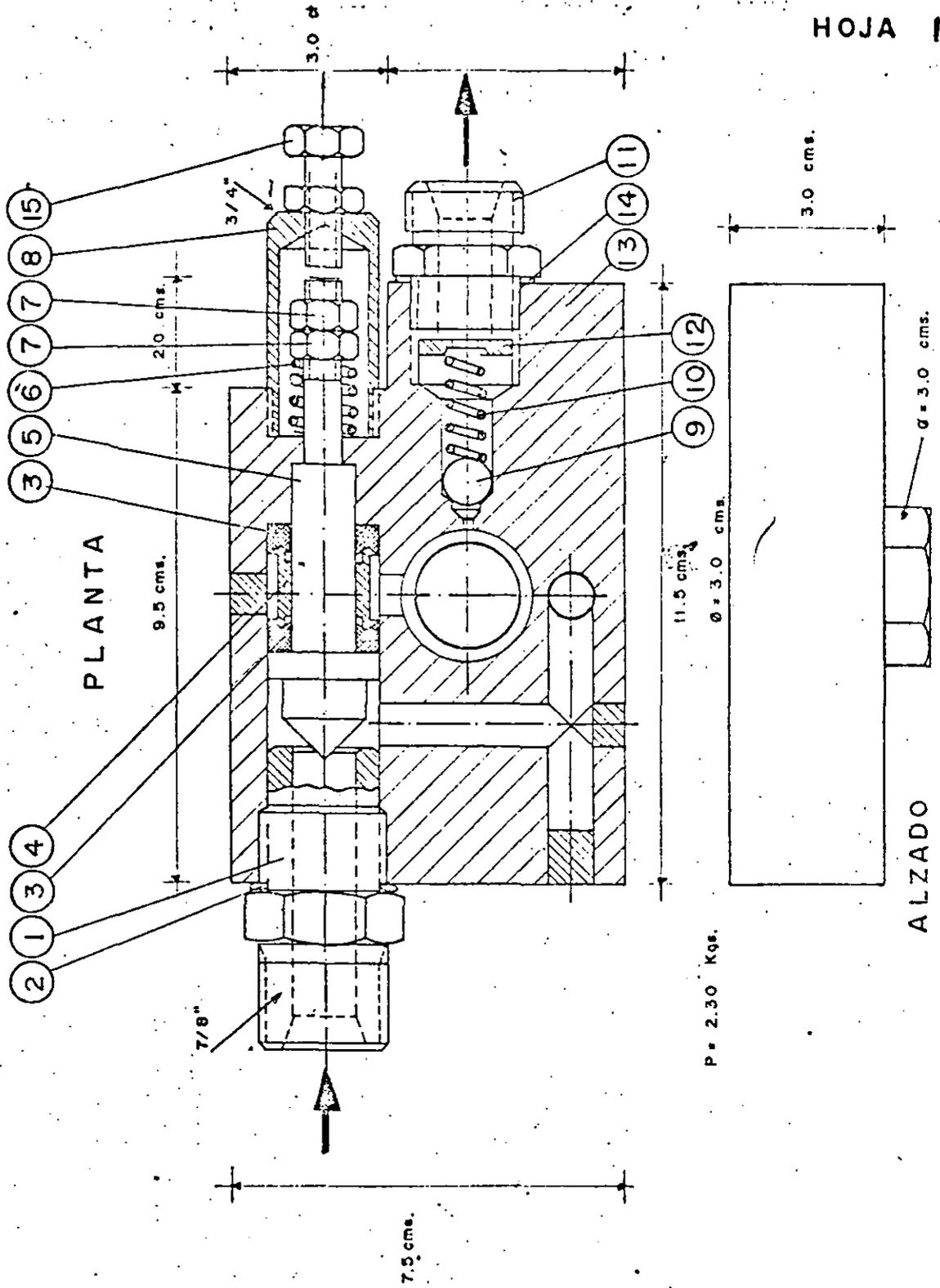


DETALLADO DE VALVULA SUECA  
 ACOTACIONES EN MM  
 ESCALA 2:1

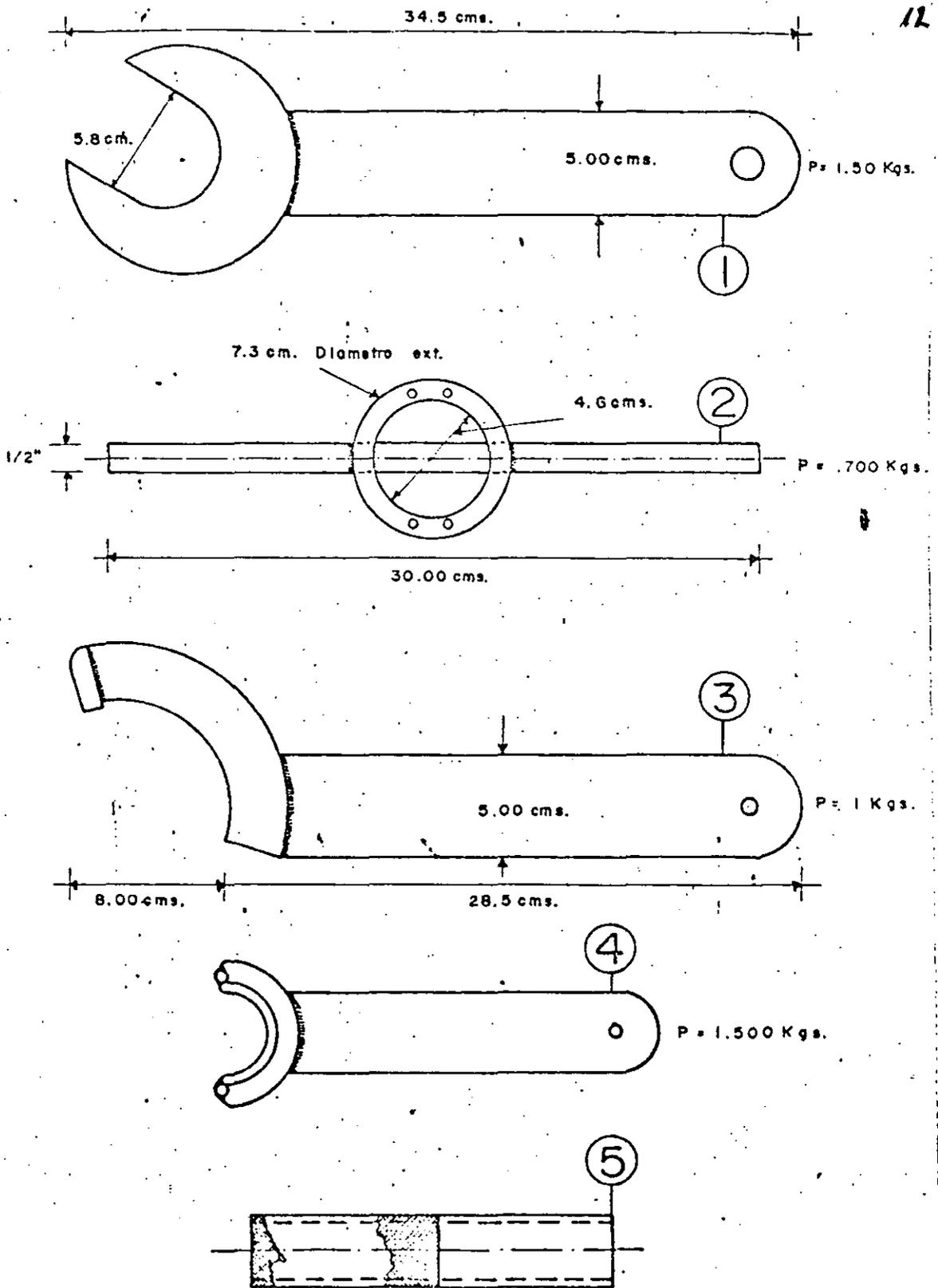




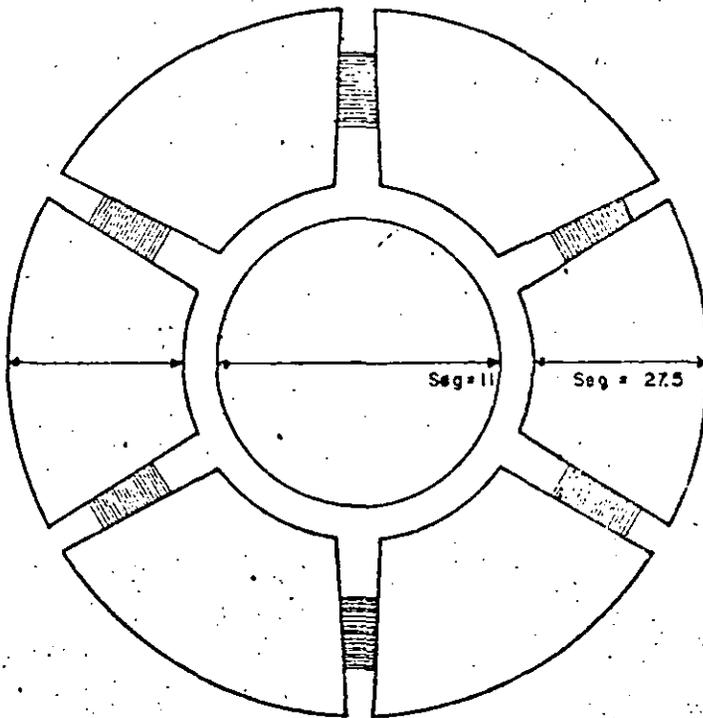
FILTRO



VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO  
DESCRIPCION DELAS PIEZAS HOJA 2 PESO 2.300KGS



JUEGO DE LLAVES PARA EL ARMADO Y  
 DESARMADO DE GATOS (ELEVADORES).  
 PESO TOTAL 4.700 KGS.



CORONA  
(JUEGO DE 6 CUÑAS DENTADAS).  
EN PLANTA



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*FABRICACION, TRANSPORTE DE CONCRETO*

*ING. ENRIQUE TAKAHASHI*

# DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO

. Tipo I - Común o Normal - Para condiciones normales no agresivas

. Tipo II - Portland Modificado - Menor calor de hidratación, mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados. Adecuado para obras hidráulicas y estructuras de tamaño considerable como grandes muelles, contrafuertes de gran espesor y grandes muros de contención en los cuales es necesario reducir la elevación de la temperatura.

Tipo III - Resistencia Rápida. - Desarrolla mayor resistencia a primeras edades, y así, su resistencia a 7 días es comparable con la del tipo I a 28 días. - No es apto para concreto en masa.

Tipo IV - Cemento Portland de Bajo Calor. Genera al hidratarse menos calor que los otros cementos y a menor velocidad: reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura. Para usarse en grandes masas de concreto como en presas de gravedad

Tipo V

- Cemento Portland de Alta Resistencia a los sulfatos - En especial para usarse en construcciones expuestas a la acción severa de los sulfatos, como pueden ser revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones, etc.
- Cemento Portland Blanco - Para usos decorativos
- Cemento Portland Puzolánico - Consiste de una mezcla íntima y uniforme de cemento portland y puzolana, la cual se obtiene a través de la molienda simultánea de clinker, puzolana y yeso. - Se emplea principalmente en concretos para obras hidráulicas y marítimas.
- - Cemento Portland-Escoria de Alto - Horno. - Es el producto que se obtiene de la molienda simultánea de clinker, escoria granulada de alto horno y yeso. Se emplea en construcciones de tipo masiva. Es resistente a la acción de los sulfatos y no es bueno en climas fríos por su bajo calor de hidratación.

# PROPORCIONAMIENTO DE MORTEROS (Desperdicio incluido)

	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
<b>Cemento-Arena</b>									
Cemento (Tons)	0.560	0.433	0.399	0.277	0.237	0.202	0.167		
Arena (m <sup>3</sup> )	0.943	1.068	1.139	1.181	1.203	1.212	1.302		
Agua (m <sup>3</sup> )	0.264	0.264	0.252	0.245	0.257	0.235	0.221		
<b>Plasto-Cemento-Arena</b>									
Plasto Cemento (Tons)		0.330	0.265	0.220	0.190				
Arena (m <sup>3</sup> )		1.079	1.154	1.203	1.237				
Agua (m <sup>3</sup> )		0.269	0.256	0.247	0.241				
<b>Calhidra-Arena</b>									
Calhidra (Tons)	0.334	0.253	0.203	0.170	0.143	0.129	0.109	0.100	
Arena (m <sup>3</sup> )	0.250	1.086	1.162	1.215	1.268	1.292	1.304	1.270	
Agua (m <sup>3</sup> )	0.322	0.285	0.255	0.253	0.249	0.243	0.233	0.235	
<b>Cemento-Calhidra-Arena</b>									
Cemento (Ton)		1:1:5	1:1:6	1:1:8	1:1½:6	1:2:9	1:1:4	1:1:10	1:1:12
Calhidra (Ton)		0.204	0.237	0.165	0.169	0.120	0.300	0.160	0.150
Arena (m <sup>3</sup> )		0.151	0.165	0.096	0.259	0.163	0.150	0.085	0.075
Agua (m <sup>3</sup> )		1.080	0.067	1.095	1.059	1.125	1.000	1.065	1.185
		0.287	0.283	0.257	0.260	0.250	0.280	0.275	0.273
<b>Pastas: Cemento Blanco- Polvo de mármol</b>									
Cemento B. (Ton)		0.540	0.440	0.330					
Polvo mármol (Ton)		2.100	2.200	2.300					
Agua (m <sup>3</sup> )		0.280	0.275	0.272					

Pasta de Yeso. — M<sup>3</sup>  
 Yeso (Ton) 0.834  
 Agua (m<sup>3</sup>) 1.170

M<sup>3</sup> Lechadas (Cemento Gris o Blanco)  
 Cemento (Ton) 1.330  
 Agua M<sup>3</sup> 1.170

## FABRICACION DE CONCRETO

### INTRODUCCION

#### 1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

#### 1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

#### 1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseables, por ejemplo: Su acción monolítica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adversamente. A medida que la cimbra se llena

con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua-cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Únicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

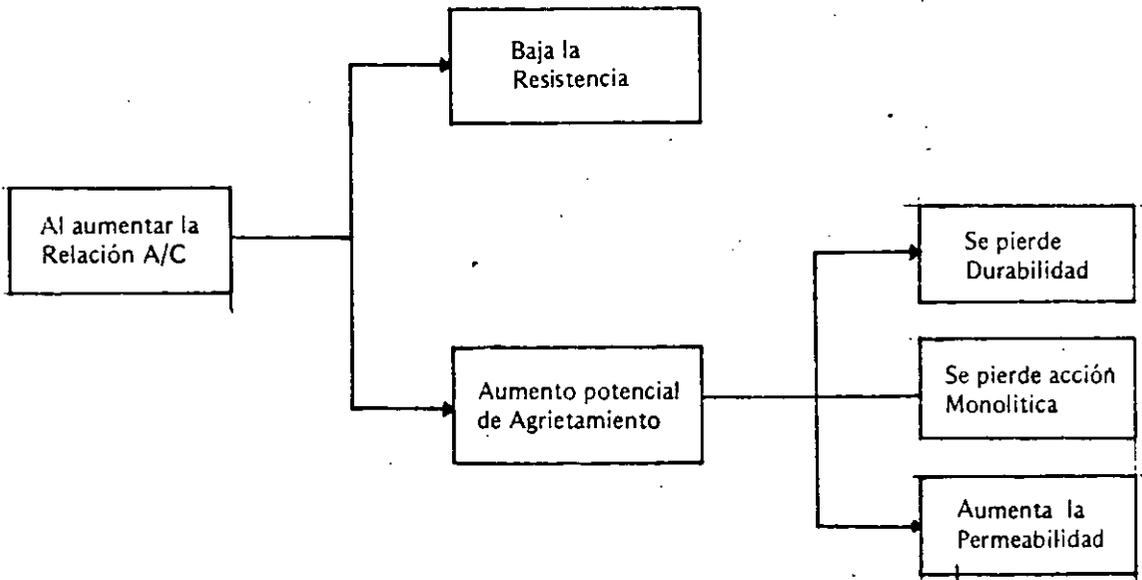
RECOMENDACION

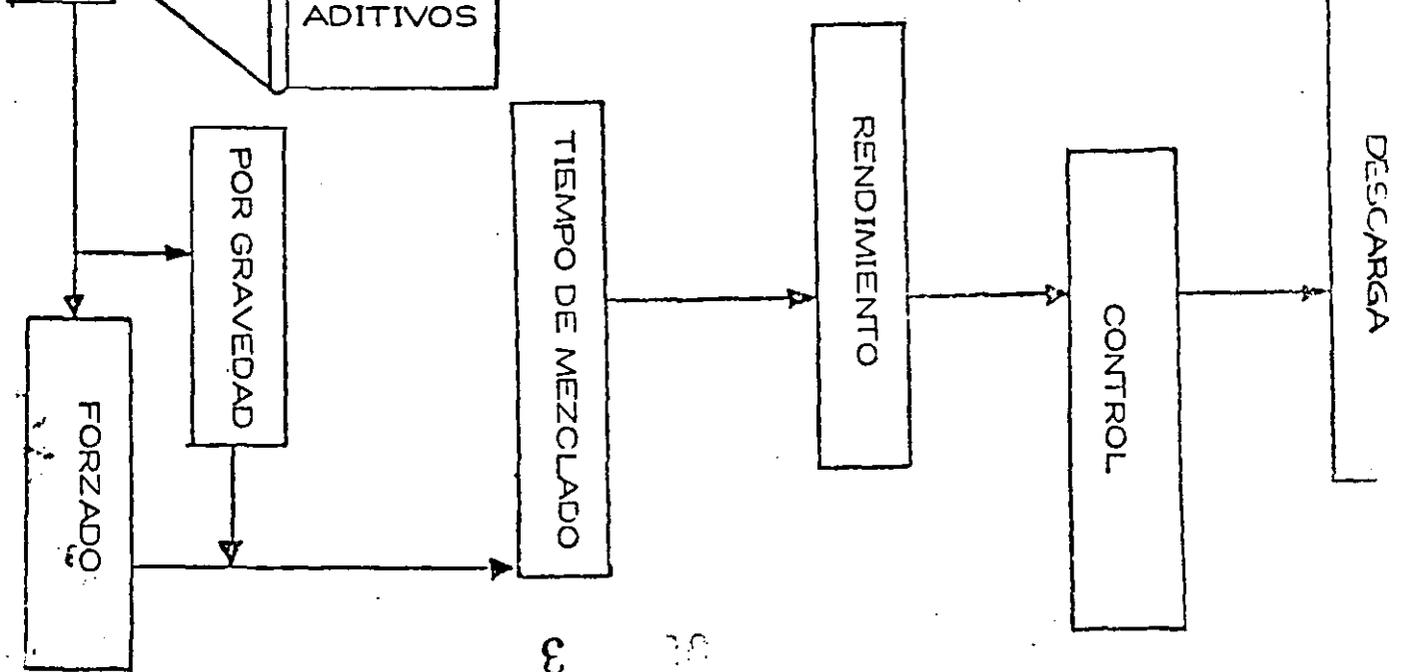
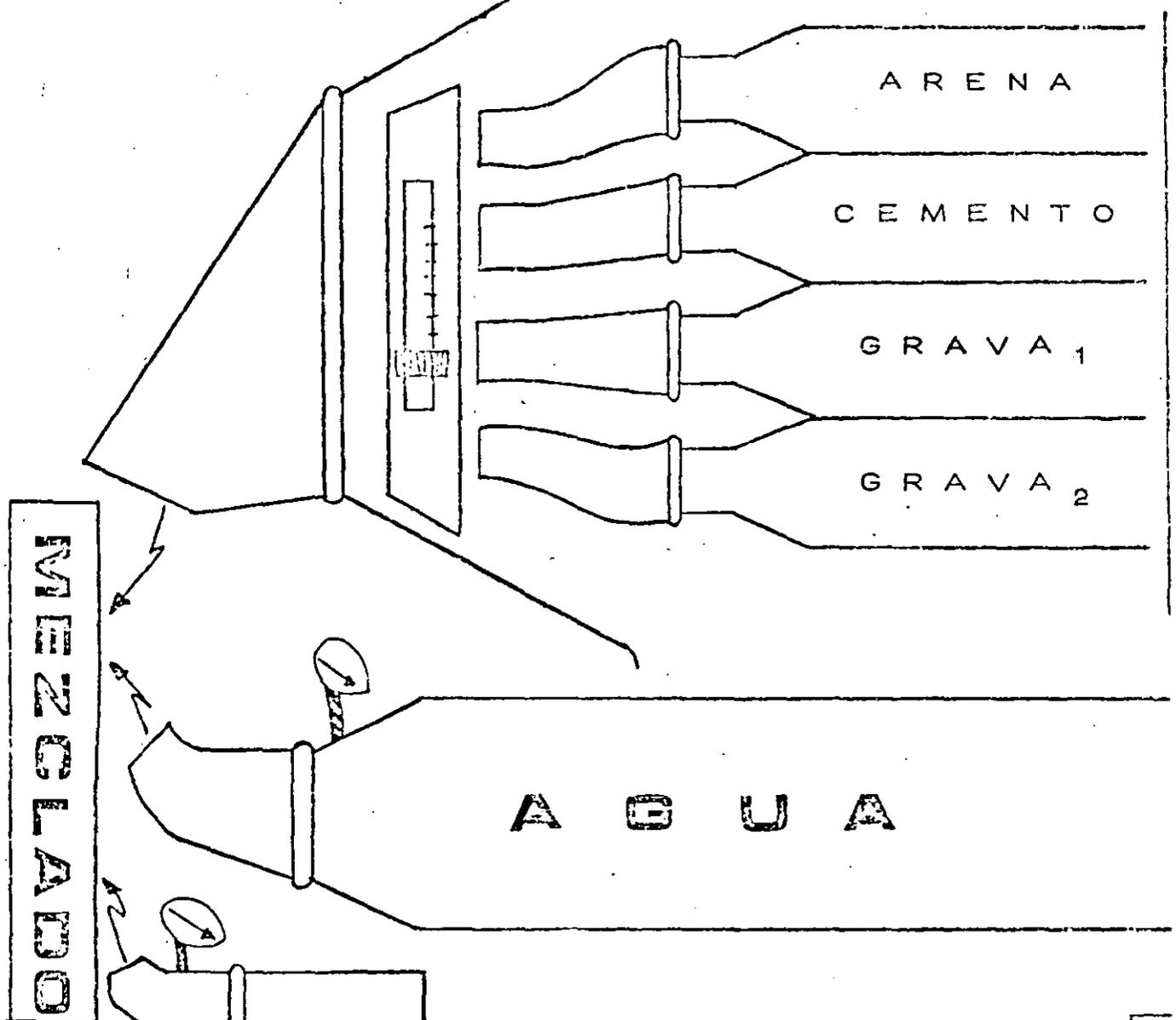
Mantener Al Mínimo la Cantidad de Agregado Fino



RECOMENDACION

Mantener el Contenido de Agua tan Bajo como sea posible.





TRANSPORTE DE CONCRETO

FACTORES QUE INTERVIENEN:

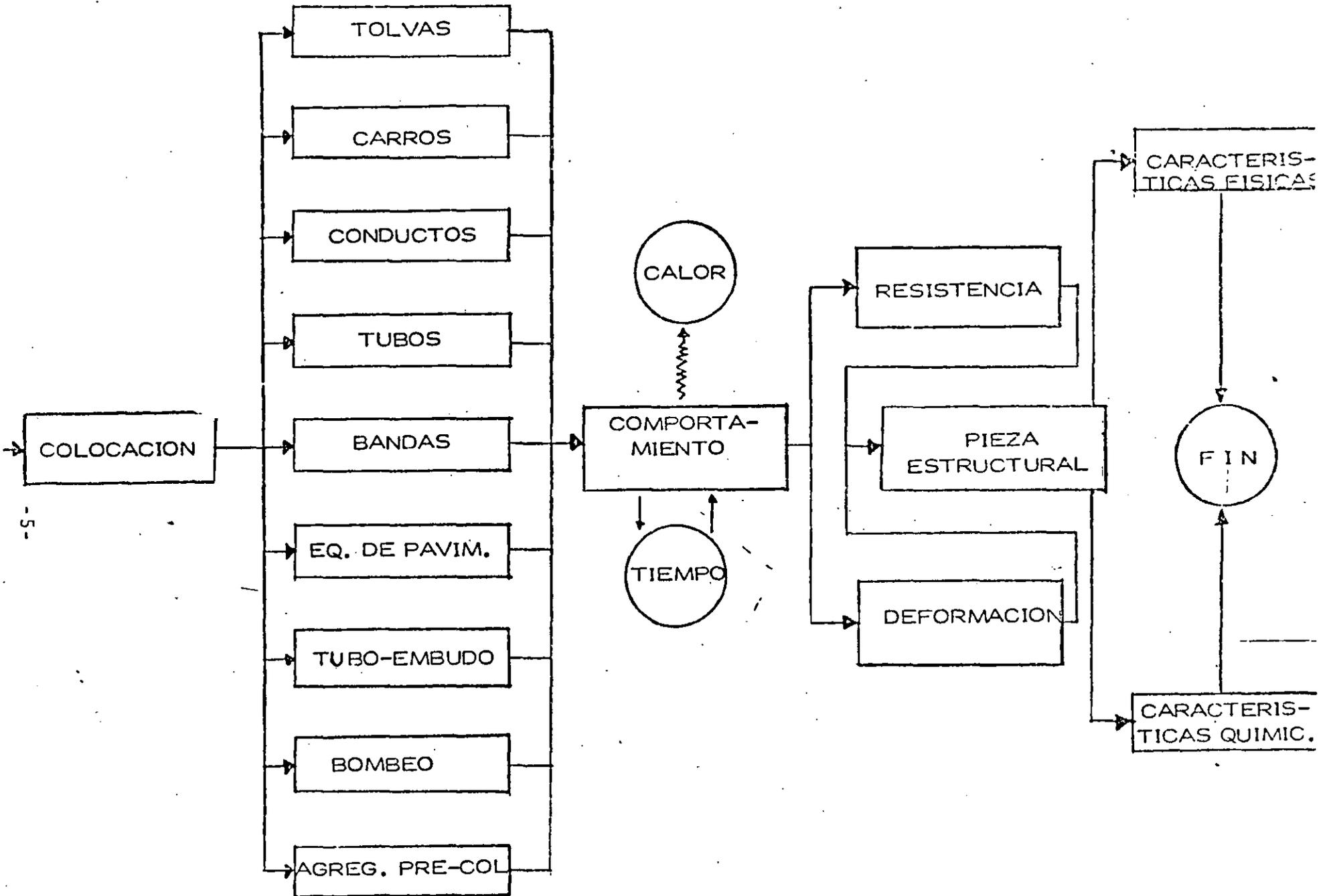
- = DISTANCIA A RECORRER
- = TIEMPO DE TRANSPORTE
- = CONDICIONES DEL CAMINO
- = TRANSPORTE DISPONIBLE
- = CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
- = DESPLAZAMIENTO: HORIZONTAL O VERTICAL
- = VOLUMEN A TRANSPORTAR
- = COSTO

MEDIO DE UTILIZAR

= CAJAS  
CAMION = CUCHARONES  
= REVOLVEDORA (OLLA)

= CAJA FIJA  
= CUCHARONES  
FERROCARRIL: = GONDOLA.  
= TOLVAS

= BANDA TRANSPORT.  
= TUBERIA  
OTROS: = MANGUERA  
= TORNILLO HELICOIDAL  
= MALACATES Y POLEAS



## CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

### 2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

#### 2.1.1 Agregado grueso.

##### 2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agregados son las siguientes:

##### EJEMPLO 1.

4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)  
 20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1-1/2 pulgada)  
 40 hasta 75 mm (1-1/2 hasta 3 de pulgadas)  
 75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

##### EJEMPLO 2.

4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)  
 25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)  
 50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

#### 2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolvedora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

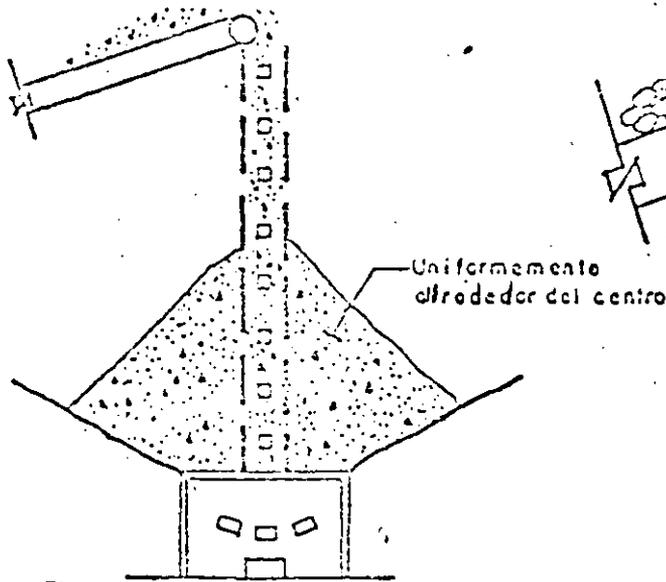
#### 2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

#### 2.1.3 Almacenamiento.

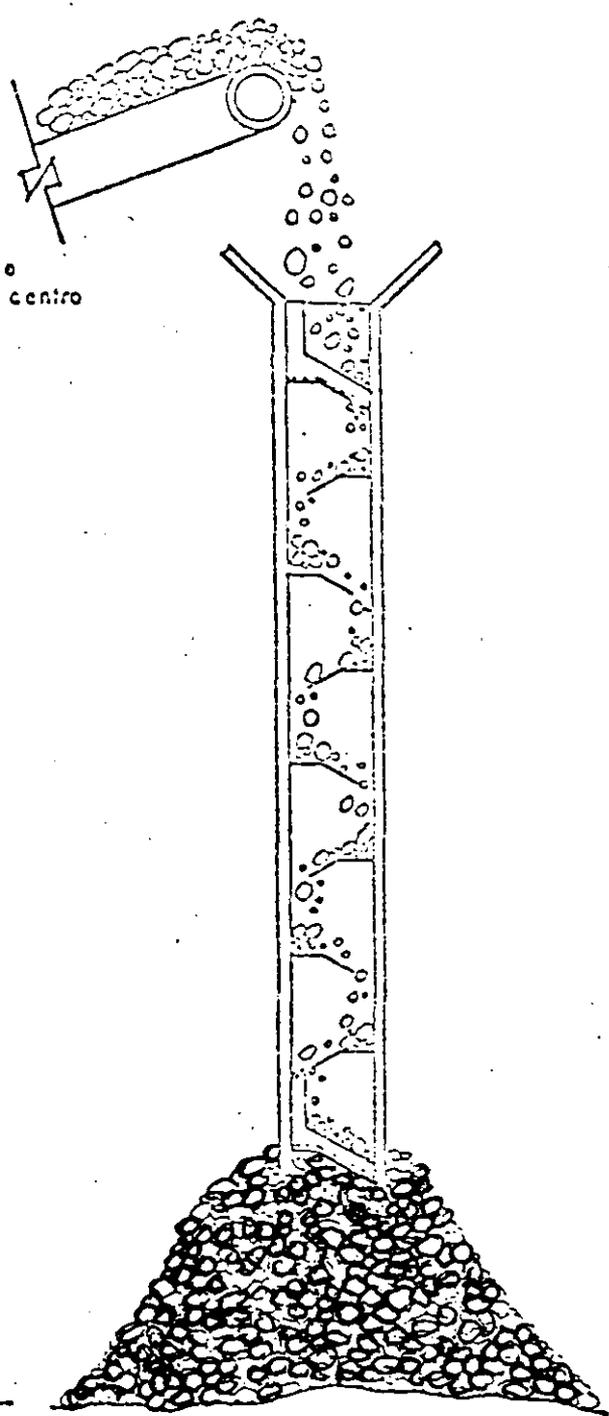
El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pues aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el res-



① CORRECTO

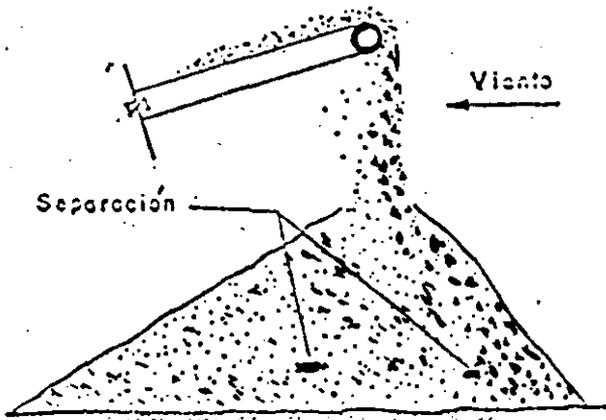
Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento. Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.



③

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS TERMINADOS



② INCORRECTO

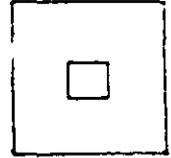
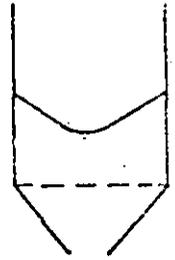
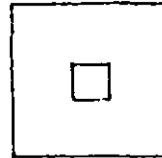
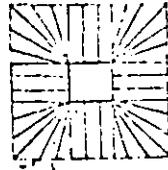
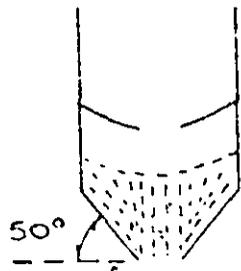
Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento.

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS FINOS O SIN TERMINAR (SECOS)

TITULO

MANEJO DE AGREGADOS RECOMENDADOS

a



**CORRECTO**

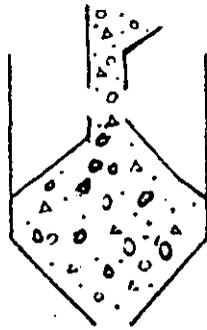
**INCORRECTO**

FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS HACIA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA REDONDEADOS DE MODO QUE TODO EL MATERIAL SE DESLICE HACIA LA SALIDA

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DEPENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O AREAS OCASIONANDO QUE NOTODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA

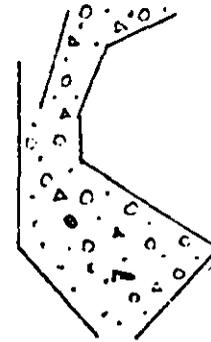
**INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS**

b



**CORRECTO**

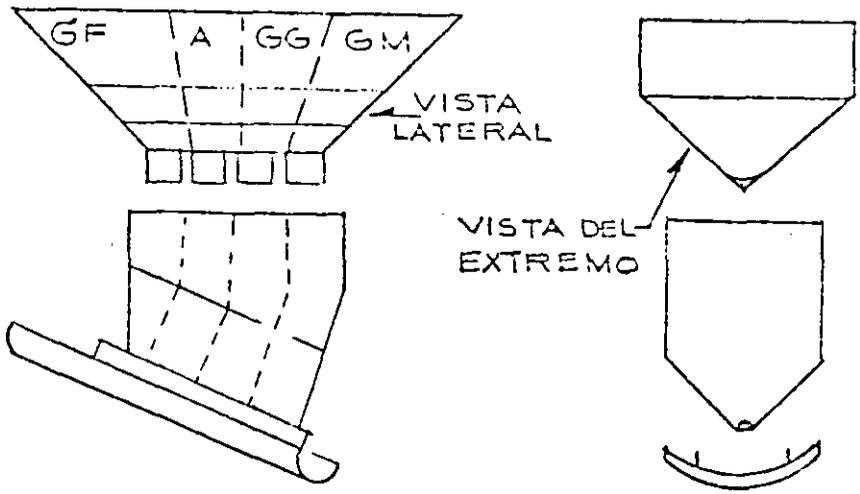
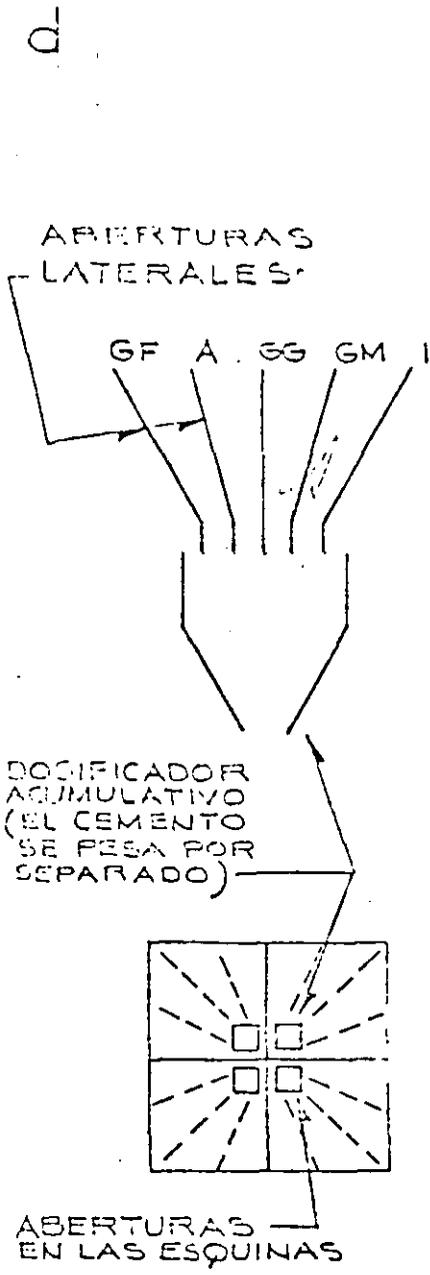
EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA, DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME



**INCORRECTO**

CAIDA DEL MATERIAL DENTRO DE LA TOLVA EN ANGULO. EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO

**LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS**

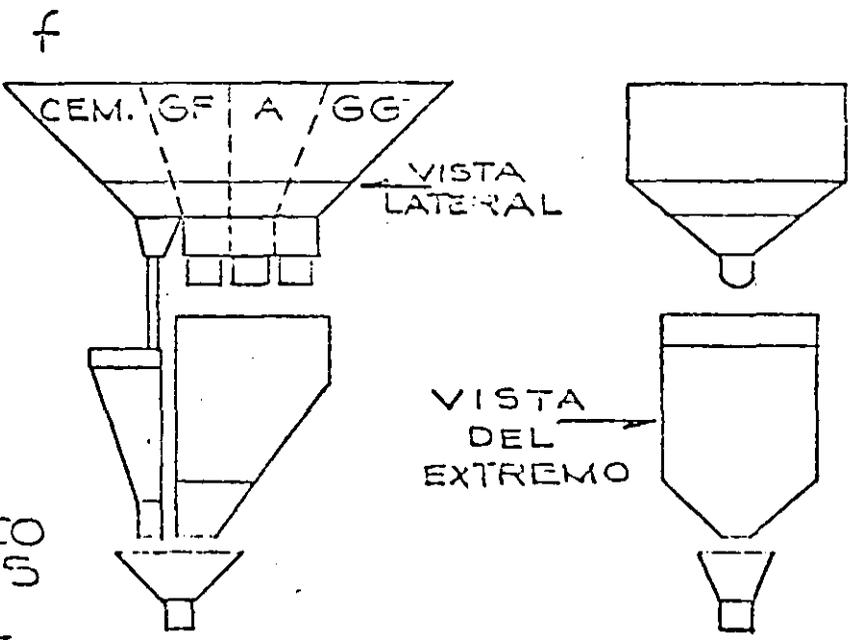


### DISPOSICION PREFERIBLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZCLADORA POR CANDA TRANSPORTADORA. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

### ACOMODOS POCO CONVENIENTES

CUALESQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCAN SEGREGACION Y DETE-RIORO EN LA UNIFORMIDAD.



### DISPOSICION ACEPTABLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

quebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silos y directamente sobre el orificio de salida.

#### 2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de 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 reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarse a los silos de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

#### 2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

#### 2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser lizo, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a intervalos, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 pies (aproximadamente 0.2 - 0.4 Kg/cm<sup>2</sup>.), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir 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, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

#### 2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

#### 2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

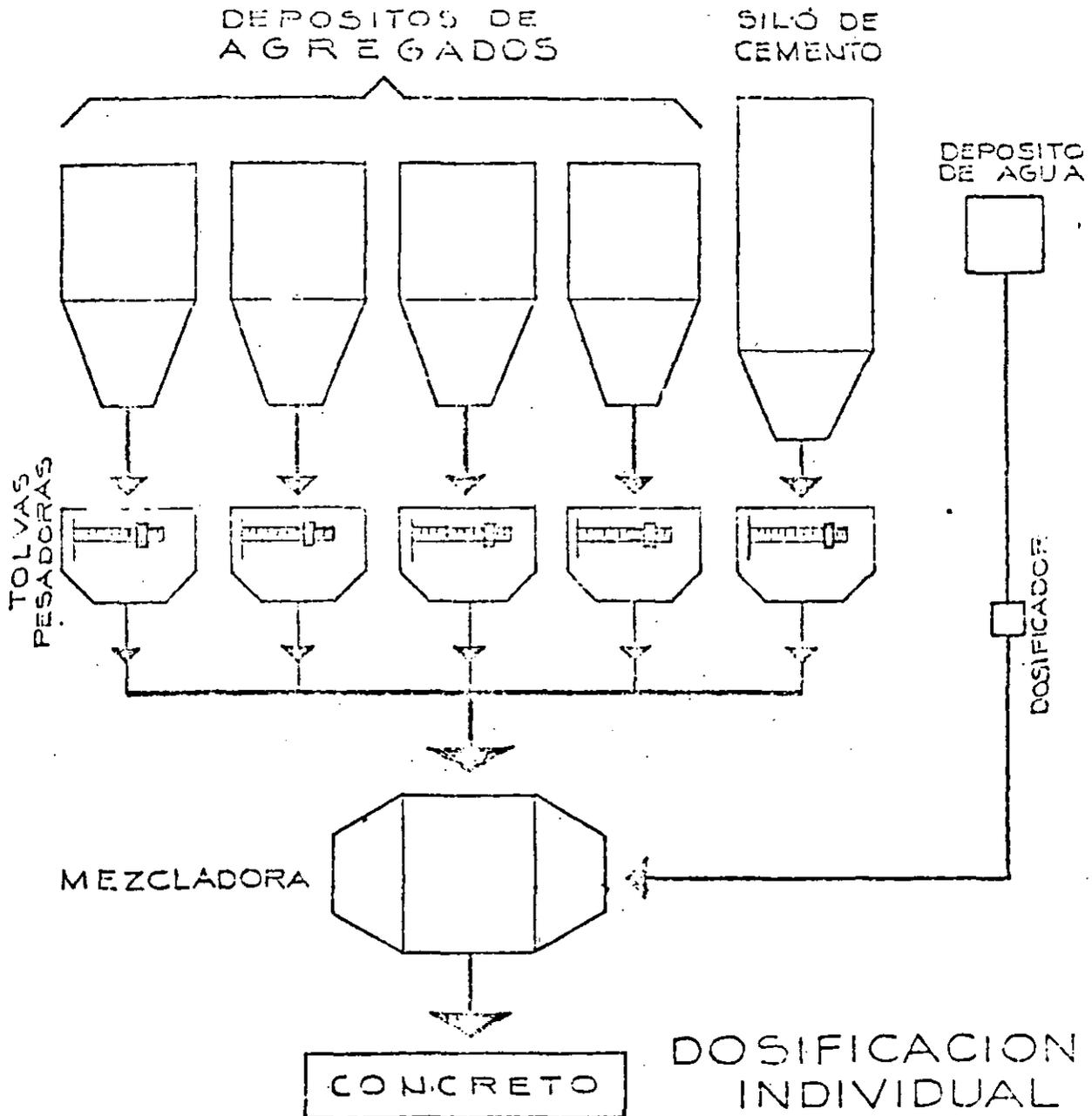
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

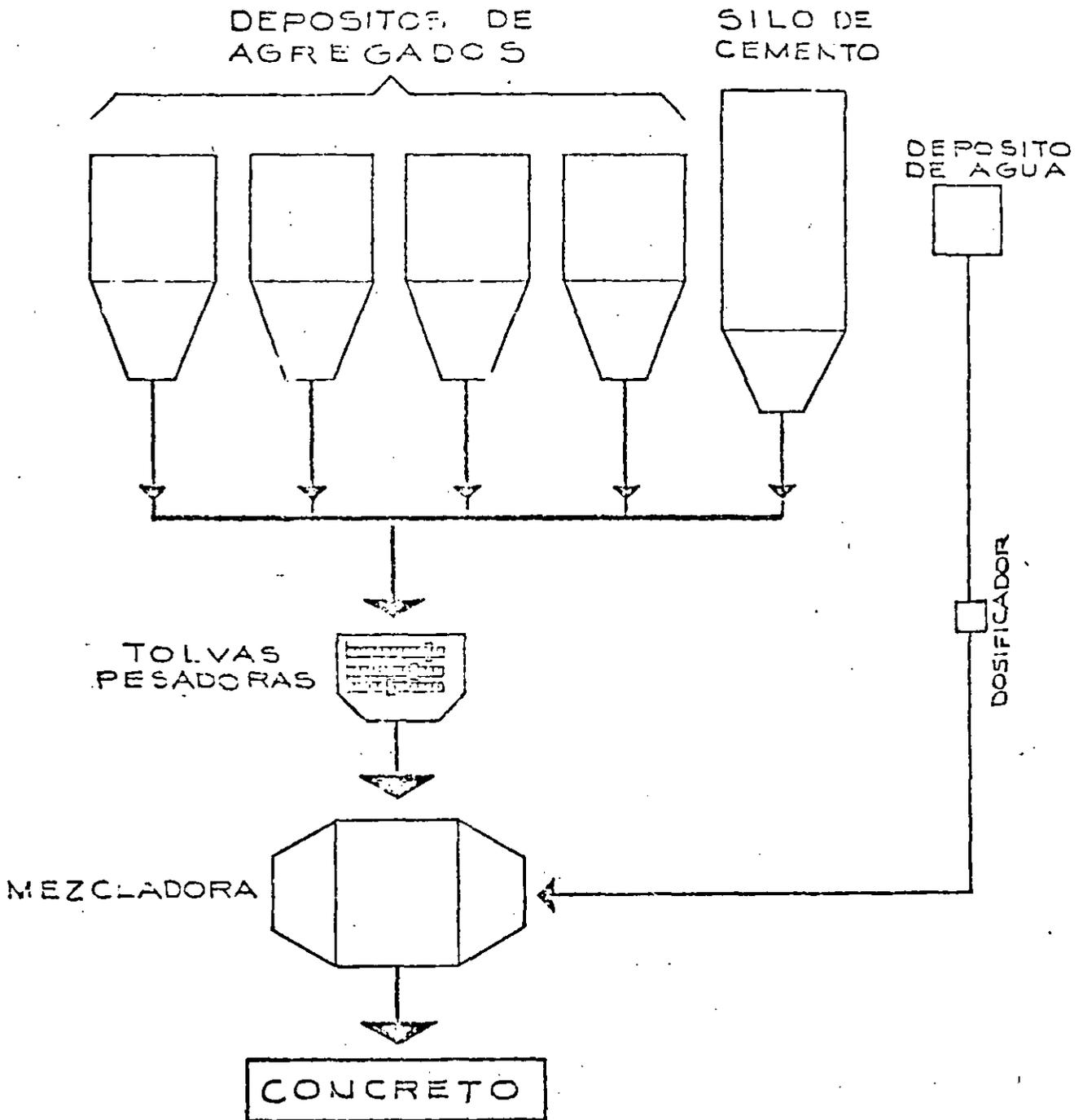
## MEDICION

## 3.1 Requisitos generales:

## 3.1.1 Objetivos.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.





DOSIFICACION ACUMULADA

**3.1.2 Tolerancias.**

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

**TOLERANCIAS TÍPICAS DE MEZCLADO**

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula el que mayor sea	
Agua (por volúmen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volúmen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

**3.2 Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.**

Los silos de la planta dosificadora tendrá el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimientos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipados con motor y con un apropiado control de "goteo" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

**3.3 Tipo de planta.**

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerida; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación. La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sis-

temas de manejo de materiales, tamaño del sitio, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.

El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

### 3.3.1 Dosificación manual.

Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de 4,000 m<sup>3</sup>, a razón de 15 m<sup>3</sup>/hr., pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

### 3.3.2 Dosificación semiautomática.

En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para carga las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revolvedora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.

### 3.3.3 Dosificación automática.

En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a  $\pm 0.3\%$  del cero, o cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

#### 3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.

Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

##### 3.3.3.1 El ciclo de carga.

El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de descarga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, o interruptores digitales.

#### 3.3.3.2 Dosificación individual automática.

Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la revoltura.

El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente.

## 3.4 Materiales cementantes.

### 3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.

Para una alta producción que requiera una dosificación rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

### 3.4.2 Descarga de materiales cementantes.

Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples,

las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha. Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

### 3.5 Medición del agua.

#### 3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiere una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.

El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

#### 3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

#### 3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la revolvedora, y el agua libre en los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de  $\pm 3\%$ . Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de  $\pm 0.02$ .

### 3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

### 3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la mezcla.

Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslape de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

## MEZCLADO

### 4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

### 4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladora son las de tambor, de tiro vertical y el de aspas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de aspas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezclado-

ra de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motriz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.

Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

#### 4.3 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. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicialmente del tiempo de mezclado.

#### 4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 1 minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo inicial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

## MANEJO Y TRANSPORTE

### 1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de este.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial. El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijas con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsecuentes.

### 1.2 MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO.

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de 1y1/2 horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el

tambor y hasta que termina la descarga. También se prevé una reducción del tiempo máximo de espera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de retempiado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado, debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora. Hay disponible gran variedad, y deben ser recomendados y utilizados en todas las unidades de camión de tambor giratorio.

#### Concreto Mezclado en Camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre tiempo adicional después del mezclado y antes de descargas, la velocidad del tambor se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamientos, cerca ya a la descarga. El volumen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio no debe exceder el 63% de la capacidad del tambor.

#### Concreto Mezclado Parcialmente en Planta Fija y Terminado en Tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concretos son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

#### Concreto Dosificado en Seco.

Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volumen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo que en el caso del mezclado en camión normal.

### 3 TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

#### Tambor Giratorio

Por este método, la mezcladora de camión ya descrita sirve como unidad agitadora de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volumen transportado puede aumentarse hasta el 80 % de la capacidad del tambor.

#### Camión de Caja Fija con o sin Agitador.

Las unidades empleadas en esta forma de transporte constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general, está diseñada para descargar el concreto desde atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.

El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante el mal tiempo, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto, y caminos de transporte llanos contribuyen significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura puedan o requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

#### Recipientes para Concreto Montados en Camiones o Carros de Ferrocarril.

Este es un método común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación. Una grúa entonces levante el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cables transportadores. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

#### Otros Métodos.

El transporte de concreto mediante banda transportadora y por métodos de bombeo se discutirá en la parte correspondiente a bombas, para concreto y colocación del concreto.

Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos compartimientos para transportar revolturas de concreto no mezclado a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimiento, exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se proveen anillos para el izado y la descarga. El pre-dosificado y transporte de esta manera proporcionan un medio de control de calidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograrse.

#### 4 OBJETIVO FINAL

El método de transporte que se utilice debe entregarse eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y otros. Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*MEZCLAS DE CONCRETO*

*ING. ENRIQUE TAKAHASHI*

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

EJEMPLO:

SE DESEA FABRICAR UN CONCRETO EL CUAL DEBE DE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA  $F'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ , 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/M3]	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

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>Mínimo</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.

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 MÁXIMOS 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 incrementará 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

$$0.61 \times 1,600 = 976 \text{ Kg/M}^3 \quad (\text{SECO})$$

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 desvíe 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.

$$\text{NUMERO DE MUESTRAS} = \frac{250}{5} = 50 \text{ MUESTRAS}$$

$$T = 1.67$$

$$U = 0.15$$

$$F'_{CR} = \frac{250}{1 - (1.67)(0.15)} = 1.33 F'_c = 334 \text{ KG/CM}^2$$

PASO 1 : REVENIMIENTO 8 - 10 CM.

PASO 2 : TAMANO MAXIMA AGREGADO 40 MM.

PASO 3 : CANTIDAD DE AGUA 175 KG/M3 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

$$2,420 - 1,675 = 745 \text{ Kg/M3 (SECO)}$$

EN BASE A SU VOLUMEN ABSOLUTO:

$$\text{VOLUMEN DE AGUA} \quad \frac{175}{1,000} = 0.175 \text{ M3}$$

$$\text{VOLUMEN DE CEMENTO} \quad \frac{350}{3.15 \times 1,000} = 0.111 \text{ M3}$$

$$\text{VOLUMEN DE GRAVA} \quad \frac{1,150}{2.68 \times 1,000} = 0.43 \text{ M3}$$

$$\text{VOLUMEN DE AIRE} \quad 0.01 \times 1 = 0.01 \text{ M3}$$

---

$$\text{T O T A L} \quad 0.726 \text{ M3}$$

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

## 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.

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.)

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

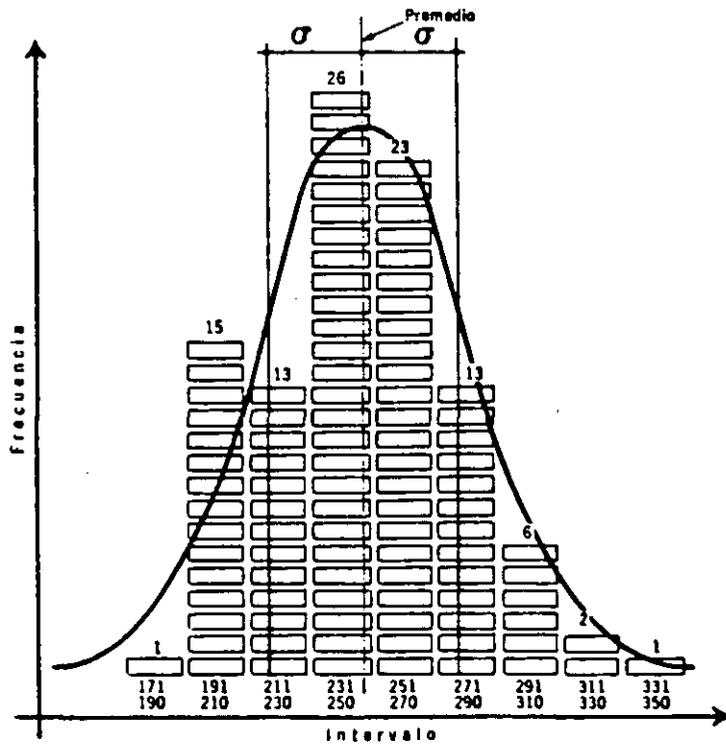
PARA CONCRETO PROPORCIONADO EN PESO, CONTROLANDO HUMEDAD 0.15

## 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  $V = 32.7/247 = 13.2 \%$

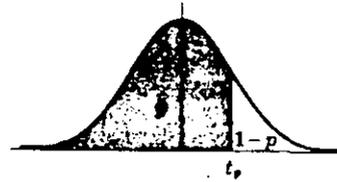


HISTOGRAMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

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, Y 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

Percentilas ( $t_p$ )  
de la  
distribución  $t$  de Student  
con  $\nu$  grados de libertad



$\nu$	$t_{.55}$	$t_{.60}$	$t_{.70}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$
1	.158	.325	.727	1.000	1.376	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66
2	.142	.289	.617	.816	1.061	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92
3	.137	.277	.584	.765	.978	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	.134	.271	.569	.741	.941	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	.132	.267	.559	.727	.920	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03
6	.131	.265	.553	.718	.906	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	.130	.263	.549	.711	.896	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	.130	.262	.546	.706	.889	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	.129	.261	.543	.703	.883	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	.129	.260	.542	.700	.879	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	.129	.260	.540	.697	.876	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	.128	.259	.539	.695	.873	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	.128	.259	.538	.694	.870	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	.128	.258	.537	.692	.868	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	.128	.258	.536	.691	.866	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	.128	.258	.535	.690	.865	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	.128	.257	.534	.689	.863	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	.127	.257	.534	.688	.862	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	.127	.257	.533	.688	.861	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	.127	.257	.533	.687	.860	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	.127	.257	.532	.686	.859	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	.127	.256	.532	.686	.858	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	.127	.256	.532	.685	.858	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	.127	.256	.531	.685	.857	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78
27	.127	.256	.531	.684	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	.127	.256	.530	.683	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
40	.126	.255	.529	.681	.851	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70
60	.126	.254	.527	.679	.848	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66
120	.126	.254	.526	.677	.845	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62
$\infty$	.126	.253	.524	.674	.842	1.28	1.645	1.96	2.33	2.58



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**COLOCACION DEL CONCRETO  
SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION  
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO**

**ING. ENRIQUE T. KHASHI**

**SEPTIEMBRE**

## 1. INTRODUCCION.

El uso del concreto hidráulico está muy extendido entre todas las ramas de la construcción, dado que su manejo y adaptabilidad es relativamente sencillo, sin embargo, se abusa en los procedimientos de colocación, no cumpliéndose en muchas ocasiones con los requisitos que señalan las especificaciones en demérito de la calidad y durabilidad del concreto.

Si se observan las normas que establecen las especificaciones y se aplican métodos de colocación adecuados a los volúmenes de obras por ejecutar, lo más seguro es que se obtengan resultados satisfactorios a corto y largo plazo, tanto en calidad como en el aspecto más importante de la ingeniería civil, que es el económico.

La importancia que tienen la colocación del concreto en todo tipo de obras se puede deducir del hecho de que la calidad de una obra, no solamente es función de la elección de buenos materiales y del adecuado diseño estructural, sino también y muy importantemente, de todas las actividades que es necesario realizar, tanto antes como durante la colocación del concreto, tales como: planeación, programación, selección y supervisión del equipo, selección del personal, supervisión durante la colocación, etc.

En forma breve trataremos de establecer métodos adecuados de colocación del concreto hidráulico para grandes obras para obtener resultados óptimos de calidad, costo y una duración máxima.

## 2. DESCRIPCION Y SELECCION DEL EQUIPO

El equipo necesario para la colocación del concreto hidráulico, puede dividirse en:

- A) Equipo para transporte de concreto fresco.
- B) Equipo para colocación.
  - a) Colado continuo.
  - b) Colado discontinuo.
- C) Equipo de terminación final.
- D) Equipo auxiliar

### A) EQUIPO PARA TRANSPORTE

Para llevar el concreto al sitio de colado es necesario hacer uso del equipo que garantice que el concreto sea depositado con la calidad especificada, sin segregación y sin pérdida de humedad. Esto quiere decir que el equipo a utilizar estará en función de la distancia existente entre la planta elaboradora del concreto y el lugar donde se depositará el mismo.

Para distancias hasta de tres kilómetros y en caminos en buenas condiciones es posible usar camiones de volteo de 5 a 6 m<sup>3</sup> que tenga caja en buen estado y selle perfectamente la puerta de descargas; siendo conveniente cubrir la caja con una lona que ayude a evitar la evaporación del agua del concreto.

Para distancias mayores conviene usar equipos especializados en el acarreo del concreto, tales como camiones con cajas en forma de media pera, que pueden o no estar equipadas con un agitador dentro de la caja (Dumperete) o los camiones con uñas revolventoras que son los que con más frecuencia se usan.

Podemos considerar también como equipo de transporte a las bandas y a las bombas.

## B) EQUIPO PARA COLOCACION

### a) Colado continuo

Lo que podríamos considerar ideal en todo colado de concreto es tener un flujo continuo de material, el mismo que podemos lograr con el uso de cimbras deslizantes; aunque se requiere tener especial cuidado en varios aspectos del trabajo para tener buenos resultados.

Su principal uso se recomienda en la construcción de silos, pilas para puentes, pavimentos, recubrimiento de canales, túneles, etc., teniendo este equipo importantes variantes de acuerdo al trabajo de que se trate.

La operación del equipo con cimbras deslizantes es más económico que aquel de cimbra fija removible, ya que se ahorra obra de mano y puede trabajarse en zonas más reducidas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, pudiendo además, reducir muy importantemente los tiempos de duración de los colados.

Una desventaja para la utilización de equipo de colado muy especializado es que se hace necesario contar con personal y técnicos de operación altamente entrenados que muchas veces es difícil encontrar.

Las carretillas, los bogues, las bombas y las bandas transportadoras constituyen un importante auxiliar en los trabajos de colados continuos.

### b) Colado discontinuo.

Existen una gran cantidad de equipos para colados de concreto hidráulico que utilizan cimbras de formas estacionarias. Así, por ejemplo, podemos mencionar a las carretillas que son uno de los inventos más útiles para la transportación del concreto dentro de la obra y su correspondiente depósito en la cimbra.

Los bogues con ruedas neumáticas, de mayor capacidad que las carretillas, son usados también con mucha frecuencia y, cuando necesitamos transportar mayores volúmenes podemos hacer uso de los bogues motorizados, cuyas capacidades (0.168 m<sup>3</sup> - 0.280 m<sup>3</sup>) y radio de acción (300 m) son mayores.

El incremento en el abastecimiento del concreto ha originado que los bogues comiencen a ser cada vez mayores hasta convertirse en los conocidos como volquetes cuyas capacidades varían de 0.50 m<sup>3</sup> a 1 m<sup>3</sup>.

Los cubos son otro medio para transportar y colocar concreto, aunque siempre nos tendremos que auxiliar de algún otro medio para manejar los adecuadamente, como por ejemplo, grúas, montacargas, camiones, cablevía y en algunas ocasiones helicópteros, cuando las condiciones lo requieran.

Actualmente se está utilizando con mucha frecuencia el sistema de bombeo para la colocación del concreto, siendo las bombas neumáticas las de mayor uso, las mismas que pueden encontrarse con capacidades que varían de 15 m<sup>3</sup> por hora a 16 m<sup>3</sup> por hora. También existen las bombas de pistón y las de retacado. Se anexan diagramas.

Las bandas transportadoras son sin lugar a dudas, otro importante auxiliar en la colocación del

concreto, siempre y cuando se utilicen en las condiciones adecuadas y que su diseño permita su fácil manejo en la obra.

Para evitar problemas de segregación, se hace necesaria la utilización de los canalones y de las llamadas "trompas de elefante" en la descarga de la banda, así como para llevar el concreto fresco de un nivel superior a otro inferior.

El compresor llena de aire comprimido el tanque, que empuja el concreto en la bomba a través de la tubería.

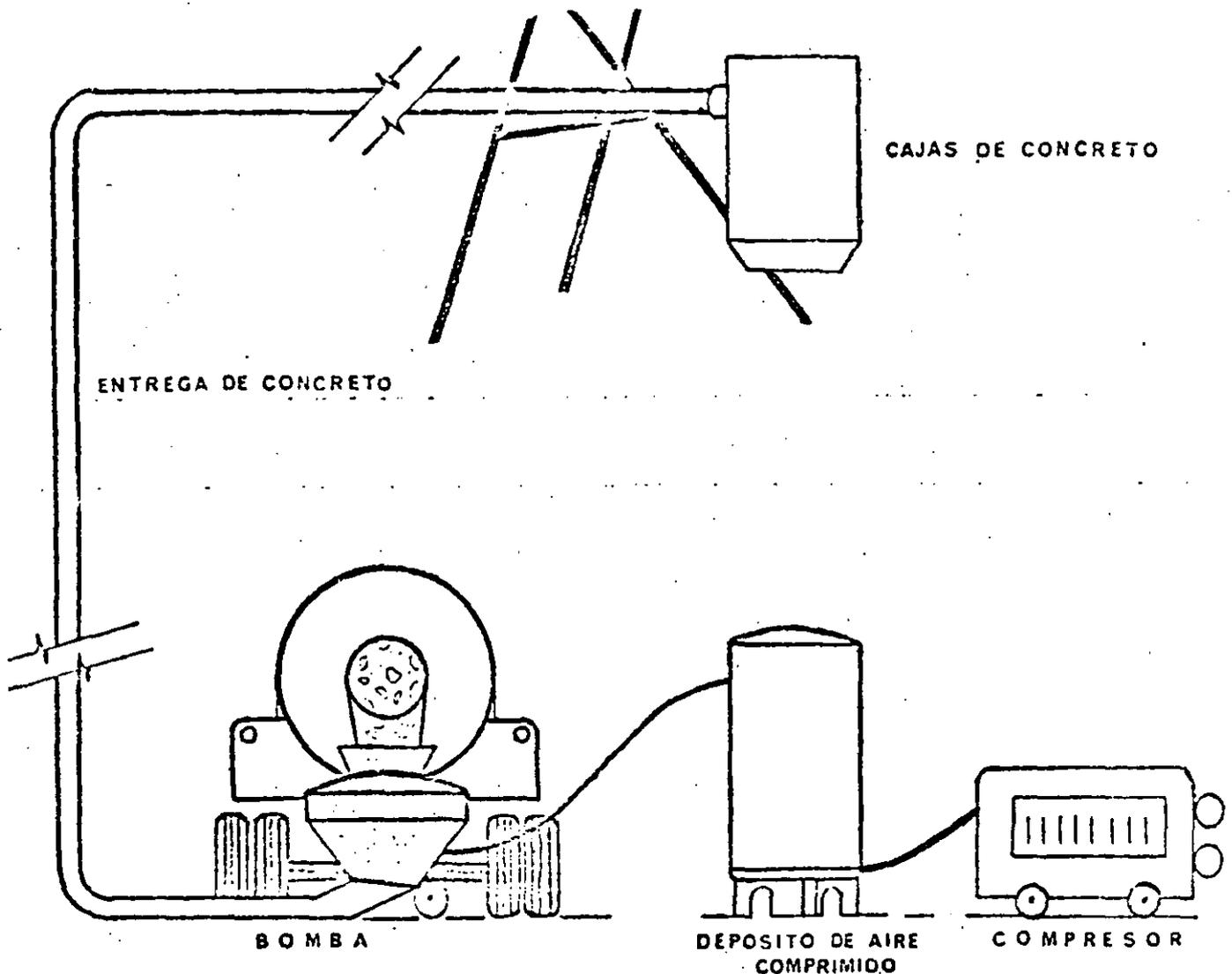
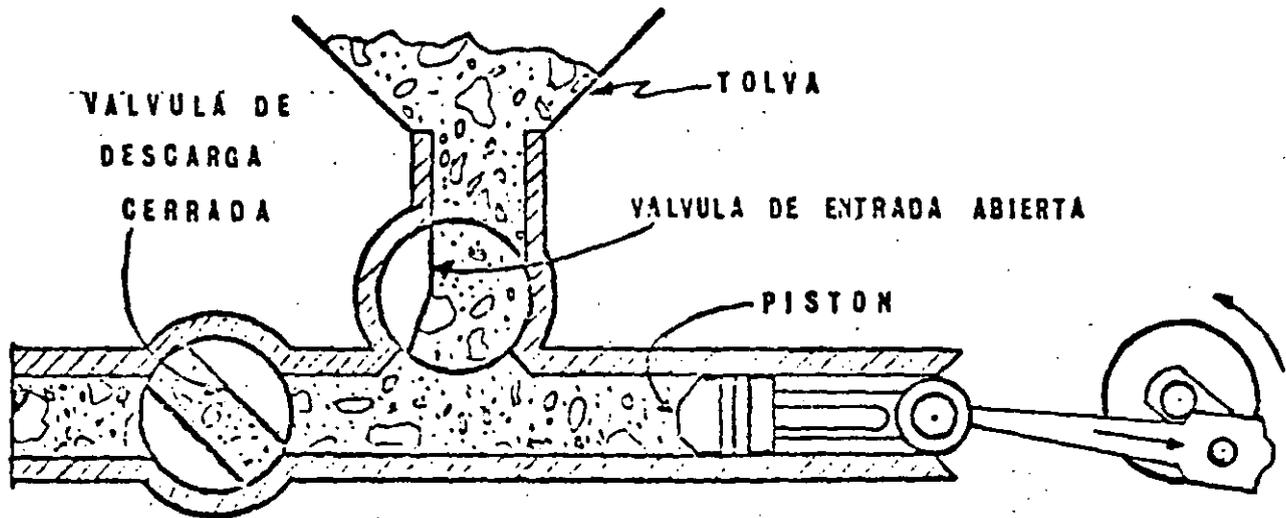
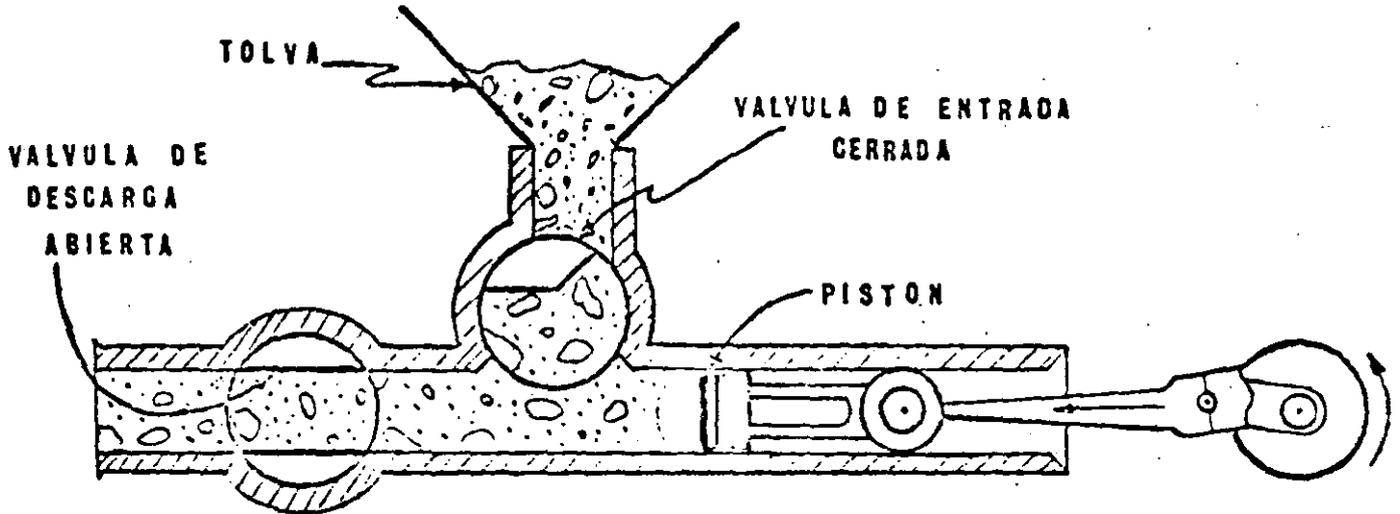


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA  
DE CONCRETO, TIPO DE PISTON



La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cimbra.

Los tubos tremie, son elementos necesarios para realizar muros colados "in situ", dentro de lodo bentonítico o agua.

### C) EQUIPO DE TERMINACION FINAL

Con alguna frecuencia es necesario dar a las superficies de concreto un acabado especial, como por ejemplo en pavimentos de concreto hidráulico o también en los recubrimientos de canales, por solo mencionar dos casos.

Como un equipo de terminación final es conveniente utilizar, alguno que permita dar un acabado de la superficie sin alternarla, tendiente a dar las características señaladas por las especificaciones, no solo en cuanto al aspecto formal sino también por lo que respecta a color y textura.

### D) EQUIPO AUXILIAR

#### a) Alumbrado

Deberá tenerse en obra un equipo de alumbrado que garantice el trabajo nocturno, con suficientes lámparas para cubrir toda el área de trabajo.

#### b) Humedecido

Con muchísima frecuencia se hace necesario humedecer la superficie en donde se depositará el concreto, por lo que es recomendable dotar de tanques con agua, en los lugares estratégicos.

#### c) Protección Contra Lluvia y Viento

Para poder proteger al concreto fresco ya colocado, contra los efectos de lluvias inesperadas que puedan dañarlo, se recomienda tener en obra techos con estructuras ligeras en cantidad suficiente; y por lo que respecta a la protección contra los efectos del viento se debe disponer de manparas lastrables que sirvan de pantallas protectoras.

### E) SELECCION DEL EQUIPO

Para la selección del equipo adecuado deberán analizarse los diferentes factores que intervienen en la realización de la obra, como pueden ser:

- a) Volúmen de obra por ejecutar.
- b) Programa de obra.
- c) Disponibilidad de todos los materiales necesarios.
- d) Factores climatológicos.
- e) Turnos de trabajo.

Una forma de proceer podría ser la siguiente: conocido el volúmen de obra a ejecutarse y el tiempo de entrega, se revisan las disponibilidades de materiales; modificándose el plazo de entrega en caso de que alguno de dichos materiales no esté disponible en la medida requerida. Suponiendo que se tienen los materiales para cumplir con el programa de obra, se analizan las condiciones climatológicas para evaluar el tiempo posible de trabajo que pueda tenerse dentro del programa de obra. Por último, se determinan los turnos de trabajo, permitiéndonos esto conocer el volúmen de obra que tenemos que ejecutar por hora, lo cual nos permite decidir el equipo que se ajuste a las necesidades. Se seleccionará el equipo, con base primeramente, al trabajo específico de que se trate, para en seguida de un determinado grupo, escoger el que más se ajuste al programa estudiado,

vigilando que esté balanceado entre sus diferentes elementos.

### 3. PROBLEMA DE TRANSPORTE

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijos con o sin agitadores, por góndolas de ferrocarriles, por conductos o mangueras o por bandas transportadoras, etc.

El tema a tratar en esta parte del curso, es sin embargo, el de colocación de concreto; pero vale la pena aclarar hasta que punto un sistema es de transporte o de colocación; por ejemplo, nosotros podemos transportar el concreto por medio de bandas transportadoras y colocarlos directamente de las bandas a la cimbra bien, en este caso el sistema es de transporte y a la vez de colocación. Lo mismo podemos decir cuando se transporta concreto por métodos de bombeo y quizás también si se transporta por medio de bogues equipados con motor.

Por las razones antes expuestas trataremos de enfocar el problema de transporte dentro de la obra sin desligarlo de la colocación, es decir, distinguiendo únicamente que en la obra tenemos transporte vertical y transporte horizontal y su correspondiente colocación.

El problema de transporte del concreto de la planta al sitio de colocación, se trató en anterior sesión.

### 4. METODOS DE COLOCACION DE CONCRETO

#### A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Una especificación es fundamentalmente un documento del contrato que relaciona los materiales y la obra de mano con un cierto grado y calidad. Esto puede hacerse citando normas, citando marcas específicas o indicando métodos o procedimientos. Las especificaciones deben estar acordes al "Estado del Arte en Ingeniería" y deben corresponder al tipo de equipo que se usa en la actualidad. Si la especificación como dijimos al principio está ligada a la calidad, debe hacerse un estudio cuidadoso del conjunto de especificaciones para definir en detalle el control de calidad necesaria.

En general las especificaciones están organizadas por tipos de trabajo. Este se indica como título, posteriormente se describe en detalle el trabajo a ejecutar y más adelante en una serie de párrafos se dan las características del trabajo, relacionado con su calidad, dimensiones, grado de exactitud en medidas y colocación tipo de material a usar y, algunas veces indicaciones sobre el procedimiento constructivo que debe elegirse.

Por último se termina con el procedimiento para la medición y el pago del trabajo ejecutado.

Aunque al redactar las especificaciones se procuran que éstas sean claras y equilibradas, es bastante frecuente que el contratista se encuentre con casos en los que hay que interpretar una parte o el total de la especificación. Cuando en las especificaciones se encuentran casos como: "De acuerdo con las mejores prácticas de la Ingeniería", "Obra de mano de primera calidad", "deshonesto", se pueden prever dificultades en la interpretación de dichas especificaciones. En estos casos es conveniente traducir las frases en tolerancias definidas o datos específicos que permitan proyectar el subsistema de control de calidad de una manera racional, evitando discusiones, pérdidas de tiempo y serios daños económicos.

También es recomendable que la especificación omita el procedimiento de construcción, aunque no siempre esto es posible, pero en este último caso pueden dársele al constructor, más que un procedimiento de construcción detallado, ciertas restricciones que deberá tomar en cuenta, por ejemplo, en un colado de concreto se le podrá indicar que debe tomar precauciones contra tempe-

raturas abajo de cero.

Al final de este capítulo se anexa un ejemplo de especificación de concreto lanzado para su análisis.

## B. COLADO CONTINUO

Anteriormente ya se ha hablado en forma muy somera del equipo de colocación, tanto para colado continuo como para colado discontinuo. En esta parte enlistaremos los diferentes métodos de colocación describiendo en forma general algunos de ellos.

### a) Colocación en cimbras deslizantes.

Casi siempre que se habla de cimbras deslizantes, se piensa en la construcción de estructuras verticales de concreto reforzado y más específicamente de silos de almacenamiento y en menor escala de tanques elevados y pilas de puentes.

Sin embargo, no son estos los únicos ejemplos de grandes obras en los que se puede utilizar la cimbra deslizante, según podemos observar en la siguiente lista, en la cual incluimos los casos tradicionales ya apuntados:

- Colado de silos de almacenamiento.
- Colado de muros en edificios.
- Colado de pilas de puentes.
- Puentes en doble voladizo.
- Colocación de concreto en túneles inclinados.
- Erección de la estructura de concreto de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones en edificios.
- Revestimiento de las paredes inclinadas en vertedores.
- Erección de estructuras en obras de toma.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizante tradicional, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento, sin que esto quiera decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de iniciar el deslizamiento.

La condición principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura o en su caso la de conservar el ángulo correcto con respecto a la horizontal.

La colocación del concreto en las formas, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra nos ayuda, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la

cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es necesario para lograr su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por lo que se recomienda que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto no afecta las características de resistencia del concreto, sí se manifiesta en la apariencia exterior.

Mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento, calidad y tamaño de los agregados, etc., es un aspecto primordial, el cual implica contar con una perfecta organización en todos los aspectos de la obra: suministro adecuado del material y del equipo, personal de producción capacitado y perfecta sincronización en el transporte, elevación, y colocación del concreto en la cimbra.

#### b) Colocación en cimbras continuas

Para tener el ideal abastecimiento de concreto en forma continua, no solamente contamos con las cimbras deslizantes mencionadas anteriormente, sino que también se pueden realizar colados en forma ininterrumpida en los casos que a continuación se indican:

- Recubrimiento de concreto en túneles.
- Pavimentos de concreto hidráulico.
- Colocación de concreto en taludes y plantilla de canales.
- Colados de concreto en grandes losas.

La colocación de concreto hidráulico en pavimentos, tanto en carreteras como en aeropuertos, así como también en el revestimiento de canales, utilizando pavimentadoras, lo podemos considerar como un colado en cimbras continuas ya que lo que propiamente constituye la cimbra continua es la superficie que va a quedar en contacto con el concreto, aunque el equipo de colocación es deslizante.

La operación de este equipo es más económica que aquel de cimbra fija removible, se ahorra obra de mano y en equipos adicionales, se trabaja en zonas más compactas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, y se tiene la gran ventaja de que se puede ajustar a todas las dimensiones. Se han realizado construcciones de losas de concreto en pavimentos de espesores variables desde 15 cm hasta 30 cm y anchos desde 3 m hasta 15 m; losas con refuerzo o sin él.

Una ventaja no menos importante que representa el uso de este tipo de equipo es el factor inversión. En producciones masivas es más económico este equipo, en comparación al de cimbra fija incluyendo en cada caso todo lo necesario. Al utilizar menos personal para operar este tipo de máquinas, se obtienen ventajas en costos y se reducen problemas de personal, en cuanto a su control y atención se refiere.

En la utilización de este equipo se pueden señalar los siguientes problemas: es necesario tener personal y técnicos de operación altamente entrenados; deberán usarse métodos de tendido automáticos, es decir, máquinas que por medio de sensores electrónicos pueden ir guiándose apoyados en alambres previamente alineados y nivelados; por último, la atención y mantenimiento del equipo de pavimentación requiere de mecánicos y personal altamente calificado, inclusive asistencia del fabricante, ante todo para darle atención a los componentes y equipos eléctricos.

En cuanto a la cimbra para túneles su funcionamiento es diferente; es básicamente una cimbra continua compuesta de módulos en la cual se va colando de atrás hacia adelante; se cierra primero el módulo posterior y una vez que el concreto que se encuentra en contacto con este módulo tiene la resistencia adecuada, este se cierra y se desliza sobre unos rieles por el interior de la cimbra (parte interior de los demás módulos) hasta llegar a la parte de enfrente en donde se vuelve a armar. La operación se repite cuantas veces sea necesario. Este tipo de trabajos son muy especializados y en nuestro medio se realizaron en el Sistema de Drenaje Profundo con bastante éxito.

Por lo que toca a los colados continuos de grandes losas con sistemas tradicionales, consideramos que no es necesario hacer mayor explicación.

### C. COLADO DISCONTINUO

Este tipo de trabajo se hace en un altísimo porcentaje de grandes obras y la diferencia básica entre una y otra obra, en cuanto a la colocación de concreto se refiere, consiste en el equipo de colocación que se utilice. Así por ejemplo, podemos distinguir los siguientes métodos:

#### a) Cubos y tolvas

El empleo de cubos con descarga por la parte interior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces de el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

#### b) Carros manuales y motorizados.

Es importante que las vías por donde transiten estos carros sean lo suficientemente lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el trayecto y también es necesario ser cuidadoso de la forma de depositar el material sobre la cimbra, aspecto que se trata en la parte correspondiente a la supervisión durante el colado.

#### c) Canalones y trompas de colado

Se emplean con frecuencia para trasladar concreto de un nivel superior a la cimbra directamente, a tolvas o a bandas transportadoras, que se encuentran en un nivel inferior. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. Los canalones demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento.

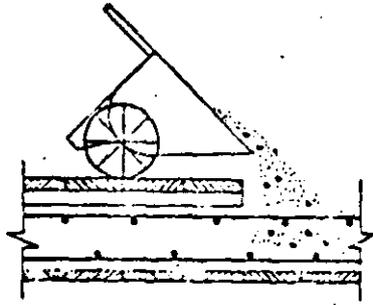
#### d) Tubo tremie (tubo embudo)

Este elemento es imprescindible en los trabajos de muros colados "in situ", o sea en los trabajos de muros subterráneos colados en el lugar. El procedimiento es como sigue:

1o. Se construye un brocal de guía

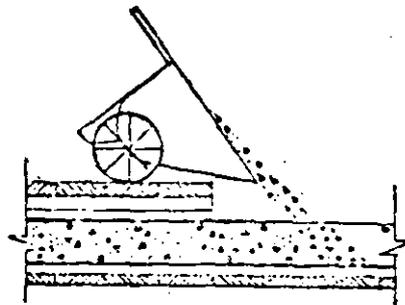
2o. Excavación mediante equipo especial.

Se excava mediante equipo especial (puede ser cucharón de almeja): se efectúa la excava-



① **CORRECTO**

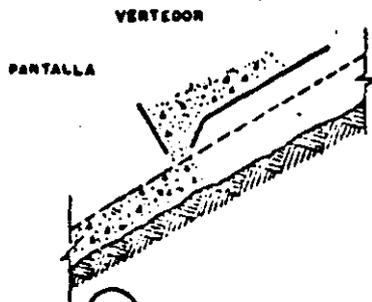
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA DEL CONCRETO COLADO



② **INCORRECTO**

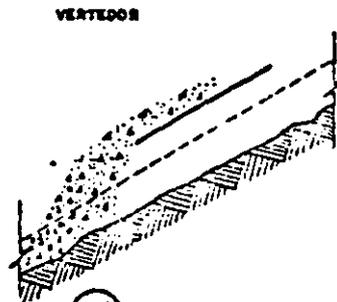
VERTER EL CONCRETO ALEJANDOSE DE LA CARA DEL CONCRETO COLADO

**COLADO DE LOSAS DE CONCRETO DESDE BUGGIES**



① **CORRECTO**

COLOCAR UNA PANTALLA Y COLAR EN EL EXTREMO DEL VENTEDOR, DE TAL MANERA SE PREVIENE LA SEPARACION Y EL CONCRETO PERMANECE EN LA PENDIENTE.



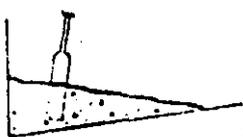
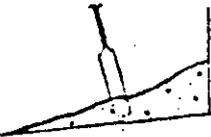
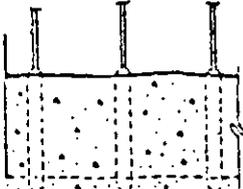
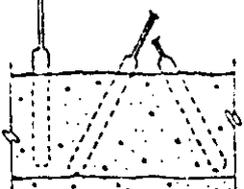
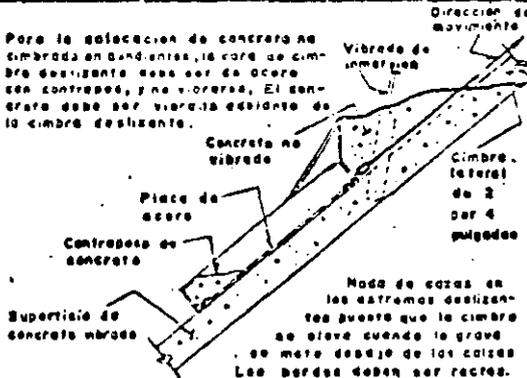
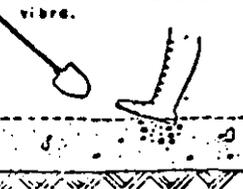
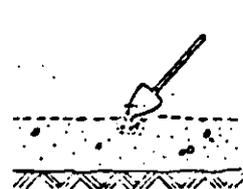
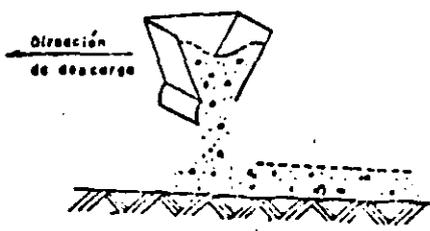
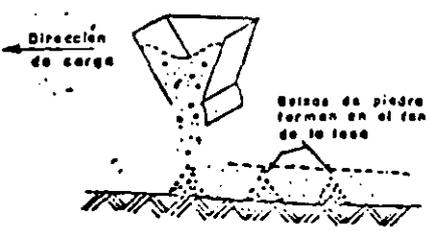
② **INCORRECTO**

COLAR EL CONCRETO DESDE UN EXTREMO LIBRE DEL VENTEDOR SOBRE UNA PENDIENTE QUE VA A SER PAVIMENTADA, LA GRAVA SE SEPARA Y VA A LA PARTE INFERIOR DE LA PENDIENTE. LA VELOCIDAD TIENDE A DESLIZAR EL CONCRETO HACIA ABAJO.

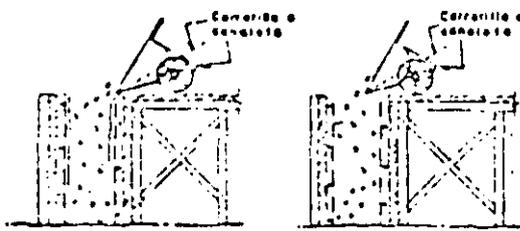
**COLADO DE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA**

COLADOS DE CONCRETO

N	O	H	M	A	R	E	V
HOJA						DL	

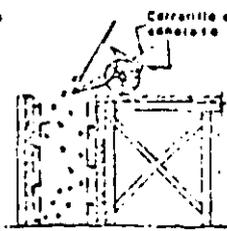
<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Se emplea la colocación en el fondo de la pendiente de la manera que se aumenta la compactación por el peso del concreto nuevo que se agrega. La vibración asistida.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Se emplea la colocación en la parte superior de la pendiente. El concreto se arriba siendo segregado, sobre todo cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibración invade el flujo, y quita el peso del concreto de arriba.</p>  <p style="text-align: center;"><b>CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Penetración vertical del vibrador algunas centímetros dentro de la capa colocada anteriormente (lo cual todavía debe estar en estado plástico). A intervalos regulares sistemáticos se ha encontrado que se une adecuada consolidación.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Penetración al azar del vibrador en todas las angulos y sin una suficiente profundidad para asegurar la combinación monolítica de los dos capas.</p>  <p style="text-align: center;"><b>LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA</b></p>																		
<p>Para la colocación de concreto en cimbras en pendientes, la cara de cimbra deslizando hacia ser de acero sea contrapeso, y no vibrarse. El concreto debe ser vibrado deslizando de la cimbra deslizando.</p>  <p style="text-align: center;"><b>COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Con una pala se pasa la grava a las bolsas de piedras a otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida o vibra.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Treatar de arreglar la bolsa de piedra traspasando mortero y concreto fresco en la zona.</p>  <p style="text-align: center;"><b>EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO</b></p>																		
<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>SI LA SEGREGACION NO HA SIDO ELIMINADA AL LLENAR LOS CUBOS</b> Un remedio temporal hasta que se haga la corrección</p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Virase el cubo para que la grava segregada caiga en el concreto de tal manera que pueda combinarse dentro de la masa.</p> <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Descargar de manera que la poca libre se resbale y acumule sobre cimbras o sub-base</p>																		
<p><b>COLOCACION DEL CONCRETO</b></p>																			
<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">O</td> <td style="padding: 2px;">R</td> <td style="padding: 2px;">M</td> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">REV</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center; padding: 2px;">8303</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">HOJA</td> <td style="padding: 2px;">DL</td> </tr> </table>		N	O	R	M	A	REV	8303						HOJA					DL
N	O	R	M	A	REV														
8303																			
HOJA					DL														

EL CONCRETO SE SEGREGARA SERIAMENTE A MENOS QUE SE DEPOSITE DENTRO DE LAS CIMBRAS ADECUADAMENTE



**CORRECTO**

Disminuye el concreto en un colector con una manguera ligera y flexible. Esto evita la segregación. La cimbra y el acero estarán limpios hasta que los cubra el concreto.



**INCORRECTO**

Permite que el concreto del colector o la carretilla se golpee contra la cimbra y rebote en las varillas y la cimbra causen segregación y huecos en el fondo.

**COLOCANDO CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS**



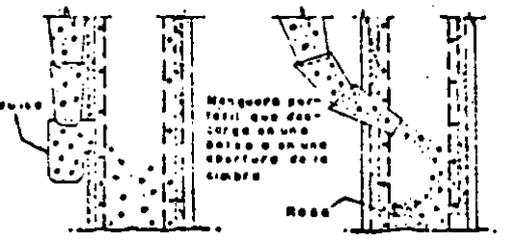
**CORRECTO**

Manguera perforada que descarga en una boca o en una abertura de la cimbra.



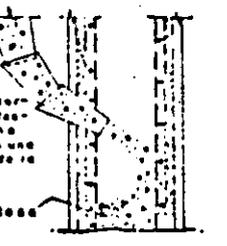
**INCORRECTO**

Permite que el concreto caiga a gran velocidad dentro de las cimbras, o que forme un ángulo con la vertical. Esto inevitablemente resulta en segregación.



**CORRECTO**

Caída vertical del concreto en bujes verticales debajo de cada abertura de la cimbra, permitiendo que el concreto se deslice y fluya fácilmente a la cimbra sin segregación.



**INCORRECTO**

Permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras, o que forme un ángulo con la vertical. Esto inevitablemente resulta en segregación.

**COLOCACION EN PAREDES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA**



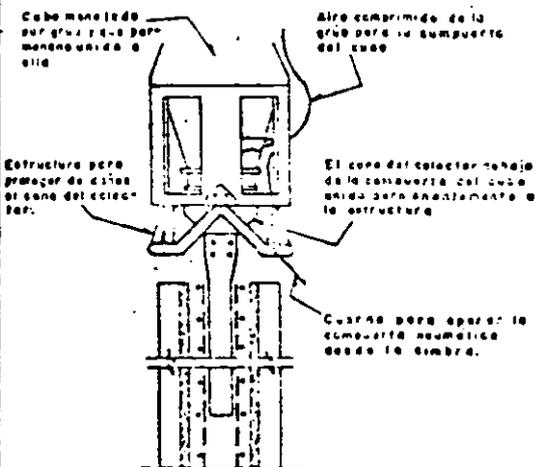
**CORRECTO**

Necesariamente el concreto se mueve hacia el fondo de cimbras estrechas y profundas y se hace más seca conforme se acerca la parte superior. El cemento de esta zona tiende a igualar la calidad del concreto. La contracción por asentamiento es mínima.

**INCORRECTO**

Usar el mismo resacasimiento en la parte superior como en la inferior en el fondo de la cimbra. Un sitio resaca en la parte superior produce un exceso de agua y de consolidación, pérdida de calidad y durabilidad en la capa superior.

**CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS**

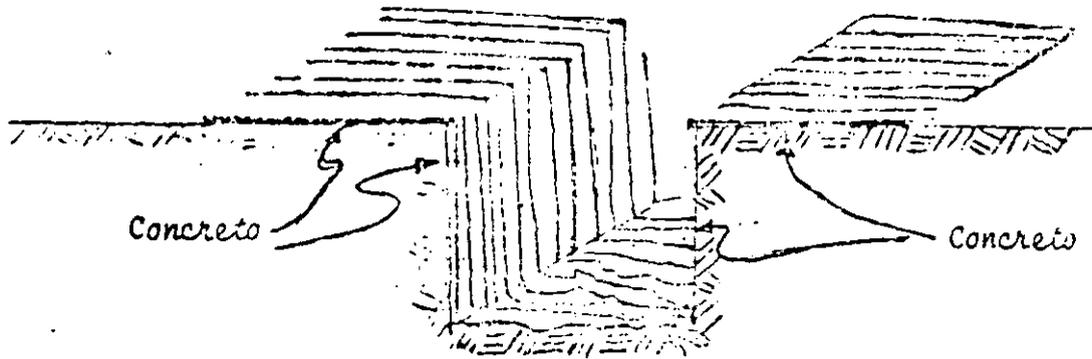


Conducto de caída flexible conectado al caso colector. El conducto se coloca en plano cuando se está apoyando para de concreto permitiendo que se le empuje para el menor tamaño de agregado además de ser lo suficientemente grande para el mayor.

**COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS**

COLOCACION DEL CONCRETO

N O R M A N I V  
0-04  
HOJA 01



ción en zanja de ancho y largo determinado y a medida que se va haciendo la excavación se va introduciendo lodo bentonítico. La bentonita, en virtud de su elevado peso específico, ejerce una fuerte presión sobre las paredes de las excavaciones y penetra en el terreno alrededor de él haciéndolo impermeable; mientras que por lo que se refiere a su acción contra los derrumbes, puede considerarse que dicha bentonita encerrada en la excavación debe resistir a la presión del suelo y, si hay presencia de una falda de agua, resistir también a su empuje; o sea que dicho lodo sustituye perfectamente bien cualquier forma de ademe.

### 3o. Limpieza del fondo

Terminada la excavación hasta la cota determinada y con el ancho y largo establecido, se debe proceder a la limpieza del fondo, la misma que se ejecuta mediante bombas especiales sumergidas que hacen circular el lodo a través de un ciclón y un separador, volviendo a recircular la bentonita limpia.

### 4o. Colocación del acero de refuerzo

Sucesivamente y si es necesario según el cálculo, se puede proceder a introducir en la zanja, siempre en presencia del mismo lodo, una parrilla de acero de refuerzo.

### 5o. Colado del concreto

El paso a seguir es el colado del concreto que se efectúa de abajo hacia arriba mediante un tubo de colado (tubo "tremie"). Un factor muy importante es que la parte inferior de dicho tubo tiene que quedar siempre sumergido en el concreto, por lo menos un metro o más.

En la hoja siguiente se puede observar en forma gráfica este proceso.

### e) Bombeo

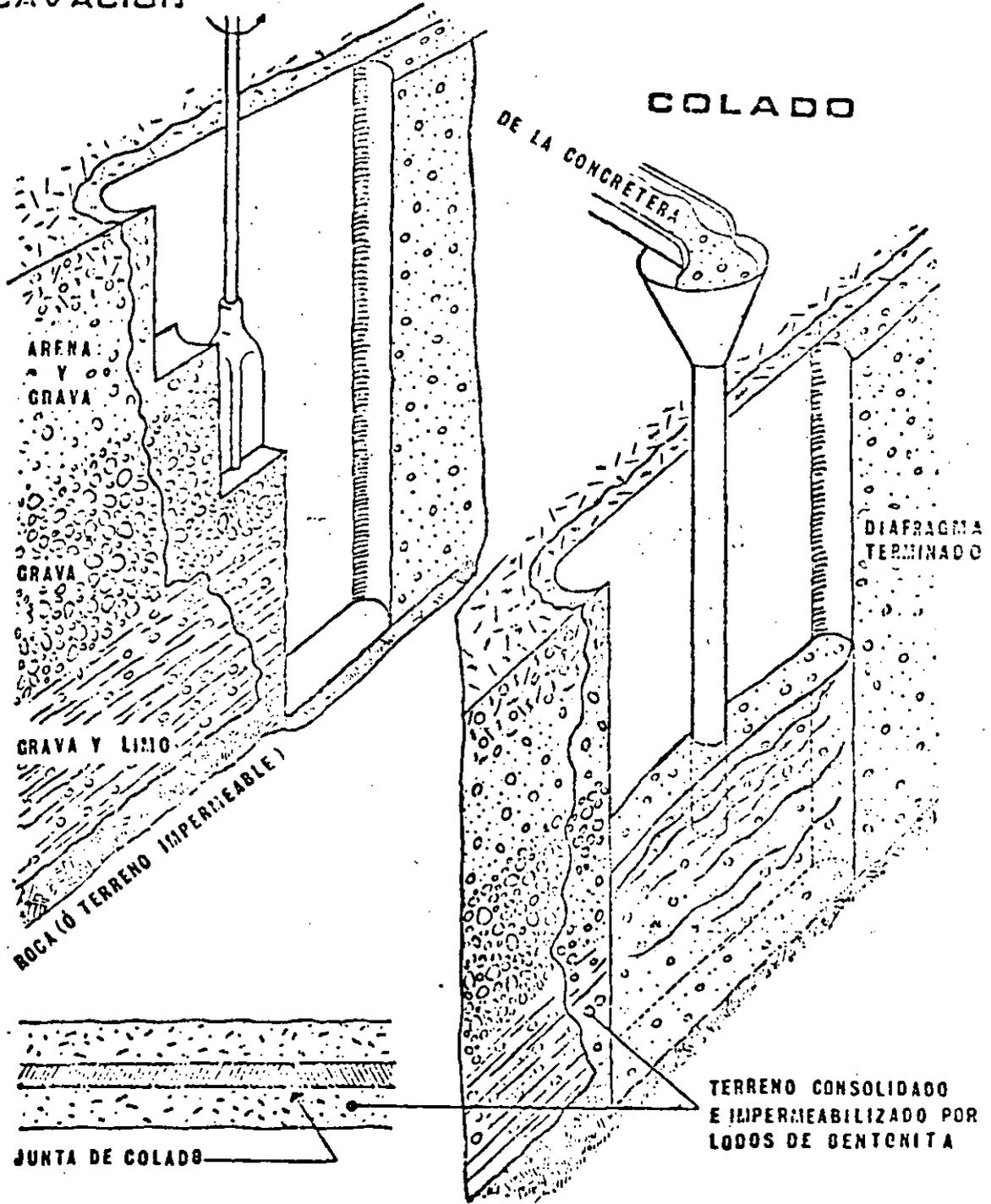
Podemos definir al concreto bombeado como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. En general, su uso ha tenido buen éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc. Últimamente ha tomado bastante auge en trabajos de edificación.

El sistema de bombeo, puede ser útil en la mayor parte de las construcciones de concreto; pero más especialmente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad. De acuerdo

# EJECUCION DE MURO COLADO "IN SITU"

EXCAVACION



con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m<sup>3</sup> por hora. El alcance efectivo variará de 90 a 300 m horizontalmente y de 30 a 90 m verticalmente. Ha habido casos en los que se ha logrado bombear concreto en distancias horizontales hasta de 600 m y en verticales hasta 500 m.

**f) Bandas transportadoras**

Este es también un método de colocación utilizado con cierta frecuencia en las grandes obras.

Las principales ventajas de las bandas transportadoras son el flujo uniforme y el volumen que desplazan. Su desventaja mayor es la tendencia a la segregación del concreto en el extremo de descarga, por lo que se hace conveniente instalar algún dispositivo en el extremo de descarga que asegure la caída vertical del concreto.

Por lo general es necesario instalar un limpiador de banda en el extremo de descarga para evitar que una porción del concreto se adhiera a la banda.

**g) Cablevías**

En algunas grandes obras, como es el caso de presas de concreto, se ha utilizado este sistema de colocación con magníficos resultados. Su funcionamiento es aparentemente simple y consiste en lo siguiente: Se tiende un cable a manera de un puente colgante y sobre él se desliza un mecanismo por medio de poleas y del cual pende un bote que en su interior contiene concreto y que se depositará en el lugar del coíado. El accionamiento del sistema se realiza desde una caseta que se encuentra en alguno de los extremos en donde se encuentran sujetos el cablevía. Su utilización como método de colocación de concreto es relativamente escaso ya que requiere de condiciones especiales.

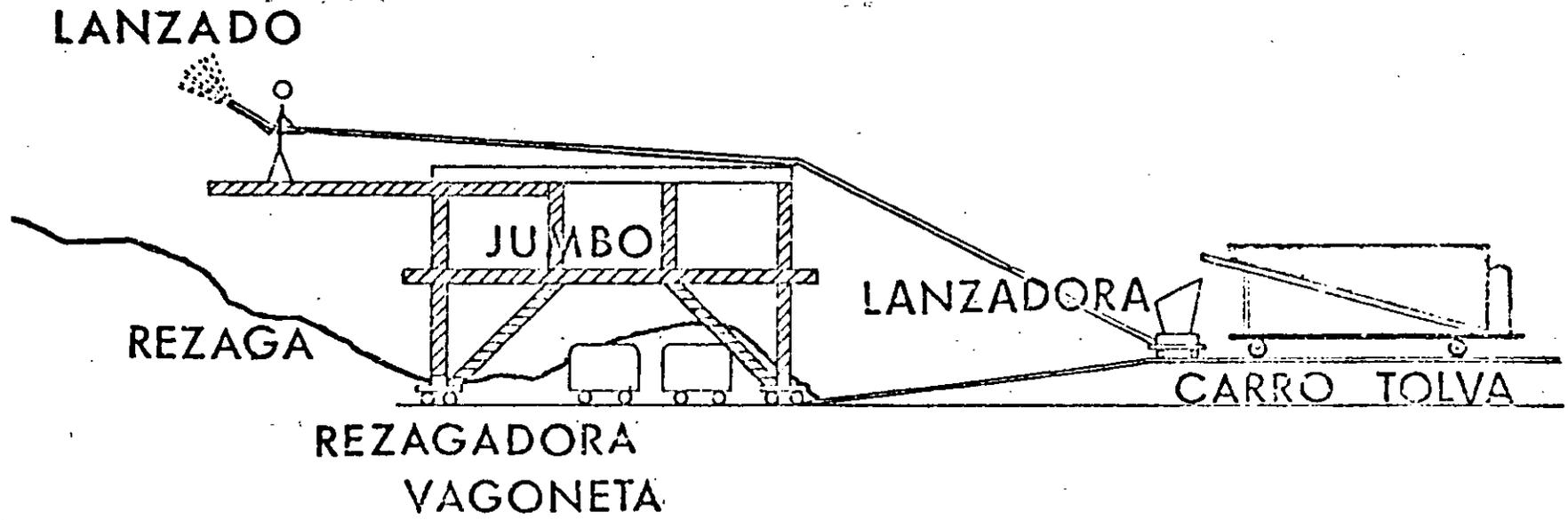
**h) Concreto lanzado**

Este es el nombre que se da a un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad, sobre una determinada superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades de un concreto colocado convencionalmente, de proporciones similares; es el método de colocación el que confiere al concreto lanzado sus significativas ventajas en numerosos usos. Al mismo tiempo, se requiere considerable habilidad y experiencia en la aplicación del concreto lanzado, así que su calidad depende en gran parte del trabajo de los operadores, especialmente en la colocación con la boquilla de expulsión.

El contenido de cemento en el concreto lanzado es alto. Además, el equipo necesario y la forma de colocación son más caros que en el caso de concreto convencional. Por estas razones, el concreto lanzado se usa principalmente en ciertos tipos de construcciones: secciones delgadas y ligeramente reforzadas (en algunos casos), como techos, cascarones, recubrimiento de túneles y tanques presforzados. Se usa también para reparar concreto deteriorado, estabilizar taludes, recubrir acero para protección contra incendios, y como sobrecapa ligera de concreto, mampostería o acero. Si el concreto lanzado se aplica en una superficie cubierta por agua corriente, es necesario usar un acelerante que produzca fraguado instantáneo; pero con la consiguiente reducción en la resistencia, aunque hace posible el trabajo de reparación. Generalmente, se aplica el concreto lanzado en un espesor hasta de 10 cm.

En la hoja que sigue se ilustra gráficamente el sistema.



## COMPARACION ENTRE PROCEDIMIENTOS DE COLOCACION DE CONCRETO

PROCEDIMIENTO	CUBETAS	BUGUI	BANDAS	BOMBAS
Restricciones de Mezclado	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muchas (de acuerdo al tipo de bomba)
Accesibilidad	No debe haber obstáculos superiores	Requiere espacio para rodamiento, rampas o malacates	No supera obstáculos altos verticales pero pueden utilizarse — ventanas, etc.	Ninguna
Restricciones en desplazamiento vertical	Lo permitido por la grúa	La pendiente — cuesta arriba — máxima es 5:1 en términos generales	La pendiente máxima es 2:1 en ambos sentidos, en general	50 a 450 pies con una cifra record de 576 pies.
Restricciones en desplazamiento horizontal	El ángulo de la pluma limita la operación de carga de la cubeta; dar el ángulo necesario toma su tiempo.	Manuales: límite práctico 200 pies máx. Motor: 1000 — pies	2 000 pies o más	250 a 2 500 pies dependiendo de la bomba y del diámetro de la tubería
Yardas/hora	Con cubeta de 1 yarda, y vel. de 240 p.p.m. 73 yd/hora a 50 pies de elevación 36 yd/hora a 200 — pies de elevación	Manuales: 200 pies, 3 a 5 — yd/hora Motor: 600 pies 15 a 20 yd/ — hora	100 a 360 yd/ — hora	5 a 160 yd/hora dependiendo de la bomba y del tipo de trabajo
Utilización malacate/grúa	El ciclo completo de colado requiere grúa o malacates	Ninguno, a menos que el nivel de colado sea superior al nivel de la — rampa	Si se utilizan unidades pesadas, sólo durante el tendido	Ninguno
Tiempo para instalación	Ninguno, a menos — que existan obstáculos para el acceso	Instalación de — rampas y rodamiento — posible necesidad de — apuntalamiento	Se requiere un — mínimo de 5 hombres en 2 horas para 200 pies — de recorrido	Colocación de la línea (No si se utiliza bomba montada en camión)
Costo inicial	Descarga inferior — 1.5 yd: \$1 000 U.S.	\$ 1 750 US — \$ 2 500 US	Ancho 16", sistema de 200': — \$ 40 000 US — (7 bandas)	Bomba: \$ 15 000 US — \$ 40 000 US Pluma: \$ 20 000 US — \$ 40 000 US
Renta promedio/mes	1 yd descarga inferior: \$ 105 US 1 yd "recostada": \$ 103 US	Manual 10-12 pies: \$ 42.75 US. Motor 10-14 — pies \$ 204.00 US.	Ancho 16", 32-34 pies: \$ 413 US Ancho 16", 50 — pies: \$ 594 US	No disponible

## EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES

PROYECTO PAUTE - ETAPA I  
LICITACIÓN No. PA/1

## PARTE IV

## SECCION: 8 HORMIGON LANZADO

**8.1 Alcance de los Trabajos.**— Esta Sección abarca el suministro y aplicación de hormigón lanzado, mediante equipo neumático, en el techo de la Casa de Máquina, en túneles, en pozos, en el recubrimiento de taludes y en otros sitios que la Fiscalización lo apruebe o lo ordene.

El hormigón lanzado se colocará según las instrucciones de los planos, con o sin armadura o pernos de anclaje, pero también podrá ser utilizado como capa sellante, para impedir los escurrimientos de agua de filtración hacia las obras en construcción, o como relleno de irregularidades en las excavaciones.

**8.2 Generalidades.**— El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos que será lanzado a alta presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente, sin rebotar, a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos. Su espesor, extensión y resistencia guardarán conformidad con los requerimientos de los planos y/o con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá instalar clavos o algún otros dispositivos aprobado, como guía para la obtención de los espesores especificados.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas Especificaciones y con las recomendaciones del ACT 506, así como la práctica moderna más eficiente de ejecución, con personal especializado. Se observará, además, las especificaciones pertinentes de la Sección: 7 Hormigón.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método y del equipo que se propone usar.

**8.3 Materiales.**— El cemento a utilizarse será tipo portland, que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM - C 150, Tipo II.

Los agregados pueden consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de los dos y gravilla y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes con un diámetro máximo de 1 cm.

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.5 y 3.0

Los aditivos, serán tan sólo acelerantes del fraguado. Su uso se condicionará a la aprobación de la Fiscalización.

El agua para la mezcla deberá cumplir con los requisitos ya indicados en el numeral: 7.5., de agua para hormigones.

Al disponer mallas de alambre, como refuerzo, éstas cumplirán con los requisitos especificados en la Sección. 10.

**8.4 Dosificación**

**8.4.1 Ensayos Previos.**— Los ensayos previos de la dosificación propuesta deberán realizarse con una anticipación mínima de 20 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en por lo menos dos paneles, de 1 m<sup>2</sup>, con o sin malla en la cuarta parte o en la mitad de su superficie (según la aprobación de la Fiscalización). El espesor requerido, no menor de 5 cm. será aplicado de acuerdo al método a emplearse, sobre un panel colocado en posición vertical: y el otro,

horizontal, en la bóveda.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión, que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará, además la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado, y los tiempos necesarios de revoltura.

**8.4.2 Dosificación.**— El diseño de la dosificación será hecho por la Fiscalización. Al aceptarlo el Contratista, la asume completamente como suya, para la ejecución. La resistencia a alcanzarse de 175 Kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de 10/0. El equipo de pesaje permitirá obtener pesadas con errores inferiores a 0.50/0. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente, por el tiempo mínimo de 1-1/2 minutos, en forma completa y uniforme, y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. El contenido de humedad de los agregados antes de la revoltura será entre el 3 y 50/0.

Toda mezcla que no haya sido utilizada hasta 45 minutos después de iniciado su mezclado deberá ser rechazada a expensas del Contratista.

## 8.5 Colocación

**8.5.1 Limpieza.**— Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados del aire y agua a presión. Se alejará de ellas todo material suelto, residuos, o fragmentos de roca, todos, agua de escurrimiento, etc.

No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas éstas, una vez limpiadas, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir deberían ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado.

Si se utiliza mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

**8.5.2 Agua de Hidratación.**— La dosificación de agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo posible de rebote, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos, debidos a exceso de agua.

La presión del agua en el mezclador deberá ser mayor, en mínimo 1 Kg/cm<sup>2</sup>, que aquella del aire comprimido; y mantenido constantemente, uniforme y adecuada, para garantizar su eficiente mezcla con el cemento y agregados.

**8.5.3 Aplicación.**— El hormigón, lanzado se aplicará de modo continuo, no intermitente, en los espesores establecidos en los planos y/o según lo indique la Fiscalización. En las zonas en que sea necesario más de una carga, la siguiente se aplicará luego de por lo menos 8 horas después de la primera.

La boquilla se mantendrá en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1 y 1.5 m. El chorro deberá ser de forma cónica; caso contrario, la boquilla será reparada o cambiada. Todo el material de rebote será desechado, a expensas del Contratista.

Para la longitud de mangueras de menos 30 m, la presión del aire en la lanzadora no será inferior a 3 kg/cm. de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, según lo indicado en 8.5.1 antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

**8.6 Curado.**— El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días, después de colocado, por uno de los siguientes métodos:

- a) Cubriendo la superficie con cañamos, arenas o paja, y manteniéndose continuamente húmedos.
- b) Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua;
- c) Cubriéndolo con una capa de material sellante, aprobado que mantenga por lo menos el 90o/o del agua original de la mezcla, de acuerdo al método de la especificación ASTM-C 156.71.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado fuere de 90o/o, durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de precauciones especiales de curado.

**8.7 Control de Calidad.**-- El Contratista prestará, sin cargo alguno, todas las facilidades necesarias para que la Fiscalización efectúe el control de calidad cuando y donde creyere conveniente. Especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerá testigos de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Mínimo se efectuará un panel de ensayo por cada tres días de aplicación.

Todo hormigón lanzado que no cumpliera con los requisitos especificados en esta Sección, o que sufriendo daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido según lo indique y apruebe la Fiscalización, a expensas del Contratista.

**8.8 Medición y Forma de Pago.**-- El hormigón lanzado a pagarse será medido en base al peso, en toneladas métricas, del cemento usado. Este precio incluirá el costo de suministros de todos los materiales (excepto cemento), equipos, herramientas y mano de obra necesarios para realizar la preparación mezcla y colocación del hormigón, así como, para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario por tonelada métrica estipulado en la Tabla de Cantidades y precios.

La medida y forma de pago para la malla de alambre soldada, usada como refuerzo se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral: 10.7.

El cemento se medirá y pagará de acuerdo a lo establecido en el numeral 7.30.14.

## 5. CONSTRUCCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

A fin de reducir los esfuerzos de tensión, compresión y flexión, según el caso, se hace necesario construir juntas en los colados de concreto hidráulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

### A. JUNTAS DE EXPANSION

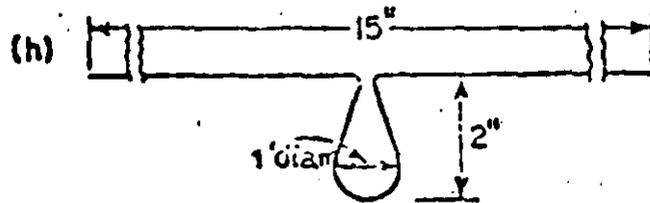
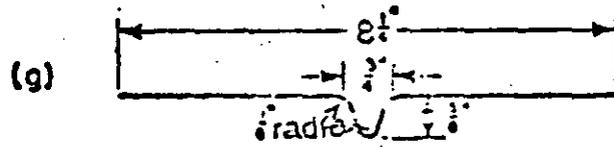
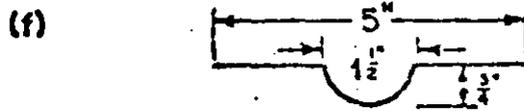
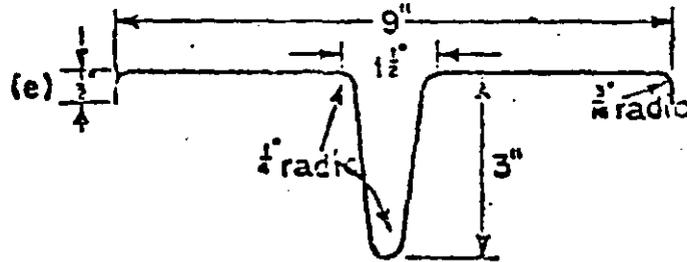
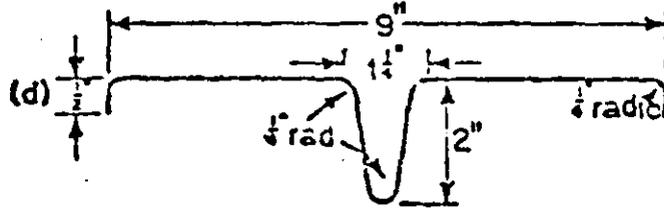
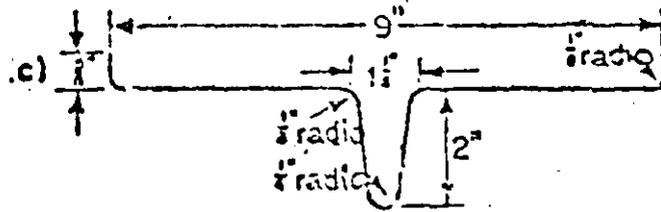
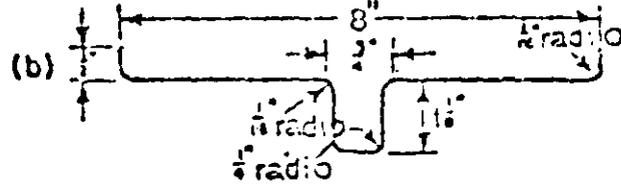
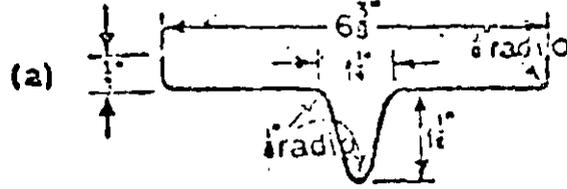
Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como muros de contención, edificios, ductos, etc.

Se recomienda que estas juntas sean colocadas cada 30 m en el caso de muros de contención y de edificios. Es también conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambios de dirección, tal y como sucede en los edificios en forma de T o L.

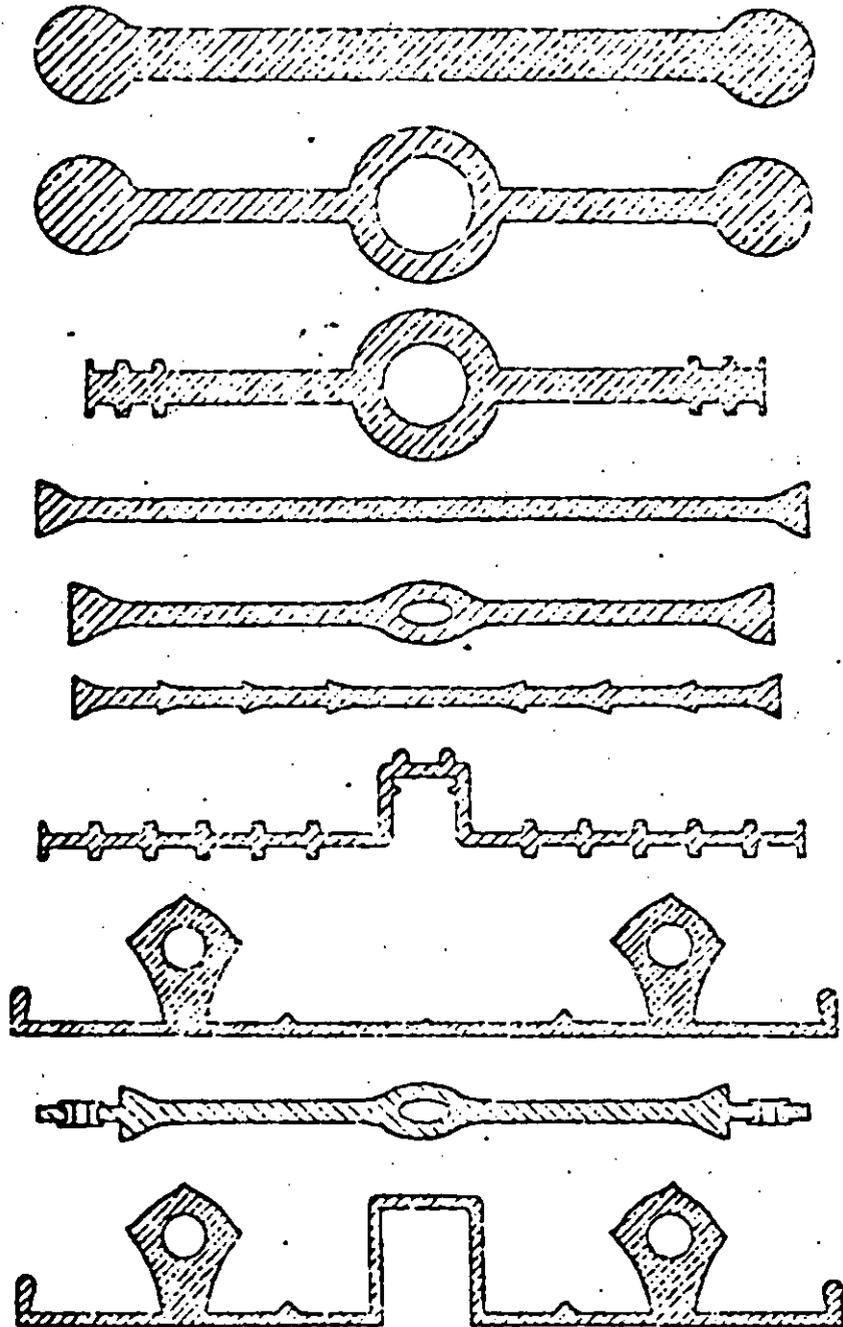
Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.

En las dos siguientes páginas se anexan croquis de juntas de expansión de cobre y distintos tipos de bandas flexibles para el sellado de juntas.

JUNTAS DE EXPANSION DE COBRE



## DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS



## B. JUNTAS DE CONTRACCION

Tienen por objeto limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Esta junta debe estar en libertad de abrirse y básicamente existen dos tipos: juntas de ranura, juntas de tiras metálicas. Las primeras se construyen formando una ranura en la superficie del elemento utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos.

- a) Introduciendo temporalmente en el concreto una tira metálica.
- b) Instalando una tira de material premoldeado de relleno para juntas a la profundidad requerida.
- c) Aserrando el pavimento después que el concreto haya endurecido.

Las segundas, se usan en pavimentos de concreto y se construyen colocando una tira separadora o de partición sobre la sub-base. Este separador consiste en una placa metálica o alguna hoja delgada de algún material rígido e incomprensible; sirve para interrumpir la continuidad del pavimento. Se forma una ranura en el concreto inmediatamente encima del separador.

## C. JUNTAS DE ALABEO O DE ARTICULACION.

Se refiere a cualquier tipo de juntas que permitan un cierto giro sin una separación considerable entre las losas adjuntas. Su función principal es absorber los esfuerzos por alabeos. A diferencia de la junta de expansión o contracción se colocan barras a través de la junta para prevenir separación considerable. En efecto, una junta de este tipo actúa simplemente como una articulación, permitiendo que los elementos en unión puedan sufrir un cierto desplazamiento angular.

## D. JUNTAS DE CONSTRUCCION

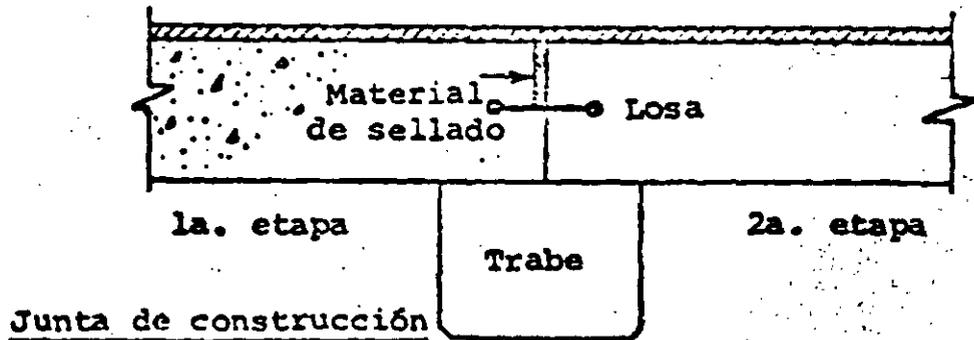
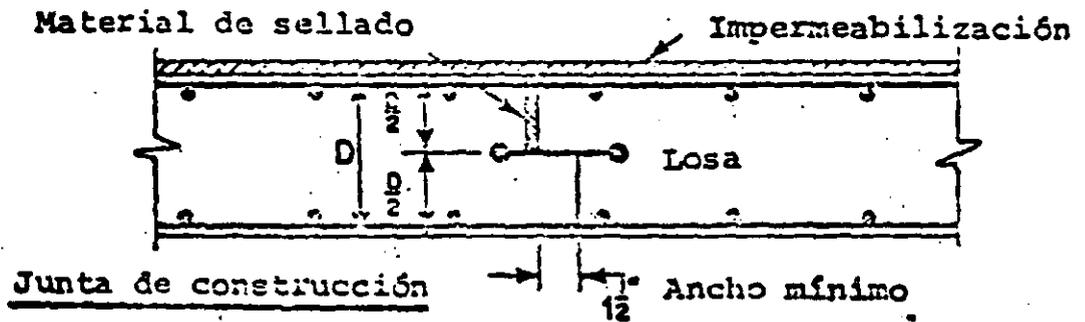
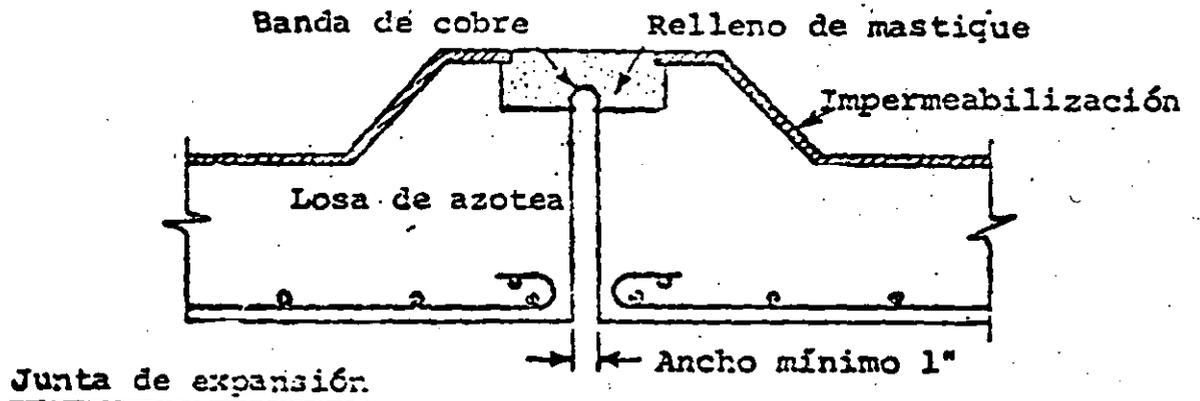
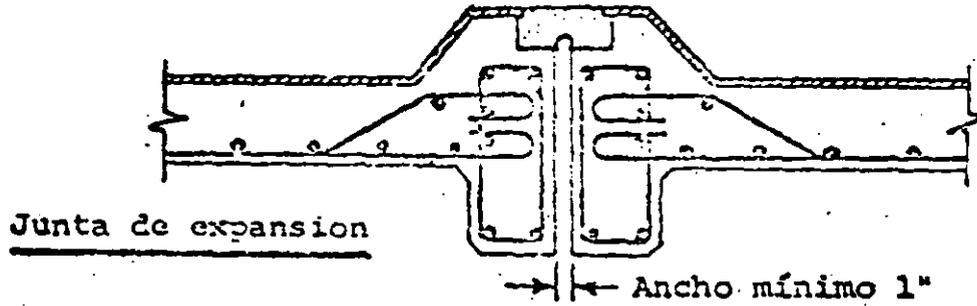
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posición que se indica en el croquis.

Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

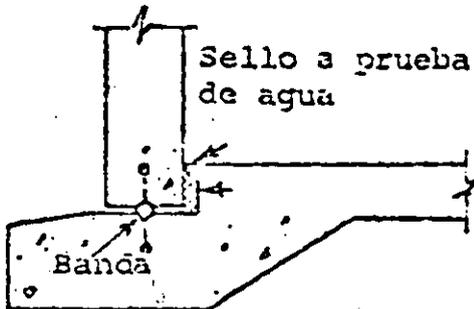
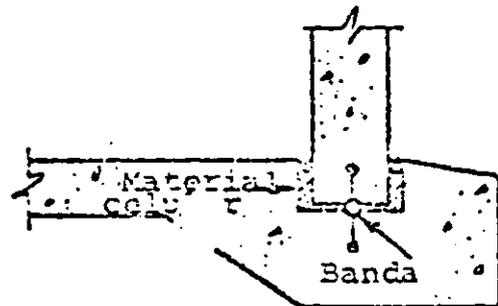
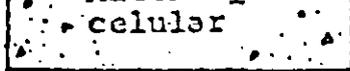
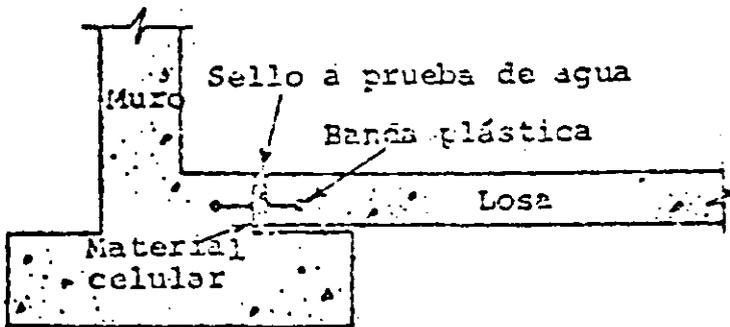
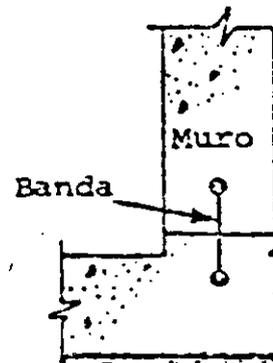
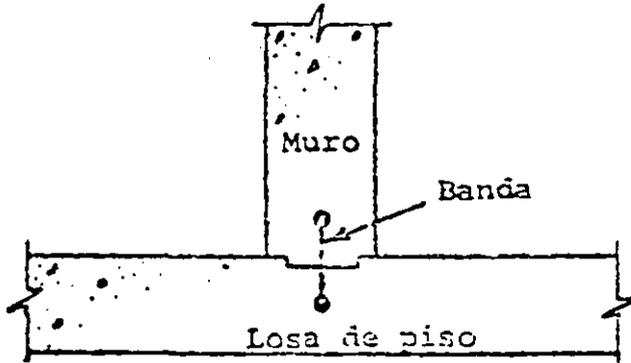
En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan libertad de movimiento horizontal. Para lograr tener las barras pasajuntas en su posición correcta se construye una estructura de alambroón que se clava en la subbase y sobre esta se distribuyen las barras pasajuntas amarrándolas ligeramente para permitir el movimiento horizontal sin perder su alineamiento longitudinal.

En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

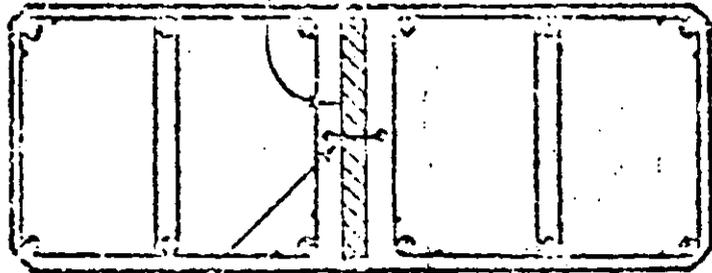


EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN  
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION



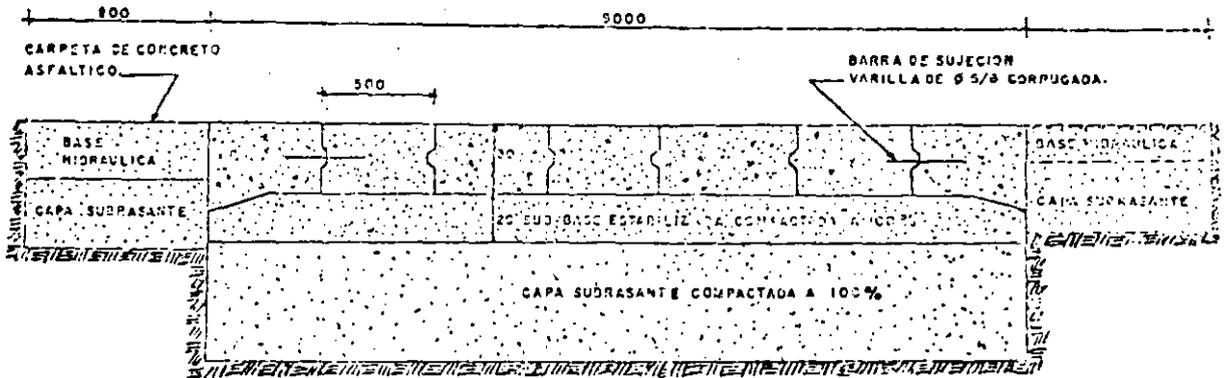
Material celular, (Sello a prueba de agua)

JUNTA DE CONSTRUCCION  
ENTRE DOS COLUMNAS



Banda

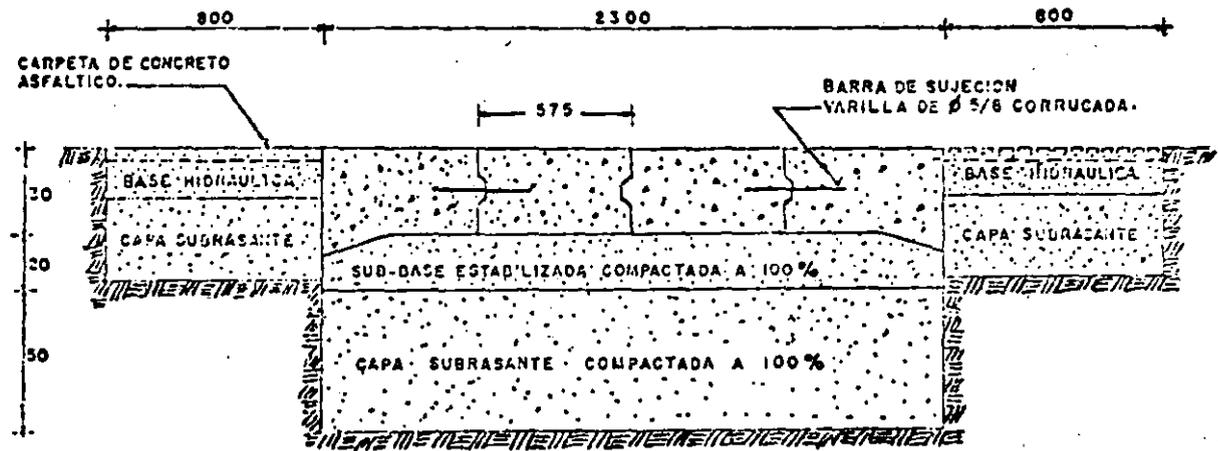
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION PLATAFORMA DE OPERACIONES

ACOTACIONES EN CM.

JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.

## SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION

### A. ASPECTOS GENERALES

Al desarrollarse el proyecto de una estructura cualquiera, se presentan tres etapas o pasos que pueden definirse como:

#### a) Planeación

En esta etapa se analizan las diversas alternativas en un nivel muy general, relacionando insumos y productos.

#### b) Diseño

Es el siguiente paso y en él se detalla la estructura, se dan dimensiones, se fijan calidades de los materiales y acabados y se representa mediante planos y especificaciones.

#### c) Construcción

En esta etapa se aplican los insumos en forma física a fin de realizar la obra que el diseñador representó en planos y especificaciones.

Es evidente que el papel del contratista está relacionado con la etapa c, siendo muy conveniente que tenga una idea completa de las etapas anteriores que se mencionan, y aún de las etapas posteriores, que son Operación y Mantenimiento de la estructura.

Podría pensarse que lo más económico es que el propietario de la estructura se abocara por sí mismo a la realización de todas las etapas para la consecución de un proyecto, puesto que aparentemente le reportaría economías. Sin embargo, la ejecución de una obra implica, para que sea económica, una concentración de equipo especializado y experiencia previa. Es en la construcción, cuando se realiza el mayor gasto derivado del proyecto; los ahorros que pudieran realizarse en esta etapa son significativos para la bondad económica del mismo.

- Una organización especializada, que cuente con los medios adecuados para la realización de la cons-

truccion, es, por lo tanto, una necesidad, que aunado a un sistema bien diseñado de otorgamiento de obras por concurso, puede dar la respuesta a la necesidad de muchos propietarios que desean construir una gran diversidad de estructuras.

En nuestro medio es prácticamente común que las obras las realicen físicamente los contratistas; pero siempre bajo el estricto control de la parte contratante, quien verificará que lo que marcan los planos y las especificaciones se cumpla.

Queda entonces claro que el contratista, tiene la obligación de contar con un adecuado sistema de control que le permita realizar la obra con la calidad especificada. Dicho sistema de control debe ser planeado, definiéndose en esta etapa, el tipo de muestra y la frecuencia con la que esta debe ser obtenida. Para tal efecto, el contratista deberá contar con un laboratorio con cierto tipo de elementos, que permita realizar las pruebas planeadas. Se necesita también una organización que realice dichas pruebas; y de acuerdo con la complejidad de las mismas, tendrá una definición del tipo de personas requeridas para manejar el laboratorio.

Es frecuente que, independientemente del sistema de control de constructor, exista un sistema de control proveído por el cliente. A este sistema de control es al que se le conoce con el nombre de supervisión, sin embargo, en estas notas al emplear los términos "supervisión" o "supervisor", se entenderá indistintamente y por conveniencia, que se puede tratar de la supervisión proveída por el cliente o bien de todo el sistema de control de calidad que realiza el constructor.

Dicho lo anterior, vale la pena también aclarar, que dentro del aspecto "control durante la colocación del concreto" no solamente se debe vigilar que se realicen las pruebas adecuadas o que se obtengan los especímenes necesarios; sino que también existe una serie de actividades que es necesario llevar a cabo de acuerdo con ciertas normas.

Trataremos de ser más claros haciendo la siguiente lista de lo que el supervisor debe controlar durante la colocación del concreto.

- Trabajabilidad y consistencia.
- Calidad del concreto.
- Forma de colocación en los moldes.
- Compactación del concreto.
- Verificación de la temperatura ambiente.
- Curado del concreto.

## **B. TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA**

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad, y compactibilidad. Esta trabajabilidad está afectada por la graduación de los agregados, por la forma de las partículas, por las proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos (si se usan) y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. También nos determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado.

Puede decirse que aun no existe una medida absoluta para la consistencia y para la trabajabilidad,

sin embargo, la prueba de revenimiento, que es la que se usa con mayor frecuencia en las obras, puede ser muy útil como una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad. Esta prueba de revenimiento, es ampliamente utilizada para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas se recomienda la prueba Ve Be.

### C. CALIDAD DEL CONCRETO

La medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto es la resistencia a la compresión.

La función del supervisor en este aspecto, se limita a controlar que de cada determinado volumen de concreto, se elaboren los cilindros de prueba especificados vigilando que estén debidamente identificados. Estos cilindros de prueba pueden elaborarse en la forma tradicional, o bien, en moldes en los cuales se vierte el concreto para después cerrarse herméticamente; bien se trate de la prueba normal a los 28 días o de la prueba acelerada a los 28 1/2 horas, respectivamente.

### D. FORMA DE COLOCACION EN LOS MOLDES

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que debe conservar la calidad del concreto en lo que se refiere a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal manera que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración.

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. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa anterior todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir su unión entre sí mediante una vibración adecuada.

Las figuras de las tres páginas siguientes muestran cómo pueden evitarse muchas de las causas comunes de la segregación en la colocación del concreto.

### E. COMPACTACION DEL CONCRETO

El proceso de compactación del concreto consiste esencialmente en la eliminación del aire atrapado. Para lograr la compactación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

Debe seleccionarse un método de compactación que sea adecuado para la revoltura de concreto y las condiciones de colado. Hay disponible una amplia variedad de métodos manuales y mecánicos.

#### a) Metodos manuales

Los métodos manuales más antiguos, consistían en apisonar o consolidar la superficie del concreto a fin de desalojar el aire y forzar a las partículas a una configuración más estrecha. De hecho a causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se deposita el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesario muy poca compactación adicional, como por ejemplo un ligero varillado. Sin embargo tiene la desventaja de gran contenido de agua, que como se sabe reduce la resistencia mecánica.

Las revolturas plásticas pueden consolidarse con un varillado (empujando una varilla consolidadora u otra herramienta adecuada en el concreto), o por medio de una apisonado. El paleado es algunas veces empleado para mejorar las superficies en contacto con la cimbra; una herramienta plana en forma de pala es repetidamente metida y sacada en el lugar adyacente a la cimbra. Esto obliga a las partículas gruesas a alejarse de la cimbra y ayudar a las burbujas de aire en su ascenso hacia la superficie superior. Aunque es una operación laboriosa, el resultado vale la pena algunas veces.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada capa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

#### b) Métodos mecánicos

El método más comunmente usado hoy en día es el de vibración, la cual se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa.

Otro método es el de barras apisonadoras operadas mecánicamente y son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precoidados, incluyendo los bloques de concreto.

Un equipo que aplique altas presiones estáticas en la superficie superior puede utilizarse para consolidar losas delgadas de concreto de consistencia plástica o fluida. Aquí el concreto es prácticamente exprimido en la cimbra, expulsando el aire atrapado y parte del agua de la revoltura.

La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricación de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Las mesas de impacto (utilizadas en el proceso Schokbeton), algunas veces llamadas mesas de golpeteo, son adecuadas para consolidar concreto de bajo revenimiento. El concreto se deposita en capas delgadas en moldes resistentes. Tan pronto como se llena el molde, se levanta alternativamente una corta distancia y se deja caer en una base sólida. Siendo que el molde y el concreto son repentinamente detenidos en caída libre, el impacto origina que el concreto se "compacte" en una masa densa. Las frecuencias varían en el rango de 150 a 250 golpes por minuto, y la caída libre es de 0.3 a 1.3 cm (1/8" a 1/2").

El proceso de vacío es un método que mejora la calidad del concreto cerca de su superficie y consiste en quitar parte del agua de la revoltura después que el concreto ha sido colado; sin embargo, esto implica algunas re-consolidación. Su principal aplicación está en la construcción de losas. En este caso, se aplican unas lonas a la superficie, después que se ha terminado la consolidación normal, y se conectan a las bombas de vacío. La succión ejercida por las bombas y la presión atmosférica del aire (una fuerza de consolidación), actúan simultáneamente en las lonas removiendo el agua y el aire atrapado en la región cercana a la superficie, cerrando los espacios ocupados previamente por el agua.

#### c) Combinación de métodos

Bajo ciertas condiciones, el combinar dos o más métodos de consolidación puede dar muy buenos resultados. Por ejemplo, la vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosa-

mente en los precolados y en algunas ocasiones en concreto colado en el lugar. En algunos casos se pueden utilizar vibradores de cimbra para consolidación rutinaria y vibradores internos en puntos críticos, como pueden ser ciertas secciones altamente reforzadas en donde se tienden a crear vacíos y una mala adherencia entre el concreto y el refuerzo. Inversamente en secciones donde la consolidación principal se hace con vibradores internos, la vibración de la cimbra puede aplicarse también para alcanzar la apariencia deseada en la superficie.

La vibración puede aplicarse simultáneamente a la cimbra y a la superficie expuesta. Este procedimiento se usa frecuentemente en la fabricación de unidades que utilizan mesas vibratorias. Mientras que el molde es vibrado, una placa o rejilla vibratoria aplicada a la superficie expuesta ejerce un impulso vibratorio y una presión adicionales.

La vibración del molde es algunas veces combinada con presión estática aplicada a la superficie expuesta. Esta "vibración bajo presión" es particularmente útil en muchas máquinas para fabricar bloques de concreto, donde las revolturas muy rígidas no responden favorablemente a la vibración sola.

Centrifugado (girado), vibración y rotación se combinan frecuentemente en la producción de tuberías de concreto de alta calidad y otras secciones huecas.

#### d) Vibrado

La vibración consiste en someter al concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales reducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en estas condiciones, el concreto se asienta por acción de la gravedad (algunas veces auxiliado por otras fuerzas). Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Vibradores como el que se muestra en la figura de la página siguiente, son muy usados para compactar el concreto.

Los vibradores internos, llamados a menudo vibradores de corto alcance o hurgadores, tienen una cabeza o caja vibradora. La cabeza se sumerge y actúa directamente contra el concreto. En la mayoría de los casos para evitar el sobre-calentamiento los vibradores internos dependen del efecto de enfriamiento del concreto que los rodea.

Todos los vibradores internos actualmente en uso son del tipo rotatorio. Los impulsos vibratorios emanan en ángulo recto de la cabeza del vibrador.

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se trasmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

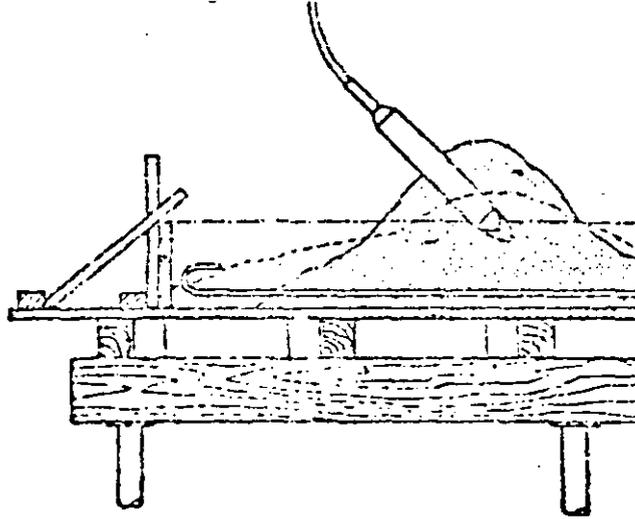
Los vibradores rotatorios siguen una trayectoria orbital que generalmente se alcanza al rotar un peso desbalanceado o excéntrico dentro de la caja del vibrador.

Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador de 3 a 10 cm. y el radio de acción de 30 a 60 cm.

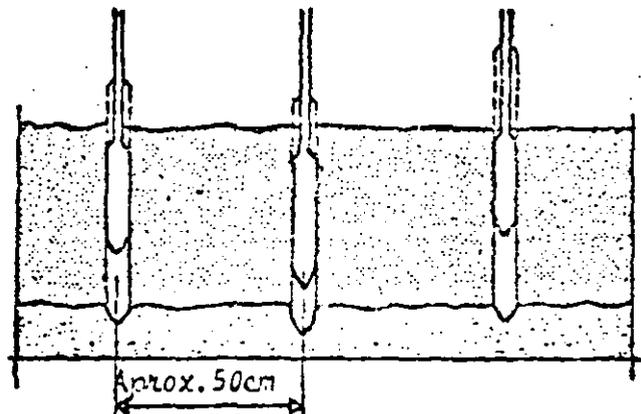
Resumiendo, podemos decir que para lograr buenos resultados en la vibración, es importante observar los siguientes aspectos.

- 1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.
- 2o. Se recomienda no vibrar un concreto con demasiado contenido de agua porque se segrega fácilmente favoreciendo la formación de bolsas de grava.

30. Debe sumergirse el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión en determinadas revolturas puede producir segregación.
40. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.
50. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de acción de cada posición recorra parcialmente la de las inmersiones anteriores. No se debe permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador, tal como se indica en la figura.



60. En losas nervadas hay que seleccionar un cabezal con un diámetro que permita su penetración en las nervaduras.
70. Cuando se está colando concreto masivo, se recomienda que las descargas formen capas de aproximadamente 50 cm. de espesor, profundidad a la que debe penetrar el cabezal más una pequeña parte adicional dentro de la capa inferior, tal como se indica en la figura.



Por último, diremos únicamente que una de las funciones del supervisor es también la de verificar el buen funcionamiento del equipo, comprobando que la frecuencia sea la especificada por el fabricante.

#### e) Revibrado

Es normal que el vibrado se haga inmediatamente después de la colocación del concreto, de modo que la compactación se complete antes de que el concreto se haya endurecido.

El revibrado es el proceso de volver a vibrar el concreto que ha sido vibrado anteriormente. Por ejemplo, para asegurar la buena unión entre capas, la parte superior de la capa inferior debe ser revibrada, siempre y cuando la capa inferior se encuentre aun en estado plástico; es así como pueden eliminarse grietas de asentamiento y efectos internos de sangrado.

De esta exitosa aplicación del revibrado surge la idea del uso general del revibrado. En base a resultados experimentales, se ve que el concreto puede revibrarse exitosamente después de 4 horas del tiempo de mezclado. Si se revibra 1 ó 2 horas después de la colocación, puede incrementarse la resistencia a la compresión a los 28 días. La comparación se basa en el mismo período total de vibración, aplicado inmediatamente después de la colocación o parcialmente en ese momento y parcialmente después de un tiempo especificado. Se han observado incrementos en resistencia de aproximadamente el 140/o; pero los valores reales pueden depender de la trabajabilidad de la mezcla y los detalles de procedimiento. En general, el mejoramiento en la resistencia es más pronunciado en edades tempranas, y es mayor en concretos propensos a sangrado fuerte ya que el agua atrapada se expelle con la vibración. Por la misma razón, el revibrado mejora grandemente la unión entre el concreto y el refuerzo. Probablemente también, en parte, el aumento en resistencia se deba al relajamiento de los esfuerzos de contracción plástica alrededor de las partículas del agregado.

A pesar de todas las ventajas ya expuestas, el revibrado en nuestro medio es poco usual, debiéndose esto a que implica un paso adicional en el proceso de colado y, consecuentemente, un incremento en el costo. Además, se debe tener un cuidado especial en no aplicar el revibrado demasiado tarde ya que puede dañar el concreto.

## F. VERIFICACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Las temperaturas tienen un efecto muy importante en la velocidad de endurecimiento del concreto. Cuando la colocación del concreto se realiza en climas extremos, esta se debe planear con todo cuidado para poder contrarrestar los efectos negativos que sobre el concreto, sobre todo a edades tempranas, se puedan tener.

### a) Colocación en clima frío

En nuestro país es muy raro encontrar climas extremadamente fríos, si acaso, en determinadas épocas del año en el norte y eso no comparables con los extremos de los Estados Unidos.

Por la razón antes indicada, únicamente mencionaremos la siguiente recomendación: en climas fríos cuya temperatura promedio es superior a los 4.5°C (diario), solo se necesita proteger al concreto del congelamiento las primeras 24 horas, debiéndose procurar, por indeseable, no realizar colados con temperaturas abajo de los 4.5°C. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5°C. Para quienes estén interesados en profundizar sobre este tema, se recomienda consultar la "Práctica Recomendada para la Colocación del Concreto en Clima Frío" (ACI 306-66).

### b) Colocación de concreto en clima cálido

Los climas calurosos sí son frecuentes en la República Mexicana, siendo por ello que sobre el estudio de este aspecto, se ha profundizado más.

Hay algunos problemas especiales en la colocación del concreto en clima cálido, causados tanto por la alta temperatura del concreto como por la mayor evaporación en la mezcla fresca. Estos problemas son relativos al mezclado, la colocación y el curado del concreto.

Una mayor temperatura en el concreto fresco produce una hidratación más rápida, conduciendo, consecuentemente, a un fraguado acelerado y una resistencia más baja del concreto endurecido.

Una evaporación rápida puede causar contracción plástica y agrietamiento superficial y el enfriado posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.

Otras complicaciones adicionales son las siguientes: la inclusión de aire es más difícil, aun cuando puede remediarse con grandes cantidades de un agente inclusor. El agua de curado tiende a evaporarse rápidamente.

Hay varias medidas correctivas que pueden tomarse. En primer lugar, el contenido de cemento debe mantenerse tan bajo como sea posible, a fin de que el calor de la hidratación no agrave indebidamente los efectos de la alta temperatura ambiente. La temperatura del concreto fresco puede bajarse al enfriar previamente uno o varios de los ingredientes de la mezcla. Por ejemplo, puede usarse hielo en vez de una parte del agua de la mezcla, pero es esencial que el hielo se haya derretido completamente antes de que el mezclado se complete. Es más difícil enfriar el agregado y, debido al bajo calor específico de la piedra, resulta menos efectivo. Todos los materiales que se usen deben protegerse de los rayos solares. También puede colarse de noche, y en algunas ocasiones se recomienda no usar cemento de resistencia rápida.

La temperatura del concreto entregado en la obra, debe ser tan baja como sea posible; se especifica con frecuencia un límite superior de 29°C.

Todas las superficies de contacto se deben humedecer antes que el concreto sea colocado, compactado, terminado y curado.

Para reducir la evaporación, el concreto deberá ser protegido del aire a elevadas temperaturas y del secado por viento, mediante un curado apropiado.

Se debe dar el acabado correspondiente lo más rápidamente posible, y cuando el concreto está listo para el acabado final, se descubre solamente la pequeña sección que queda inmediatamente adelante de los operarios que hacen el terminado y se cubre de inmediato una vez realizado, procurando que la cubierta se encuentre húmeda.

## G. CURADO

A fin de obtener un buen curado, la colocación de la mezcla, apropiada, debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento.

El nombre de curado se le dá al proceso para promover la hidratación del cemento, y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia adentro y afuera del concreto.

La necesidad de curado procede de que la hidratación del cemento solamente puede tener lugar en capilares llenos de agua. Por esta razón debe prevenirse la pérdida de agua capilar por evaporación. Mas aún, el agua que se pierde internamente por desecación propia debe ser reemplazada por agua del exterior, o sea, que debe hacerse posible el ingreso de agua en el concreto.

En lo que sigue daremos tan solo una lista de los diferentes medios de curado, ya que los procedimientos reales que se usan varían ampliamente y dependen de las condiciones de la obra y del tamaño, la forma y la posición del elemento por curar.

Puede decirse que existen dos procedimientos básicos para mantener la humedad del concreto, a saber:

- a) Evitar la evaporación aplicando un material impermeable sobre la superficie.

b) Reponer el agua evaporada mediante aplicación adicional.

Para el curado de superficies horizontales se puede recurrir a los siguientes medios:

- 1o. Mantener en las mismas condiciones el material o producto empleado en el curado inicial durante el tiempo especificado para el curado final. Se entiende por curado inicial al que se realiza inmediatamente después del acabado, recubriendo la superficie con un material que impida la evaporación, de preferencia una tela o papel absorbente que se mantenga saturado de un día para otro o un compuesto líquido que forme una membrana impermeable.
- 2o. Aplicar una capa de 5 cm. de arena o tierra, manteniéndola saturada.
- 3o. Aplicar una capa de 7.5 cm. de heno, paja o paja, manteniéndola saturada.
- 4o. Colocar láminas impermeables de plástico o papel de color claro.
- 5o. Recubrir con un compuesto líquido de calidad aprobada que forme una membrana impermeable. Si la superficie está expuesta al sol, el compuesto debe ser de color blanco.

Algunas especificaciones recomiendan que para concretos fabricados con cemento tipo I, II y V se mantenga la humedad por lo menos 7 días; mientras que para los concretos elaborados con cemento tipo IV o una combinación de cemento y puzolanas, se mantenga por lo menos 14 días.

## BIBLIOGRAFIA

- |   |   |
|---|---|
| <p>1. ADMINISTRACION DE EMPRESAS</p> <p>Depto. de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica<br/>Sección de Construcción<br/>Facultad de Ingeniería, UNAM</p>                     | <p>4. SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO</p> <p>Arq. Jorge García Bernardini<br/>Instituto Mexicano del Cemento<br/>y del Concreto, A.C. 1976</p>                                 |
| <p>2. INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO</p> <p>Depto. de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica<br/>Sección de Construcción<br/>Facultad de Ingeniería, UNAM<br/>1977</p> | <p>5. ADVANCED BUILDING<br/>CONSTRUCTIONS SYSTEMS</p> <p>Slip Form Construction of Building<br/>Charles J. Pan Kow</p>  |
| <p>3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO</p> <p>Tomo I<br/>A.M. Neville<br/>Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.<br/>1977</p>   | <p>6. PRACTICA RECOMENDADA PARA<br/>LA MEDICION, MEZCLADO,<br/>TRANSPORTE Y<br/>COLOCACION DEL CONCRETO</p> <p>Instituto Mexicano del Cemento<br/>y del Concreto, A.C. 1974</p> |

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA CONCRETO REFORZADO EN LOSA DE 15 CM.  
DE ESPESOR, CON UNA F'C = 240 KG/CM<sup>2</sup> Y ACERO DE ALTA RESISTENCIA  
F<sub>s</sub> = 2000 KG/CM<sub>2</sub>, POR METRO CUBICO DE CONCRETO.**

**DATOS BASICOS:**

El concreto se fabricará a pie de obra utilizando una revolvedora 6S. La obra se ejecutará en el Distrito Federal, sin condiciones severas de temperatura.

Se aceptará únicamente un 20% de valores de resistencia abajo de la de proyecto.

El espesor de la losa es de 15 cm. y sus dimensiones son de 8 x 6 m.

Se utilizarán 7.5 Kg. de acero por metro cuadrado de losa.

La distancia libre entre varillas es de 5.3 Cm.

El colado se hará en un segundo nivel a 5 M. de altura sobre el piso de la calle.— La altura de la cimbra será de 2.50 M.

Las condiciones de mezclado y colocación del concreto, consistirán en el 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 en la arena y en la cantidad de agua. La supervisión será continua.

De las pruebas de laboratorio se encontraron los siguientes valores en los materiales que intervienen:

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	PESO VOL. COMPACTO	HUMEDAD TOTAL%	ABSORCION %	MF.
Cemento	3.13	1540	-----	-----	-----
Grava	2.38	1590	2.5	1.5	-----
Arena	2.45	1600	3.5	2.0	2.6

El cemento usado será tipo III (R. R.)

El análisis lo vamos a hacer considerando los recursos que intervienen en cada uno de estos tres aspectos:

a).— Concreto (Proporcionamiento, costo de materiales, costo de mano de obra y equipo de mezclado y colocación, vibrado y herramientas).

b).— Acero (costo material, obra de mano en habilitado y armado, herramienta).

c).— Cimbra (Costo materiales, obra de mano y herramienta).

## a).-- CONCRETO.

## a.-1).- Proporcionamiento

Volumen de concreto por colar:

$8 \times 6 \times 0.15 = 7.2$  M<sup>3</sup>, que es el concreto por colar. Sabiendo que las dimensiones de la losa son de  $8 \times 6$  M. y el espesor es de 0.15 M.

Se tomarán 2 muestras de concreto. De la tabla 3.3 y de acuerdo con la condiciones indicadas:

$$V = 7 \pm 8\% \quad \text{Consideremos } 8\%$$

De la tabla 4, para 2 muestras y probabilidad de 2 en 10

$$T = 1.376$$

$$f_{cr} = \frac{f'_c}{1 - tV} = \frac{240}{1 - (1.376 \times 0.08)}$$

$$f_{cr} = \frac{240}{1 - 0.11} = \frac{240}{0.89} = 269.66$$

Consideramos  $f_{cr} = 270$  Kg/Cm<sup>2</sup>.

## PASO I.- Determinación del revenimiento

De la tabla 1: De 2 a 8 Cm.

## PASO II.- Determinación del tamaño máximo del agregado.

Por especificación  $0.75 d = 0.75 \times 5.3 = 3.975$  Cm.

Consideramos; 40 mm.

(1) REVENIMIENTO Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.- Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendadas para el revenimiento y el tamaño máximo del agregado. Como se ha dicho, deben usarse mezclas con la consistencia más seca que pueda colocarse eficientemente. Siempre deben evitarse las mezclas aguadas; son difíciles de colocar sin segregación y casi siempre producen concreto débil y falta de durabilidad.

Dentro de los límites de la economía, debe usarse el máximo del tamaño de agregado permisible, ya que el uso del mayor tamaño de agregado permite una reducción en las cantidades de agua y de cemento. Sin embargo, el tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de la cimbra ni mayor que las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo. Pueden usarse tamaños menores por razones económicas o cuando no se disponga de otros mayores.

## PASO III.- Cantidad de agua de la mezcla.

Se usará concreto sin inductor de aire

De la tabla 2;  $A = 175$  Kg;

$A =$  Cantidad de agua en Kg.

Contenido de aire 1%

(2) ESTIMACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE AGUA.- La cantidad de agua requerida por unidad de volumen de concreto para producir una mezcla de la consistencia deseada depende del tamaño máximo, la forma de la partícula y la granulometría de los agregados, y de la cantidad de aire incluido. Es relativamente independiente de la cantidad de cemento. Pueden encontrarse indicaciones sobre las granulometrías aceptables en las recomendaciones de organizaciones tales como: American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway Officials, Federal, Specifications Board, y en los requisitos de organismos locales tales como departamento de carreteras estatales, municipales y ciudadanos.

## PASO IV.- Relación agua - cemento vs resistencia.

De la tabla 3 (a)

Para 250 Kg/Cm<sup>2</sup>

+0.62

Para 300 " "

-0.55

0.07 Para 50 Kg.

$$\text{Para } 10 \text{ Kg/Cm}^2 \quad \frac{=0.07}{5} = 0.014$$

$$\text{Para } 250 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.620$$

$$\text{Pero como } 20 \text{ Kg/Cm}^2 = 0.014 \times 2 = \frac{0.028}{}$$

$$\text{Para } 270 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.592$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

A = Cantidad de agua en Kg.

C = Cemento en Kg.

(3) SELECCION DE LA RELACION AGUA-CEMENTO.— Los requisitos de calidad del concreto, pueden establecerse en términos de durabilidad y resistencia mínimas, o, frecuentemente, de un mínimo de consumo de cemento. Puesto que la durabilidad del concreto depende de muchas variables que incluyen el mezclado, colocación, curado, calidad de los ingredientes, etc., debe seleccionarse el proporcionamiento que permita obtener una pasta del cemento de calidad adecuada para resistir las condiciones de exposición previstas. Entonces, el control adecuado de los otros factores asegura un concreto durable.

Como se mencionó antes, la inclusión de aire es de gran ayuda para lograr un concreto durable y debe usarse siempre que se esperen condiciones severas de exposición al medio ambiente. Cuando el concreto vaya a quedar expuesto a la acción de los sulfatos, se debe usar cemento resistente a los sulfatos (preferiblemente tipo V o, en su defecto, tipo II).

PASO V.— Consumo de cemento.

$$A = 175 \text{ L.} = 175 \text{ Kg. de agua}$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

$$C = \frac{175}{0.592} = 295.6 \text{ Kg/M}^3$$

Consideramos 296 Kg/M<sup>3</sup>

PASO VI.— Cantidad de grava.

De la tabla 4: Volúmen unitario = 0.73

Sabiendo que el módulo de finura de la arena es de 2.60 y su peso volumétrico es de 1.590 Kg/M<sup>3</sup>

Por lo tanto:

$$0.73 \times 1.590 = 1.160.7 \text{ Kg/M}^3 = 1.161 \text{ Kg/M}^3$$

PASO VII.— Determinación del peso de la arena.

$$\text{Agua - Vol.} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3 \text{ volúmen abs.}$$

$$\text{Cemento} = \text{Vol.} = \frac{296}{3.13 \times 1000} = 0.095 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(3.13 = Peso específico del cemento)

$$\text{Grava - Vol.} = \frac{1161}{2.38 \times 1000} = 0.488 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(2.38 = P.E. de la grava)

$$\text{Aire atrapado} = 1\% \quad \frac{0.010 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}}{0.768 \text{ M}^3}$$

SUMA

$$\text{Vol. abs. de arena} = 1.000 - 0.768 = 0.232 \text{ M}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = \text{Vol. abs. de arena} \times \text{P.E. arena} \times 1000$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.232 \text{ M}^3 \times 2.45 \times 1000 = 568.4 \text{ Kg}$$

Consideramos 568 Kg.

PROPORCIONAMIENTO	VOL. ABSOLUTO	PESO
Agua.	0.175	175 Kg
Cemento	0.095	296 Kg
Grava (seca)	0.488	1161 Kg
Arena (seca)	0.232	568 Kg
Aire atrapado.	0.010	---
SUMA =	1.000	2,200 Kg.

#### PASO VIII.— Correcciones por humedad y absorción:

Por humedad:

$$\text{Grava (Húmeda)} = 1161 \times 1.025 = 1190.025 = 1190 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena (húmeda)} = 568 \times 1.035 = 587.88 = 587.9 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua superficial contiene agregado grueso: } 2.5 - 1.5 = 1\%$$

$$\text{Agua superficial contiene agregado fino: } 3.5 - 2.0 = 1.5\%$$

NOTA: De la tabla de la primera hoja:

$$2.5\% = \text{humedad total de la grava}$$

$$3.5\% = \text{humedad total de la arena}$$

$$1.5\% = \text{absorción de la grava}$$

$$2.0\% = \text{absorción de la arena.}$$

Agua necesaria:

$$1161 \text{ Kg} = \text{Peso de la grava seca}$$

$$568 \text{ Kg} = \text{Peso de la arena seca}$$

$$175 \text{ L.} = \text{Cantidad de agua sin corrección.}$$

$$\text{Agua necesaria} = 175 - (0.01 \times 1161 + 0.015 \times 568)$$

$$= 175 - (11.61 + 8.52)$$

$$= 175 - (20.13) = 154.67 \text{ L.}$$

Consideramos 155 Lt.

Proporcionamiento final: (en peso)

$$\text{Agua} = 155 \text{ Kg}$$

$$\text{Cemento} = 296 \text{ Kg}$$

$$\text{Grava} = 1190 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena} = 587.9 \text{ Kg}$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 2228.9 \text{ Kg}$$

#### a-2) COSTO MATERIALES QUE INTERVIENEN EN EL CONCRETO

Cemento Tipo III (R.R.)

Ver análisis pag. 16 Factores de Consistencia

Costo = \$ 680.00 /Ton.

Grava y Arena:

Costo de material

-Incluyendo flete en el D.F.	\$ 140.00/m <sup>3</sup>
Desperdicio 6%	\$ 8.40/m <sup>3</sup>
	<hr/>
	\$ 148.40/m <sup>3</sup>

Suponemos que en este caso no nos cuesta el agua.

Costo cemento por m <sup>3</sup> concreto:	
\$ 680.00 /Ton x 0.296 Ton. /m <sup>3</sup>	= \$201.28
Costo grava por m <sup>3</sup> concreto:	
(\$ 148.90/m <sup>3</sup> ÷ 1.59 Ton/m <sup>3</sup> ) x 1190.0 kg. =	
= \$ 93.33 Ton x 1.190 Ton	= \$ 111.06
Costo arena por m <sup>3</sup> concreto:	
(\$ 148.40/m <sup>3</sup> ÷ 1.6 Ton./m <sup>3</sup> ) x 587.9 kg. =	
= \$ 92.75 Ton x 0.5879 Ton.	= \$ 54.52
Costo materiales por m <sup>3</sup> de concreto	= \$ 366.86/m <sup>3</sup>

### a-3) COSTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO

Revolvedora 6S

Analizamos su costo horario y nos dá: \$ 63.75/hora  
incluyendo operador.

La producción horaria de esta mezcladora es:

Capacidad:  $6 \times (0.305)^3 = 0.170 \text{ m}^3$

$$R = \frac{V \times 60 \times \text{ef}}{t}$$

Consideramos un factor de eficiencia de 0.75 y un tiempo de mezclado de 2 minutos.

$$R = \frac{0.170 \text{ m}^3 \times 60 \times 0.75}{2} = 3.83 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

El volumen de la losa se colaría en un poco más de una hora, así que necesitamos una sola revolvedora.

$$\frac{7.2}{3.83} = 1.88 \text{ hora} = 1 \text{ hora } 53 \text{ minutos}$$

$$\text{Costo equipo revolutura: } \$63.75 / \text{hora} \div 3.83 \text{ m}^3/\text{hora} = \$14.03/\text{m}^3$$

### a-4) MANO DE OBRA EN FABRICACION, MEZCLADO Y COLOCACION DE CONCRETO

Considerando transporte del concreto con malacate y canaletas por estar en un segundo piso, el personal necesario es:

$$\text{Peones: } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 2.30 = 8.8 \text{ personas}$$

$$\text{Cabos: } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 0.22 = 0.8 \text{ personas}$$

Operador de

$$\text{Malacate : } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 0.22 = 0.8 \text{ personas}$$

$$\underline{10.4 \text{ personas}}$$

Consideramos 11 personas:

9 peones, 1 cabo y un operador de malacate.

Los distribuimos en la forma siguiente:

$$\text{Peón acarreado agua y cemento a la rev.} = 2$$

$$\text{Peones acarreado grava y arena} = 3$$

$$\text{Peones cargando botes abajo} = 2$$

$$\text{Peones distribuyendo y nivelando el concreto} = 2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Para el D.F. consideramos peones a } \$ 106.40 \\ \text{Cabo y operador malacate a } \$ 118.10 \end{array} \right\} (977)$$

Total por día trabajado: (factor: 1.53 para salario mínimo y 1.48 para salarios mayores que el mínimo)

Peón: \$162.79  
 Cabo y Op: \$174.79  
 Costo mano de obra:  
 9 peones x \$162.79 = \$1,465.11  
 2 (cabo y op) x \$174.79 = \$349.58  
 \$1,814.69/Turno

Considerando un rendimiento del personal del 75% en turno de 8 horas.

$$8 \times 0.75 = 6 \text{ horas efectivas por turno.}$$

Mezclado y colocación por m<sup>3</sup>

$$\frac{\$1,814.69/\text{Turno}}{6 \text{ horas / Turno} \times 3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = \$78.97/\text{m}^3$$

Costo mano de obra mezclado y colocación concreto: \$78.97/m<sup>3</sup>

a-5)

**HERRAMIENTA**

Consideramos un 10% de la obra de mano (varía de 5 a 20%).

$$78.97 \times 0.10 = \$7.90/\text{m}^3$$

Costo herramienta = \$7.90/m<sup>3</sup>

a-6)

**VIBRADO DE CONCRETO**

Costo horario del vibrador incluyendo operación = \$36.15/hora.

Rendimiento igual al del colado.

$$\text{Costo Vibrado.} = \frac{\$36.15/\text{hora}}{3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = \$9.43/\text{m}^3$$

a-7)

**CURADO DEL CONCRETO**

Costo curacreto: \$10.00/litro

Rendimiento por litro incluyendo desperdicios = 5.00 m<sup>2</sup>/l.  
 (varía entre 4 y 6 m<sup>2</sup>).

Para 15 cm. de espesor:

$$5.00 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m} = 0.75$$

$$\text{Costo curado por m}^3 = \$10.00/\text{l.} \div 0.75 \text{ m}^3/\text{l.} = \$13.33/\text{m}^3$$

$$\text{Costo del curado} = \$13.33/\text{m}^3$$

**RESUMEN DEL COSTO DE CONCRETO**

a-2 Materiales	\$ 366.86/M <sup>3</sup>
a-3 Equipo	\$ 14.03 "
1-4 Mano de obra	\$ 78.97 "
a-5 Herramienta	\$ 7.90 "
a-6 Vibrado	\$ 9.43 "
a-7 Curado	\$ 13.33 "

a) COSTO CONCRETO HECHO EN OBRA: \$ 490.52/M<sup>3</sup>

## b) ACERO

## b-1) Material

Del ejemplo No. 1 (Factores de consistencia), actualizado a Enero 1977.

Costo material puesto en obra por ton. = \$7.180.00/Ton.

Cantidad de acero necesario por M<sup>2</sup> de losa = 7.50 Kg

Material por M<sup>2</sup> de losa = 7.50 Kg/M<sup>2</sup> x \$ 7.18/Kg. = \$53.85/M<sup>2</sup>

## b-2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación)

Costo obra de mano por tonelada = \$1,754.92/ton. acero

Ejemplo No. 7

Obra de mano por M<sup>2</sup> de losa = \$1.75/Kg. x 7.50 Kg/M<sup>2</sup> = \$13.12/M<sup>2</sup>

## b-3) Herramienta

Se representa como un porcentaje de la obra de mano, varía entre 5% y 10%; usaremos 8%

Herramienta por m<sup>2</sup> losa = 0.08 x 13.12 = \$ 1.05/m<sup>2</sup>

## RESUMEN ACERO POR M2 DE LOSA

b-1) Material	\$ 53.85
b-2) Obra de Mano	\$ 13.12
b-3) Herramienta	\$ 1.05
SUMA	\$ 68.02/M <sup>2</sup>

Para 15 cm. de espesor: \$ 68.02/0.15 = \$ 453.47/M<sup>3</sup>.

COSTO ACERO = \$ 453.47/M<sup>3</sup> DE CONCRETO

## c) CIMBRA

## c-1 Materiales

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite o diesel, necesarios por M<sup>2</sup> de losa, sin incluir trabes.

Madera (Núm. de pies tablón necesario). Por metro cuadrado de losa.

Ducla 1 " Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P. T.

Polín 3 " x 4 " Largueros (madrinas a cada 80 cm) =

3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10 "

Polín 4" x 4" Pies derechos a cada 1.25 mts.

4" x 4" x 8-1/4' x 1.00 = 11.00 "

Contraventeo pies derechos: 10% = 1.10 "

0.10 x 11.00 P. T. = 1.10 "

Calzas, uniones, etc. estimado: = 1.00 "

SUMA = 27.96 P. T.

Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80

Suma por M<sup>2</sup> inc. desperdicios = 30.76 P. T.

No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)

No. de pies tablón por uso = 30.76/6 = 5.13 P. T./uso

Costo P. T. en el D. F. = \$ 9.50 (enero 1977)

Madera por M<sup>2</sup> de losa = 5.13 X \$ 9.50 \$ 48.73

(NOTA: En este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas, andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano para fabricarlos).

**Clavo:**

Cantidad clavo necesaria/M<sup>2</sup> losa = 0.50 Kg.  
(varía entre : 0.2 y 0.8 Kg/M<sup>2</sup>)

Costo clavo por kilo = \$ 30.00 (enero 1977)  
(varía según longitud)

Clavo por M<sup>2</sup> de losa = \$ 30.00 x 0.50 = \$ 15.00

**Aceite quemado:**

Se emplea para la protección de la madera

Costo por litro = \$ 1.50

No. de litros por M<sup>2</sup> de losa = 1.0 lt.

(Varía entre: 0.50 y 2.00 lts.)

Aceite quemado por M<sup>2</sup> losa = 1.0 x \$ 1.50 = \$ 1.50

Suma c-1) Materiales por M<sup>2</sup> de losa = \$ 65.23

**c-2) Obra de mano**

Costo cimbrado y descimbrado/M<sup>2</sup> = \$ 50.52 (Ejemplo No. 8)

Por M<sup>2</sup> de losa = 1.00 x \$ 50.52 = \$ 50.52

**c-3) Herramienta**

Porcentaje de la obra de mano.

Varía entre el 1% y 5%, usaremos 2%

Herramienta por M<sup>2</sup> de losa = 0.02 x \$ 50.52 = \$ 1.01

Resúmen cimbra por M<sup>2</sup> de losa.

c-1) Materiales \$ 65.23

c-2) Obra de Mano \$ 50.52

c-3) Herramienta \$ 1.01

S U M A..... \$ 116.76

Para 15 cm. de espesor: \$ 116.76/0.15 = \$ 778.40

**COSTO CIMBRA = \$ 778.40**

**COSTO DIRECTO DEL METRO CUBICO DE CONCRETO HECHO EN OBRA**

a) CONCRETO	:	\$ 490.52/M <sup>3</sup>
b) ACERO	:	\$ 453.47/M <sup>3</sup>
c) CIMBRA	:	\$ 778.40/M <sup>3</sup>
		<u>\$ 1,722.39/M<sup>3</sup></u>

COSTO DIRECTO	.....	\$ 1,722.39/M <sup>3</sup>
INDIRECTOS (30% C. D.)	.....	\$ 516.72/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO	.....	\$ 2,239.11/M <sup>3</sup>
UTILIDAD (15% C.U.)	.....	\$ 335.87/M <sup>3</sup>
PRECIO UNITARIO	.....	<u>\$ 2,574.98/M<sup>3</sup></u>

TABLAS PARA PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

TABLA 1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones

Tipo de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas, capones y muros de sub-estructura no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas de edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto en masa	5	2

\*Se puede incrementar en 2 cm cuando se utilicen métodos de consolidación diferentes de la vibración.

TABLA 2. Requisitos aproximados de agua de la mezcla y contenidos de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado\*

Revenimiento cm	Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicados						
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50' mm	75' mm
Concreto sin aire incluido							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
6 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	160	170
Contenido de aire, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
Concreto con aire incluido							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
6 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5

\*Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para revellures de prueba. Son las máximas para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

Los valores del revenimiento para concreto con agregado grueso de 40 mm se basan en el contenido de revenimiento necesario después de retirar las partículas mayores de 40 mm p.

TABLA 3. (a) Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a la compresión

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm <sup>2</sup> *	Relación agua/cemento, en peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	1
400	0.43	1.1
350	0.48	0.45
300	0.55	0.40
250	0.62	0.35
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

\*Los cifras indican resistencias promedio estimadas para concretos que contienen aire en porcentajes no mayores que los mostrados en la Tabla 5.2.3. Para una relación agua/cemento constante la resistencia del concreto se reduce a medida que el contenido de aire se incrementa.

La resistencia está basada en cilindros de 15 x 30 cm, sometidos a curado húmedo durante 28 días ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la norma ASTM C31, "Fabricación y Curado en el Grupo de Especimenes de Concreto para Pruebas a Compresión y Flexión". La resistencia en cubos es aproximadamente un 25% más alta. Los relaciones suponen un tamaño máximo de agregado de 20 a 25 mm, para agregados de una procedencia determinada, la resistencia producida por una relación agua/cemento dada debe aumentarse cuando disminuya el tamaño máximo; véanse las Secciones 3.4 y 5.2.2.

TABLA 4. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso*, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura** de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

\*Los volúmenes están basados en agregados en condición "seco y compactado con varilla" como se describe en ASTM C29, "Peso Húmedo de Agregados". Esos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que producen concretos con grados de manejabilidad convenientes para la construcción de estructuras. Para concretos menos manejables, tales como los que se requieren en la construcción de pavimentos de concreto, estas valores se pueden incrementar en 10%. Para concretos más manejables, como los que se requieren cuando la construcción se va a realizar en condiciones de humedad, se pueden reducir en un 10%.

TABLA 17-1 MANO DE OBRA EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO (+)

MEZCLADORA MODELO	METODO DE MANEJO DE INGREDIENTES Y CONCRETO	TRABAJO DE FEONES	CABOS	OPERADOR DE MEZCLADORA	OPERADOR DE MALACATE	OPERADOR DE GRUA	CARPINTERO
COLADOS DE GRANDES MASAS DE CONCRETO (CIMENTACIONES, PRESAS, PIASTRAS, ETC.)							
16S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	1.2	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
28S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	0.85	0.095	0.071	0.071	0.071	0.71
COLADOS EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES Y SIMILARES							
Ninguna	A mano	4.25	0.43				
6S	Corretillas de mano	2.95	0.22				
6S	Molceta y conchales	2.30	0.22		0.22		
11S	Corretillas de mano	2.60	0.16	0.16	—	—	0.16
11S	Molceta y conchales	2.30	0.16	0.16	0.16	—	0.16
14S	Corretillas de mano	2.60	0.13	0.13	—	—	0.13
14S	Molceta y conchales	2.30	0.13	0.13	0.13	—	0.13
16S	Corretillas de mano	2.60	0.13	0.13	—	—	0.13
16S	Corretilla, concretora (Vaque)	2.50	0.13	0.13	—	—	0.13
16S	Cucharón de almeja, molceta y "vaque"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
28S	Cucharón de almeja, molceta y "vaque"	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(+) Estos valores deberán considerarse como índices, y para convertirlos a datos prácticos, deberán afectarse de los correspondientes factores de rendimiento de trabajo, y los derivados del criterio de calificación racional de la mano de obra, de acuerdo con lo consignado en la Sexta Parte de este Manual.

TABLA 17-7 LABOR EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA HACER 100 GANCHOS O DOBLECES EN FIERRO DE REFUERZO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA EN PULGADAS	TRABAJO A MANO		TRABAJO CON MAQUINA	
	doblez	gancho	doblez	gancho
1/2" o menor	3	4.5	1.2	1.9
de 5/8" a 7/8"	3.8	6	1.5	2.3
de 1" a 1 1/8"	4.5	7.5	1.9	3.0
1 1/4" a 1 1/2"	5.5	9	2.3	3.75

(+) El trabajo de cortado usualmente requiere un promedio de 2 horas por cada 100 cortes efectuados.

TABLA 17-8 LABOR REQUERIDA, EN HORAS-HOMBRE, PARA LA COLOCACION Y ARMADO DE 100 VARILLAS DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA	LONGITUD DE LA VARILLA		
	Igual o menor a	de 3 a 6 m.	de 6 a 9 m.
	3.0 m.		
1/2" o menor	4.8	6	7
de 5/8" a 7/8"	5.8	7.3	8.3
de 1" a 1 1/8"	6.8	8.5	10
1 1/4" a 1 1/2"	7.8	10	12

(+) El trabajo de colocación incluye silletas, espaciadores, colocación y amarre con alambrcn.

$$f_{cr} = \frac{f_c}{(1 - V)} \quad (7)$$

donde:

$f_{cr}$  = resistencia promedio requerida.

$f_c$  = resistencia de proyecto especificada.

$k$  = constante que depende de la proporción de resultados inferiores a  $f_c$  y del número de muestras empleadas para calcular el coeficiente de variación  $V$ . (Véase la Tabla 4)

$V$  = coeficiente de variación expresado como fracción.

TABLA 4.—VALORES DE  $k$ \*

Número de muestras menos 1**	Porcentaje de ensayos que caen dentro de los límites $\bar{x} \pm k\sigma$							
	50	60	70	80	90	95	98	99
	Probabilidades de caer debajo del límite inferior							
	2.5 en 10	2 en 10	1.5 en 10	1 en 10	1 en 20	1 en 40	1 en 100	1 en 200
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.816	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	0.708	0.978	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	0.621	0.911	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	0.557	0.827	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6	0.508	0.730	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	0.471	0.650	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	0.442	0.583	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	0.418	0.527	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	0.398	0.480	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
15	0.391	0.370	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20	0.387	0.359	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
25	0.384	0.356	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30	0.383	0.354	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40	0.381	0.352	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

TABLA 3.2 Resistencia de cilindros de concreto (Resistencia a los 28 días de cilindros de 15 x 30 cm)

No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>						
1	247	26	265	51	236	76	264
2	249	27	279	52	236	77	258
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	303	54	261	79	209
5	252	30	293	55	243	80	195
6	252	31	253	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	266	61	233	86	268
12	322	37	251	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	263
17	236	42	257	67	253	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	205	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	265	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  $V = 32.7/247 = 13.2\%$

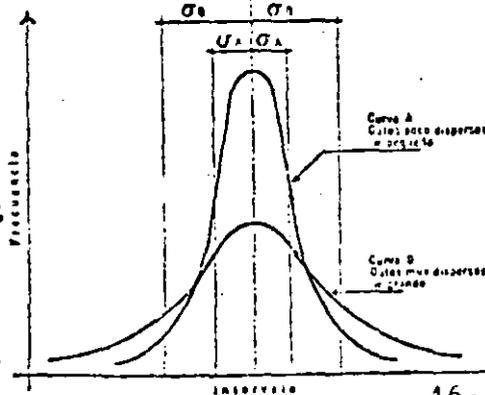


Figura 3.2 Distribuciones simétricas

TABLA 3.3 Coeficientes de variación del concreto correspondientes a distintos grados de control en la fabricación

Condiciones de mezcla y colocación	Control de variación, V por ciento	Coeficiente de variación, V por ciento
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.	Buena	10—12
Pesado de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy buena	13—15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Buena	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 Promedio	25

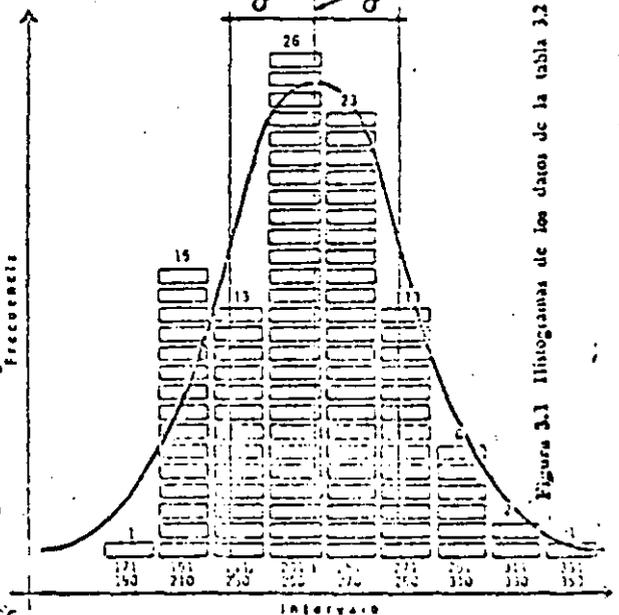
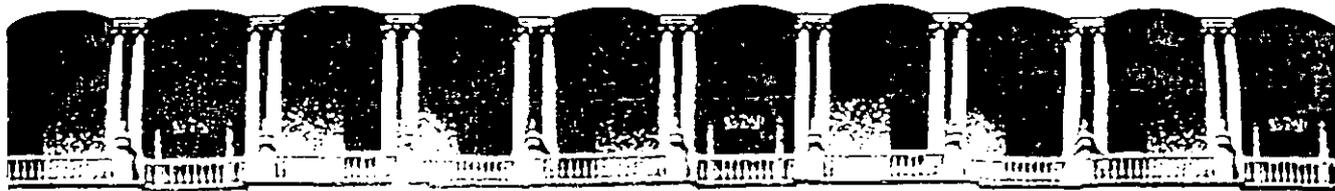


Figura 3.3 Histogramas de los datos de la tabla 3.2



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*SEGURIDAD EN LAS OBRAS*

*ING. J. ANTONIO PRUNEDA PADILLA*



# AGRUPACION DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, A.C.



AGRUPACION DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, A.C.

ING. JUAN ANTONIO PRUNEDA PADILLA  
PRESIDENTE

Santisimo 29 México D.F.  
C.P. 01000  
Fax: 660-8845 Tel: 550-0171

**SEGURIDAD ES :**

**"UNA FORMA DE ACTUAR"**

**SEGURIDAD ES :**

**" UNA HERRAMIENTA HACIA  
LA EXCELENCIA "**

ETAPAS HISTORICAS  
EN LA PREVENCION DE ACCIDENTES

I.- PRACTICA INDIVIDUALISTA Y DEFENSIVA

POR EL SENTIDO DE CONSERVACION Y TEMOR AL DOLOR.

( \_\_\_\_\_ HASTA ANTES DE LA REVOLUCION INDUSTRIAL )

II.- PROCEDIMIENTO ORGANIZADO POR LA LEGISLACION

ATACANDO CAUSAS FISICAS DEFINIDAS

( EN LA REVOLUCION INDUSTRIAL HASTA PRINCIPIOS  
DEL SIGLO XX )

II.- PROCEDIMIENTO ACEPTADO POR LOS EMPRESARIOS

FORMANDO PARTE DE LA ADMINISTRACION.

( POR EL CONCEPTO DE RIESGO PROFESIONAL Y  
FUNDAMENTOS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL )

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ART. 123

FRACC. XIV.- SEÑALA LA RESPONSABILIDAD PATRONAL EN CUANTO A ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES. ASI COMO EL PAGO DE LAS INDEMNIZACIONES CORRESPONDIENTES.

FRACC. XV.- CONSIGNA LA RESPONSABILIDAD PATRONAL PARA LA PROTECCION DE SUS TRABAJADORES DE LOS RIESGOS INHERENTES AL TRABAJO.

FRACC. XXIX.- CONSIDERA DE UTILIDAD PUBLICA LA EXPEDICION DE LA LEY DEL SEGURO SOCIAL, LA QUE COMPRENDERA SEGURO DE RIESGOS DE TRABAJO.

LEY FEDERAL DEL TRABAJO

LEY DEL SEGURO SOCIAL

ART. 123 LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO RIGE LAS RELACIONES DEL TRABAJO COMPRENDIDAS EN EL ART. 123 DE LA CONSTITUCION.

ART. 60 EL PATRON QUE HAYA ASEGURADO A LOS TRABAJADORES A SU SERVICIO CONTRA RIESGOS DE TRABAJO, QUEDARA RELEVADO EN LOS TERMINOS QUE SEÑALA ESTA LEY, DEL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES QUE SOBRE RESPONSABILIDAD POR ESTA CLASE DE RIESGOS ESTABLECE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO.

ARTS.: 473, 474 Y 475

DEFINE RIESGOS DE TRABAJO, ACCIDENTES Y ENFERMEDAD PROFESIONAL.

ARTS.: 48, 49 Y 50

ART. 487

ENUNCIA LAS PRESTACIONES EN ESPECIE DE LOS TRABAJADORES QUE SUFRAN UN RIESGO DE TRABAJO.

ART. 63

ART. 489

NO LIBERA EL PATRON SU RESPONSABILIDAD.

ART. 56

ART. 490

SEÑALA QUE EN LOS CASOS DE FALTA INEXCUSABLE DEL PATRON, LA INDEMNIZACION PODRA AUMENTARSE.

ART. 47

FRACC. XII

ESTABLECE COMO CAUSA DE RESCISION DE LA RELACION DE TRABAJO SIN RESPONSABILIDAD PARA EL PATRON, EL NEGARSE EL TRABAJADOR A ADOPTAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS O A SEGUIR LOS PROCEDIMIENTOS INDICADOS PARA EVITAR ACCIDENTES O ENFERMEDADES.

ART. 51

FRACC. VII

SEÑALA CAUSAS DE RESCISION DE CONTRATO SIN RESPONSABILIDAD PARA EL TRABAJADOR POR INSEGURIDAD.

ART. 132

SEÑALA LAS OBLIGACIONES DE LOS PATRONES.

FRACC. XV

EN CUANTO A CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO.

FRACC. XVI

EN CUANTO A PREVENCION DE RIESGOS.

FRACC. XVII

OBSERVAR MEDIDAS ADECUADAS Y LEGALES, PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

FRACC. XVIII

FIJAR Y DIFUNDIR LAS DISPOSICIONES DE LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE.

FRACC. XXIV

PERMITIR LA INSPECCION Y VIGILANCIA DE LAS AUTORIDADES DEL TRABAJO, PARA CERCIONARSE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS.

ART. 134

SEÑALA LAS OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES CON RESPECTO A LA SEGURIDAD.

ART. 135

PROHIBE A LOS TRABAJADORES REALIZAR CUALQUIER ACTO QUE PONGA EN PELIGRO SU PERSONA, LA DE SUS COMPAÑEROS Y LOS ESTABLECIMIENTOS.

ART. 422

ESTABLECE LA OBLIGACION DE ELABORAR UN REGLAMENTO INTERIOR QUE CONTENGA NORMAS DE SEGURIDAD.

ART. 509

ESTABLECE LA OBLIGACION DE ORGANIZAR LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.

SEÑALA LOS TIPOS DE INCAPACIDAD QUE PUEDEN PRODUCIR LOS RIESGOS DE TRABAJO.

ART. 62

SEÑALA QUE EL SEGURO SOCIAL PROPORCIONA LOS SERVICIOS ESPECIFICADOS MEDIANTE PRESTACIONES EN DINERO Y EN ESPECIE.

ART. 7

RELACIONA LAS PRESTACIONES QUE SE CUBREN CON DINERO.

ART. 65

# FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE PREVENCION DE ACCIDENTES

## 1- PREVISION DE LOS ACCIDENTES

### 2 % IM-PREVISIBLES

LOS QUE OCURREN POR LAS FUERZAS INCONTROLABLES DE LA NATURALEZA :  
TORMENTAS ELECTRICAS, TERREMOTOS,  
MAREMOTOS, ERUPCIONES, AEROLITOS,  
ETC.

### 98 % PRE-VISIBLES ( HUMANAMENTE )

LOS QUE OCURREN EN EL HOGAR, VIA  
PUBLICA Y TRABAJO.

# FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE PREVENCION DE ACCIDENTES

## 2.- CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

### ACTOS PELIGROSOS

HUMANOS :

LOS QUE REALIZA EL INDIVIDUO Y VAN CONTRA  
LO QUE SENALA :

EL SENTIDO COMUN  
CONOCIMIENTO  
EXPERIENCIA  
MALICIA DEL RIESGO

### CONDICIONES PELIGROSAS

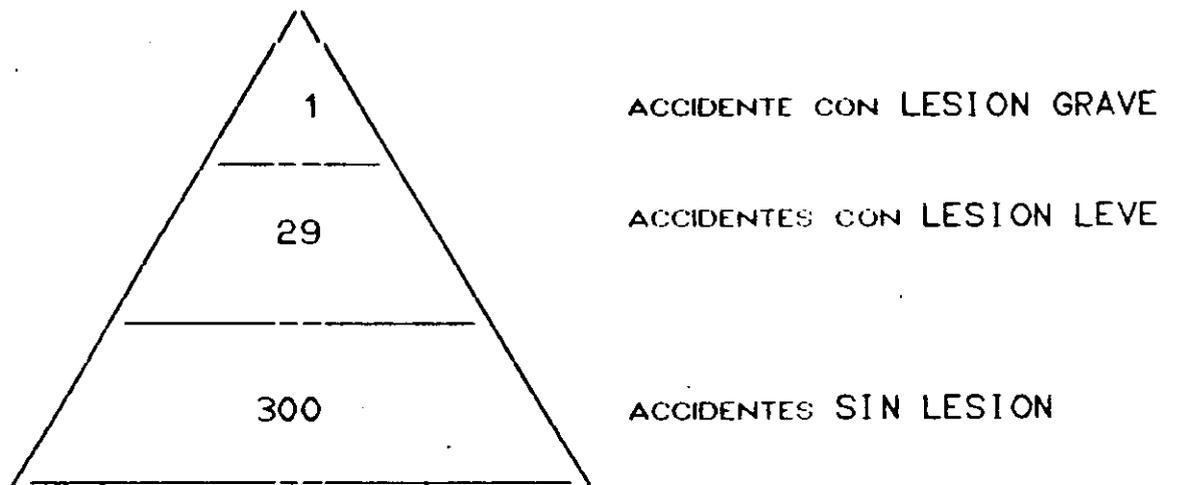
FISICAS

LAS QUE EXISTEN EN EL LUGAR, POSICION,  
OBJETO O SUSTANCIA CON QUE ENTRA EN  
CONTACTO EL INDIVIDUO O QUE ESTAN PROXIMAS  
A EL Y QUE CONSTITUYEN UN RIESGO  
ANALIZANDOLO POR :

SENTIDO COMUN  
CONOCIMIENTO  
EXPERIENCIA  
MALICIA DEL RIESGO

# FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE PREVENCION DE ACCIDENTES

## 3.- CONSECUENCIAS DE UN RIESGO POTENCIAL.



( TRAVELERS INSURANCE COMPANY 1924 )

# FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE PREVENCION DE ACCIDENTES

## 4.- COSTO DEL ACCIDENTE

EL COSTO TOTAL DE LOS ACCIDENTES LO INTEGRAN :

EL COSTO ASEGURADO POR RIESGO PROFESIONAL QUE CUBRE :

HOSPITALIZACION  
ATENCION MEDICA E  
INDEMNIZACION DE LEY

Y

EL COSTO NO ASEGURADO POR LA EMPRESA Y QUE SE  
INTEGRA POR :

- TIEMPO PERDIDO POR EL LESIONADO
- TIEMPO PERDIDO POR OTROS TRABAJADORES
- TIEMPO PERDIDO POR LOS SUPERIORES
- TIEMPO EMPLEADO POR PERSONAL DE  
PRIMEROS AUXILIOS
- DANO A MAQUINARIA - EQUIPO - HERRAMIENTA \*
- DANO A MATERIALES \*
- DANO AL LUGAR O INSTALACIONES \*
- INTERFERENCIAS EN LA PRODUCCION
- DISMINUCION EN LA PRODUCCION DE OTROS  
TRABAJADORES
- BAJA PRODUCCION DEL LESIONADO HASTA SU  
RECUPERACION
- ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL SUSTITUTO
- DANO AL PRESTIGIO DE LA EMPRESA  
ETC., ETC.

EL COSTO ASEGURADO LO CONSTITUYE LA PRIMA QUE POR  
RIESGO PROFESIONAL CUBRE LA EMPRESA AL IMSS.

EL COSTO NO ASEGURADO ES POR LO MENOS  
CUATRO VECES MAYOR QUE EL COSTO ASEGURADO

\* ALGUNAS VECES ASEGURADO EN PARTE.

( TRAVELERES INSURANCE CO. 1926 )

**ACCIDENTE :** ACONTECIMIENTO IMPREVISTO Y NO DESEADO

**DIFERENCIAS ENTRE ACCIDENTES Y LESION:**

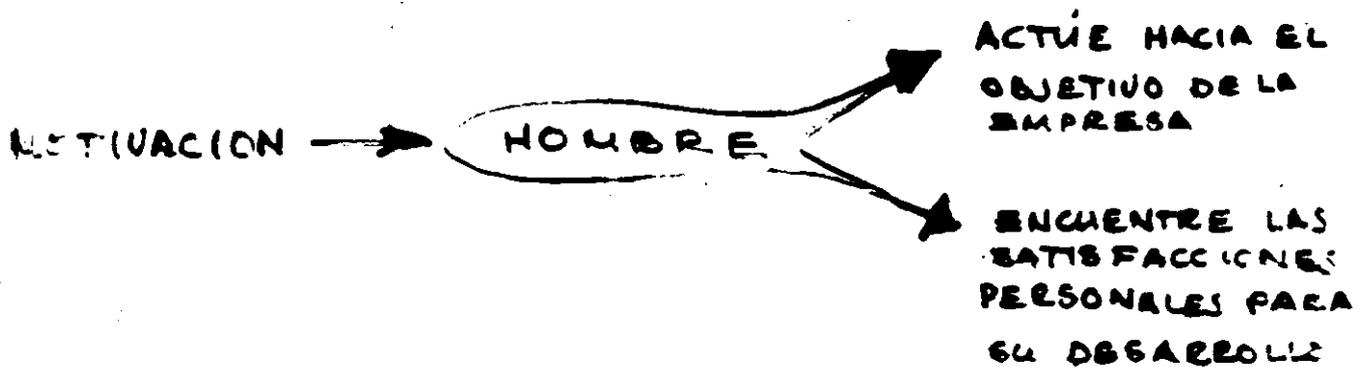
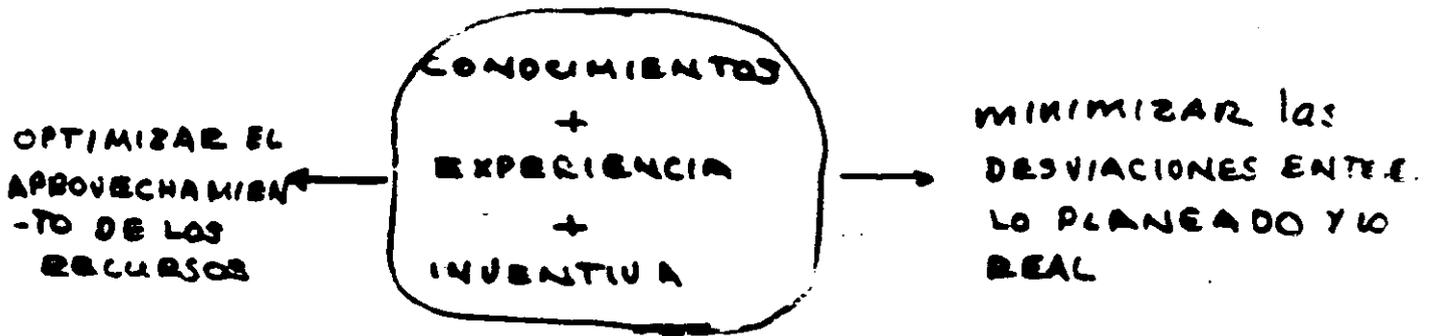
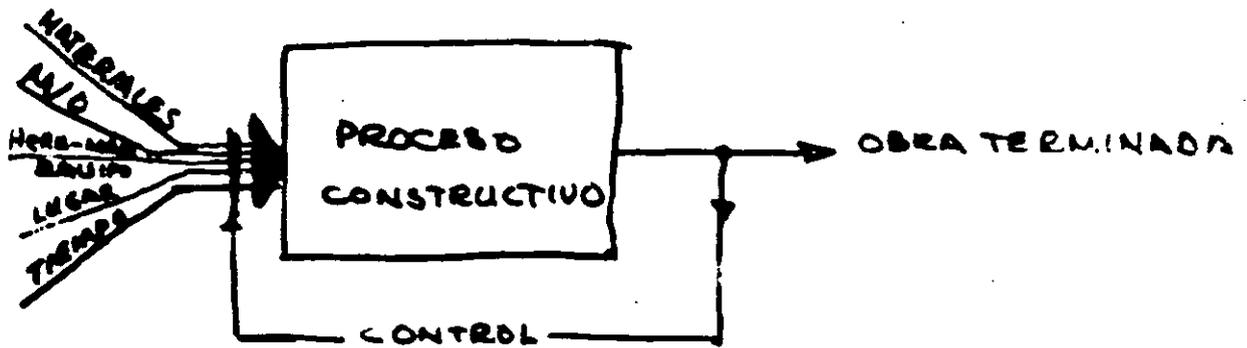
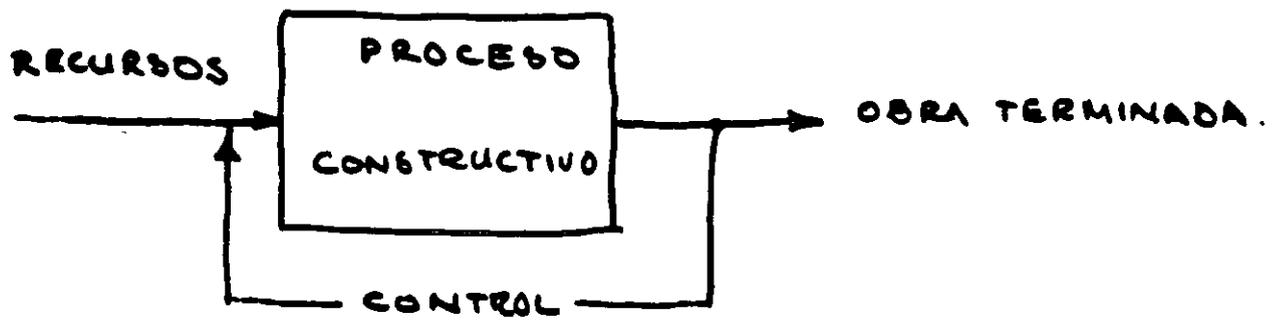
- NO TODOS LOS ACCIDENTES CAUSAN LESION.
- LESION Y ACCIDENTE NO SON LO MISMO.
- PARA QUE OCURRA UNA LESION ES NECESARIA LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE.
- TODO ACCIDENTE AFECTA A LA PRODUCCION.

**LESION :** ES CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE.

**PARA EVITAR LESIONES**

**DEBEMOS**

**PREVENIR LOS ACCIDENTES**



OBJETIVO DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL:

"CONSEGUIR EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS, REDUCIENDO O ELIMINANDO LOS ACCIDENTES."

PARA PROTEGER AL RECURSO :

HUMANO : EVITANDOLE DAÑOS EN SU SALUD  
E INTEGRIDAD FISICA.

MATERIALES : EVITANDO DESPERDICIO O DAÑO.

MAQ.-EQ.-HERR.-VEH. : EVITANDOLE DAÑOS QUE LES IMPIDAN  
UTILIZARSE COMO SE TENIA PREVISTO.

INSTALACIONES - LUGAR : NO OCASIONANDO DAÑOS O TRASTORNOS  
QUE AFECTEN SU UTILIZACION  
PREVISTA.

TIEMPO : NO OCASIONANDO LAS DEMORAS POR SUCESOS  
IMPREVISTOS QUE SIEMPRE AFECTAN ESTE  
RECURSOS.



# Cómo ?



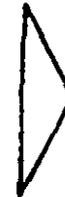
INSPECCION  
INVESTIGACION DE ACCIDENTES  
ESTUDIO DEL TRABAJO



RIESGO POTENCIAL  
VALORACION MATEMATICA



MEANS PARA LA MODIFICACION DE LA CONDUCTA



FACTOR DE CUMPLIMIENTO  
GRADO DE RIESGO  
TASA DE INCIDENCIA



MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO.



DIRECCION DE LA EMPRESA .

SUPERINTENDENTE DE CONSTRUCCION .

ASESORIA SEG IND

SERVICIO DE SEG. IND.

ORGANIZACION DE PRODUCCION .

RECONOCIMIENTO

LOCALIZACION DE RIESGOS.

- AUDITORIA.
- INV. ACCTE.
- ESTUDIO DEL TRAB.

REGTO. S.I.

EVALUACION.

SEÑALA PRIORIDADES.

- RANGO POTENCIAL.
- VALORACION MATEM. RIESGO

MOTIVACION

MODIFICA EL COMPORTAMIENTO INSEGURO.

- MENSAJES.
- CARTELES.
- CONCURSOS.
- INFORMACION TECNICA. T.C.

CONTROL.

F. CUMPLIMIENTO. T. INCIDENCIA. B. DE RIESGO. ESTADISTICA.

INFORME MENSUAL.

RIESGO HUMANO.

ACCION DE ELIMINAR EL RIESGO.

RIESGO FISICO.

PREVENCION

- REPORTE DE ACCIDENTE
- PRIMEROS AUXILIOS
- C.C.M.M DE S. ◦ H.
- CUMPLIR AUDITORIAS
- VIGILAR CUMPTO RGTO.
- LLEVAR CONTROLES
- COORD. INSTRUCCION.

12





**CALIFICACION DE PELIGROSIDAD POTENCIAL**

CIRCULE EL NUMERO QUE INDIQUE LAS PEORES CONSECUENCIAS QUE PODRIAN TENERSE, EN CASO DE OCURRIR UN ACCIDENTE POR LAS MISMAS CAUSAS O SEMEJANTES (CONSIDERAR LAS CONSECUENCIAS POTENCIALES Y NO LAS REALES)

MAGNITUD POTENCIAL DE LESIÓN

- 1 INCAPACIDAD TEMPORAL
- 5 INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE
- 10 INCAPACIDAD TOTAL PERMANENTE O MUERTE

POSIBILIDAD DE REPETICIÓN

- 0 PRACTICAMENTE NULA
- 1 BAJA
- 5 MODERADA
- 10 ALTA

**ANALISIS DEL ACCIDENTE**

No. \_\_\_\_\_

AGENTE: máquina, herramienta, objeto o sustancia que provocó la lesión

SUB-AGENTE: parte del agente

CONDICIÓN(ES) FÍSICA(S) INSEGURA(S) iluminación o ventilación inadecuada, falta de señalamientos, falta de protecciones, malas condiciones de equipo, herramienta, falta de orden y limpieza, etc.

ACTOS HUMANOS PELIGROSOS: no usar equipo de protección personal, uso de alcohol o drogas, jugar, operar equipos sin autorización, reparar equipos en movimiento, manejo inadecuado de materiales, etc.

FACTOR PERSONAL DE INSEGURIDAD: deficiencia física/mental, actitud inadecuada, etc.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- 1.- \_\_\_\_\_
- 2.- \_\_\_\_\_
- 3.- \_\_\_\_\_

¿ QUE ACCIÓN(ES) HA(N) TOMADO PARA EVITAR UN ACCIDENTE SIMILAR?

RESPUESTA: \_\_\_\_\_

ANALIZÓ: \_\_\_\_\_

nombre

firma

fecha

Original: Gerencia de Seguridad (para ser enviado sólo con la información de la primera página).

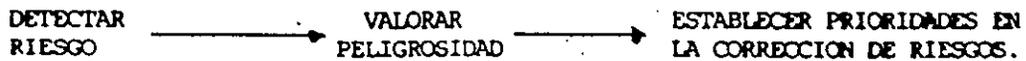
1ª copia: Seguridad Obra- Comisión mixta de Seguridad e Higiene. (conservarla en obra) /S

2ª copia: Superintendencia de Construcción

VALORACION MATEMATICA DEL RIESGO

GRADO DE PELIGROSIDAD = CONSECUENCIAS X EXPOSICION X PROBABILIDAD

DIAGRAMA DE FLUJO:

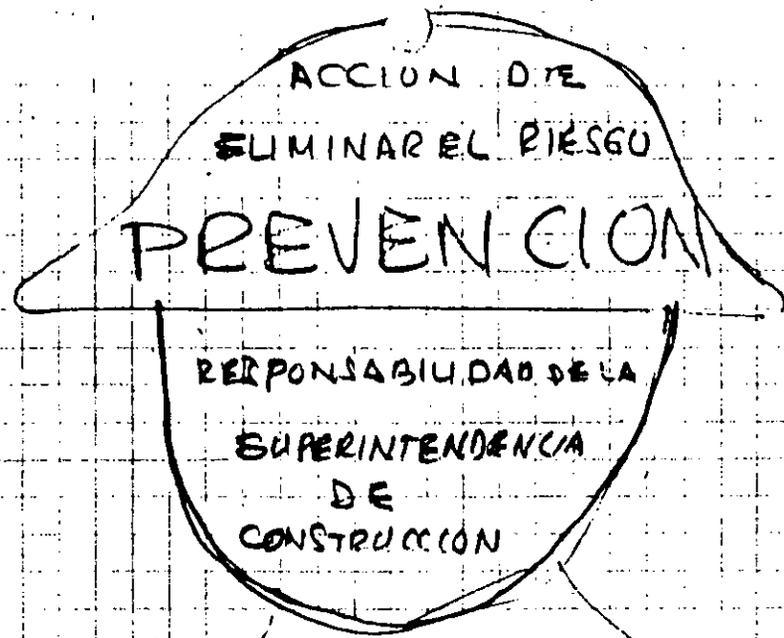


	DAÑOS HUMANOS	DAÑOS MATERIALES U.S.DLLS.
C= CONSECUENCIAS	1 PEQUEÑAS HERIDAS, GOLPES O DAÑOS QUE REQUIERAN ATENCION DE EMERGENCIA.	MENORES
	5 LESIONES QUE LE IMPIDAN LABORAR AL DIA SIGUIENTE O MAS.	HASTA 1,000
	15 LESIONES MUY GRAVES CON INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE.	1,000 A 100,000
	25 MUERTE	100,000 A 500,000
	50 VARIAS MUERTES	500,000 A 1,000,000
	100 CATASTROFE	MAS DE 1,000,000

E= EXPOSICION	0.5 MUY RARAMENTE (NO SE SABE QUE HAYA OCURRIDO, PERO SE CONSIDERA REMOTAMENTE POSIBLE).
	1 RARAMENTE (SE HA SUCCEDIDO QUE OCURRE).
	2 IRREGULARMENTE (DE UNA VEZ AL MES A UNA VEZ AL AÑO).
	3 OCASIONALMENTE (UNA VEZ POR SEMANA A UNA VEZ AL MES).
	6 FRECUENTEMENTE (UNA VEZ AL DIA)
	10 CONTINUAMENTE (VARIAS VECES AL DIA).

P=PROBABILIDAD	0.1 POSIBILIDAD UNO EN UN MILLON. PRACTICAMENTE IMPOSIBLE; NUNCA HA SUCCEDIDO A PESAR DE AÑOS DE EXPOSICION.
	0.5 EXTREMADAMENTE REMOTA PERO CONCEBIBLE.
	2 REMOTAMENTE POSIBLE.
	3 RARAMENTE: SE SABE QUE HA OCURRIDO.
	6 COMPLEMENTAMENTE POSIBLE: PROBABILIDAD DEL 50%.
	10 RESULTADO MAS PROBABLE Y ESPERADO SI SE PRESENTA LA SITUACION DEL RIESGO.

GRADO DE PELIGROSIDAD	PRIORIDAD	CLAVE
SUPERIOR A 270	DETENER LA ACTIVIDAD; REQUIERE ACCION INMEDIATA	A
ENTRE 90 / 270	URGENTE. REQUIERE ACCION LO ANTES POSIBLE	B
ENTRE 18 Y 90	ELIMINAR EL RIESGO SIN DEMORA	C
INFERIOR A 18	DEBE ELIMINARSE EL RIESGO	D



CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO  
SUPERVISION  
NOTIVAR EN SEGURIDAD

- CORRECCION DE CONDICIONES FISICAS PELIGROSAS,
  - ELIMINANDOLAS
  - REDUCIENDOLAS Y PROTEGIENDO
  - PROTEGIENDO AL PERSONAL
- SUPERVISAR QUE NO SE CREEN CONDICIONES DE RIESGO



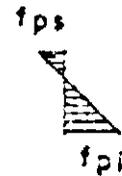
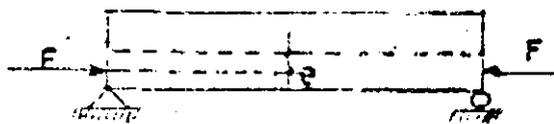
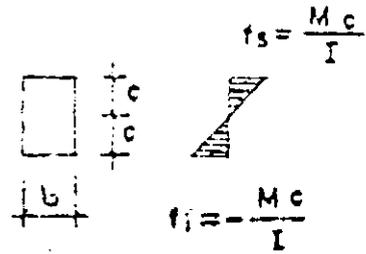
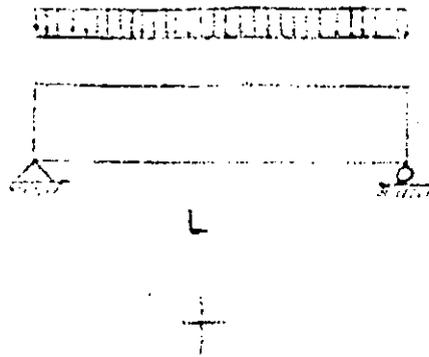
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

*CURSOS ABIERTOS  
RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

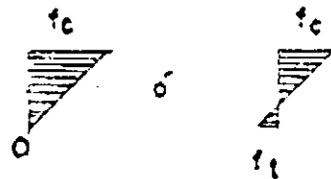
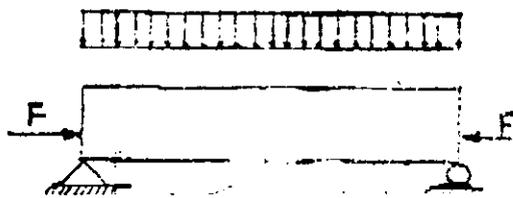
*CIMENTACIONES, TRANSPORTES Y MONTAJE  
2da. PARTE*

*DR. JOSE LUIS CAMBA CASTAÑEDA*

1/7



Esfuerzo de flexión debido al presfuerzo

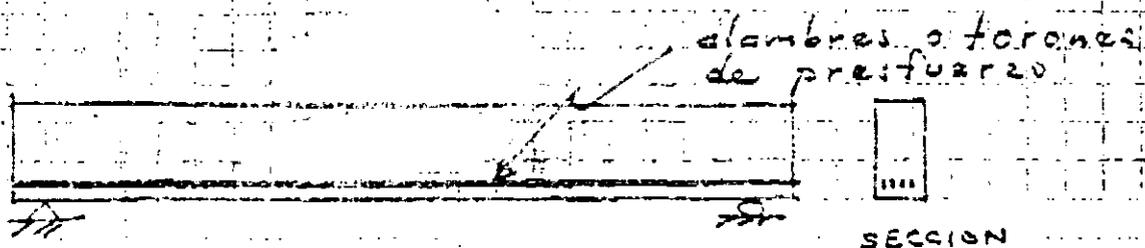


Esfuerzos de flexión resultantes

ILUSTRACION DEL PRINCIPIO DE PRESFUERZO

2/7

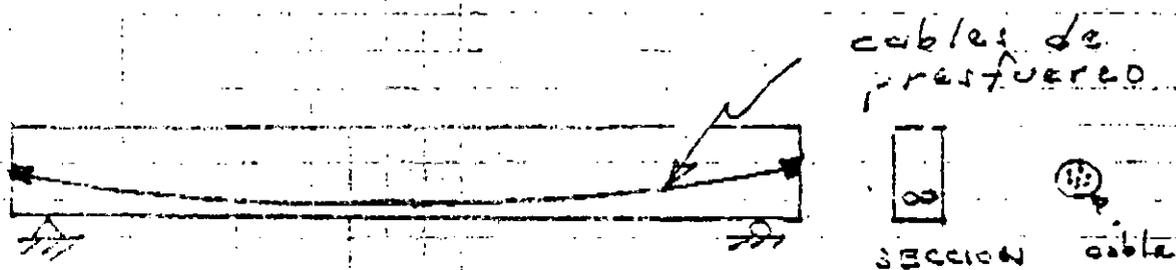
## FORMAS DE PRESFORZAR EL CONCRETO



### A) TRABE PRETENSADA

(Se tensa antes de colar el concreto)

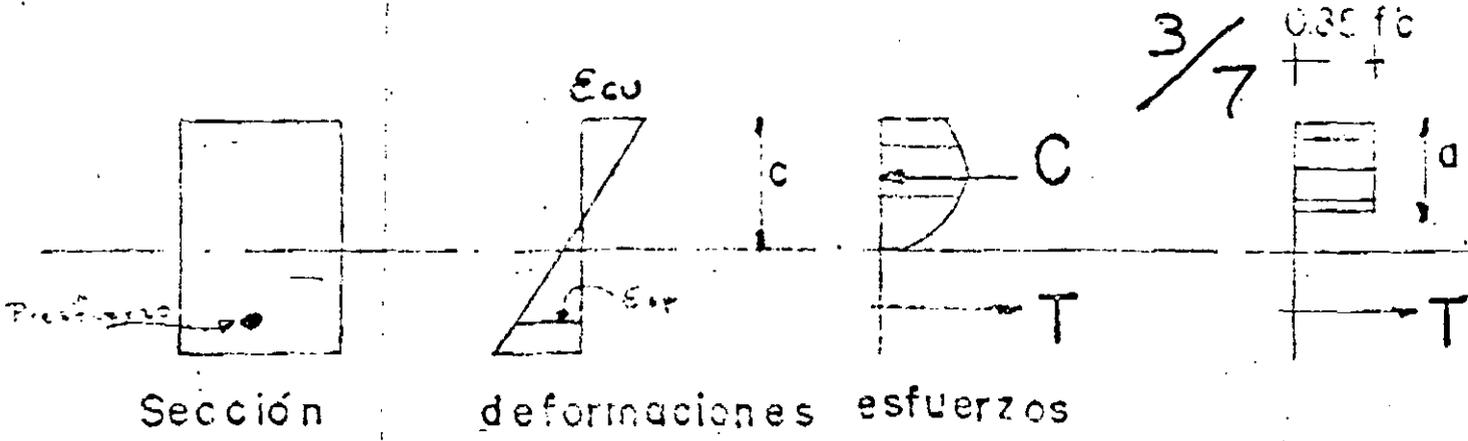
• El pretensado siempre es prefabricado.



### B) TRABE POSTENSADA

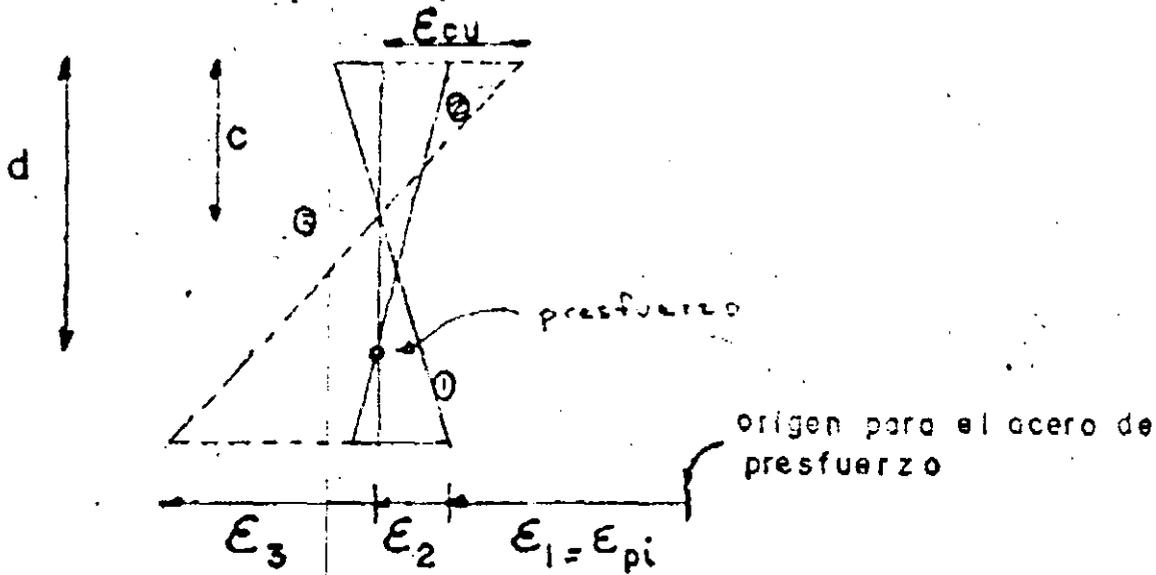
(Se tensa después de colar el concreto)

• El postensado, en general, es colado in situ.



a).- Hipótesis

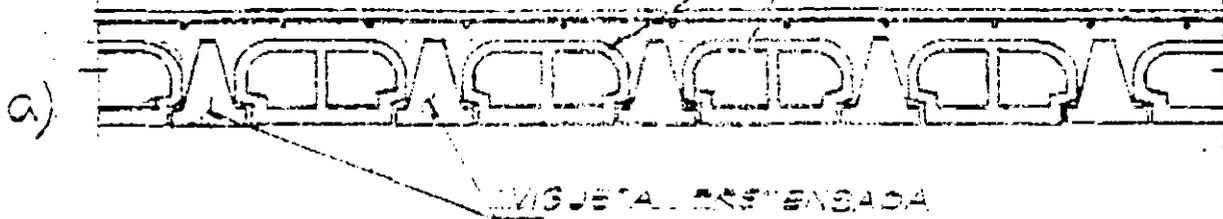
origen para el concreto



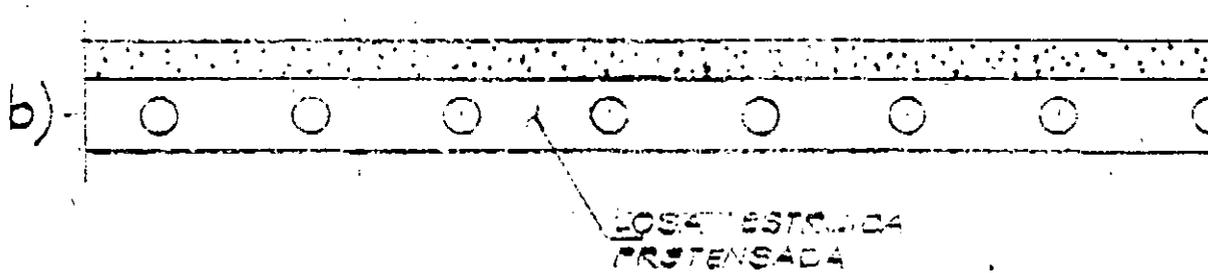
b).- Diagrama de deformaciones

4/7

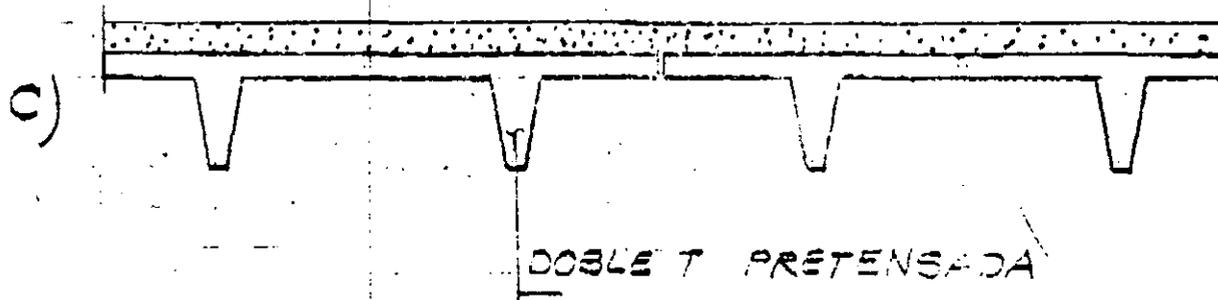
BOVEDILLA



LOSAS ESTRUC. PRETENSADA

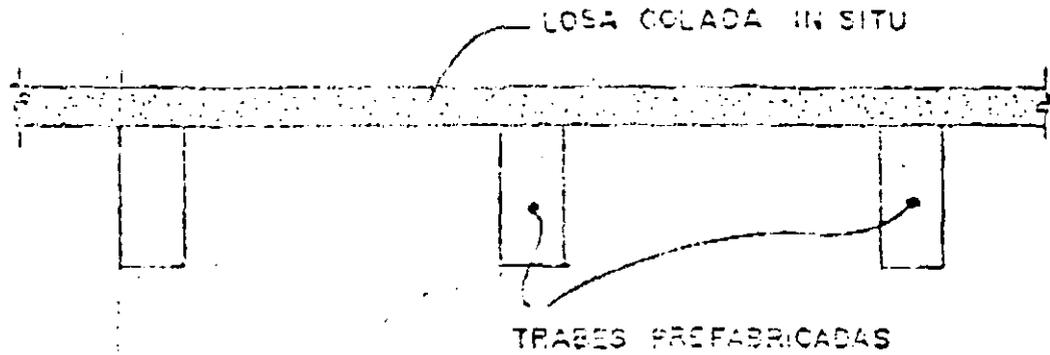


DOBLE T PRETENSADA

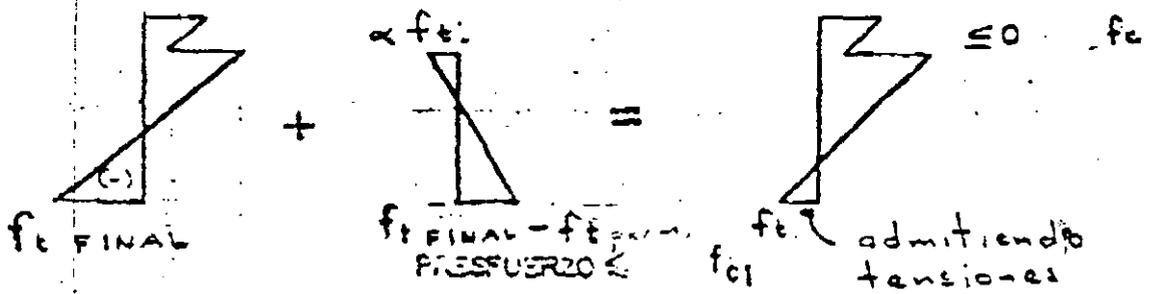
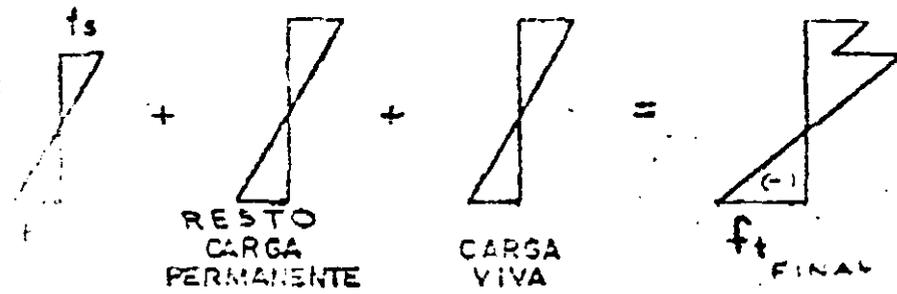
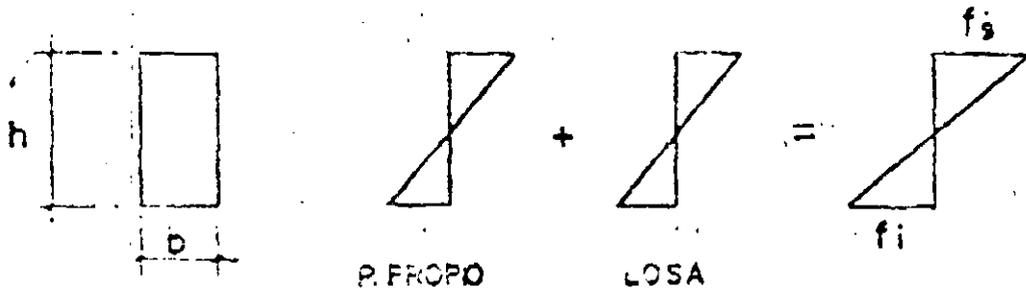


SISTEMAS DE PISO PREFABRICADOS

5/7

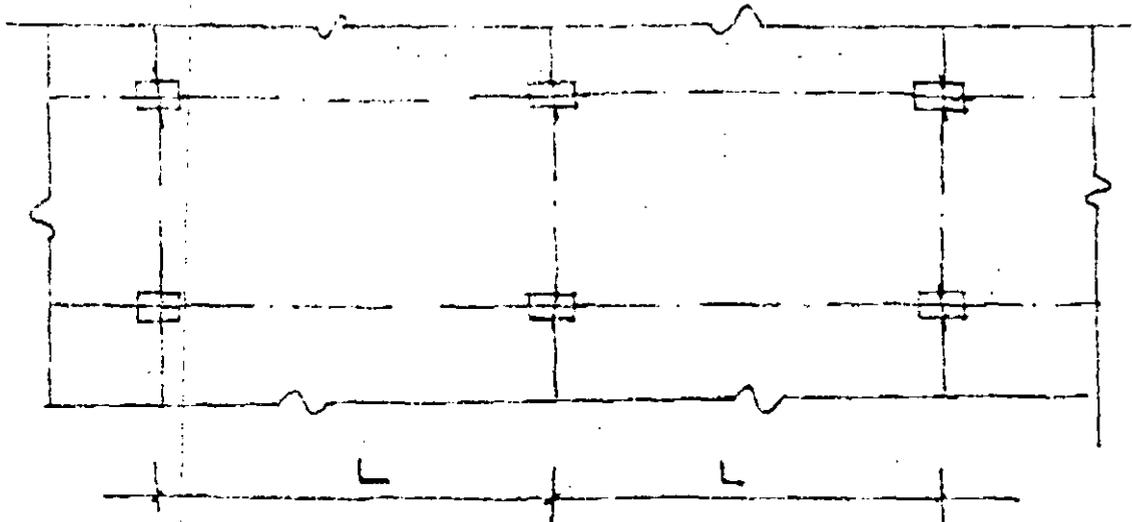


DIAGRAMAS DE ESPUERZOS PARA DISEÑO (no son válidos cronológicamente)

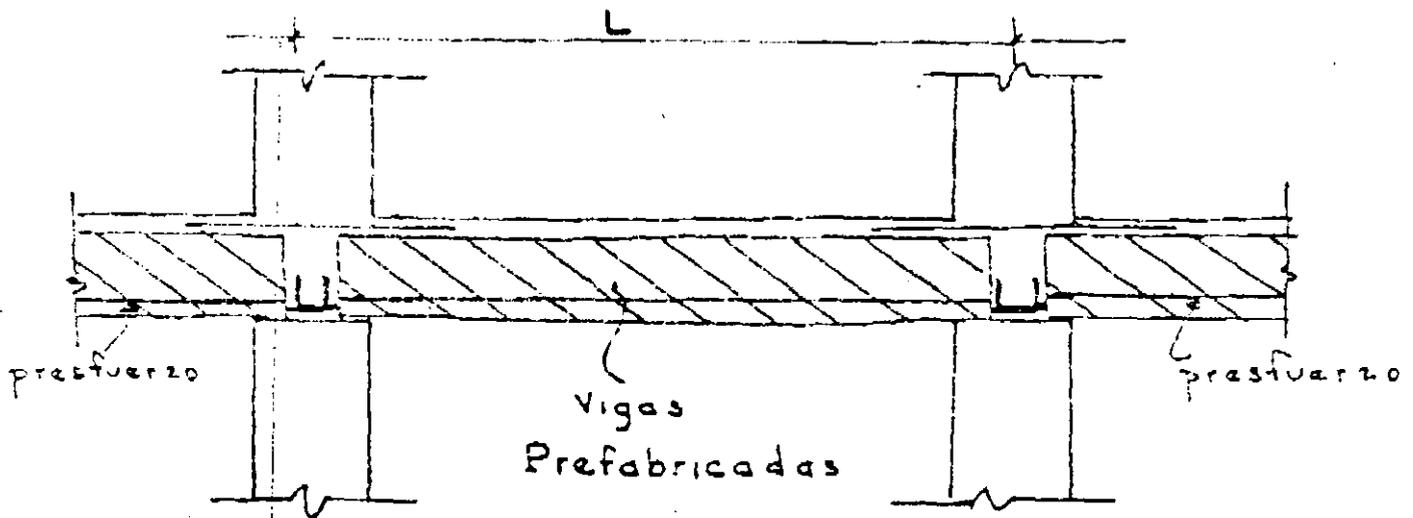


SECCIONES COMPUESTAS

6/7



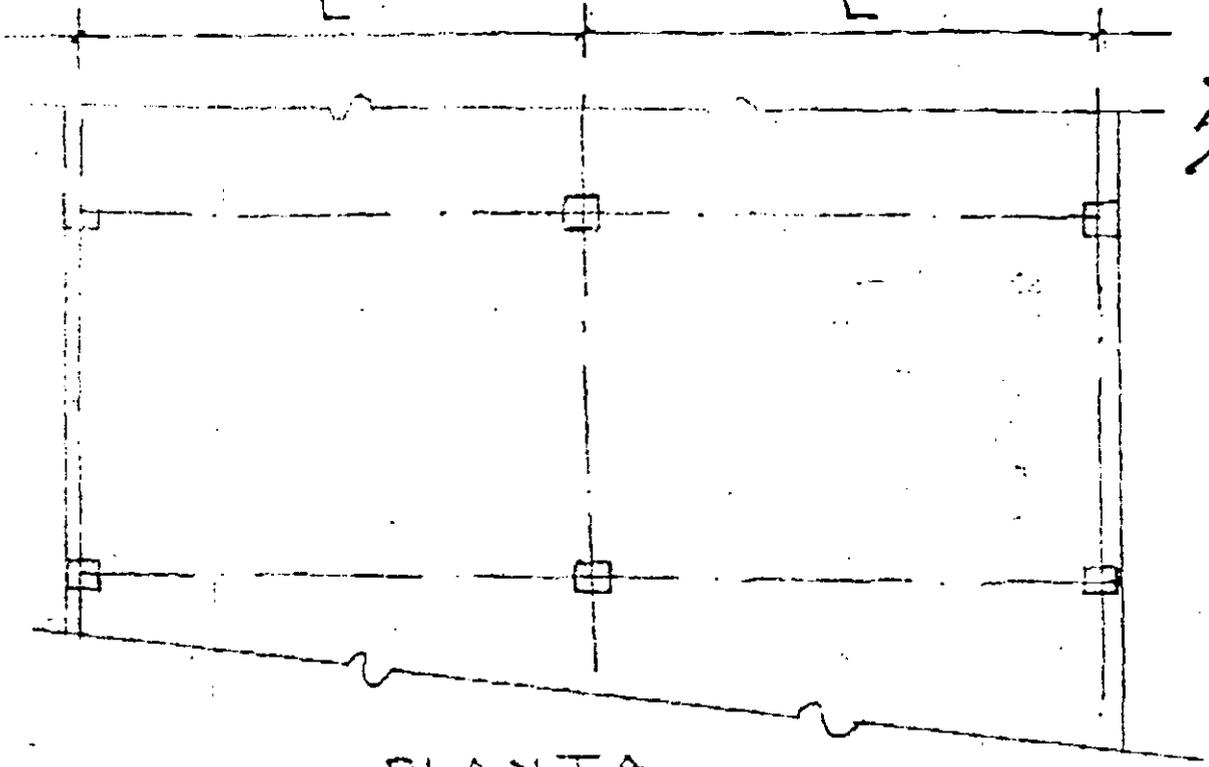
PLANTA



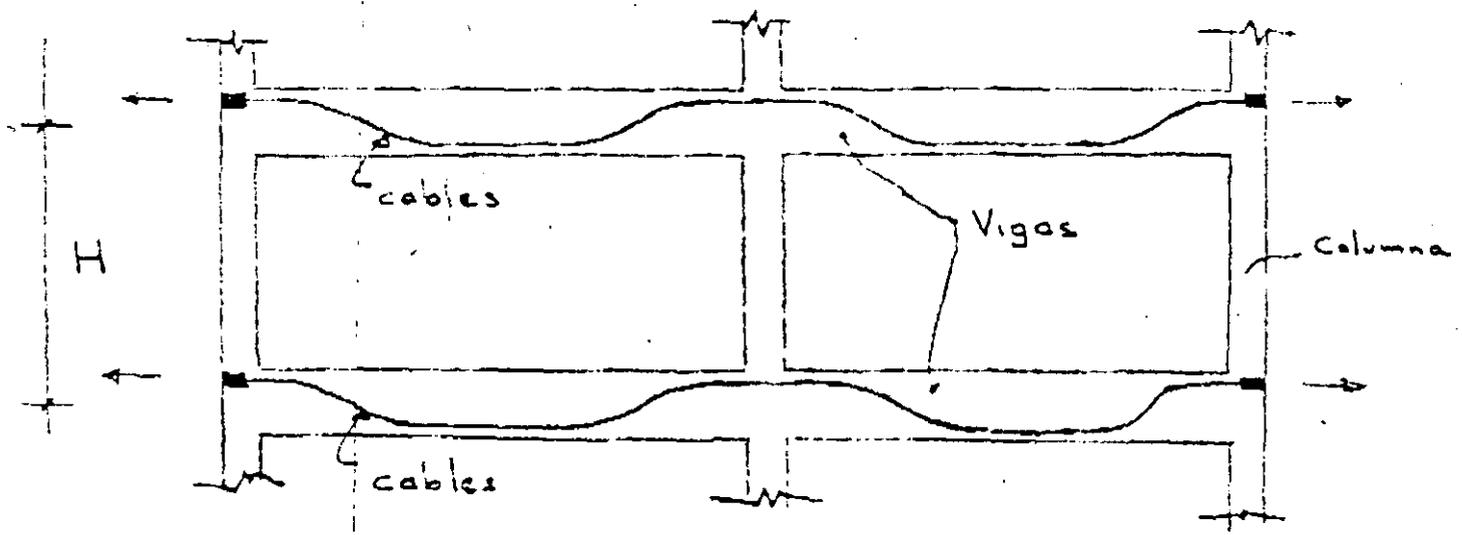
ELEVACION

ESTRUCTURACION PRETENSADA

7/7



PLANTA



ELEVACION

ESTRUCTURACION POSTENSADA



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**TRANSPORTACION Y MONTAJE DE  
ESTRUCTURAS DE ACERO**

**ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS**

**SEPTIEMBRE**

✓

" RESIDENTES DE CONSTRUCCION "

TEMA:-----TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS-----

- 1.- Especificaciones:  
Precios Unitarios  
Contratación  
Estimaciones  
Seguros  
Daños Típicos  
Seguridad.
  
- 2.- Herramientas:  
Grilletes  
Cables  
Estrobos  
Grampas  
Ganchos  
Cadenas  
Templadores.
  
- 3.- Equipos:  
Trailers.  
Plataformas Normales  
Plataformas Telescópicas  
Low-Boy  
Dolly  
Módulos  
Grúas montadas en camión Telescópicas Hidráulicas  
Grúas montadas en camión de Pluma Estructural.  
Grúas montadas en orugas de Pluma Estructural.  
Grúas  
Grúas Torres sobre camión.  
Grúas Torres fijas en Obra.
  
- 4.- Estructuras de acero:  
Columnas.  
Trabes  
Largueros  
Arcos.  
Armaduras.  
Tanques horizontales, elevados verticales

5.- Estructuras de Concreto:

Zapatas.

Columnas.

Trabes.

Largueros.

Losas Planas.

Doble "T"

Dovelas para Tanques.

Dovelas para Tomar Tuberia.

TABLA DE CARGAS  
**SUPERLOOP**  
 "CAMESA".

ESTROBOS

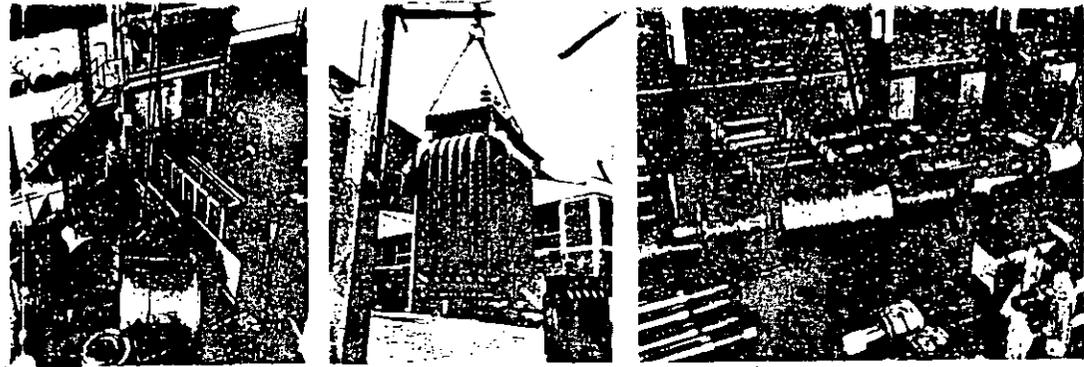


TABLA DE CARGAS MAXIMAS CON LAS QUE DEBEN TRABAJAR LOS ESTROBOS "SUPERLOOP CAMESA" EN LAS DIVERSAS APLICACIONES SEGUN ILUSTRACION.

CABLE DIAMETRO:		CARGA DE SEGURIDAD Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	100° Tons.	300° Tons.	600° Tons.	900° Tons.	1200° Tons.	1500° Tons.
mm.	pulg.											
7.94	5/16"	.65	.65	.48	1.3	1.3	1.25	1.13	0.91	0.65	0.34	
9.53	3/8"	.96	.96	0.71	1.92	1.92	1.85	1.66	1.35	0.96	0.49	
11.11	7/16"	1.36	1.36	1.01	2.72	2.72	2.62	2.36	1.91	1.36	0.70	
12.70	1/2"	1.8	1.8	1.34	3.6	3.6	3.48	3.1	2.53	1.8	0.93	
14.30	9/16"	2.28	2.28	1.7	4.56	4.56	4.43	3.94	3.21	2.28	1.18	
15.90	5/8"	2.8	2.8	2.08	5.6	5.6	5.4	4.85	3.93	2.8	1.45	
19.05	3/4"	4.0	4.0	3.0	8.0	8.0	7.7	6.92	5.63	4.0	2.07	
22.23	7/8"	5.41	5.41	4.05	10.82	10.82	10.45	9.35	7.62	5.41	2.8	
25.40	1"	7.04	7.04	5.25	14.08	14.08	13.6	12.17	9.92	7.04	3.62	
28.60	1 1/8"	8.5	8.5	6.35	17.0	17.0	16.4	14.7	11.98	8.5	4.30	
31.75	1 1/4"	10.8	10.8	8.05	21.6	21.6	20.8	18.6	15.22	10.8	5.6	
34.90	1 3/8"	13.0	13.0	9.7	26.0	26.0	25.1	22.48	18.52	13.0	6.7	
38.10	1 1/2"	15.4	15.4	11.5	30.8	30.8	29.8	26.63	21.71	15.4	7.95	

Tabla calculada únicamente para cables de construcción 6 x 19 alma de fibra tipo Cobra. El Coeficiente de seguridad utilizado para calcular las cargas máximas indicadas es de 5 a 1. Si desea utilizar otra construcción de cable, bastará dividir entre 5 la carga efectiva de ruptura indicada en nuestra sección.

TABLAS Y CONSTRUCCIONES.

Observese que la resistencia de los estrobos varia según la forma en que se instalan, a medida que el ángulo que forman los brazos del estrobo aumenta, la carga de seguridad disminuye.

# CROSBY® CLIPS



G-450

Look for the Red-U-Bolt®  
your assurance of  
Crosby Clips

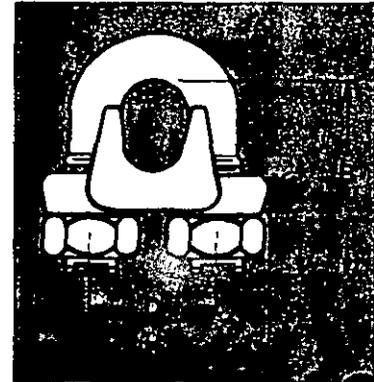
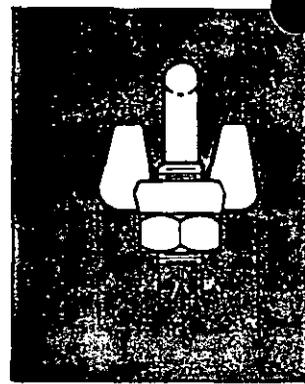
- Forged base
- Rolled Threads\*
- Entire Clip — "Hot dip" galvanized to resist corrosive and rusting action
- Only Crosby Clips have a Red U-BOLT for instant recognition

**IMPORTANT:** Failure to make a termination using Crosby Clips in accordance with available application information could lead to a reduction in the efficiency rating.

Correct application instructions available in handy Crosby Clip Application Card, from your Crosby-Group distributor

Crosby Clips all sizes 1/4" and larger meet Federal Specification FF-C-450 TYPE 1 CLASS 1.

For Crosby Clip Application instruction booklet, write Crosby Group Advertising Dept., P.O. Box 3128, Tulsa, OK 74101



\*Rolled Threads 1/8" Through 1 1/2" sizes.

1/8	7/32	23/32	7/16	15/32	13/32	13/16	15/16	2	6
3/16	1/4	31/32	9/16	19/32	1/2	15/16	15/32	2	10
1/4	5/16	1 1/32	1/2	3/4	21/32	13/16	17/16	2	18
5/16	3/8	1 3/8	3/4	7/8	23/32	15/16	1 11/16	2	30
3/8	7/16	1 1/2	3/4	1	29/32	1 5/8	1 15/16	2	47
7/16	1/2	1 7/8	1	1 3/16	1 1/32	1 13/16	2 9/32	2	76
1/2	1/2	1 7/8	1	1 3/16	1 1/8	1 29/32	2 9/32	3	80
9/16	9/16	2 1/4	1 1/4	1 5/16	1 7/32	2 1/16	2 1/2	3	104
5/8	9/16	2 3/8	1 1/4	1 5/16	1 11/32	2 1/16	2 1/2	3	106
3/4	5/8	2 3/4	1 7/16	1 1/2	1 13/32	2 1/4	2 27/32	4	150
7/8	3/4	3 1/8	1 5/8	1 3/4	1 19/32	2 7/16	3 5/32	4	212
1	3/4	3 1/2	1 13/16	1 7/8	1 25/32	2 5/8	3 15/32	5	250
1 1/8	3/4	3 7/8	2	2	1 29/32	2 13/16	3 19/32	6	280
1 1/4	7/8	4 1/4	2 1/8	2 5/16	2 3/16	3 1/8	4 1/8	7	415
1 3/8	7/8	4 3/8	2 5/16	2 3/8	2 5/16	3 3/8	4 3/16	7	460
1 1/2	7/8	4 15/16	2 3/8	2 19/32	2 17/32	3 13/32	4 7/16	8	530
1 5/8	1	5 5/16	2 5/8	2 3/4	2 21/32	3 5/8	4 3/4	8	700
1 3/4	1 1/8	5 3/4	2 3/4	3 1/16	2 15/16	3 13/16	5 9/32	8	925
2	1 1/4	6 7/16	3	3 3/8	3 9/32	4 7/16	5 7/8	8	1325
2 1/4	1 1/4	7 1/8	3 3/16	3 7/8	3 15/16	4 9/16	6 3/8	8	1625
2 1/2	1 1/4	7 11/16	3 7/16	4 1/8	4 7/16	4 11/16	6 5/8	9	1775
2 3/4	1 1/4	8 5/16	3 9/16	4 3/8	4 7/8	5	6 7/8	10	220
3	1 1/2	9 3/16	3 7/8	4 3/4	5 11/32	5 5/16	7 5/8	10	3100
3 1/2	1 1/2	10 3/4	4 1/2	5 1/2	6	6 3/16	8 3/8	12	4000

GRILLETES

Load Rated



G-209 S-209

Screw pin anchor shackles meet Federal Specification RR-C-271b Type IV Class 1.



G-213 S-213

Round pin anchor shackles meet Federal Specification RR-C-271b Type IV Class 4.

- Safe Working Load permanently shown on every shackle.
- Forged, Quenched and Tempered, with alloy pins.
- Capacities 1/3 thru 150 tons.
- Look for the red color . . . mark of genuine Crosby-Laughlin quality.
- Shackles can be furnished proof tested with certificates per requirements of A.B.S. and/or I.C.G.B. Charges for proof testing and certification available on request.
- Hot Dip Galvanized or Self Colored

ANCHOR SHACKLES

Safe Working Load, Tons	Nominal Shackle Size, Inches	Inside Length	Inside Width		Pin Dia.	Outside of Eye	Pin Length	Pin Width	Weight, Lbs.	
			at Pin	at Box					Shackle	Pin
† 1/3	3/16	7/8	3/8	11/16	1/4	9/16	1/16	1/16	—	.05
1/2	1/4	1 1/8	1/2	25/32	5/16	1 1/16	1/16	1/16	.13	.10
3/4	5/16	1 7/32	17/32	27/32	3/8	1 3/16	1/16	1/16	.18	.19
1	3/8	1 7/16	21/32	1 1/32	7/16	3 1/32	1/8	1/16	.25	.25
1 1/2	7/16	1 11/16	23/32	1 5/32	1/2	1 1/16	1/8	1/16	.38	.50
2	1/2	1 7/8	13/16	1 5/16	5/8	1 3/16	1/8	1/16	.56	.75
3 1/4	5/8	2 3/8	1 1/16	1 11/16	3/4	1 9/16	1/8	1/16	1.25	1.44
4 3/4	3/4	2 13/16	1 1/4	2	7/8	1 7/8	1/4	1/16	2.32	2.25
6 1/2	7/8	3 5/16	1 7/16	2 9/32	1	2 1/8	1/4	1/16	3.40	3.50
8 1/2	1	3 3/4	1 11/16	2 11/16	1 1/8	2 3/8	1/4	1/16	5.00	5.00
9 1/2	1 1/8	4 1/4	1 13/16	2 29/32	1 1/4	2 5/8	1/4	1/16	6.97	7.25
12	1 1/4	4 11/16	2 1/32	3 1/4	1 3/8	3	1/4	1/16	10.13	9.75
13 1/2	1 3/8	5 1/16	2 1/4	3 1/2	1 1/2	3 5/16	1/4	1/8	13.25	13.25
17	1 1/2	5 3/4	2 3/8	3 7/8	1 5/8	3 5/8	1/4	1/8	17.25	17.70
25	1 3/4	7	2 7/8	5	2	4 5/16	3/4	1/8	29.46	30.38
35	2	7 3/4	3 1/4	5 3/4	2 1/4	5	3/4	1/8	45.75	45.00
†55	2 1/2	10 1/2	4 1/8	7 1/4	2 3/4	6	3/4	1/4	—	85.75

†Furnished in screw pin only.

S-2131



Trawling shackle with thin square head with screw pin.

TRAWLING SHACKLES Self Colored only

Safe Working Load, Tons	Nominal Shackle Size, Inches	Inside Length	Inside Width at Pin	Inside Width at Box	Pin Dia.	Outside of Eye	Pin Length	Pin Width	Weight, Lbs.
2	1/2	1 5/8	13/16	5/8	1 3/16	1/8	1/16	1/16	.75
3 1/4	5/8	2	1 1/16	3/4	1 9/16	1/8	1/16	1/16	1.24
4 3/4	3/4	2 3/8	1 1/4	7/8	1 7/8	1/4	1/16	1/16	2.25
6 1/2	7/8	2 13/16	1 7/16	1	2 1/8	1/4	1/16	1/16	3.28
8 1/2	1	3 3/16	1 11/16	1 1/8	2 3/8	1/4	1/16	1/16	4.66

NOTE: Proof load 2.2 times Safe Working Load. Minimum Ultimate Strength is 6 times the Safe Working Load.

# Load Rated



S-320

- The most complete line of eye and shank hooks — ¾ ton through 300 ton capacities.
- Available in three materials — carbon steel, alloy steel and bronze.
- Quenched and tempered.
- Proper design, careful forging and precision controlled quench and tempering gives maximum strength without excessive weight and bulk.
- Rated capacity is permanently shown on each hook.
- All hooks are offered with a drilled cam at no extra cost.
- Every Crosby-Laughlin Eye Hook with the pre-drilled cam can be a latch equipped hook.
- Simply purchase the latch assemblies listed and shown on page 25 and 26.
- Even years after purchase of the original hook, latch assemblies can be added.
- Load Rating code stamped on each hook.

**REVERSED EYE HOOKS 321** — Reversed eye hooks also available with eye at right angle to plane of hook. Stocked in capacities through 30 ton. Latch assemblies cannot be added to reversed eye hooks.

**NOTE:** Proof load twice safe working load. ¾ ton through 40 ton carbon — average straightening load (ultimate load) is five times safe working load. All bronze and alloy hooks — average straightening load (ultimate load) is four times safe working load.

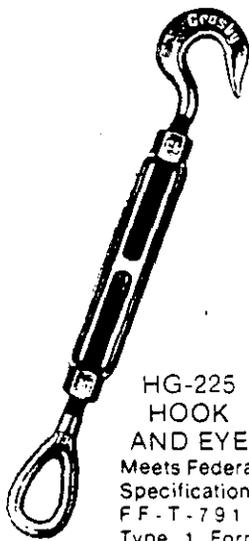


Eye Hook Dimensions with S-4055 Latch Assembled

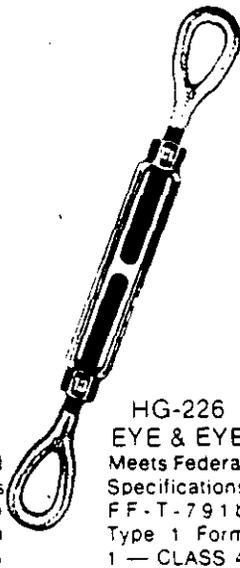
Safe Working Load (Tons)	Hook Capacity (Tons)	Hook Material	Hook Code	Shank Dia. (in)	Shank Length (in)	Eye Dia. (in)	Eye Height (in)	Shank Width (in)	Shank Thickness (in)	Eye Thickness (in)	Eye to Shank Dist. (in)				
¾	1	DC	DA	1.47	.75	2.88	.94	.75	.81	.56	4.34	3.22	.81	.88	.50
1	1½	FC	FA	1.75	.91	3.19	1.03	.84	.94	.62	4.94	3.66	.81	.97	.75
1½	2	GC	GA	2.03	1.12	3.62	1.06	1.00	1.16	.75	5.56	4.09	.84	1.00	1.00
2	3	HC	HA	2.41	1.25	4.09	1.22	1.12	1.31	.84	6.81	4.69	1.19	1.12	1.70
3	4½	IC	IA	2.94	1.56	4.94	1.50	1.44	1.62	1.12	7.91	5.75	1.38	1.34	3.60
5	7	JC	JA	3.81	2.00	6.50	1.88	1.81	2.06	1.38	10.09	7.38	1.78	1.69	7.50
7½	11	KC	KA	4.69	2.44	7.56	2.25	2.25	2.62	1.62	12.44	9.06	2.12	2.06	13.00
10	15	LC	LA	5.38	2.84	8.69	2.50	2.59	2.94	1.94	13.94	10.06	2.56	2.25	19.00
15	22	NC	NA	6.62	3.50	11.00	3.38	3.00	3.50	2.38	17.09	12.50	2.88	3.00	35.00
20	30	OC	OA	7.00	3.50	13.62	4.00	3.66	4.62	3.00	19.47	14.06	3.44	3.62	60.00
25	37	PC	PA	8.50	4.50	14.06	4.25	4.56	5.00	3.75	24.75	18.19	3.88	3.75	105.00
30	45	SC	SA	9.31	4.94	15.44	4.75	5.06	5.50	4.12	27.38	20.12	4.75	4.25	148.00
40	60	TC	TA	10.75	5.69	18.50	5.75	6.00	6.50	4.62	32.25	23.72	5.69	5.12	228.00

320C — Carbon steel, 320A — Alloy steel.

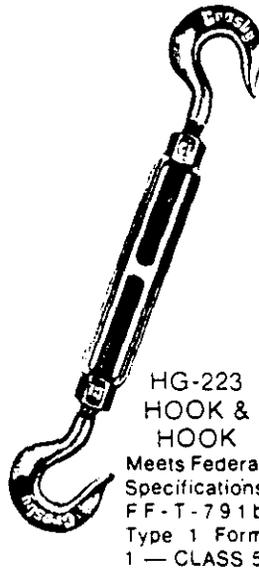
\*Available hot dip galvanized thru 15 tons.



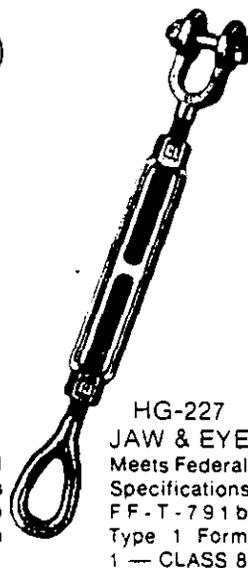
**HG-225  
HOOK  
AND EYE**  
Meets Federal  
Specifications  
FF-T-791b  
Type 1 Form  
1 — CLASS 6



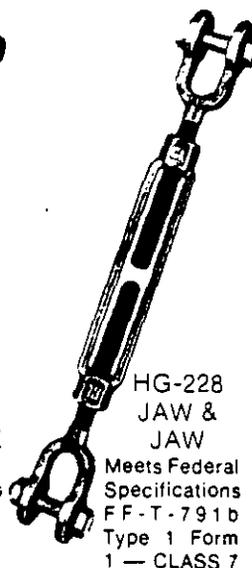
**HG-226  
EYE & EYE**  
Meets Federal  
Specifications  
FF-T-791b  
Type 1 Form  
1 — CLASS 4



**HG-223  
HOOK &  
HOOK**  
Meets Federal  
Specifications  
FF-T-791b  
Type 1 Form  
1 — CLASS 5



**HG-227  
JAW & EYE**  
Meets Federal  
Specifications  
FF-T-791b  
Type 1 Form  
1 — CLASS 8



**HG-228  
JAW &  
JAW**  
Meets Federal  
Specifications  
FF-T-791b  
Type 1 Form  
1 — CLASS 7

Hot dip galvanized forged steel, all end fittings except 1/4, 5/16 and 3/8, sizes quenched and tempered, bodies heat treated by normalizing. Outstanding design features include elongated turnbuckle eyes. For turnbuckle sizes, 1/4" through 2 1/2", shackles one size smaller can be reeved through turnbuckle eye. Mod thread an exclusive feature.

**THE TURNBUCKLE  
WITH THE MOD  
THREAD**

		Average Weight		
		Net Weight	Gross Weight	Weight of Mod Thread
1/4 x 4	8 1/4	.30	.32	.36
5/16 x 4 1/2	9 9/16	.63	.47	.52
3/8 x 6	11 7/8	.75	.76	.81
1/2 x 6	13 5/16	1.60	1.53	1.50
9	16 5/16	1.83	1.71	1.74
12	19 5/16	2.25	2.06	2.40
5/8 x 6	15 1/2	2.75	2.35	3.02
9	18 1/2	3.13	3.06	2.88
12	21 1/2	3.50	3.78	4.00
3/4 x 6	17	3.89	4.00	4.11
9	20	4.61	4.75	5.10
12	23	5.43	5.36	5.65
18	29	7.25	7.00	7.00
7/8 x 12	24 5/8	8.10	8.00	8.17
18	30 5/8	9.25	9.75	9.13
1 x 6	20 5/8	9.33	9.00	9.75
12	26 5/8	11.93	11.20	12.00
18	32 5/8	14.00	13.30	14.00
24	38 5/8	17.25	17.00	17.00
1 1/4 x 12	29 7/8	18.00	20.00	21.50
18	35 7/8	23.00	24.18	25.25
24	41 7/8	27.00	27.50	28.00
1 1/2 x 12	32 3/8	27.50	28.50	30.05
18	38 3/8	31.00	35.00	34.25
24	44 3/8	37.50	38.73	40.67
1 3/4 x 18	41 3/4	52.50	53.75	55.04
24	47 3/4	58.00	61.00	63.36
2 x 24	51 3/4	85.25	89.00	94.00
2 1/2 x 24	58 1/2	144.25	150.00	165.00
2 3/4 x 24	61 1/2	194.00	183.00	198.00

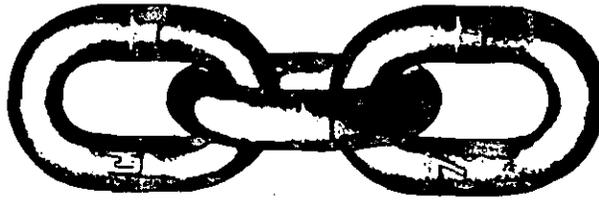
Jaw End Fittings, sizes 1/4" through 5/8" have Bolts and Nuts. Jaw End Fittings, sizes 3/4" through 2 3/4" have Pins and Cotters.

Hot dip galvanized Lock Nuts available for all sizes — R.H.-G4060, L.H.—G4061.

Hooks not supplied on sizes larger than 1 1/2".

\*normalized

# HIGH TENSILE TRANSPORT CHAIN



- High tensile carbon steel. Heat treated
- Standard container — fibre drum
- Finish — Clean, shot blasted — coated with clear, dry rust inhibitor
- Permanent embossing on alternate links **CG** (Crosby Group) **C** (Carbon Steel) **7** (Grade)
- Proof tested
- Proof load in excess of 2 times working load limit.
- Minimum ultimate load 3.5 times working load limit.
- Spectrum 7 Chain is not recommended for overhead lifting. For these applications Crosby Alloy Chain, Spectrum 8, should be used.

1/4	3,150	800	77	0273153	400	0273260
5/16	4,700	550	117	0273162	275	0273279
3/8	6,600	400	165	0273171	200	0273288
7/16	8,750	300	220	0273180	150	0273297
1/2	11,250	200	282	0273199	100	0273304
5/8	16,500	150	422	0273206	75	0273313

Please include stock numbers when ordering.

\*Not an item normally stocked. Please check Tulsa for availability and/or delivery schedule.



## SPECTRUM 7 CHAIN — 100 POUNDS PAIL

1/4	105	134	0273377
5/16	105	90	0273386
3/8	105	64	0273395

Please include stock numbers when ordering.

Spectrum 7 Chain is not recommended for overhead lifting. For these applications Crosby Alloy Chain, Spectrum 8, should be used.

# L-150 STANDARD LOAD

- Forged steel, quenched and tempered.
- Hooks are quenched and tempered alloy steel.
- Binder toggles away from the load.



A. **NOTE:** Extra heavy construction at leverage point to prevent spreading. Heel of binder toggles away from load, permitting easy release.

B. Ball and socket swivel joints at hook assemblies permit a straight line pull.

CATALOG NUMBER	MIN-MAX CHAIN SIZE INCHES	HANDLE LENGTH INCHES	TAKE-UP INCHES	WORKING LOAD LIMIT POUNDS	PROOF LOAD POUNDS	MINIMUM ULTIMATE STRENGTH, LBS.	WEIGHT POUNDS EACH
7-1	5/8-3/4	16	4 1/2	5400	10800	19000	6.70
A-1	3/8-1/2	18 1/2	4 1/2	9200	16400	26000	11.50
C-1	1/2-5/8	21	4 3/4	13000	23000	37000	18.70

STANDARD PACK — 4 PER CARTON

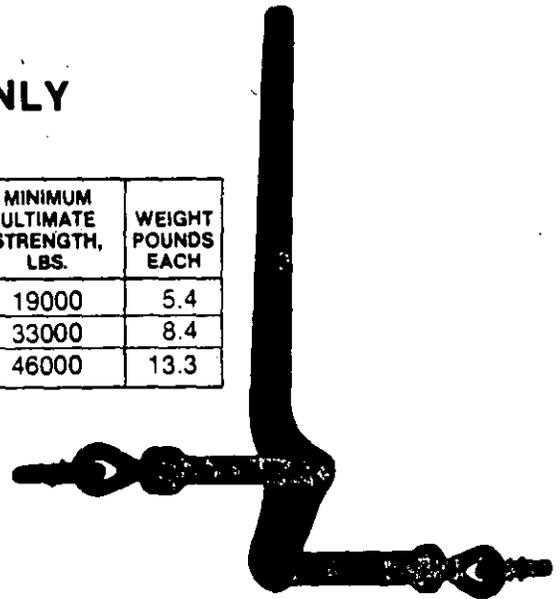
## L-150 BINDER WITH LINKS ONLY

CATALOG NUMBER	MIN-MAX CHAIN SIZE INCHES	HANDLE LENGTH INCHES	TAKE-UP INCHES	WORKING LOAD LIMIT POUNDS	MINIMUM ULTIMATE STRENGTH, LBS.	WEIGHT POUNDS EACH
7-10	5/8-3/4	16	4 1/2	5400	19000	5.4
A-10	3/8-1/2	18 1/2	4 1/2	9200	33000	8.4
C-10	1/2-5/8	21	4 3/4	13000	46000	13.3

BULK PACK

For special load binder applications, contact:

**Lebus Manufacturing Company**  
 P.O. Box 271  
 Longview, Texas 75601  
 (214) 759-4424



**NOTE:** Binders shown with Proof Load Pounds have been individually proof tested to these values shown prior to shipment.



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**IMPERMEABILIZACION**

**ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO**

**SEPTIEMBRE**

1.-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 otros que son también de mucha importancia. Por ejemplo, ser resistentes al anvejecimiento, o la intemperie y tal vez al tránsito, no deben ocurrir a temperaturas ambientales máximas y su instalación debe ser fácil, además de tener una buena adherencia sobre los substratos y tener precio razonable, por mencionar algunos más. Todos éstos 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 lo cual 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 aquitron de hulla. En el caso concreto de México, el asfalto es especialmente abundante y el aquitron 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:

10.- LOS CEMENTOS PLASTICOS ("BITUPLASTIC")

Ellos son morteros asfálticos que se emplean en el colado de grietas y zonas críticas. Las características que deben reunir estos materiales son las siguientes: Tendrán como vehículo, solvente en pequeñas cantidades, pero que no se produzcan resacas ni 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 terminos en techos de lámina o para trabajos de mantenimiento. Y de hecho, se puede decir que estos materiales nunca deben perder su ductilidad.

20.- LA BASE IMPRIMADORA

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 subsiguientes. 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 húmeda buena, porque generalmente cuando se usa sobre las bases de concreto, éstos tienen un alto contenido de humedad. Fuese que la mayoría de los solventes empleados no son compatibles con el agua, es necesario que la fórmula contenga solventes aditivos que contrarresten este inconveniente.

a) - BASE IMPRIMADORA EN SOLVENTES ("IMPERPRIM SOLVENTE")

De la 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 catalítica, haciéndolos más elásticos mediante la incorporación de hulas sintéticas, o contritiéndolos mayor resistencia al intemperismo mediante la incorporación de ciertos cargas minerales. Sin embargo, se recomienda a los técnicos especificadores, que consisten 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 impermeabilizante fuerte y completo, resuelve con éxito la protección de muchos tipos de techos.

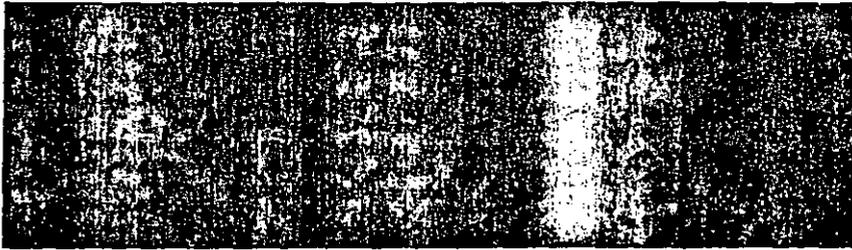
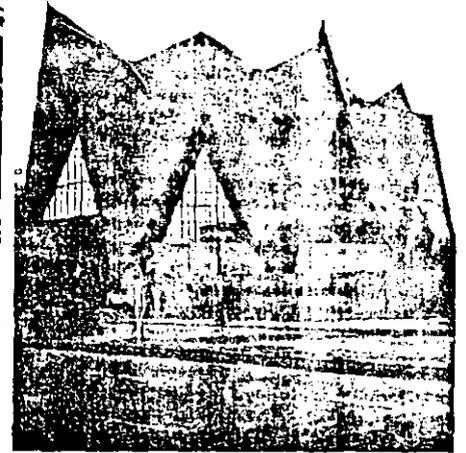
3.- REVESTIMIENTOS IMPERMEABLES.

a) - DE APLICACION EN CALIENTE ("OXIBIT 141Z")

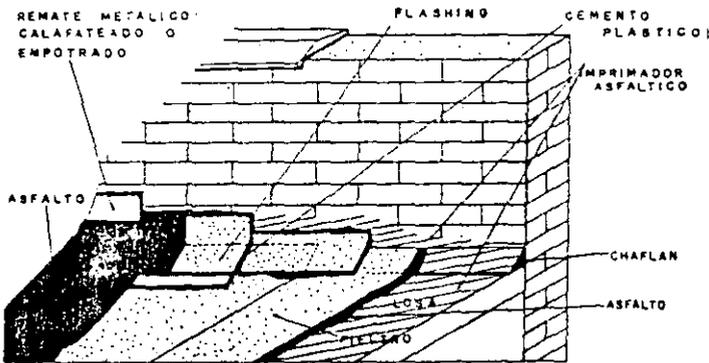
Desde mediados del siglo pasado tomó gran popularidad el uso de asfalto soplado u oxidado para la impermeabilización de techos, ya que para un mismo punto de reblandecimiento, se obtiene mayor ductibilidad en asfalto oxidado que en los asfaltos endurecidos exclusivamente por destilación con arrastre 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", y "la penetración". El "punto de reblandecimiento", mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir que tipo de asfalto oxidado se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientales. 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 tiene menor penetración (menor 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 escurea e inutilice la impermeabilización. Cuando se utilizan estos productos, es muy importante no sobrecalentar ni resacalear 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, calentamiento térmico, etc. Los usos específicos de cada tipo de asfalto oxidado, dependen de las pendientes del techo; de los máximos temperaturas, del calor, peso y tipo de acabado, etc. En términos generales, puede 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 templados y 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.

b) - BASE IMPRIMADORA EN EMULSION ACUOSA ("IMPERPRIM 5-L")

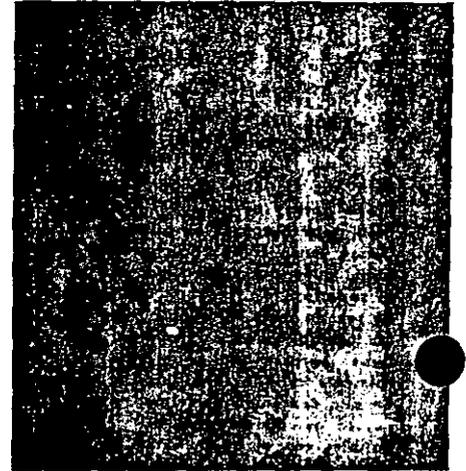
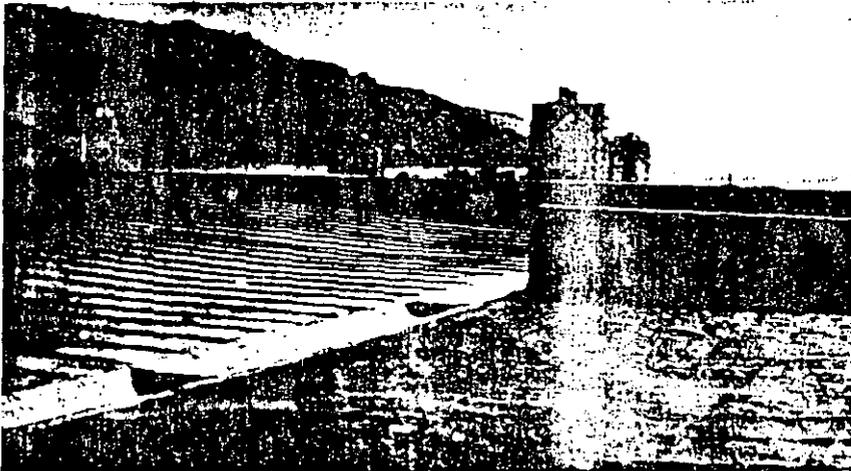
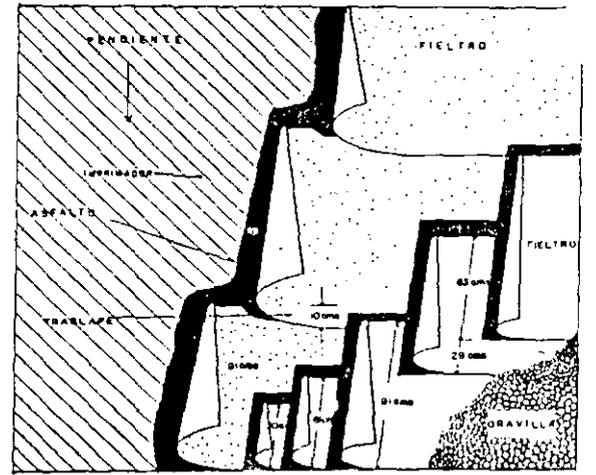
Es un líquido café oscuro que tiene el mismo uso y características que la base imprimadora en solventes, pero con la ventaja de que se genera más en el concreto húmedo, debido a que el vehículo oxidador es agua, en lugar de solventes derivados del petróleo, con lo cual se logra también un manejo menos peligroso, si bien su secado es un poco más lento.



DETALLE DE REMATE EN PRETILES



IMPERMEABILIZACION EN CALIENTE A BASE DE FIELTROS



**b) — DE APLICACION EN FRIO.**

**b.1) — REVESTIMIENTOS 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 necesaria 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:

No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.

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.

**4a. — MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIETROQUIM", "IMPERFELT", "VITROCOAT").**

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esta impermeabilización más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua. Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

- 1a. — Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
- 2a. — Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
- 3a. — Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
- 4a. — Aumentan la resistencia del sistema impermeable a los esfuerzos mecánicos.
- 5a. — 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 fieltros 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.

**5a. — MATERIALES PREFABRICADOS ("FIETROQUIM 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.

**6a. — 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:

- 1 — Las gravillas naturales o pigmentadas.
- 2 — Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
- 3 — Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
- 4 — Las pastas reflejantes (Fabricadas empleando "QUIMIWEID").
- 5 — El papel aluminio.
- 6 — En enladrillado u otro recubrimiento cerámico.
- 7 — Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXOCRETO").
- 8 — Los recubrimientos elastoméricos con alta resistencia a la abrasión ("TIROPLASTIC").
- 9 — Los acabados prefabricados ("FIETROQUIM MINERALIZADO").

Veamos ellos con más detalle:

**1. — 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 la cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.

**2 — 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.

**3 — LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"),** son muy decorativos y durables, pero deben de 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 1/2 litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.

4 — 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.

5 — EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflectante 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.

6 — 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; la de patear 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.

7 — 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 emporejando 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.

8 — 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.

9 — ACABADOS PREFABRICADOS ("FIETROQUIM 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 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:

- 1 — EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
- 2 — LA CARPETA IMPERMEABLE.
- 3 — 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 mismos 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 improrovisto a que se somete esa carpeta.

Una vez establecidos ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

- 1 — Los de aplicación en frío.
- 2 — Los de aplicación en caliente.
- 3 — Los de aplicación mixta.
- 4 — Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

### 1 — LOS DE APLICACION EN FRIO.

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 a 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.

### 2 — 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 hs., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies hú-

5

medas. 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 encarecen demasiado los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

### 3 — SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA.

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminadas con una capa superior de impermeabilizante en frío, con la 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.

### 4 — 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 granulada en colores, se aplica en fábrica, lográndose con ella 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 alanes 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, 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 hidrófuges, 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 rampen 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 esté galvanizado, porque existen puntos, sobre todo donde se daña el galvanizado o la hara 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 forman 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, no supere a la fuerza de repelencia.

Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos o 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 los 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:

6

**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 ALISERADAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CARCACHES DE CONCRETO	IQF1	---	IQF2	---	IQF4	---
LOSAS DE SIPORES	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 BARD	---	---	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, chafalones, 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 "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>.
- Aplicación de gravilla a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQF2"**

- Sígase 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 a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC1"**

- Sígase 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 a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC2"**

- Sígase 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"**

- Sígase 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 a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC4"**

- Sígase 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 a grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

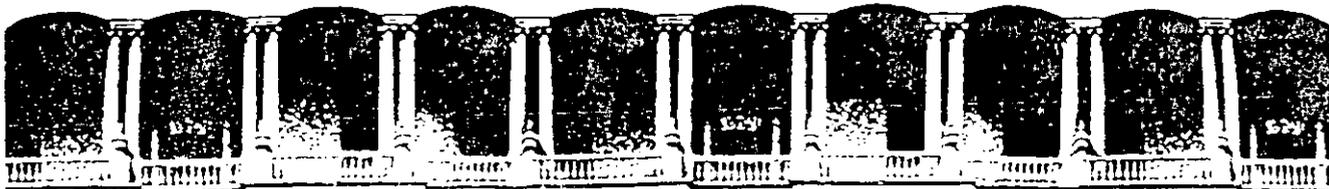
**NOTAS:**

"S.": En los sistemas terminados en "S", auméntese la 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 AL TRANSITO	COLOR	NIVEL DE PRECIO	CICLO DE MANTENIMIENTO
FLEXOCOLOR	5 AÑOS	EVENTUAL	TODOS COLORES	85%	5 AÑOS
PASTA QUINIWEIL	5 AÑOS	EVENTUAL	BLANCO	5%	5 AÑOS
SITUCOLOR ALUMINIO	5 AÑOS	NO	ALUMINIO	5%	3 AÑOS
SITUCOLOR ROJO	5 AÑOS	NO	ROJO OSCURO	5%	3 AÑOS
FLEXOCRETO	25 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 CONSTRUCCION**

**IMPERMEABILIZACION**

**SEPTIEMBRE**

## IMPERMEABILIZANTES

### ASFALTICOS

- MICROPRIMER
- MICROFEST
- MICROLASTIC
- MICROLASTIC FBR
- MICROSEAL 1
- MICROSEAL 2 F
- MICROSEAL 3 A
- HIDROPRIMER
- VAPORTITE 550
- ROOF COATING
- PLASTIC CEMENT
- FESTER M.I.P.
- ASFALTO OXIDADO

### NO ASFALTICOS

- FERROFEST "I"
- VINLOX MEMBRANE COATING
- FESTEGRAL
- INTEGRAL AZ
- FESTEX SILICON

### MEMBRANAS DE REFUERZO

- FESTERFELT
- BUTILFEST
- FESTER FLEX
- FESTER PLY
- PELICULA DE POLIETILENO

### ACABADOS

- FESTALUM
- FESTER BLANC (VER SECC.  
RECUBRIMIENTOS)
- FESTER BOND  
(VER SECC. ADHESIVOS)
- PINTURA DE HULE CLORADO (VER.  
SECC. RECUB.)
- SUPER COLOR COAT (VER SECC.  
RECUBRIMIENTOS)

SELLADORES	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>
	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 1/2 CAÑA</li> <li>• ADITIVO PARA ASFALTO</li> </ul>

## ADITIVOS

- FESTEGRAL VER SECC. 170
- INTEGRAL AZ VER SECC. 170
- FESTERLITH 1500 "N"
- FESTERLITH 1500 "R"
- FESTERLITH 1600 S.F.
- FESTERLITH 1700 S.F.
- FESTERLITH A.I.
- FESTER MIX
- FESTAIRE
- FESTARD

## ADHESIVOS

- FESTER BOND
- EPOXINE 200 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO
- EPOXINE 220
- EPOXINE 300 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO
- EPOXINE 710

## PRODUCTOS PARA CONCRETO

### MEMBRANAS DE CURADO

- CURAFEST BLANCO Y ROJO

### TRATAMIENTOS DE PISOS

- CURAFEST BLANCO EMULSION
- FERROFEST "H"
- FERROFEST "H" L.P.U.
- ENDUMIN Y ENDUMIN READY MIX
- LAPIDOFEST
- EPOXINE 500
- EXPOXINE 510
- EPOXINE 1000 MORTERO

### GROUTS

- FERROFEST "G" Y FERROFEST "G" L.P.U.
- FESTER GROUT N.M.
- EPOXINE 600 GROUT

### COMPLEMENTOS (DE PRODUCTOS PARA CONCRETO)

- BANDA FLEXIBLE DE P.V.C (ojillada)
- FEXPAN
- SISMO FLEX
- CIMBRA FEST
- EPOXINE 200
- EPOXINE 300
- EPOXINE 400
- INTEGRAL A.Z. (VER SECC. ADITIVOS)

## 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

MICRO PRIMER es una emulsión asfáltica líquida de gran estabilidad, con un alto contenido de sólidos.

- Una vez aplicado, permitir que el material seque 24 horas antes de cubrirlo con las capas impermeables.

### 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 MICRO PRIMER 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.

# MICROFEST

## RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE FIBRATADO PARA TECHOS Y AZOTEAS.

### DESCRIPCION

Compuesto 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 grasas, 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

Bote 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, dadas, 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 FESTERFLEX, 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 lts.

### 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, asentarse 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> por capa

### 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.



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA  
CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

SEPTIEMBRE

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA

CAPACIDAD

REGULACION

ACCESIBILIDAD

FLEXIBILIDAD

SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONDUCIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

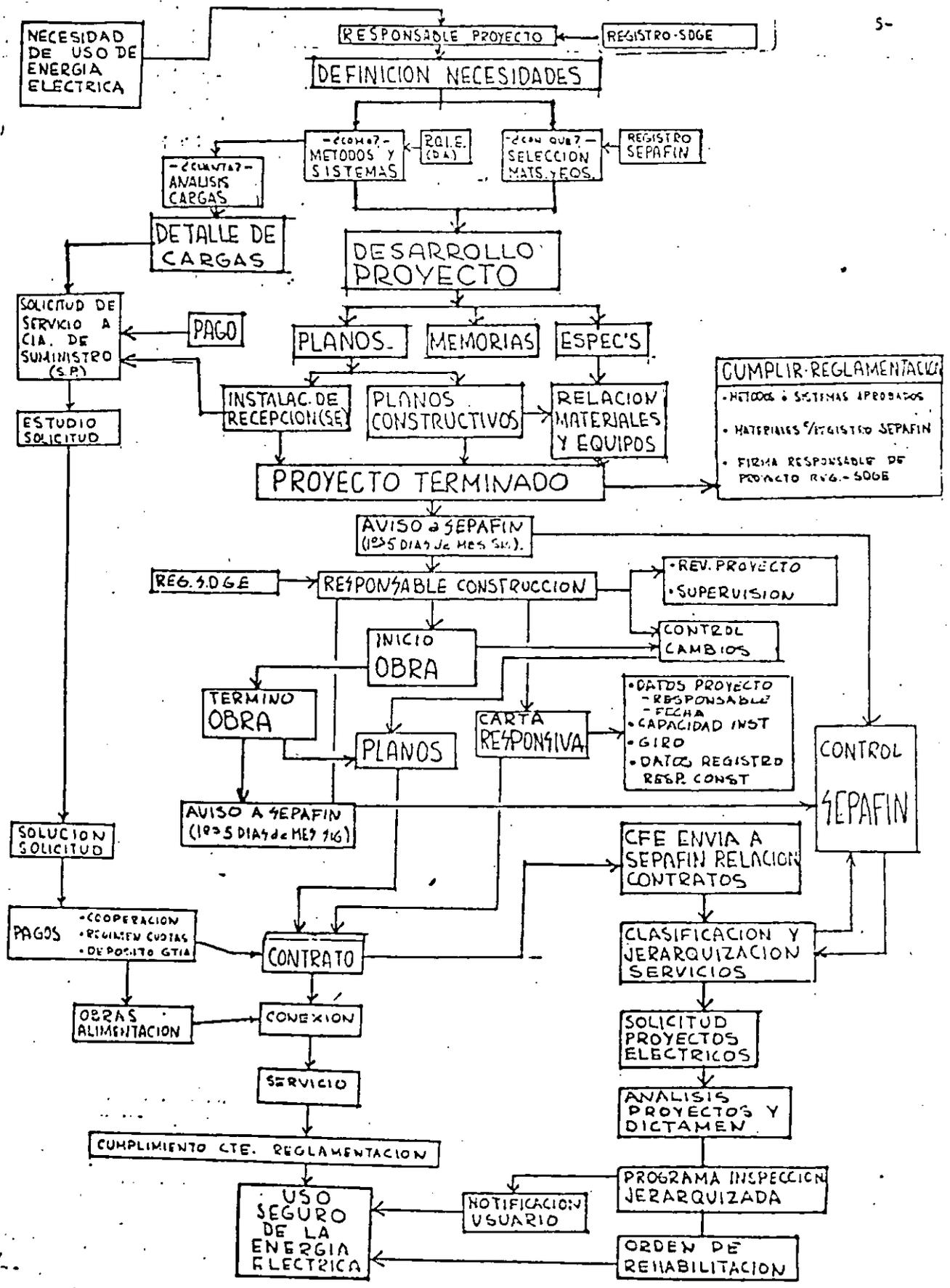
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



166/...

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

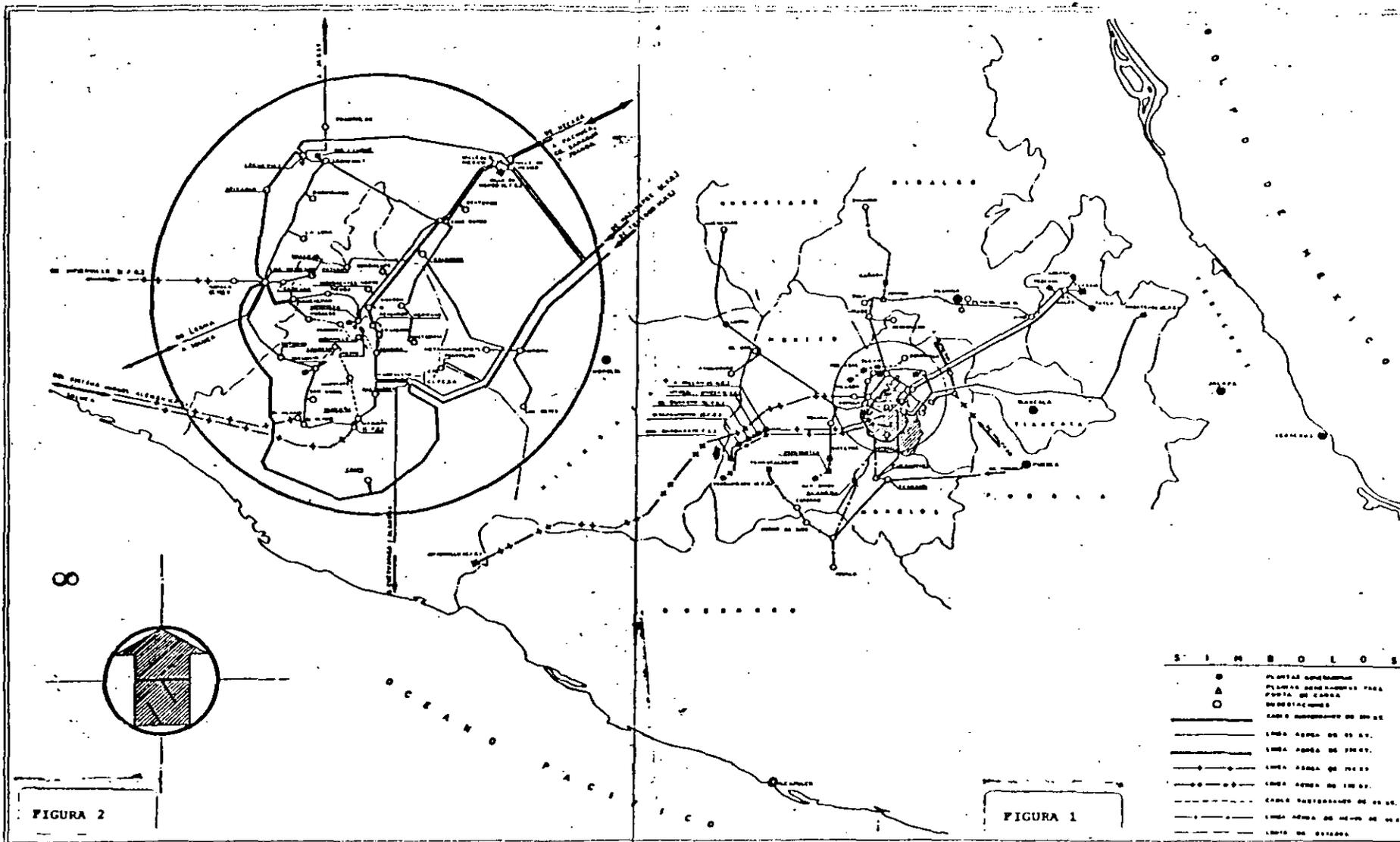
DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

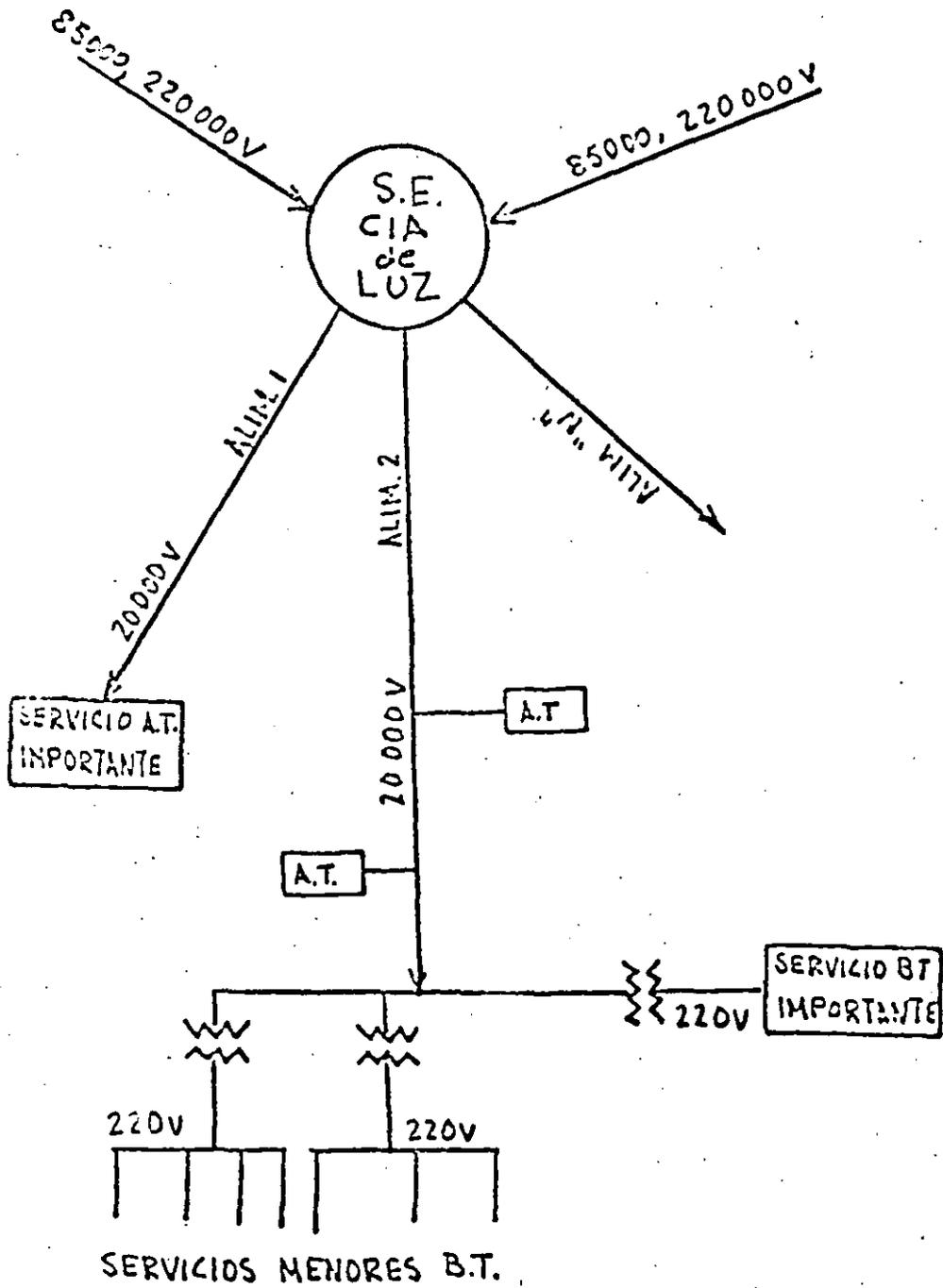
- FUENTE DE ENERGIA
- EQUIPO DE GENERACION
- SISTEMA DE TRANSMISION
- SISTEMA DE DISTRIBUCION

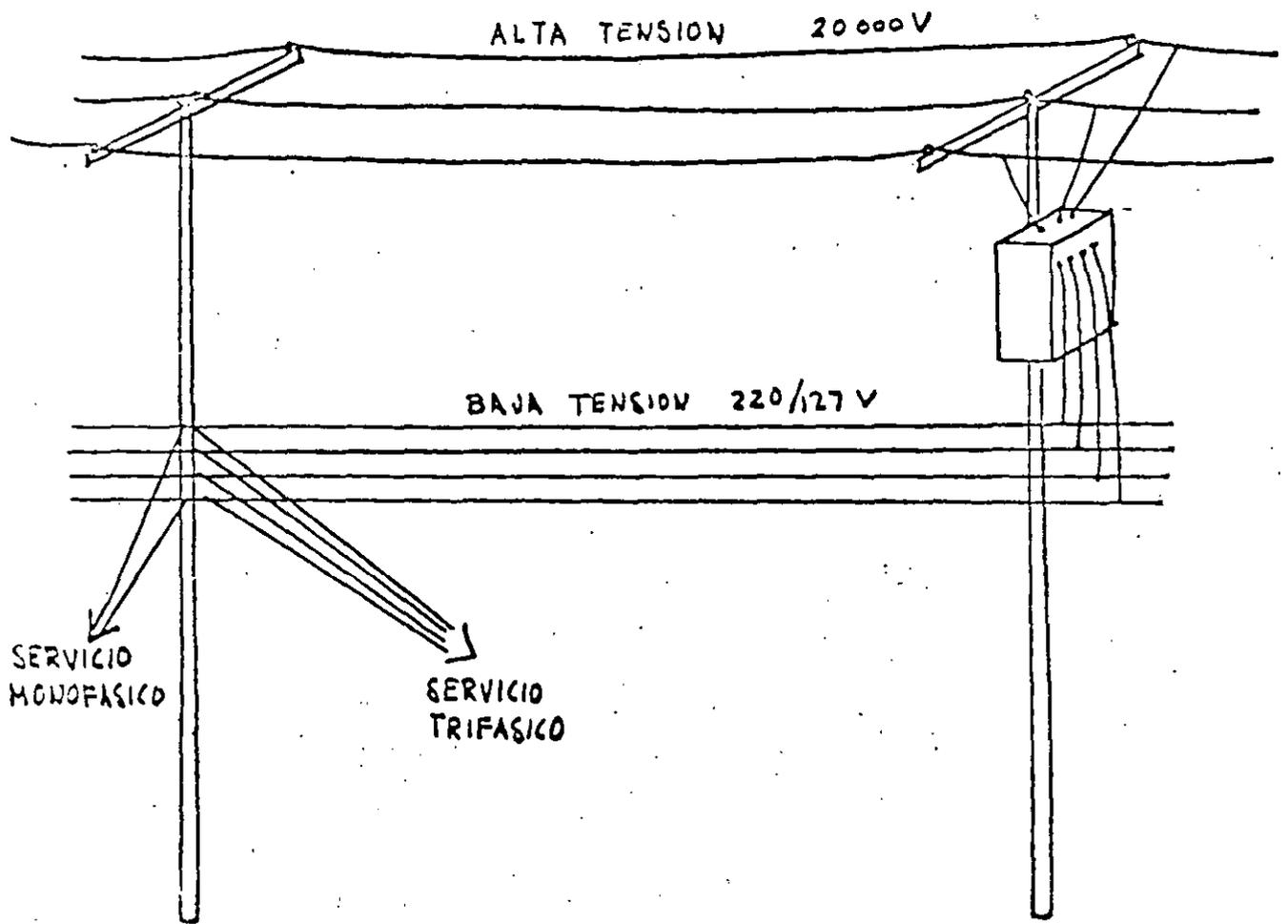
LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

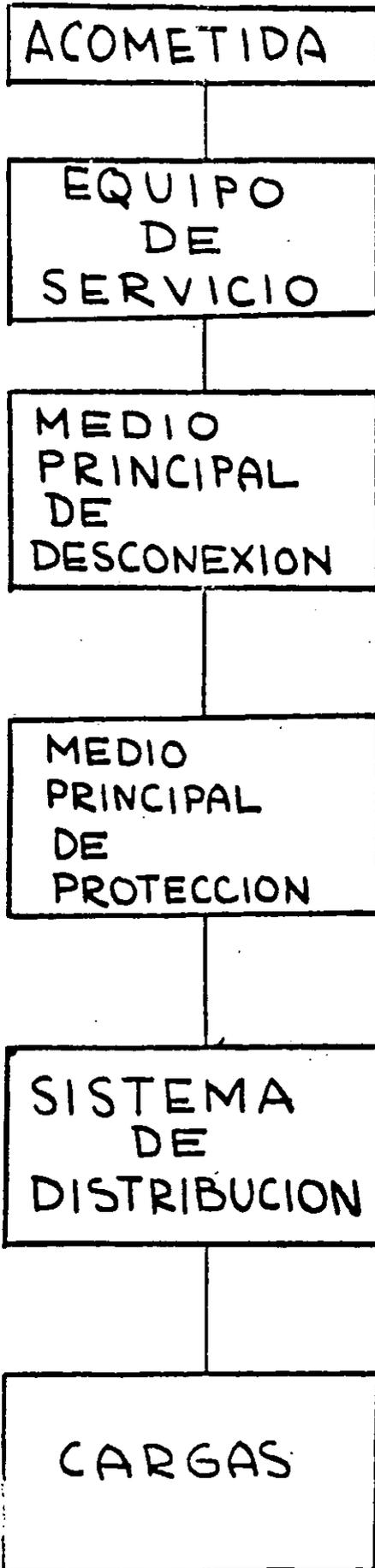
DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

## Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central









## ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

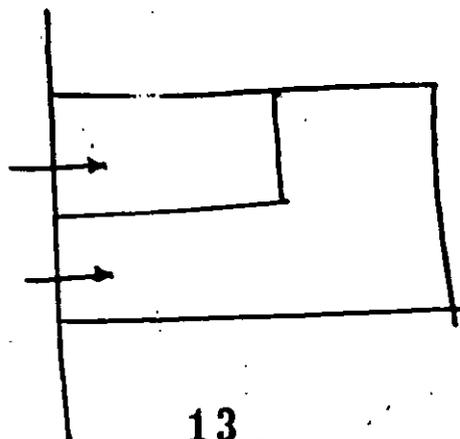
LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-10).

ACOMETIDA

## CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

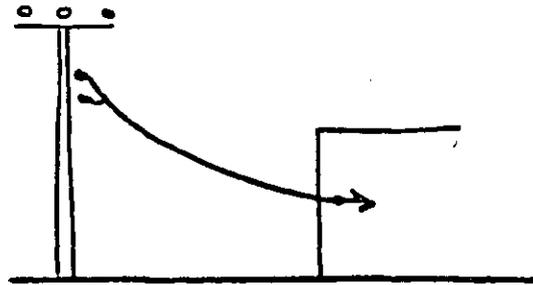
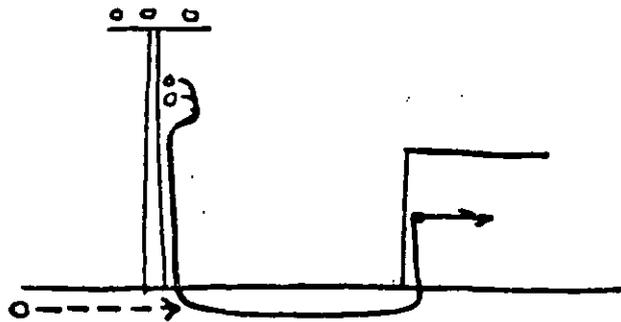
- UNA SOLA POR INMUEBLE  
(Caso General)  
↓  
EXCEPCION:  
• ACUERDO CON  
• SEPAFIN  
• CFE
- CANALIZACION EXCLUSIVA
- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE
- ZONAS INDEPENDIENTES  
(sin comunicacion)

(NTIE-81  
-201-3)

ACOMETIDA

## CLASIFICACION

- DE ACUERDO  
AL TIPO DE  
LINEA

• AEREA• SUBTERRANEA

- DE ACUERDO  
A LA TENSION

• BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

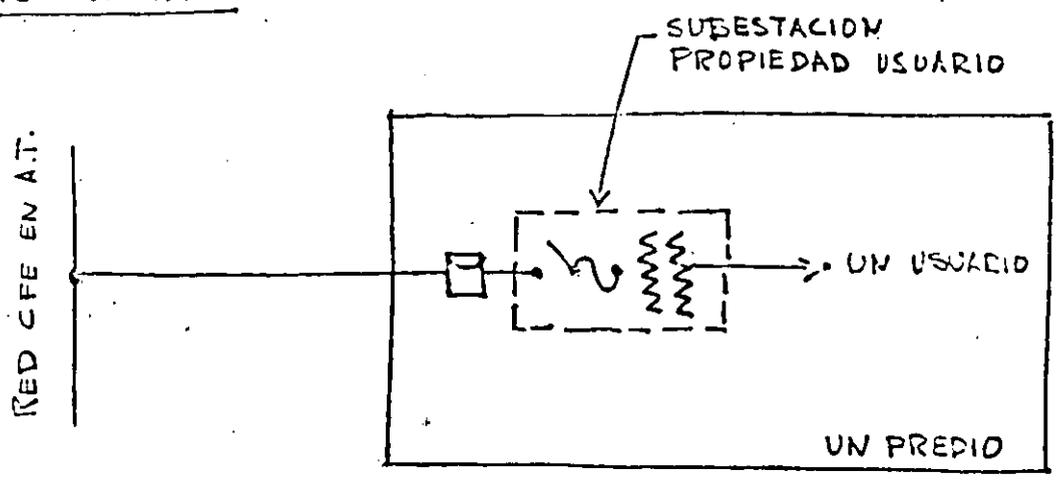
• ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

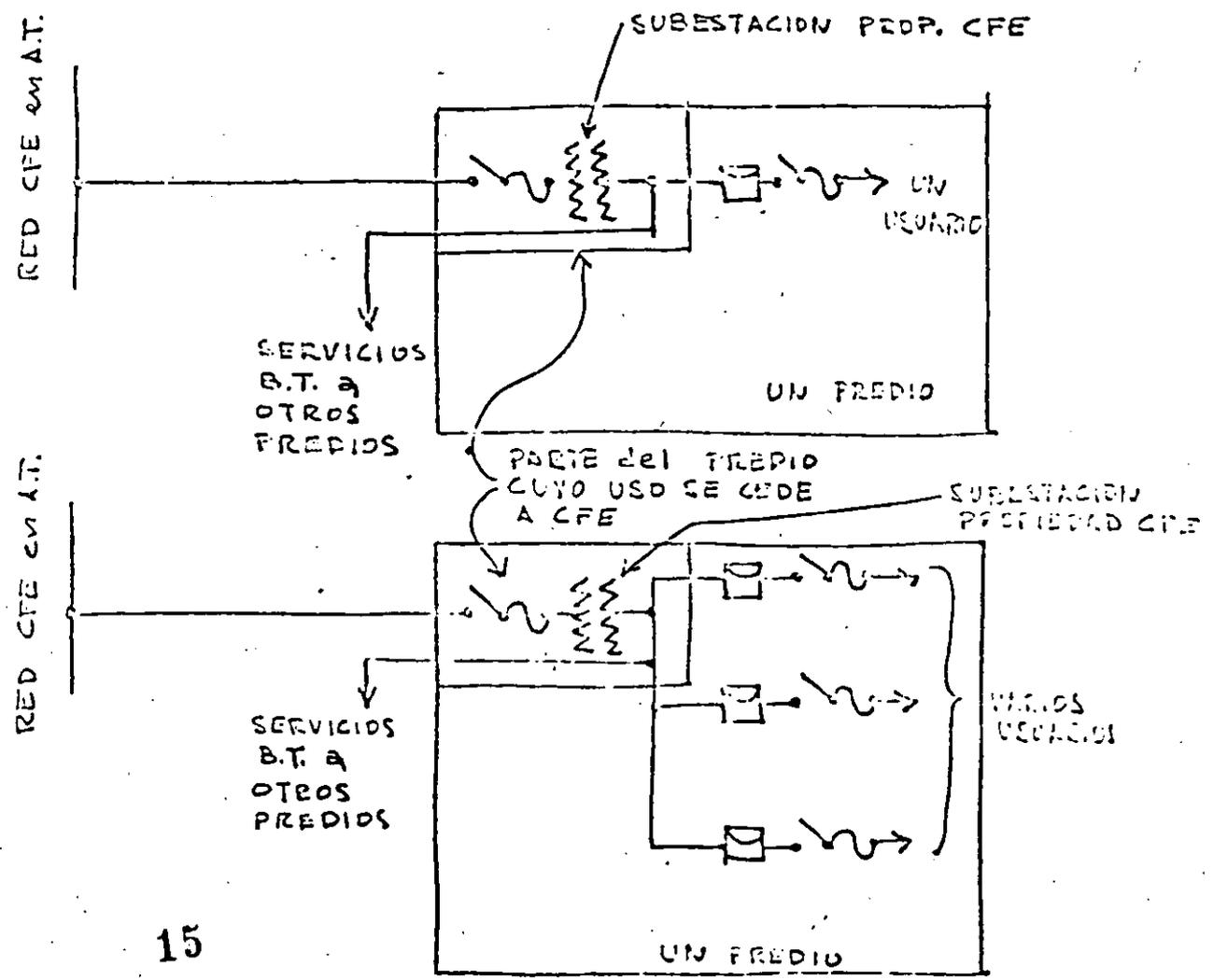
# LINEA DE SERVICIO en A.T. 9

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension

## 1) SERVICIO en A.T.:-



## 2) SERVICIO en B.T.



## EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

# EQUIPO DEL SERVICIO

## CARACTERISTICAS:

(NTIE-81-201-4)

### • DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
  - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
  - DIMENSIONES QUE PERMITAN
    - INSTALAR
    - OPERAR
    - MANTENER
    - RETIRAR
- } CON "FACILIDAD  
Y  
SEGURIDAD"

### • DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS  
CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS  
A TIERRA.

# DISPOSITIVO DE DESCONEXION PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

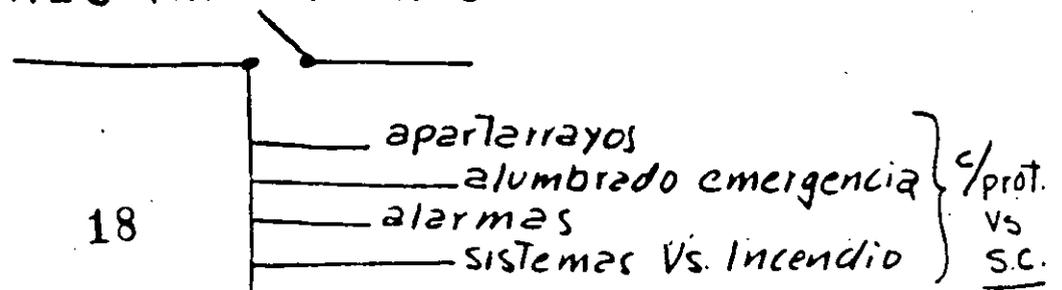
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

## CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE  
PROTECCION PRINCIPAL  
 (VS SOBRECORRIENTE)

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A  
 LA INSTALACION SERVIDA DE LA  
 RED DE SUMINISTRO CUANDO  
 OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

SOBRECORRIENTE :

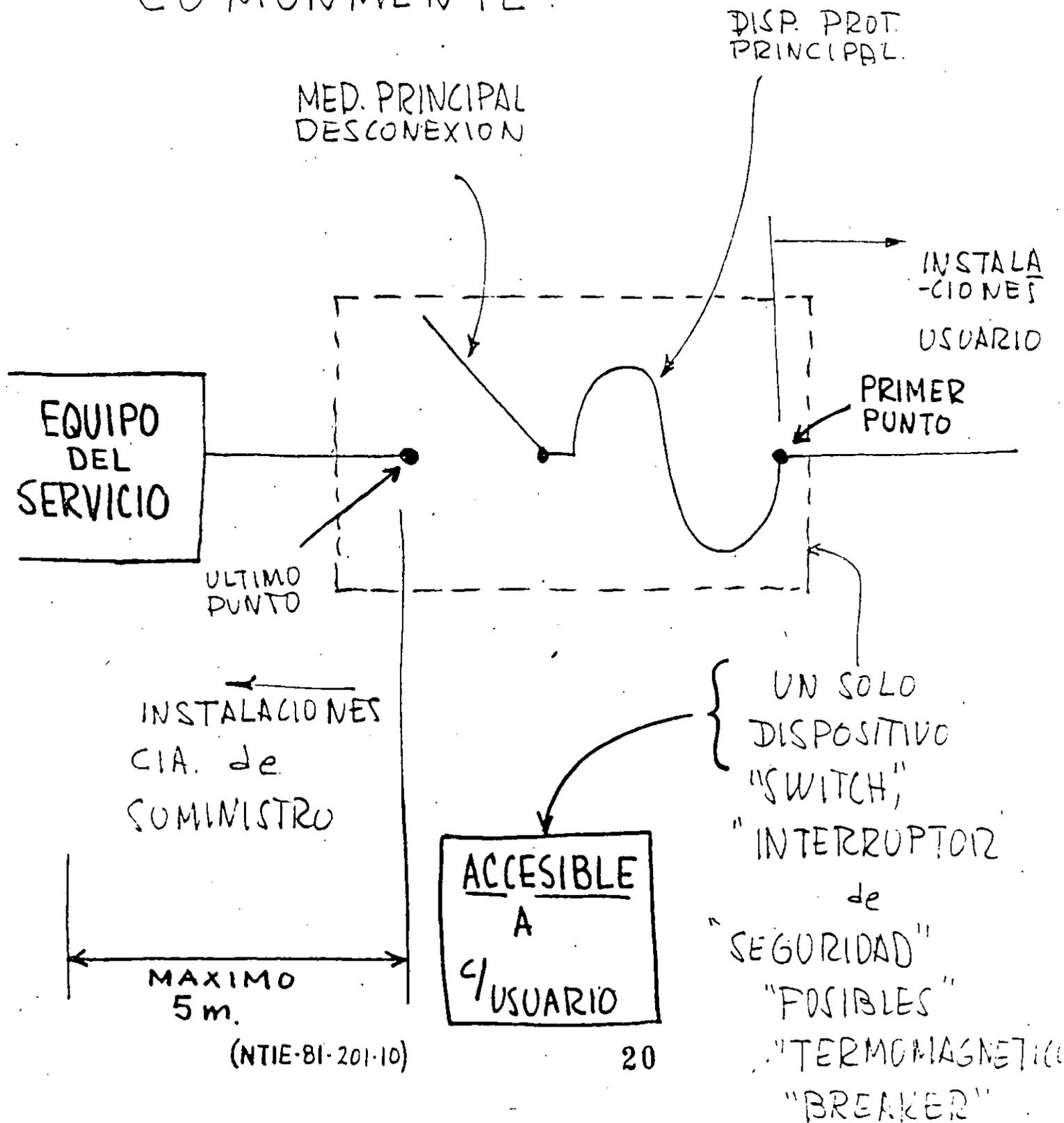
$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA



ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO  
 POSIBLE

# COMUNMENTE :



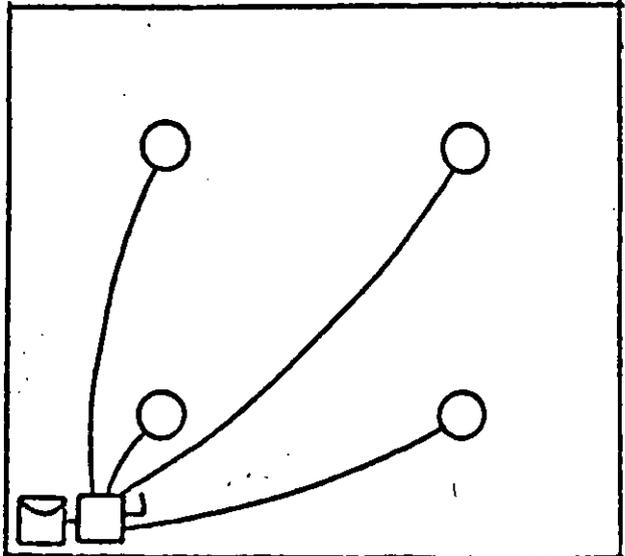
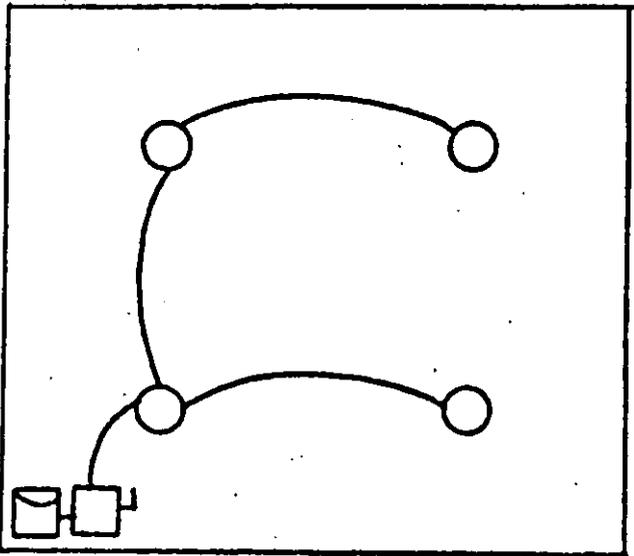
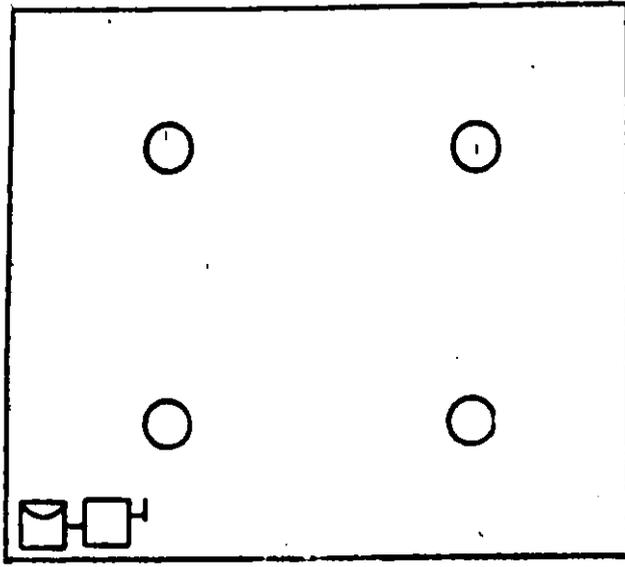
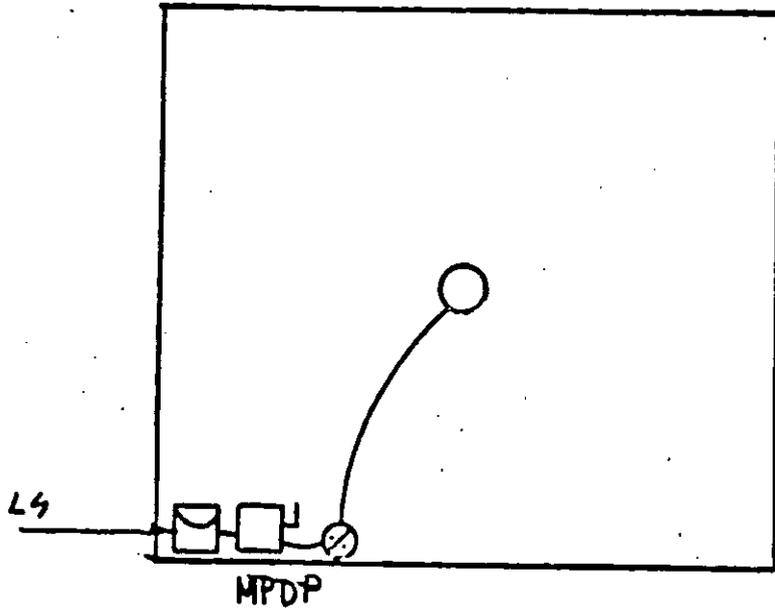
(NTIE-81-201-10)

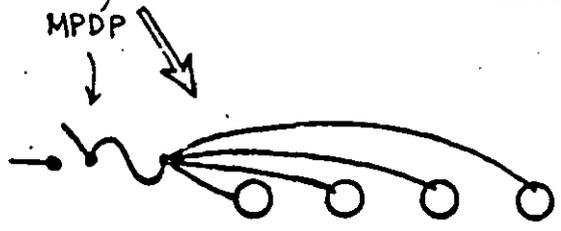
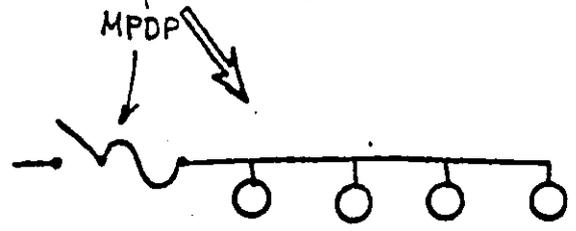
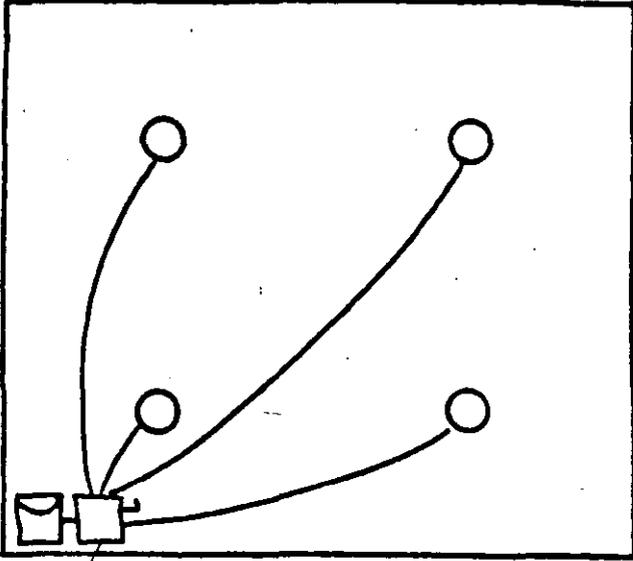
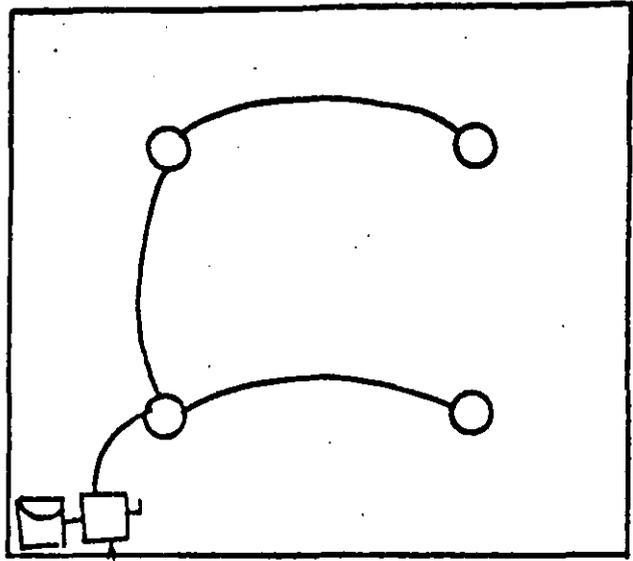
20

# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

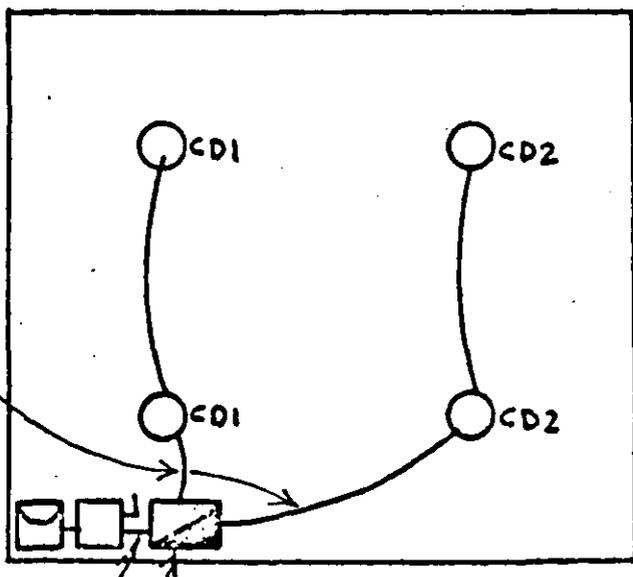
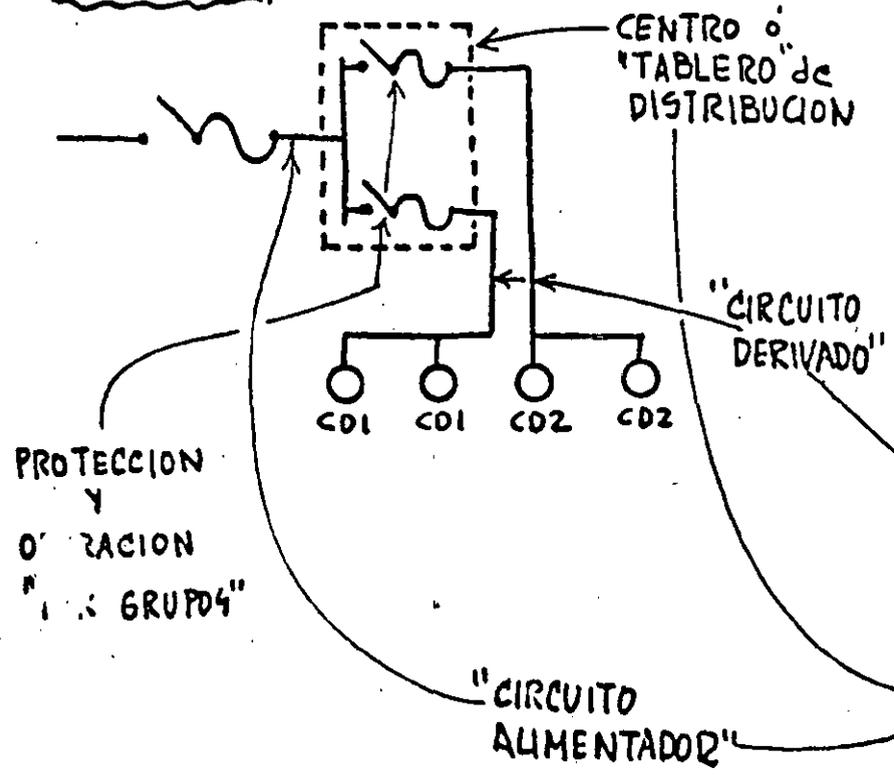
- CIRCUITOS ALIMENTADORES -
- CENTROS de DISTRIBUCION -  
(TABLEROS)
- CIRCUITOS DERIVADOS -

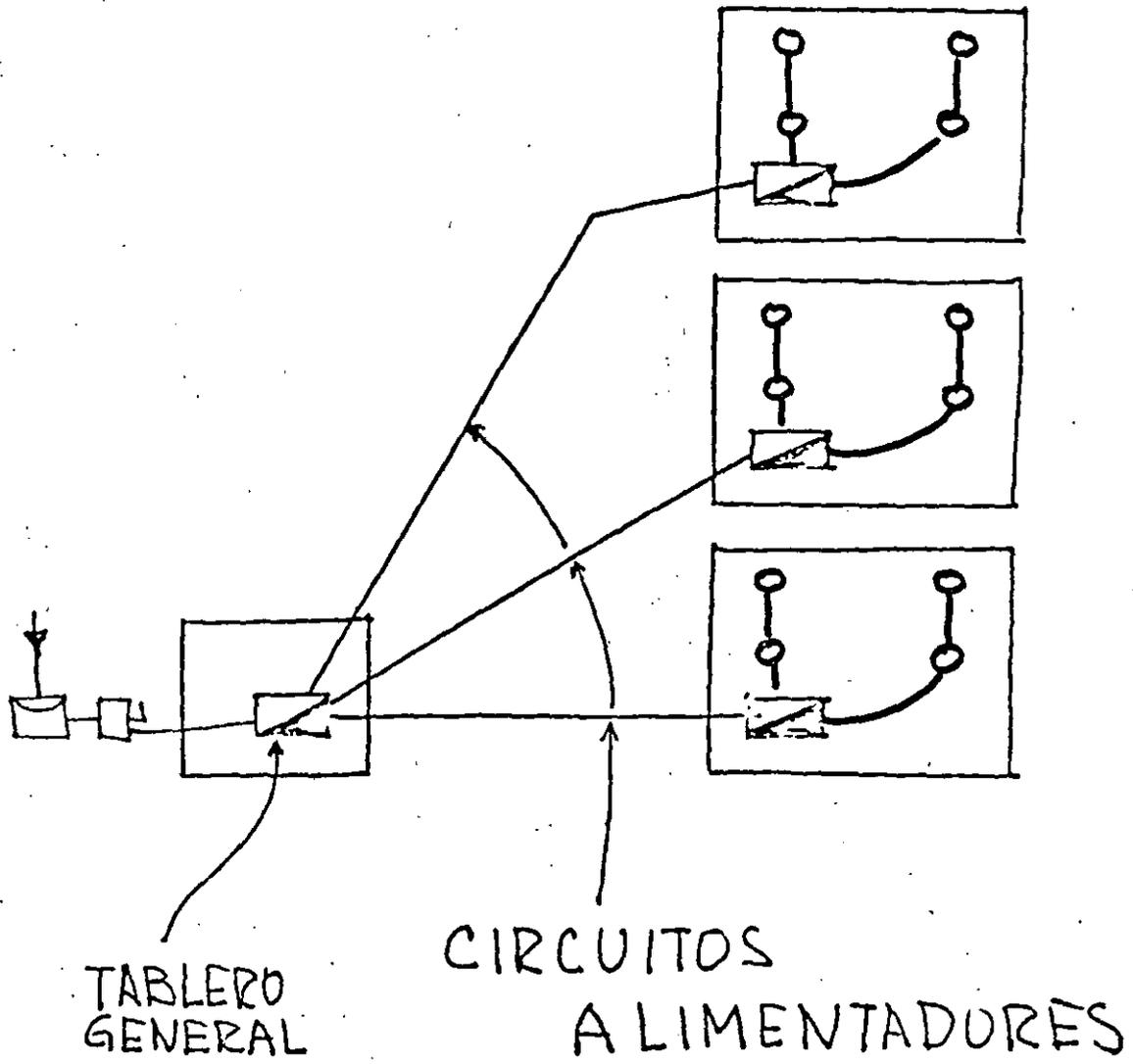


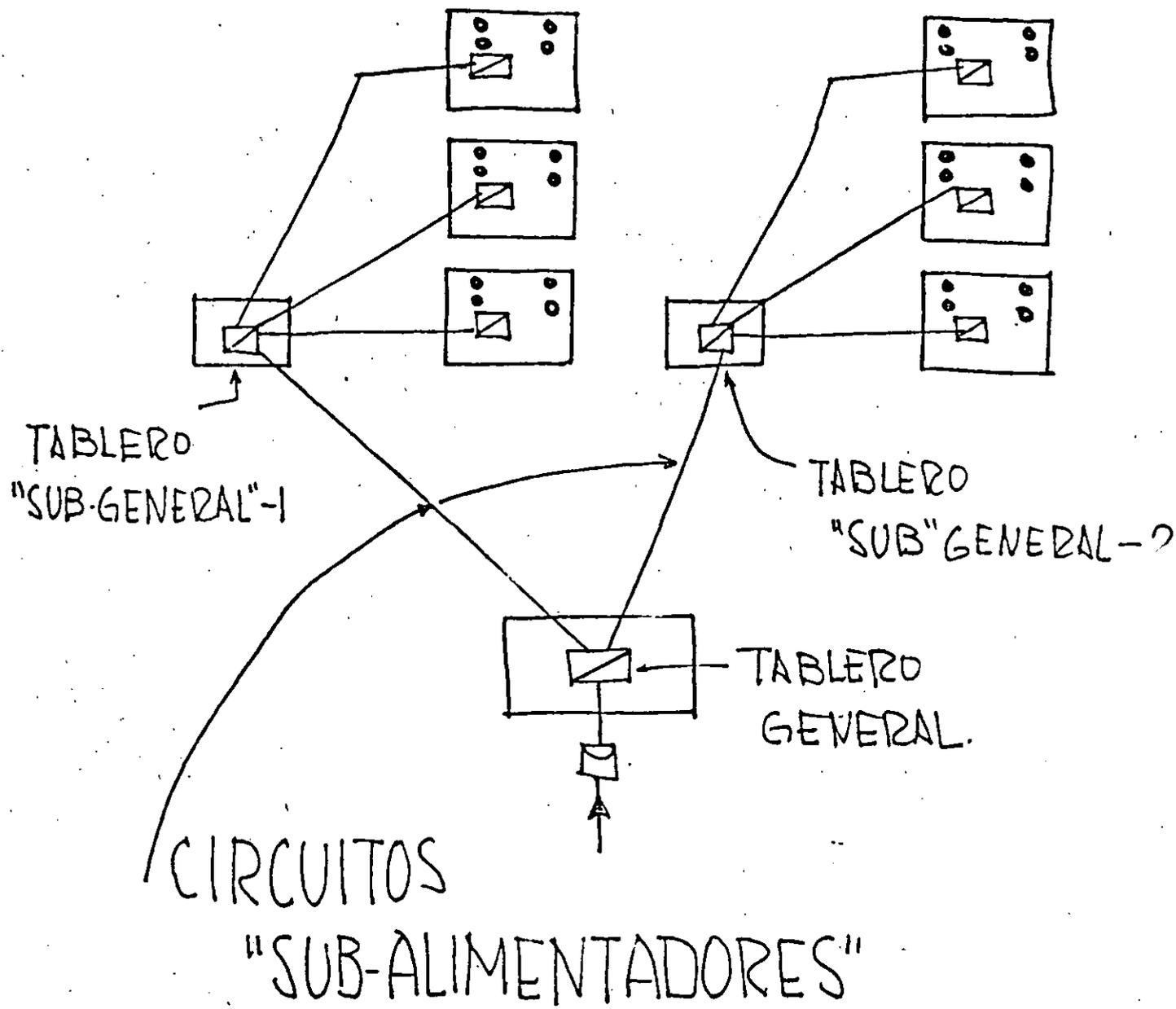


FALLA ————— }  
 POSIBILIDAD ————— } TOTAL  
 OPERACION ————— }

**SOLUCION:**

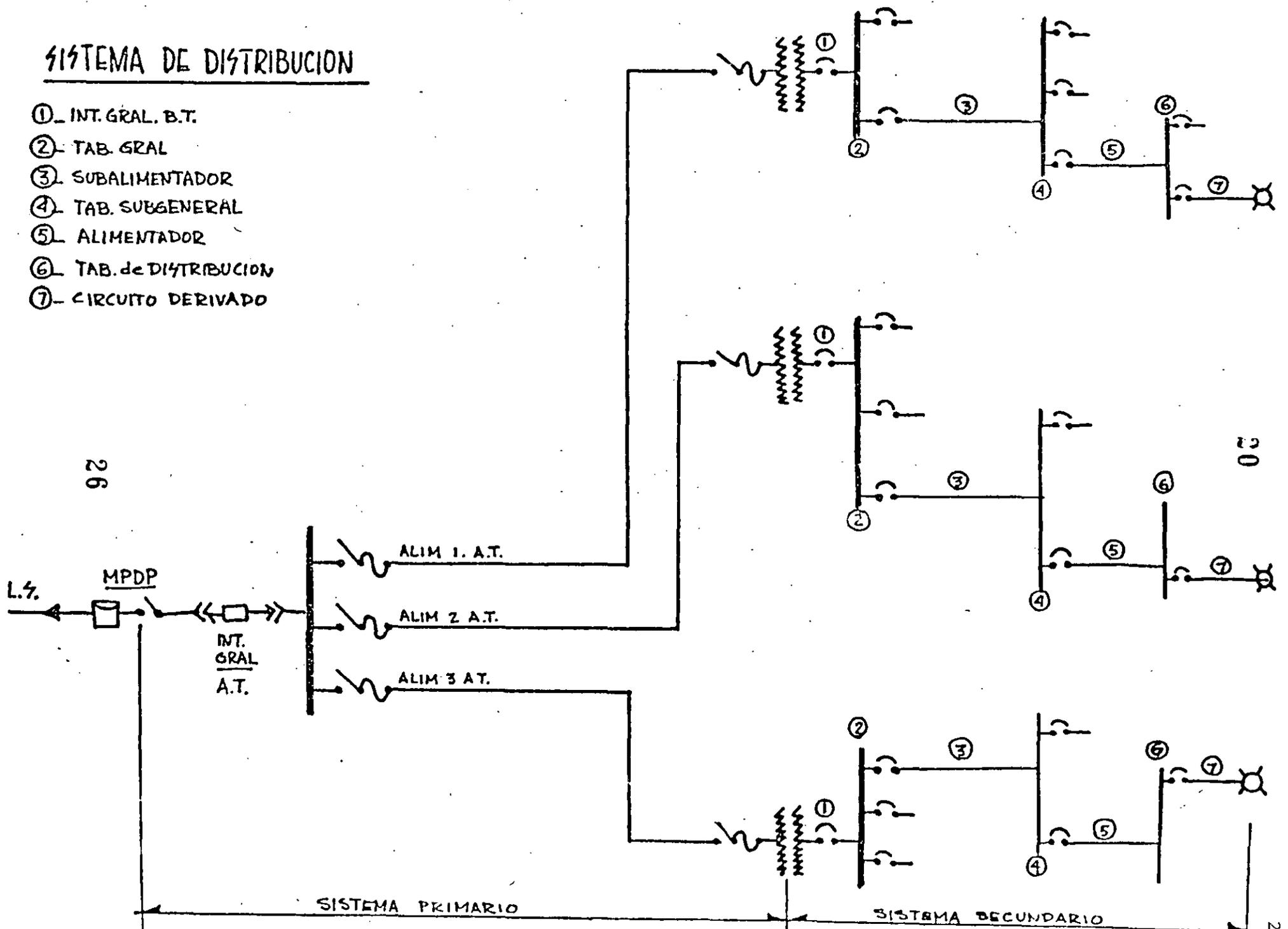






# SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① - INT. GRAL. B.T.
- ② - TAB. GRAL
- ③ - SUBALIMENTADOR
- ④ - TAB. SUBGENERAL
- ⑤ - ALIMENTADOR
- ⑥ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



# CARGA

21

24

24

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO ó MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA CARGA" → - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

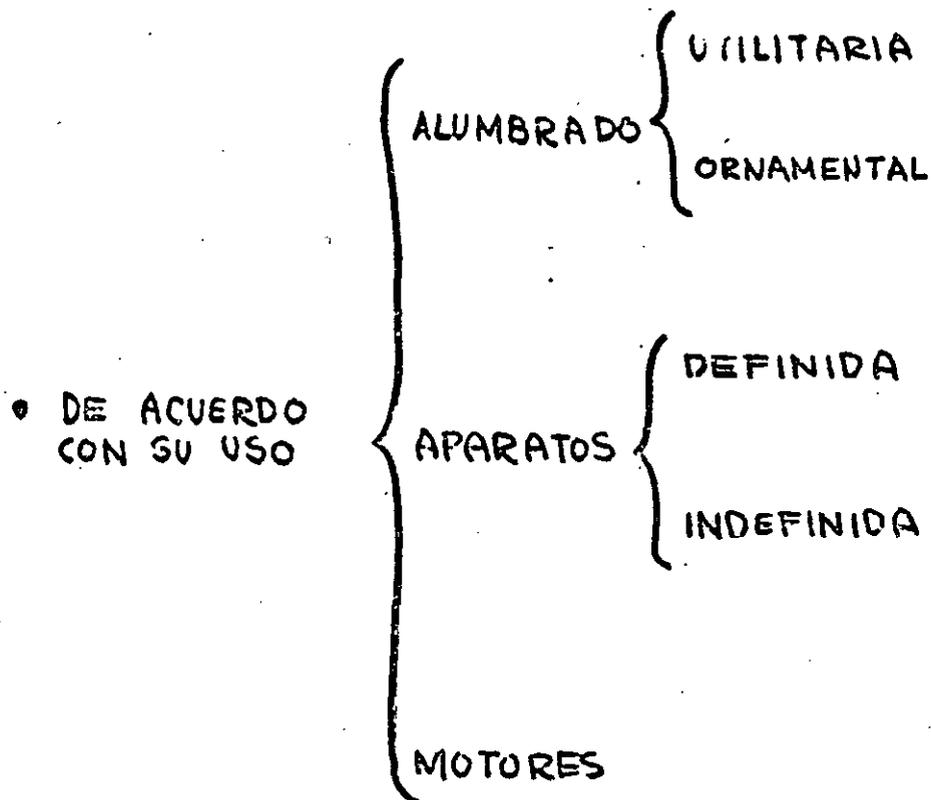
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO ó DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
  - POTENCIA
  - TENSION
  - CORRIENTE DEMANDADA
    - NOMINAL
    - DE ARRANQUE
    - A ROTOR BLOQUEADO
  - F. P.
  - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
  - DE LA CARGA
  - DE SU CONTROL
  - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
  - REGIMEN DE CARGA
  - TIPO DE SERVICIO.

## CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



## SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

## CARACTERISTICAS DE UN

CONDUCTOR :-

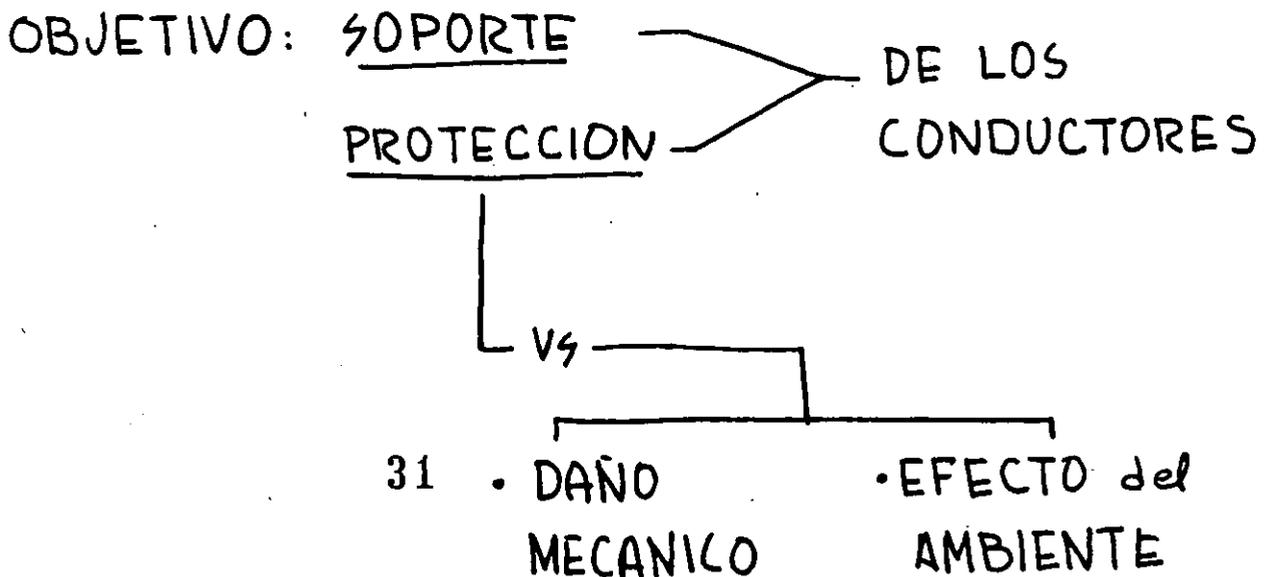
- 1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO
- 2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE
- 3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.-
- 4- RESISTENCIA MECANICA.

# MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION :- " MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

..... PARA TAL FIN."  
(NTIE-81-101)



# CARACTERISTICAS GENERALES

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-81-301-5, 206-21)

• MECANICA:

• RENATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION ↘

CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES : EJ:

- 220/127.5 vs 440V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION . etc.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI ↓

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO Alumbiado.

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

• DEBE EVITARSE :

• LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301.13)

• LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

• INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA (SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA) (301.16)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :- (301.17)

• PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)

• EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

# METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

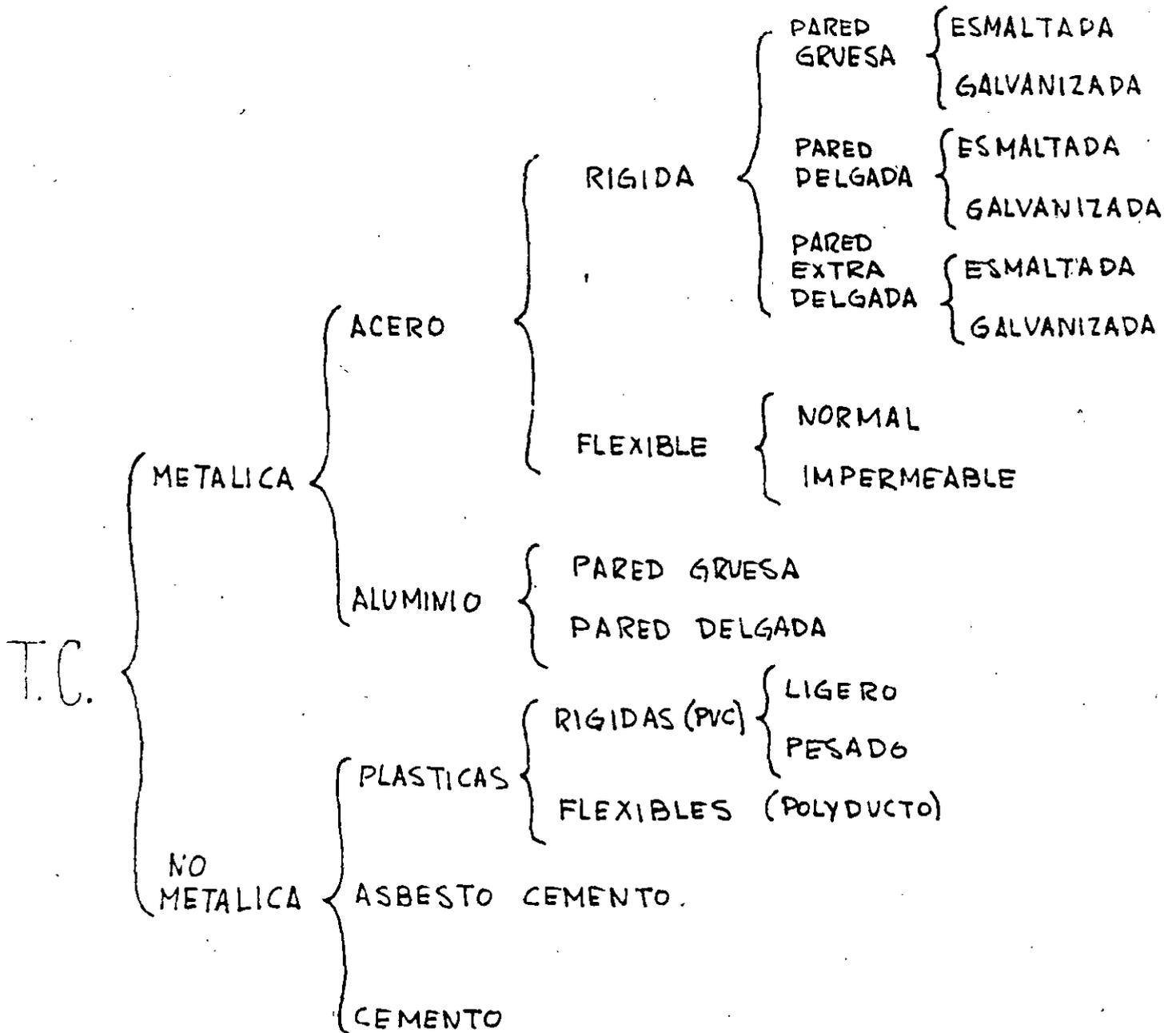
- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

# CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

## TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



# VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- ) PROTECCION vs CORROSION
- ) PROTECCION MECANICA
- ) CONTINUIDAD ELECTRICA
- ) ESTANQUEIDAD
- ) APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS  
CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS  
TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

# ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

## USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT (38)

mm. (Poly)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV.	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LI6.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	559
PL. FLEX. (POLYD.)	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEM.							235	270	357
CEMENTO.									195

# COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

35  
39

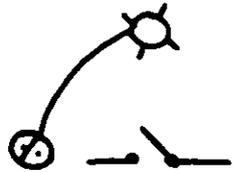
mm (Pulg)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,950
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV.	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
LEX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,400
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,370
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,100
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	550
PL. FLEX (POLYD.)	10	19	30	45	52	73		101	
ASB. CEM.							235	270	300
MENTO.									1

# MEDIOS de CONTROL

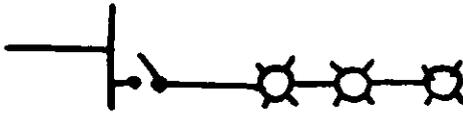
## ALUMBRADO y CONTACTOS

• SE ESTABLECE POR MEDIO DE:

- INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:

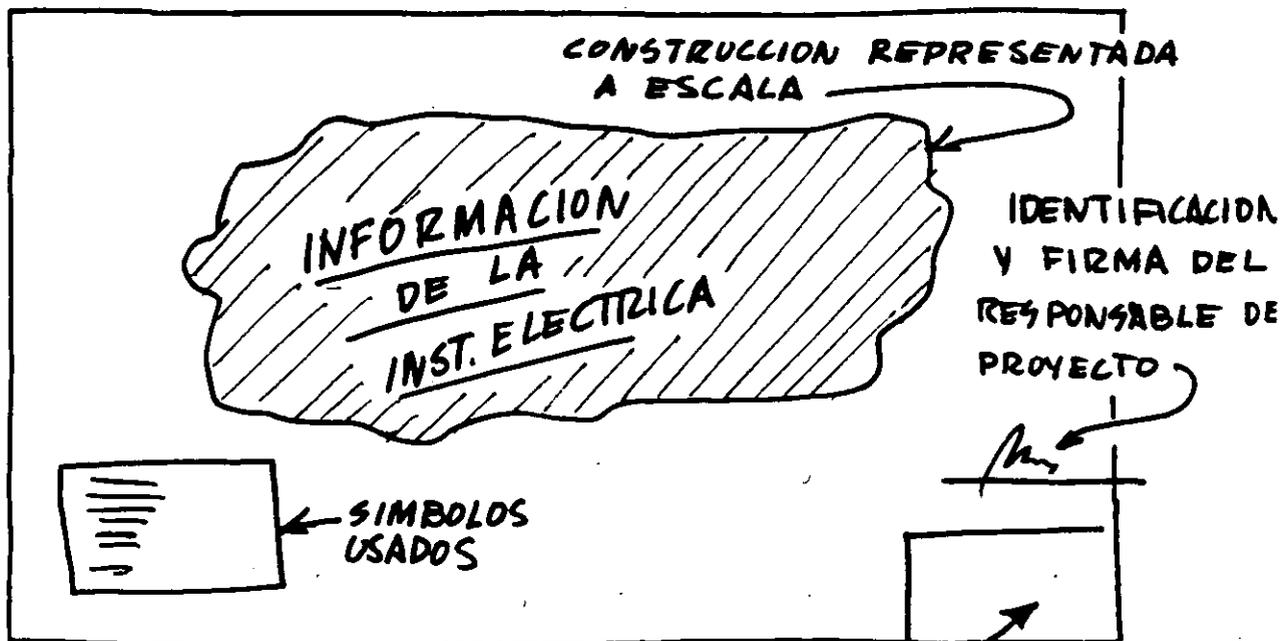


- MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



• SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



- DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCION, ARR, ETC.)  
- ESCALA, - FECHA - V<sub>4</sub>.

En los plenos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida. Y en el supuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente referendar o revocar el

registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrara en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Electrónico. No Recolección.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, en los dos días del mes de marzo de 1962.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rúbrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

	APERTURAS		TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
	INTERRUPTOR		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	DESCONECTADOR		EQUIPO DE MEDICION
	DESCONECTADOR FUSIBLE		CAPACITOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA		GRUPO GENERADOR
			ACCOMETIDA

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

	SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE		CAJA DE CONEXION
	SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE		ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA
	ARBOTANTE		ESTACION DE BOTONES
	PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON		ZUMBAOCR
	SALIDA DE PISO		TIMBRE
	SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio)		CAMPANA
	SALIDA PARA TELEVISOR		INTERFONO
	SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos)		TELEFONO INTERCOMUNICACION
	SALIDA TRIFASICA		TELEFONO AL EXTERIOR
	CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE		RELOJ
	CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra)		CONEXION A TIERRA
	CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL		TABLERO DE ALLUMBRADO
	CONTACTO PARA INTEMPERIE		TABLERO DE FUERZA
	CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos)		TABLERO GENERAL
	APAGADOR SENCILLO		BATERIA
	APAGADOR DE ESCALERA		MEDIO DE DESCONEXION
	APAGADOR DE 4 VIAS		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	APAGADOR DE PUERTA		FUSIBLE
	APAGADOR CON LUZ PILOTO		MOTOR
	APAGADOR DE INTEMPERIE		ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga)
	CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO		SOLDADORA
	CABLE O CONDUCTO POR PISO		RESISTENCIA
			CAPACITOR
			RECTIFICADOR

D = Diámetro de la canalización  
 N = Número de conductores  
 C = Calibre de los conductores

# INFORMACION DE LA I.E. QUE PROPORCIONA:

38 - 42

## ① - DE LAS "SALIDAS":

(SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

- 1.1- LOCALIZACION
- 1.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
- 1.3- CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
- 1.4- DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

## ② DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

- 2.1- LOCALIZACION
- 2.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
- 2.3- CARGA O SALIDA QUE CONTROLA

## ③ DE LAS CANALIZACIONES

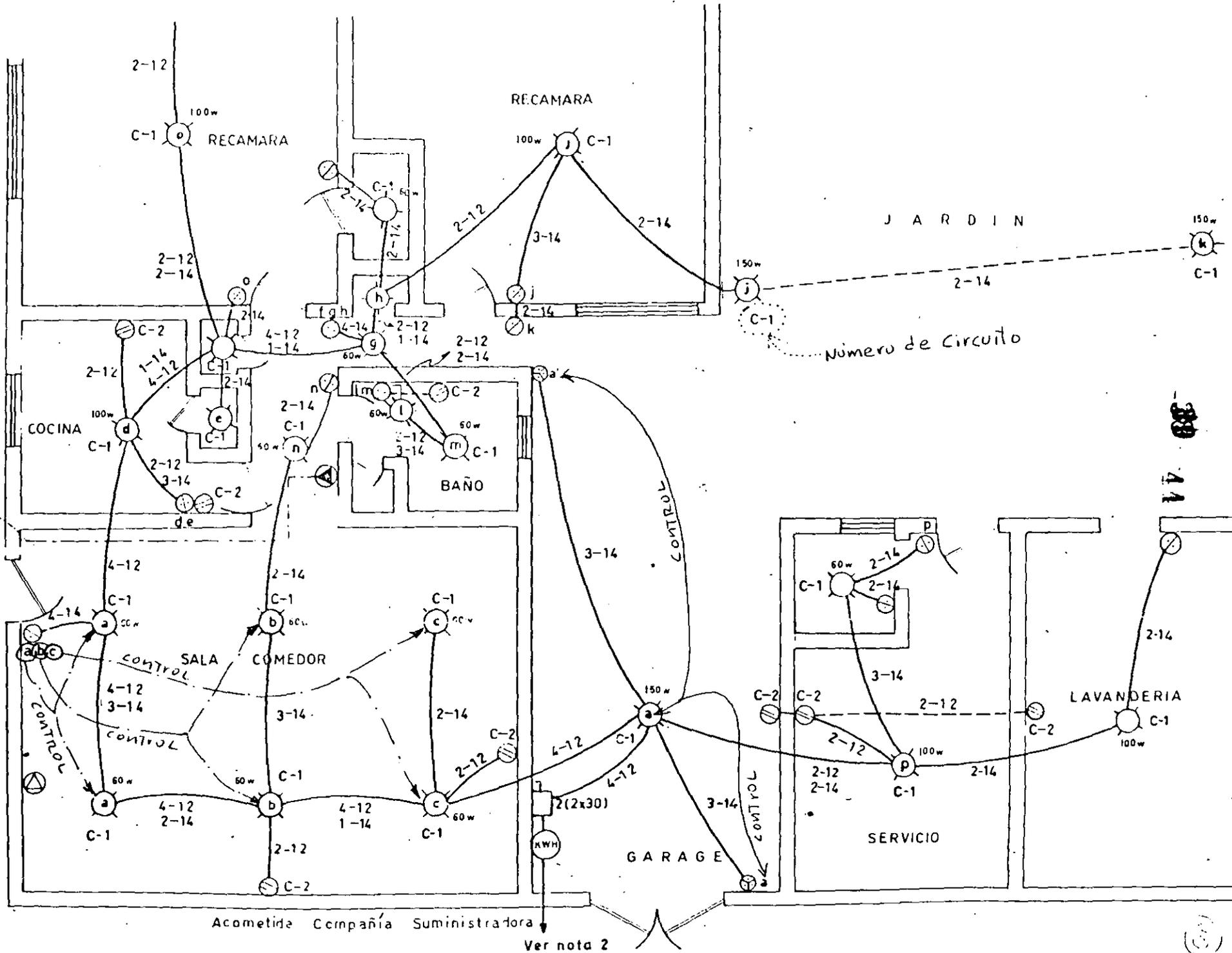
- 3.1- TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE A DONDE VA.)
- 3.2- LOCALIZACION (EN MURO, TECHO O PISO)
- 3.3- ESPECIFICACION
- 3.4- CONDUCTORES ALOJADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICACION

## ④ DE LOS TABLEROS

- 4.1- LOCALIZACION
- 4.2- ESPECIFICACION
- 4.3- CUADRO DE CARGAS
  - 4.3.1- CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: 

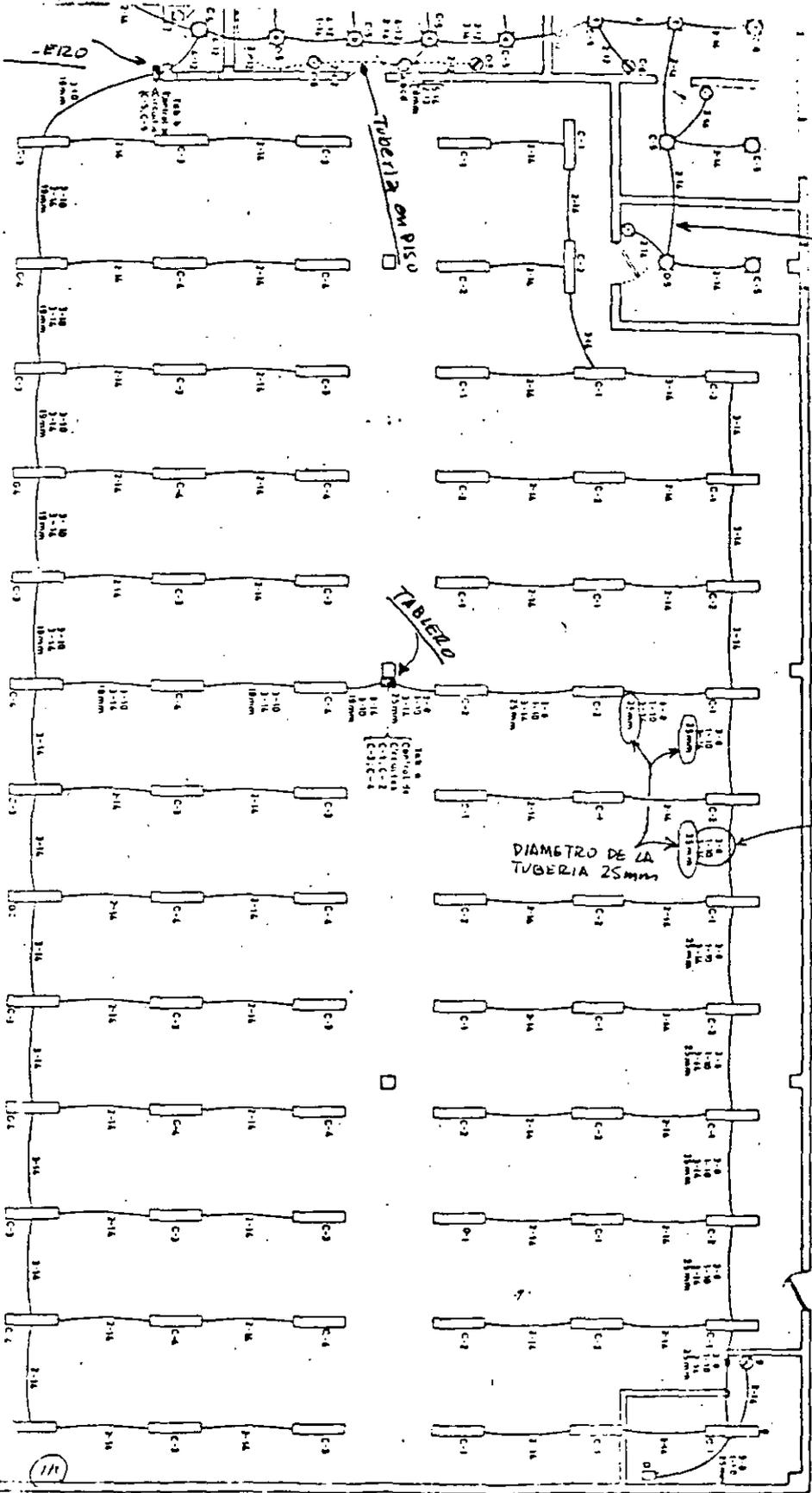
}	POR CIRCUITO
	TOTAL
  - 4.3.2- CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO  
P/FASE  
TOTAL
  - 4.3.3- DESBALANCEO
- 4.4- ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS

ACOMETIDA  
CIA. TELEFONOS  
Ver nota 3



45

PLANTA



TUBERIA EN TECHO

TUBERIA ON PISO

TABLERO

DIAMETRO DE LA TUBERIA 25mm

3 conductores calibre # 8 AWG  
 1 conductor calibre # 10 AWG  
 3 conductores calibre # 14 AWG

CIRCUITO	CARGA CONECTADA POR CIRCUITO			CARGA CONECTADA POR FASE		
	W	V	A	A	B	C
1	3					
2	2					
3	1					
4	5					
5	2					
6	3					
7a						
7b						
7c						
8	1					
9	5					
10	3					
11	0.50					
12	1					
13		2.85				
14		6				
15		3.75				
16	7.50					
17		2.85				
18	15					
TOTAL	53.25	26.92				

"TIPOS DE SALIDAS"

CARGA CONECTADA POR CIRCUITO

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA = 65.438 KW  
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO = 6.655 KW

CARGA TOTAL POR FASE

Fase A = 25.000 KW.  
Fase B = 24.920 KW.  
Fase C = 24.970 KW.

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.24%

CALCULO:

$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.94}{25.000} \times 100 = 0.24\%$$

DESBALANCEO

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

TOTAL SALIDAS POR TIPO

CIRCUITO	W	V	A	TIPO DE SALIDA		
				4	B	C
1	20					
2	17					
3	21					
4	19					1680
5	1	23				
6						1680
TOTAL	77	23	10	2250	2920	2530

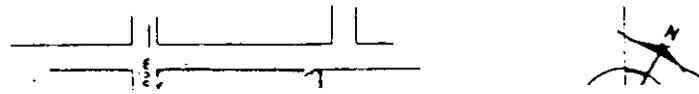
CARGA CONECTADA POR FASE

SIMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuerza
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Medidor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Horno de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencilla
- Caja de conexiones
- Tubería por loza y techo
- Tubería por piso y muro

NOTAS:

- 1.- El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.
- 2.- Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 5 mts desde el nivel de la banqueta y constará de un tubo de diámetro no menor de 32mm.
- 3.- Es optativo indicar:
  - a)- Configuración de la maquinaria
  - b)- Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva
- 4.- Dejar espacio de 10x20cm para sello y firma de esta dependencia.
- 5.- El desbalanceo entre fases no debe exceder del 5% de la fase mayor
- 6.- Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar con centrados cerca del equipo de medición de la cia. Suministradora



# DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO. → OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS  
DE  
OPERACION :-

① - TERMICO

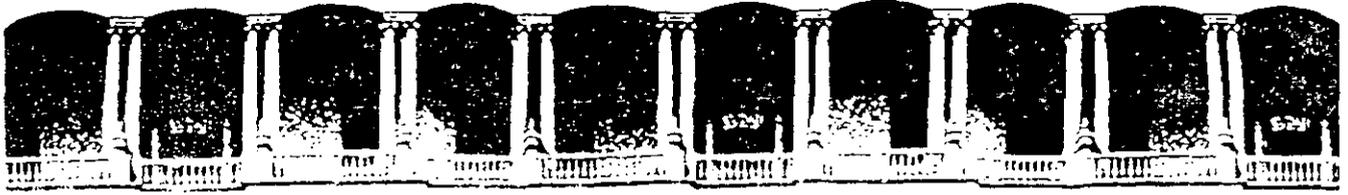
- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

② MAGNETICO

- RELEVADORES
- INTERRUPTORES  
MAGNETICOS

③ MIXTOS

- INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION**

## 1.- INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION

Una instalación eléctrica diremos muy brevemente que es el conjunto de tuberías, canalizaciones, cajas de conexión, conductores, accesorios de protección y control hasta los receptores de servicio.

Los receptores de corriente son muy variados pero los podemos resumir en: lámparas, contactos, motores y salidas especiales.

### TUBERIAS Y CANALIZACIONES

Pueden ser tuberías, ductos, charolas y trincheras. Que se utilizan para introducir, colocar o apoyar los conductores eléctricos para su protección.

### TIFOS DE TUBERIAS

a).- Tubo conduit flexible de PVC. (poliducto) color naranja. Su uso es general en casas y edificios donde quedara ahogado en pisos, muros, losas, castillos, columnas y trabes; es muy flexible, su precio económico.

Existen accesorios como codos a 90o., coples y chiquiadores para unirlo a las cajas de conexión en todas las medidas (10 a 51 mm. de diámetro.)

b).- Tubo de PVC rigido características similares al anterior

solo que este puede tambien quedar aparente con sus soportes adecuados.

c).- Tubos conduit de acero esmaltado, existen dos tipos el de pared delgada al cual no se le pueden hacer cuerdas en sus extremos, pero si se puede doblar, su unión se hace por medio de coples, codos a 90o. y conectores con las cajas de conexión. Su uso puede ser oculto o aparente.

El de pared gruesa, ya trae cuerda en los extremos y se le puede hacer cuerda a cualquier tramo, su unión es con coples con cuerda, codos de 90o. y su unión a las cajas de conexión con contras y monitores, la continuidad mecánica es de 100% efectiva, usos pueden ser oculto o aparente.

Mayor resistencia mecánica, a la temperatura y humedad.

d).- Tubo conduit de acero galvanizado. Existen tambien dos tipos, pared delgada y pared gruesa, sus características son similares al anterior, ademas por estar galvanizado puede instalarse en locales expuestos a humedad permanente, con ambiente oxidante o corrosivo, en contacto con aceites, gasolina o solventes.

e).- Ducto cuadrado, este se fabrica en tramos rectos, codos, tees, adaptadores, cruces, reductores y colgadores. Se usa en grandes concentraciones de conductores, ademas el lado superior es una tapa embisagrada para su mantenimiento. Se utiliza en instalaciones industriales.

f).-Tubo conduit de asbesto-cemento clase A-3 y A-5 esta se suministra en tramos , se une con coples y se sella con anillos de hule se usa en redes subterranas, acometidas de la Cía. de Luz, en sub-estaciones etc.

g).-Tubos flexibles (corrugados) de plástico o acero, su uso se limita a conexión terminal a motores y equipos especiales.

#### CAJAS DE CONEXION

- a).-Negras o de acero esmaltado
- b).-Galvanizadas
- c).-Condulets (aluminio)
- d).-Chalupas

Se utilizan como paso, cambios de dirección y como terminales para contactos, apagadores y salidas a servicio.

#### OBJETIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

Para un buen funcionamiento debe comprender lo siguiente:

- 1.-Seguridad
- 2.-Eficiencia
- 3.-Economía
- 4.-Mantenimiento
- 5.-Accesibilidad

Por lo que los proyectos deben estar realizados por técnicos o Ingenieros con bastante experiencia y conocimientos de las normas del reglamento de obras eléctricas y de las disposiciones de la D.G.E.

## C O N D U C T O R E S

Estos deben estar fabricados con materiales que ofrêscan poca resistencia al paso de la corriente eléctrica.

Todos los metales son buenos conductores de la electricidad, el mejor es la plata pero su costo es muy alto, en cambio el cobre es el mas apropiado por las siguientes características:

- 1.-Alta conductividad
- 2.-Resistencia mecánica
- 3.-Flexibilidad
- 4.-Bajo costo

Para identificar los conductores se tomo como base su sección circular y se le llamo calibre el alambre que esta compuesto de un solo hilo y el cable que tiene varios hilos.

En la tabla siguiente se detallan sus características.

TABLA No. 1

	CALIBRE A.W.G. 0 M.C.M.	DIAMETRO DEL COBRE EN m.m.	AREA DEL COBRE		DIAMETRO TOTAL CON AISLAMIENTO	
			m.m. <sup>2</sup>	C.M.	TW VINANEL 900	THW VINANEL NYLON
ALAMBRES	14	1.63	2.08	4098	3.25	2.74
	12	2.05	3.30	6502	3.68	3.17
	10	2.59	5.27	10380	4.22	3.96
	8	3.26	8.35	16443	5.72	5.19
CABLES	14	1.84	2.66	5238	3.48	2.96
	12	2.32	4.23	8328	3.96	3.44
	10	2.95	6.83	13465	4.57	4.32
	8	3.71	10.81	21296	6.15	5.64
	6	3.91	12.00	23654	7.92	6.60
	4	5.89	27.24	53677	9.14	8.38
	2	7.42	43.24	85185	10.67	9.91
	0	9.47	70.43	138758	13.54	12.54
	00	10.64	88.91	175162	14.70	13.71
	000	11.94	111.97	220580	16.00	15.00
	0000	13.41	141.23	278237	17.48	16.40
	250	14.61	167.65	330261	19.50	18.24
	300	16.00	201.06	396088	20.90	19.63
	400	18.49	268.51	528970	23.40	22.12
500	20.65	334.91	659777	25.60	24.28	

EXISTEN CUATRO TIPOS DE FORROS PRINCIPALES  
PARA LOS CONDUCTORES QUE SON:

1. P.V. a base de PVC. (cloruro de polivinilo) su uso es general en interiores con ambiente humedo o seco, características, tensión a 600 volts. temperatura máxima 40° C.

2. T.H.W. a base de goma termoplástica (plastilac) resistente al calor y la humedad, mayor capacidad de conducción en amperes que el anterior, uso general en edificaciones con ambiente humedo o seco. Características tensión a 600 V. temperatura máxima a 60° C.

3. Vinanel 900 a base de PVC. (cloruro de polivinilo) especial, resistente al calor, humedad y agentes químicos, no propaga las llamas, gran capacidad de conducción y resistente a sobrecargas. Uso general en la industria, edificios públicos, hoteles, etc.

Características tensión 600 volts. temperatura máxima 90° C. al aire.

4. Vinanel nylon a base de dos capas termoplásticas la primera de PVC. de alta rigidez dieléctrica, gran capacidad térmica y gran flexibilidad.

La segunda de nylon de alta rigidez dieléctrica y gran resistencia mecánica, no propaga las llamas, características tensión 600 volts, temperatura máxima 90° C. Su uso en alimentación secundaria a transformadores, tableros generales, table-

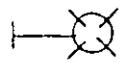
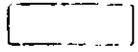
ros de distribución en baja tensión, circuitos de alumbrado y fuerza, así como acometidas de Cía., de Luz.

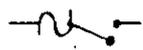
EXISTEN OTROS TIPOS DE AISLAMIENTO

PARA USOS ESPECIFICOS COMO:

- a).-Alambre o cable duplex con endidura
- b).-Bipolar con aislamiento de vinamel
- c).-Cordón flexible
- d).-Cordón para uso rudo
- e).-Cordón con forro de asbesto o algodón

SIMBOLOGIA TIPICA

	Salida Incandescente
	Arbotante
	Spot
	Reflector
	Luminaria Fluorescente
	Salida Incandescente en caja
	Apagador Sencillo
	Apagador de Escálera
	Contacto Monofásico
	Contacto Monofásico en piso
	Contacto Trifásico
	Salida para Motor
	Salida para Motor
	Boton para Timbre
	Timbre (campana)
	Interruptor de Navajas



Interruptor de Navajas



Tablero de Distribución



Tablero General



Medidor de Cía. de Luz



Salida a tierra



Interruptor Termomagnético



Portero Eléctrico



Salida para Antena

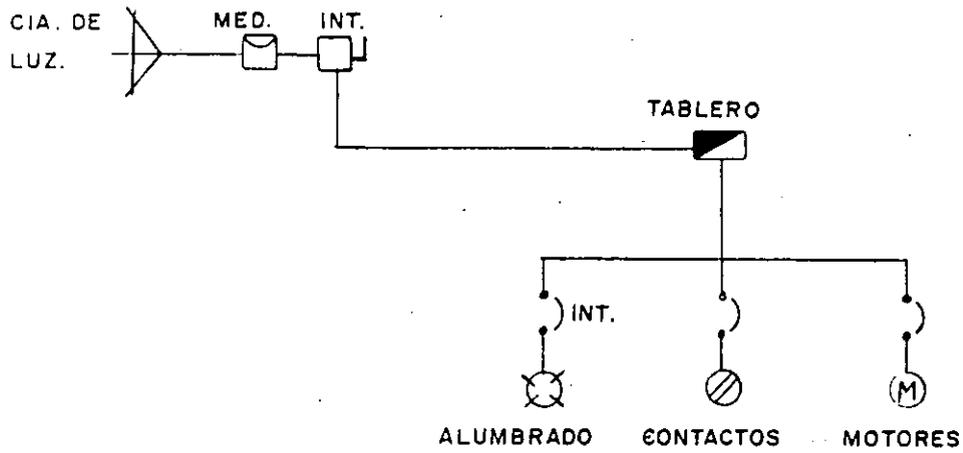


Tubería por muro o losa

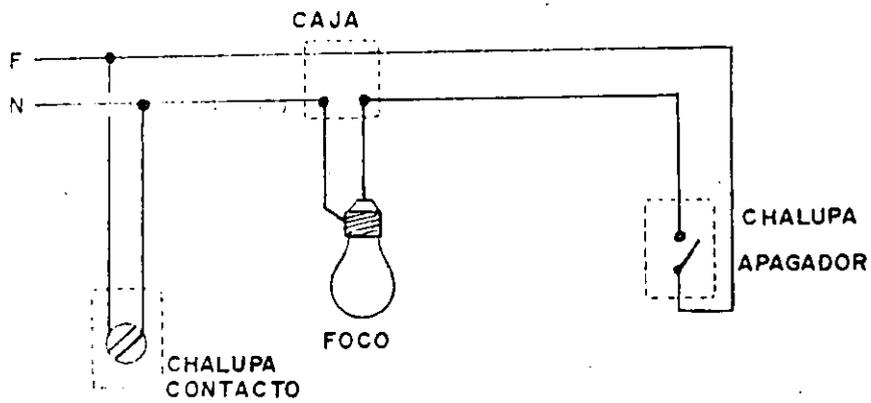


Tubería por piso

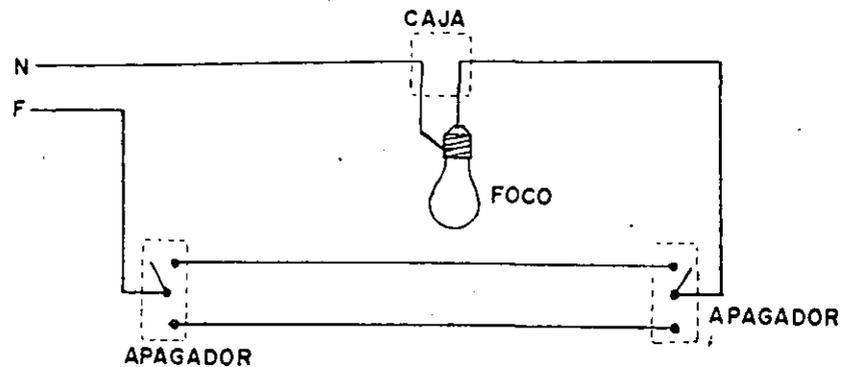
## DIAGRAMA TIPICO PARA CASAS



## DIAGRAMAS ELEMENTALES



CONEXION DE UN APAGADOR DE ESCALERA  
O TRES VIAS



SUMINISTROS-AUTORIZADOS-POR CIA. DE LUZ

Para casas habitación o locales pequeños cuya carga no pase de 4,000 W., proporcionarán la alimentación en 1 fase y neutro (monofásica 2 hilos)

Para cargas de 4,000 a 8,000 W., la alimentación será de 2 fases y neutro (bifásica 3 hilos)

Para cargas de 8,000 W., en adelante la alimentación será de 3 fases y neutro (trifásica 4 hilos)

SUB-ESTACIONES

EXISTEN DOS TIPOS PRINCIPALES:

a).-Tipo rural en poste

CAPACIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES DE 1 A 3  
EN TUBO CONDUIT ( TODOS HILOS DE FASE ) Y A LA INTEMPERIE

TABLA No. 2

CALIBRE	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTEMPERIE		
	A.W.G. o M.C.M.	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NYLON-900 THW
14	15	25	25	20	30	
12	20	30	30	25	40	
10	30	40	40	40	55	
8	40	50	50	55	70	
6	55	70	70	60	100	
4	70	90	90	105	135	
2	95	120	120	140	180	
0	125	155	155	195	245	
00	145	185	185	225	285	
000	165	210	210	260	330	
0000	195	235	235	300	385	
250	215	270	270	340	425	
300	240	300	300	375	480	
350	260	325	325	420	530	
400	280	360	360	455	575	
500	320	405	405	515	660	
FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°C						
°	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES.					
40	NO SE	0.88	0.90			
45	USA A	NO A	0.85			
50	MAS DE	MAS DE	0.80			
55	35°	40°	0.74			
FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.						
DE 4 a 6	CONDUCTORES 60%					
DE 7 a 20	CONDUCTORES 70%					
DE 21 a 30	CONDUCTORES 60%					

b).-Tipo gabinete para interior o exterior

Estas se utilizan cuando las cargas de las edificaciones son mayores de 40,000 W., y que exista línea de alta tensión en servicio municipal.

El servicio de alta tensión puede ser en 23,000, 13,200 o 6,000 volts, y la salida de la sub-estación puede ser en 440, 220 o 127 volts., de acuerdo a las necesidades de la edificación.

La cuota en alta tensión baja hasta un 40% en relación a la baja tensión.

#### CALCULO DE CONDUCTORES

Por reglamento se dice que podemos utilizar conductor calibre 14 en apagadores y calibre 12 de contactos y lámparas.

Pero con el incremento de estos se aumentarán los calibres de los conductores.

La fórmula que se utiliza para el cálculo de cargas monofásicas es

$$I = \frac{W}{E \cos \phi}$$

Donde: I=Intensidad de corriente en amps.

W=Carga en Watts.

E=Corriente en Volts. (127.5)

Cos.  $\phi$ =Factor de Potencia (0.85 constante)

Ejemplo: Si tenemos una carga de 3,800 W., aplicando la fórmula nos dará:

$$I = \frac{3,800}{127.5 \times 0.85} = 35 \text{ Amps.}$$

A estos resultados se les debe aplicar un factor de utilización o factor de demanda que varía del 60 al 90% dependiendo del tipo de servicio que se trate, para este caso tomaremos el 70% para obtener la corriente máxima efectiva o corregida.

$$I = 35 \times 0.70 = 24.5 \text{ Amps.}$$

Para esta corriente de acuerdo a la tabla siguiente necesitaremos conductores con aislamientos tipo T.W. cal. 10 que transportan hasta 30 Amps. en condiciones normales.

#### CALCULO DE LA TUBERIA

Los conductores calibre 10 ocupan una area total de 27.98 mm<sup>2</sup> según la tabla siguiente por lo que pueden alojarse en un tubo de 15 mm. de diámetro ya que se puede ocupar hasta 78 mm<sup>2</sup> de su area.

De acuerdo al reglamento solo se debe ocupar el 40% del area de los tubos y ductos.

PARA CORRIENTE MONOFASICA A TRES HILOS (2F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi}$$

PARA CORRIENTE TRIFASICA A CUATRO HILOS (3F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{3 E_n \cos \phi}$$

Ejemplo: Datos      W=28,000  
                            E<sub>n</sub>=220 volts.  
                            Cos.  $\phi$ = 0.85  
                            F. D.=0.70

SUBSTITUYENDO TENDREMOS

$$I = \frac{28,000}{3 \times 220 \times 0.85} = 86.55 \text{ Amps.}$$

$$I_c = 86.55 \times 0.70 = 60.58 \text{ Amps.}$$

Para esta corriente se necesitan conductores calibre 4 que transportan en condiciones normales hasta 70 amps.

Serían cuatro conductores calibre 4, aunque por el hilo de neutro no circula corriente y de acuerdo al reglamento se puede disminuir un calibre o sean 3 calibre 4 y un calibre 6. Para calcular la tubería sumamos sus áreas.

$$\begin{array}{r} 3 \text{ No. 4} = 196.93 \\ 1 \text{ No. 6} = 49.26 \\ \hline 246.09 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Por lo que el diámetro de la tubería será de 25 mm. de la cual se pueden ocupar hasta 250 mm<sup>2</sup> de su área.

La corriente también deberá calcularse por caída de tensión originada por la distancia que recorre en sus alimentadores en un proyecto con corriente bifásica o trifásica la carga de las fases deberá ser equivalente, para que estas estén balanceadas ya que el reglamento exige que el desbalanceo sea menor del 5%

PARA ESTO SE UTILIZA LA FORMULA SIGUIENTE:

$$\text{D.F.} = \frac{\text{FASE MAYOR} - \text{FASE MENOR}}{\text{FASE MAYOR}} \times 100 = \% \text{ DESB.}$$

Es recomendable separar los circuitos de alumbrado, contactos motores y aparatos especiales.

Cada circuito debera tener una carga máxima de 2,000 W., ya que esta carga nos origina lo siguiente:

$$I = \frac{2,000}{127.5 \times 0.85} = 18.46 \text{ Amps.}$$

$$I_c = 18.46 \times 0.70 = 12.92 \text{ Amps.}$$

Ya que el interruptor termomagnético más pequeño que se coloca en el tablero es de 15 amperes.

El centro de carga debera ubicarse en un punto medio de la edificación para que el recorrido de los alimentadores sea el mismo.

#### PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

Al circular la corriente produce un calentamiento y si este es excesivo produce daño en los aislamientos de los conductores y como consecuencia se produce un corto circuito.

Para proteger las instalaciones se colocan los interruptores de seguridad o cuchillas con fusibles de acuerdo a la carga instalada.

Los interruptores termomagnéticos protegen además de calentamiento por bajo voltaje en cualquier fase.

CAPACIDAD H.P.	CAPACIDAD Monof. Kwatts.	CAPACIDAD Trif. Kwatts.	KW/HP
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.2000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.33	0.345	0.355	1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668	1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.953 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.958 - 0.952
1.50	1.480	1.418	0.983 - 0.949
1.75	1.620	1.622	0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844	0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067	0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503	0.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.959	0.910
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.910
4.00		3.618	0.904
4.25		3.840	0.903
4.50		4.074	0.905
4.75		4.266	0.898
5.00		4.490	0.898
5.50		4.945	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.836	0.897
7.00		6.293	0.899
7.50		6.577	0.877
8.00		7.022	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.535	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.867
14.00		12.140	0.867
15.00		12.860	0.857
16.00		13.720	0.857
20.00		16.553	0.847
25.00		21.188	0.847
30.00		24.725	0.824
40.00		32.609	0.815
50.00		40.756	0.815

Para determinar la capacidad en Kwatts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplíquense los caballos de potencia por 0.8.

## I L U M I N A C I O N

Anteriormente se utilizaba como unidad lumínica la bujía (intensidad de una vela ahora se tomó unidad de flujo lumínico al lúmen (1 bujía = 12 lúmenes)

Existe una tabla de niveles medios de alumbrado, autorizada por el reglamento de la dirección general de electricidad.

Hay varias fórmulas para hacer los cálculos por ejemplo:

PARA OBTENER EL FLUJO TOTAL EN LUMENES.

$$Ft = \frac{E \times S}{U \times C}$$

Donde: Ft=Flujo total

E=Claridad en luxes

S=Superficie alumbrada  
en M<sup>2</sup>

U=coeficiente de utilización

C=Coeficiente de depreciación

PARA OBTENER EL NUMERO DE APARATOS DE ALUMBRADO

$$N = \frac{F_t}{F_a}$$

Donde:  $F_t$ =Flujo total en lúmenes.  
 $F_a$ =Flujo por luminar en lúmenes  
(dato de catálogo)

PARA OBTENER EL COEFICIENTE DE UTILIZACION

$$U = \frac{E \times S}{F_t}$$

Donde:  $E$ =Claridad en luxes  
 $S$ =Superficie en M<sup>2</sup> del plano de trabajo  
 $F_t$ =Flujo total de las lámparas en lúmenes

Existe un metodo muy práctico llamado del lúmen y lo explicaremos con un ejemplo: datos; tenemos un despacho con 25 M<sup>2</sup> de área queremos que tenga una intensidad lumínica de 150 luxes/M<sup>2</sup>. Lo vamos a iluminar con lámparas incandescentes sabemos por tabla o catálogo que un foco de 100 W. nos produce 800 luxes por M<sup>2</sup> a .20 mts. de altura, lo resolvemos de la siguiente forma:

$$\frac{25 \times 150}{800} = 4.6 \text{ focos (5 de 100 W.)}$$

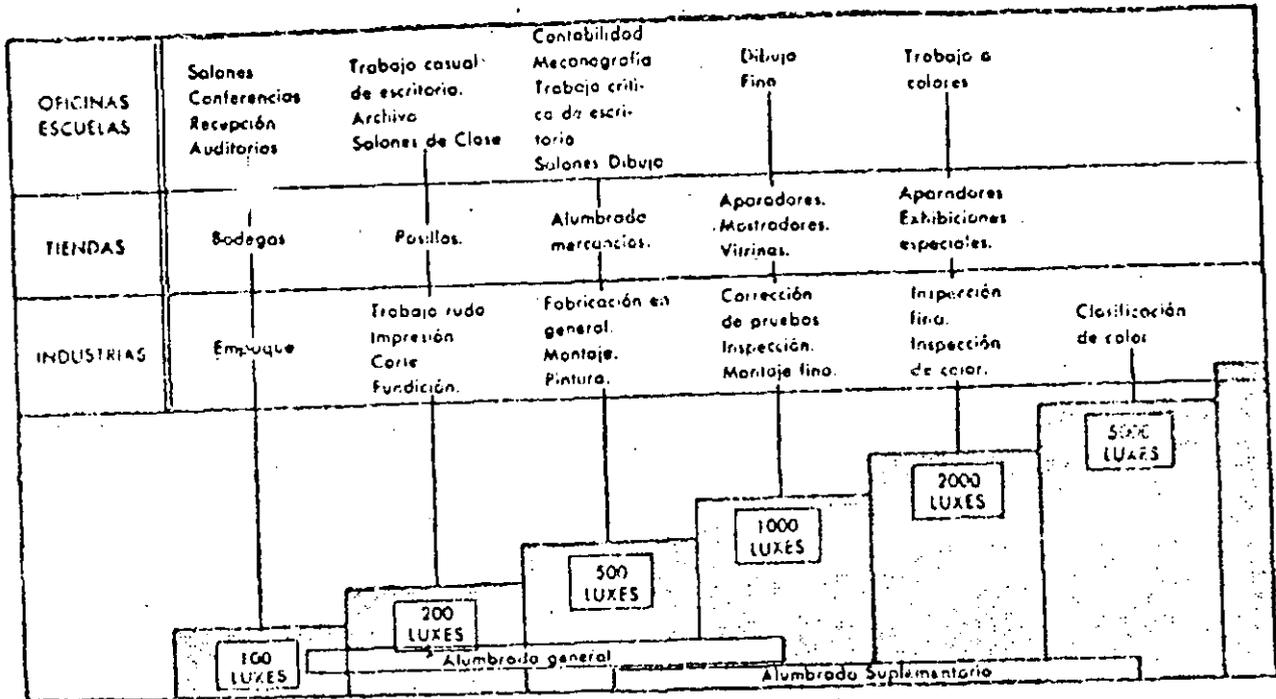
ALUMBRADO

NIVELES MEDIOS DE ALUMBRADO RECOMENDABLES

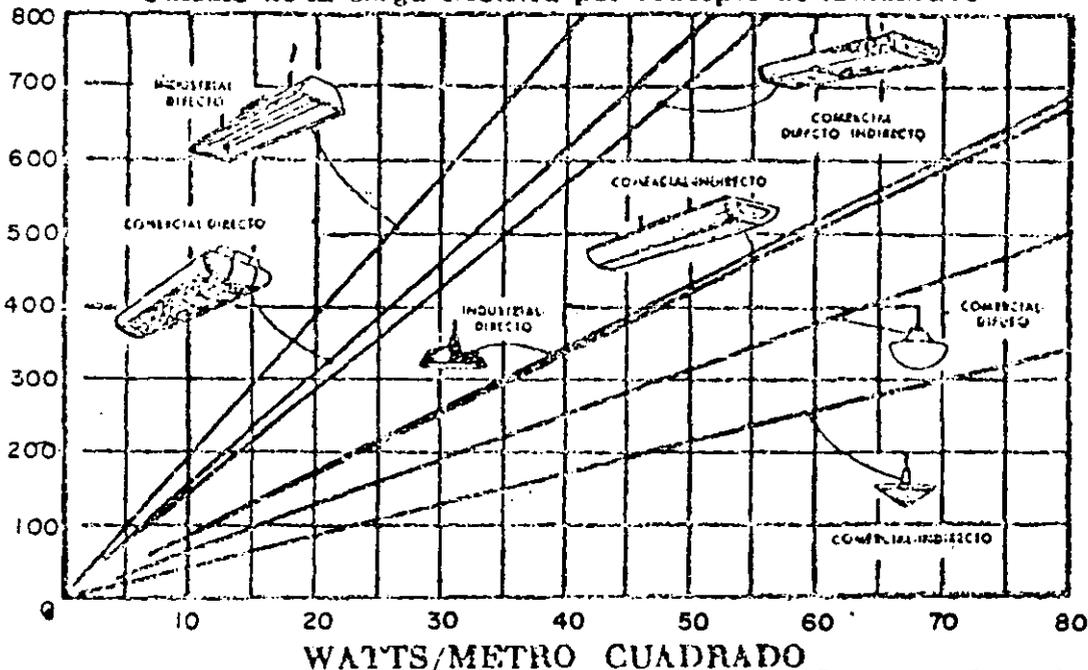
Locales cerrados o vías públicas a iluminar	Alumbrado medio lux
<i>Talleres</i>	
Trabajos bastos: almacenaje, manejo, etc.	80 a 100
Trabajos finos: mecanización, control	150 a 250
Trabajos muy finos: rectificación, medida	500 a 1000*
<i>Oficinas</i>	
Despachos	150 a 250
Oficinas de dibujo	300 a 600
Excusados y locales adjuntos	60 a 100
<i>Almacenes</i>	
Almacenes propiamente dichos	200 a 300
Escaparates: según las calles y los prod. expuestos	500 a 2000
Excusados y locales adjuntos	60 a 100
<i>Escuelas</i>	
Salas de clase	120 a 200
Salas de dibujo o de costura	200 a 250
Laboratorios varios	150 a 200
<i>Hoteles y edificios públicos</i>	
Halls	80 a 120
Salas de lectura	125 a 200
Comedores	120 a 150
Cocinas	120 a 150
Pasillos y excusados	40 a 50
Habitaciones	60 a 75
<i>Casas particulares</i>	
Salones (preferentemente alumbrado indirecto)	100 a 120
Comedores	120 a 150
Despachos	120 a 150
Cocinas	100 a 150
Vestíbulos, trasteros	50 a 100
<i>Vías públicas</i>	
	A B
Carreteras interurbanas y arterias periféricas	15 30
Vías urbanas de gran tráfico	8 15
Vías urbanas de tráfico mediano	8 8
Vías urbanas de poco tráfico	8 8

\* localmente. — A. Vías claras. — B. Vías oscuras

## NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDABLES LUXES o LUMENS/m<sup>2</sup>



### Cálculo de la carga eléctrica por concepto de alumbrado



Seleccionado el nivel de iluminación de Luxes adecuado determinense los Watts por metro cuadrado en la gráfica correspondiente al tipo de equipo de alumbrado escogido.

## INSTALACIONES HIDRAULICAS.

### 1.- DEFINICION

Es el conjunto de tuberias, conexiones, válvulas, cisternas, bombas, tinacos y accesorios. Que nos proporcionaran un servicio satisfactorio de acuerdo a las necesidades de nuestra obra.

### 2.- MATERIALES EN GENERAL

a.-Tuberias de Cobre. Deberan ser tipo "M" con extremos lisos y conexiones para soldar, existe gran variedad de conexiones y accesorios para realizar una Instalación completa y funcional.

Usos generales en cualquier edificación es conveniente que se instale ahogada en pisos, muros etc. por tener poca resistencia mecánica y no debe instalarse aparente ni en zonas jardinadas o de tierra suelta.

Se puede utilizar para conducir agua fria, agua caliente, aire y aceites.

b.- Tuberias de acero galvanizado. Deberan ser tipo "A" cédula 40, con extremos roscados para recibir las conexiones y accesorios con los cuales se puede realizar una Instalación completa y funcional. Su costo es 30 % menor que el cobre.

Usos generales en cualquier edificación puede instalarse ahogada o aparente, tiene buena resistencia mecánica. Se puede utilizar para agua fria, -

agua caliente, gas, aire y aceite.

c.- Tuberías de PVC. Deben ser tipo RD. 26 Hidráulica existe con extremos lisos y conexiones para cementar o con campana y anillo de ajuste, existe gran variedad de conexiones y accesorios para realizar una instalación completa y funcional.

Usos restringidos a conducir solo agua fría su resistencia al calor es de 60° C. máximo por lo que no debe utilizarse para agua caliente. En poblaciones costeras es muy usual por resistir la corrosión. También se utiliza en redes exteriores de agua por ser muy maleable y fácil de instalar. Su costo es 40 % menor que el cobre.

### 3.- CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA

Se toma como base el consumo dependiendo del número de personas que habitan la edificación.

Se anexa tabla de consumos.

Ejemplo:

Una casa con cinco personas, con un consumo de 200 lts. por persona y por día = 1,000 lts./día. Suponemos un tiempo de servicio de agua de la Red municipal de 12 hs. (43,200 seg.) Podemos hacer la siguiente operación.

$$\text{GASTO} = \frac{1,000}{43,200} = 0.023 \text{ L.P.S.}$$

Ahora aplicando la siguiente fórmula tenemos.

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad \text{SUBST.} \quad \sqrt{\frac{4 \times 0.000023}{3.14 \times 1}} = 0.0054 \text{ M} = 5.4 \text{ mm.}$$

Por lo tanto el diámetro de la toma será de 13 mm. - siendo este el tubo más pequeño que autoriza la--

SIMBOLOGIA INSTALACIONES HIDRAULICAS Y  
SANITARIAS.

— — — — —	AGUA FRIA
— · — · — ·	AGUA CALIENTE
— · — · — ·	RETORNO DE AGUA CALIENTE
— ⊗ —	VALVULA DE COMPUERTA
— ⊗ —	VALVULA DE GLOBO
— G —	GAS
— A —	AIRE
— C.I. —	CONTRA-INCENDIO
— V —	VAPOR
— R.V. —	RETORNO DE VAPOR
— N —	VALVULA DE RETENCION
— ⊗ —	VALVULA PARA MANGUERA
— ⊗ —	VALVULA FLOTADOR
— ⊗ —	VALVULA DE PASO PARA GAS
—   —	TUERCA UNION
— ⊗ —	VALVULA DE ALIVIO
V.E.A.	VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

— — — — —	DESAGÜES
— · — · — ·	VENTILACION
⊗	COLADERA
⊗	REGISTRO
O.H.	OBTURACION HIDRAULICA
T.R.	TAPON REGISTRO
B.A.N.	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
B.A.C.	BAJADA DE AGUAS CLARAS
B.A.J.	BAJADA DE AGUAS JABONOSAS
B.A.P.	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
T.V.	TUBO VENTILADOR
— — — — —	CONCRETO -ALBAÑAL

MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS:

HABITACIONES  
 1 EXCUSADO POR VIVIENDA O DEPARTAMENTO  
 1 LAVABO  
 1 TINA REGADERA  
 1 FREGADERO  
 1 LAVADERO

ESCUELAS primarias:  
 1 EXCUSADO POR CADA 100 NIÑOS O FRACCION  
 1 EXCUSADO " " 35 NIÑAS.  
 1 URINARIO " " 30 NIÑOS.  
 1 LAVABO " " 60 PERSONAS.  
 1 BEBEDERO " " 75 PERSONAS.

ESCUELAS secundarias:  
 1 EXCUSADO POR CADA 100 HOMBRES.  
 1 EXCUSADO " " 45 MUJERES.  
 1 URINARIO " " 30 HOMBRES.  
 1 LAVABO " " 100 PERSONAS.  
 1 BEBEDERO " " 75 PERSONAS.

EDIFICIOS DE OFICINAS O PUBLICOS  
 1 PERSONA POR CADA 10 m.2  
 1 EXCUSADO 1 - 15 PERSONAS  
 2 " 16 - 35 " "  
 3 " 36 - 55 " "  
 4 " 56 - 80 " "  
 5 " 81 - 110 " "  
 6 " 111 - 150 " "

1 MAS POR CADA 40 PERSONAS ADICIONALES URINARIO- SE SUPRIME UN EXCUSADO POR CADA URINARIO INSTALADO SIN QUE EL NUMERO DE EXCUSADOS SEA MENOR QUE DE 2/3 DE LO ANOTADO.

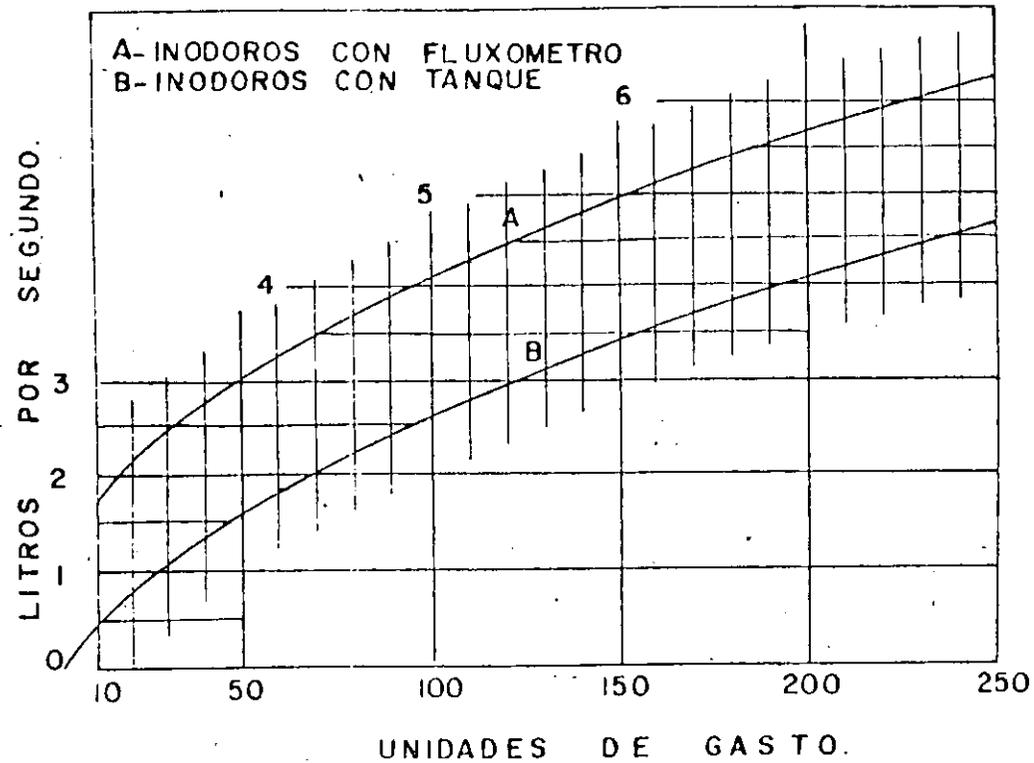
1 LAVABO- 1 - 15 PERSONAS  
 2 LAVABOS - 16 - 35 PERSONAS  
 3 " 36 - 60 " "  
 4 " 61 - 90 " "  
 5 " 91 - 125 " "

1 ADICIONALES POR CADA 45 PERSONAS MAS O FRACCION.  
 1 BEBEDEROS POR CADA 75 PERSONAS. NO SE DEBEN INSTALAR DENTRO DE LOS SANITARIOS.

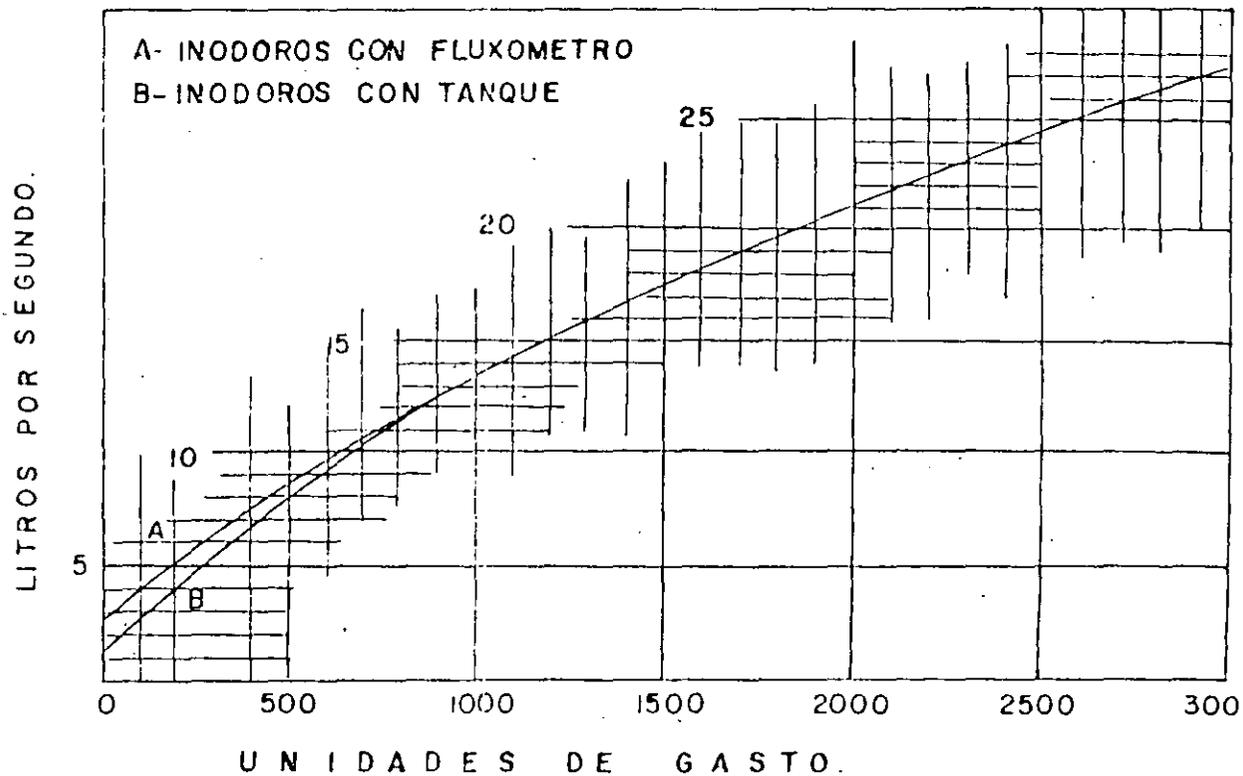
CONSUMO DE AGUA.

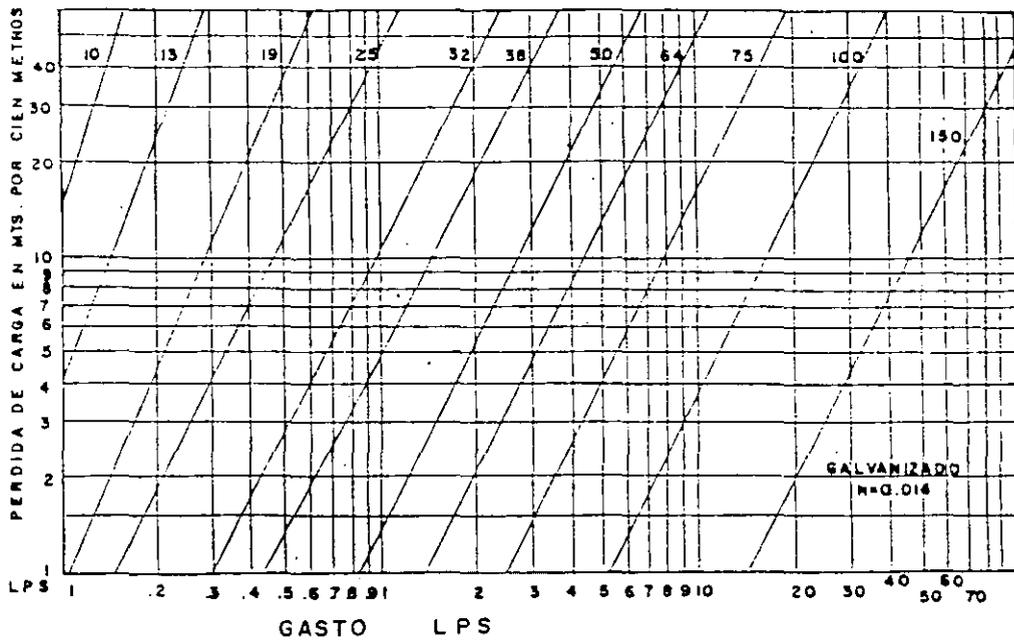
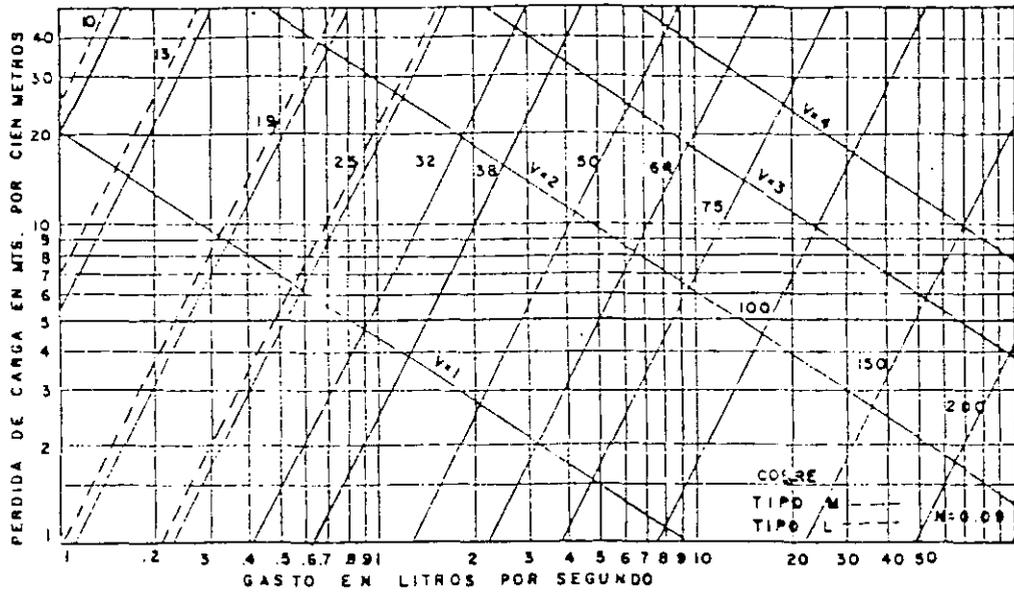
CASAS Y GRANJAS:	CONSUMO EN LTS. X DIA:
BEBIDA, COCINA, LIMPIEZA POR PERSONA	40 - 60
LAVADO DE ROPA POR HABITANTE POR DIA	20 - 30
W.C. POR HABITANTE POR DIA	40 - 60
CADA DESCARGA DE W.C. FLUX.O CAJA	15 - 20
BAÑO DE ASIENTO	30
RIEGO DE PATIOS, JARDINES Y ACERAS SOLO EN DIA CALUROSO	3 LTS./M <sup>2</sup>
ABREBAR Y LAVAR UN CABALLO SIN LIMPIEZA DE LA CUADRA	100
ABREBAR Y LAVAR POR CABEZA DE GANADO MAYOR	70
ABREBAR Y LAVAR TERNERAS Y CERDOS	20
ABREBAR Y LAVAR OVEJAS	1,5
RASTROS. POR CADA RES SACRIFICA!	3.50
LAVADEROS POR KG. DE ROPA SECA	45
BAÑOS, POR CADA BAÑO DE TINA (PUBLICO)	5000
BAÑO, POR CADA BAÑO DE REGADERA	10000
CUARTELES POR HOMBRE POR DIA	40 - 80
LIMPIEZA DE UN COCHE	200
HOTELES, CASAS DE DEPTOS	200
OFICINA	60 - 120
<b>DEPARTAMENTOS</b>	
1 RECAMARA (3 PERSONAS)	600
2 RECAMARAS (5 PERSONAS)	1000
3 RECAMARAS (7 PERSONAS)	1400
4 RECAMARAS (9 PERSONAS)	1800
<b>ESCUELAS POR ALUMNO POR DIA:</b>	
PRIMARIA O KINDER	20
SECUNDARIA O PREPARATORIA	25
UNIVERSIDAD, TECNOLOGICO, NORMAL	30
INTERNADO	200

# GASTO MAXIMO PROBABLE.



# GASTO MAXIMO PROBABLE





## PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES

El cambio brusco de dirección del flujo en una tubería por medio de codos, tees, válvulas y curvas causa pérdidas de presión. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro. Por ejemplo: La pérdida de carga en un codo de 90° equivale a la que se originaría en un tramo recto de tubo de igual diámetro y de 1.66 m de longitud.

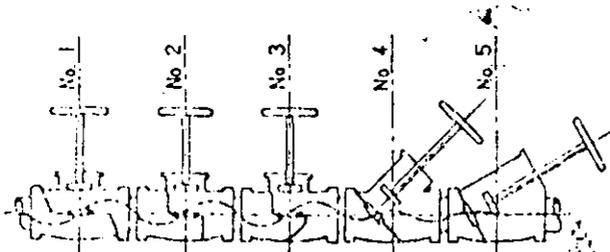
La tabla siguiente contiene pérdidas de carga para las piezas más usuales, expresadas en metros de tramos rectos de tubería del diámetro correspondiente.

### RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES

DIAMETRO DEL TUBO	CODO STANDARD	CODO DE RADIO MEDIO	CODO DE RADIO GRANDE	CODO DE 45°	TEE	CURVA DE RAYON	VALVULA COMPLETA ABIERTA	VALVULA CUERPO ABIERTA	VALVULA ANILLO ABIERTA	
										
mm.	PULG.									
<b>LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO</b>										
13	1/2"	0.457	0.427	0.335	0.235	1.036	1.158	0.106	4.877	2.560
19	3/4"	0.671	0.548	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.658
25	1"	0.873	0.701	0.518	0.396	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
32	1 1/4"	1.128	0.914	0.732	0.488	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
38	1 1/2"	1.311	1.097	0.853	0.610	2.743	3.048	0.290	13.411	6.706
51	2"	1.676	1.402	1.067	0.762	3.353	3.962	0.366	17.374	8.534
64	2 1/2"	1.981	1.646	1.280	0.914	4.267	4.572	0.427	20.117	10.058
76	3"	2.469	2.073	1.554	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.602
89	3 1/2"	2.896	2.438	1.829	1.341	5.791	6.401	0.610	30.175	15.240
102	4"	3.353	2.774	2.134	1.524	6.706	7.315	0.701	33.528	17.678
114	4 1/2"	3.658	3.048	2.408	1.707	7.315	8.230	0.792	39.624	18.553
127	5"	4.267	3.658	2.713	1.859	8.230	9.449	0.854	42.672	21.336
152	6"	4.877	4.267	3.353	2.347	10.058	11.278	1.067	48.768	25.298
203	8"	6.401	5.486	4.267	3.048	13.106	14.935	1.372	67.056	33.528
254	10"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.089	18.593	1.737	88.592	42.672
305	12"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.816
356	14"	10.973	9.449	7.010	5.182	23.165	25.908	2.438	118.872	57.912
406	16"	12.602	10.668	8.230	5.791	26.518	30.480	2.743	131.064	67.056
457	18"	14.021	12.192	9.144	6.401	30.480	33.528	3.109	152.400	76.200
508	20"	15.650	13.106	10.363	7.010	33.528	38.576	3.658	170.688	85.344
559	22"	17.678	15.240	11.278	7.620	39.624	42.672	3.962	185.928	94.488
610	24"	19.202	16.154	12.192	8.534	42.672	45.720	4.267	207.264	103.632
762	30"	24.079	20.726	15.240	10.668	50.292	57.912	5.182	262.128	126.016
914	36"	28.651	24.079	18.288	13.106	60.960	67.056	6.096	304.800	152.400
1067	42"	36.576	28.956	21.846	15.240	73.152	78.248	7.010	365.760	182.880
1219	48"	41.148	33.528	24.994	17.678	83.820	91.440	7.925	426.720	207.264

Además de las válvulas indicadas en la tabla hay muchos otros tipos, algunos de los cuales se muestran a continuación.

Una fórmula para determinar la pérdida de carga a través de las válvulas es la siguiente.



$$h = f \frac{V^2}{2g}$$

h = pérdida de carga en mts.  
 V = velocidad en mts./seg.  
 f = coeficiente de fricción.

oficina de AGUA POTABLE.

Ejemplo 2. Si se tratara de un Condominio de 20 Departamentos con cinco personas por departamento tendríamos :

$$\text{GASTO} = \frac{20,000}{43,200} = 0.46 \text{ LPS.}$$

$$\text{SUBST. } \phi = \sqrt{\frac{4 \times 0.00046}{3.14 \times 1}} = 0.024 \text{ M.} = 24 \text{ mm.}$$

Por lo que el diámetro de la toma será de 25 mm. (1")

#### 4.- CALCULO DE LOS DIAMETROS DE LAS TUBERIAS

Primero se transforman los muebles en Unidades Mueble de acuerdo a sus características y tomando como base la tabla que se anexa.

Una vez obtenidas las U.M. y si el sistema es de -- alta presión (Fluxómetros) aplicamos la siguiente fórmula :

$$\text{GASTO} = \sqrt{\frac{\text{U.M.}}{5}}$$

Si el sistema es de baja presión (excusados de tanque) se utilizara la siguiente fórmula :

$$\text{GASTO} = \sqrt{\frac{\text{U.M.}}{15}}$$

Cuando se ha obtenido el gasto se aplicará la siguiente fórmula para obtener los diámetros :

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Donde : Q= litros en metros cúbicos

V= velocidad en mts./seg.

Se anexan tablas para el cálculo del gasto y de los diámetros.

#### 5.- CALCULO DE CISTERNAS Y TINACOS

Tomando en cuenta el gasto por día se debera considerar una reserva que puede ser del 50 al 100 % del -- mismo gasto. y teniendo el gasto total se dividirá de la siguiente manera :

2/3 partes del volumen = capacidad de cisterna

1/3 parte del volumen = capacidad de tinacos.

Ejemplo :

La misma casa con cinco personas.

gasto de 200 lts./pers./dia.....1,000 lts.

reserva del 100 % .....1,000 lts.

gasto total .....2,000 lts.

agua en cisterna.....1,333 lts.

agua en tinaco ..... 666 lts.

## 6.- CALCULO DE LA BOMBA

La fórmula que aplicaremos para este caso será :

$$C.P. = \frac{Q \times h}{76 \times Ef}$$

Donde : Q = gasto en litros por segundo

h = altura total de descarga

76 = constante de presión

Ef. = eficiencia ( del 70 al 90 % segun zona)

Ejemplo : Datos. Q = 5.0 l.p.s.

h = 20.00 mts.

Substituyendo :  $C.P. = \frac{5 \times 20}{76 \times .70} = 1.8$

Por lo tanto nuestra bomba debera estar acoplada a un motor eléctrico 2.0 c.p. (Por ser esta la capacidad del motor inmediato superior comercial).

7.- Los Fluxómetros necesitan una presión mínima de agua de 7 mts. de altura.

8.- CALENTADORES. Se dividen en dos tipos principales de Depósito con capacidad de 25 hasta 240 lts. y de una hasta cinco regaderas. Los otros calentadores son de Paso y abastecen solo a dos regaderas

## INSTALACIONES SANITARIAS

### 1.- DEFINICION.

Es el conjunto de tuberias, conexiones y accesorios que nos proporcionaran una instalación satisfactoria de acuerdo a las necesidades de nuestra obra.

### 2.- MATERIALES

A.- Tuberias de Cobre, debera ser tipo "M" con conexiones soldables existiendo una gran variedad de estas con accesorios para realizar una instalación completa. Para lineas de ventilación debera usarse tuberia tipo "K".

Usos generales en cualquier edificación es recomendable que se use en diámetros de 50 mm. o menores y para mayores usar Fo. fundido.

B.- Tuberia de Acero galvanizado. Debe ser tipo "A" cédula 40. con extremos roscados para recibir las conexiones y accesorios haciendo una instalación completa. Su costo es 30 % menor que el cobre.

Usos generales para desagues aunque se recomienda usarlo en diámetros de 50 mm. o menores y para mayores usar Fo. fundido.

C.-Tuberia de PVC. debe ser tipo Sanitario existen dos clases con extremos lisos y con conexiones para cementar o con campanas para acoplar con lubricante y anillo, hay desde 40 hasta 150 mm. de diámetro. Su costo es 40.% menor que el cobre.

Usos generales en cualquier edificación, Su mano de obra es más rápida y económica, Se utiliza en laboratorios ser resistente a los ácidos.

D.- Tubería de Fierro Fundido, Existen varios tipos y calidades, pero todos bajo una misma norma de calidad su diferencia es unicamente el precio. Existen en diámetros desde 50 mm. hasta 200 mm. comercialmente y en diámetros mayores solo sobre pedido. Se utiliza en cualquier tipo de edificación principalmente en bajadas de aguas negras y pluviales.

Su costo en tres veces menor que el cobre.

E.- Tubería de Concreto Simple de 10 a 45 cm. de diámetro y para mayores con armado. Su uso es para Albañal o sea exterior a las edificaciones y para unir registros y pozos de visita.

### 3.- CALCULO DE LOS DIAMETROS

Primero se deben transformar los muebles Sanitarios en Unidades Mueble para poder aplicar las fórmulas que se mencionaron en el capítulo de Inst. Hidráulicas. Ya existen por reglamento los diámetros nominales para cada uno de los muebles.

Se anexas Tablas y Nomogramas.

Cuando ya se conoce el gasto se puede aplicar la fórmula de Manning que es :

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Donde : V = velocidad en mts./seg.

n = coeficiente de fricción de la tubería

r = radio hidráulico

s = pendiente en mm/mt.

# DESAGÜES

UNIDADES		MUEBLES					
M	U	E	B	L	E	U. M.	D. mm.
DEBEDERO						0.5	25
BIDET						3	30
COLADERA DE PISO						1	50
EXCUSADO TANQUE						4	75
EXCUSADO VALVULA						8	75
FREGADERO DOMESTICO						2	38
FREGADERO DOMESTICO TRITURADOR						3	38
GRUPO DE BAÑO CON EXCUSADO							
LAVABO Y TINA O REGADERA							
EXCUSADO TANQUE						6	
EXCUSADO VALVULA						8	
LAVABO (DESAGÜE PEQUEÑO)						1	32
LAVABO (DESAGÜE GRANDE)						2	38
LAVABO BARBERIA						2	38
LAVABO CIRUGIA						2	38
LAVABO COLECTIVO CADA JUEGO DE LLAVES						2	38
LAVABO DENTAL						1	32
LAVADERO						2	38
LAVADORA TRASTOS DOMESTICOS						2	38
MINGITORIO PEDESTAL						6	75
MINGITORIO PARED						4	38
MINGITORIO PARED						4	50
MINGITORIO COLECTIVO CADA 60 cm.						2	30
REGADERA						2	50
REGADERA GRUPO CADA CEBOLLA						3	
TINA						2	38
TINA						3	50
UNIDAD DENTAL						1	32
VERTEDERO CIRUGIA						3	38
VERTEDERO SERVICIO						3	75
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA P						2	50
VERTEDERO COCINA						4	38

UNIDAD MUEBLE 2 L. P. M.		
EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLES DE LOS MUEBLES NO LISTADOS		
DREN. O' TRAMPA DEL MUEBLE	U. M.	
32 O' MENOR	1	
36	2	
50	3	
64	4	
75	5	
100	6	

DRENAJES DE LOS EDIFICIOS

Ø mm.	MAX. DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE A CUALQUIER SECCION DEL DRENAJE.			
	PENDIENTE %			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
50			21	26
64			24	31
75		20	27	36
100		180	216	250
125		390	480	375
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700

RAMALES HORIZONTALES Y BAJADAS.

MAXIMO DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE.

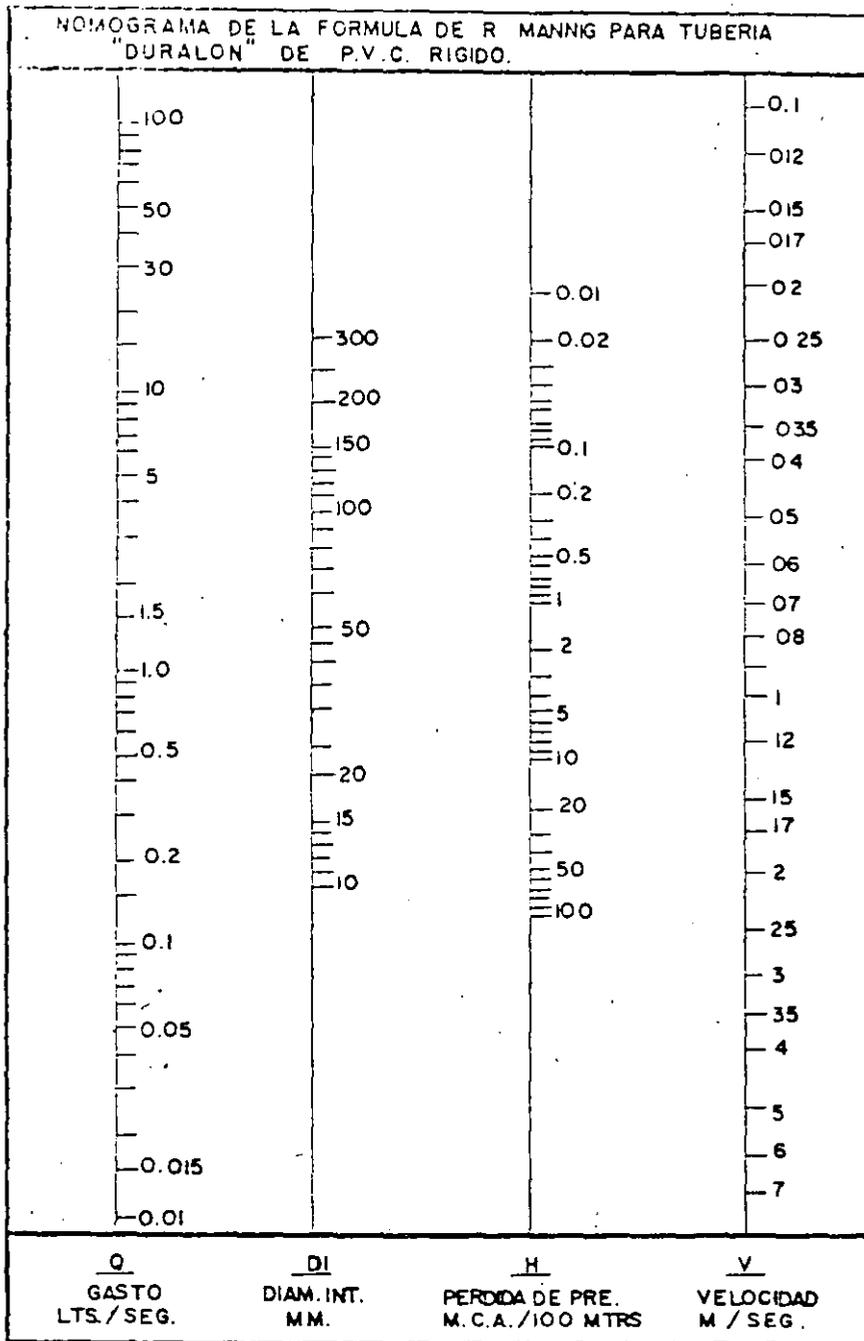
Ø m.m.	CUALQUIER RAMAL HOR.	BAJADAS DE TRES PISOS	MAS DE	3 PISOS.
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20	30	60	16
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2800	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

DIAMETRO DE TUBOS HORIZONTALES PARA AGUA PLUVIAL.			
DIAMETRO. (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA PARA TUBOS DE DI- FERENTES PENDIENTES.		
	S . 0.01	S . 0.02	S . 0.04
	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>
75	80	115	166
100	188	266	378
125	335	470	665
150	535	755	1070
200	1150	1630	2300
250	2070	2920	4140
300	3330	4700	6660
360	5950	8400	11900

DIAMETROS DE BAJADAS PLUVIALES.	
DIAMETRO (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA EN M <sup>2</sup>
50	70
64	130
75	220
100	460
125	665
150	1350
200	2900

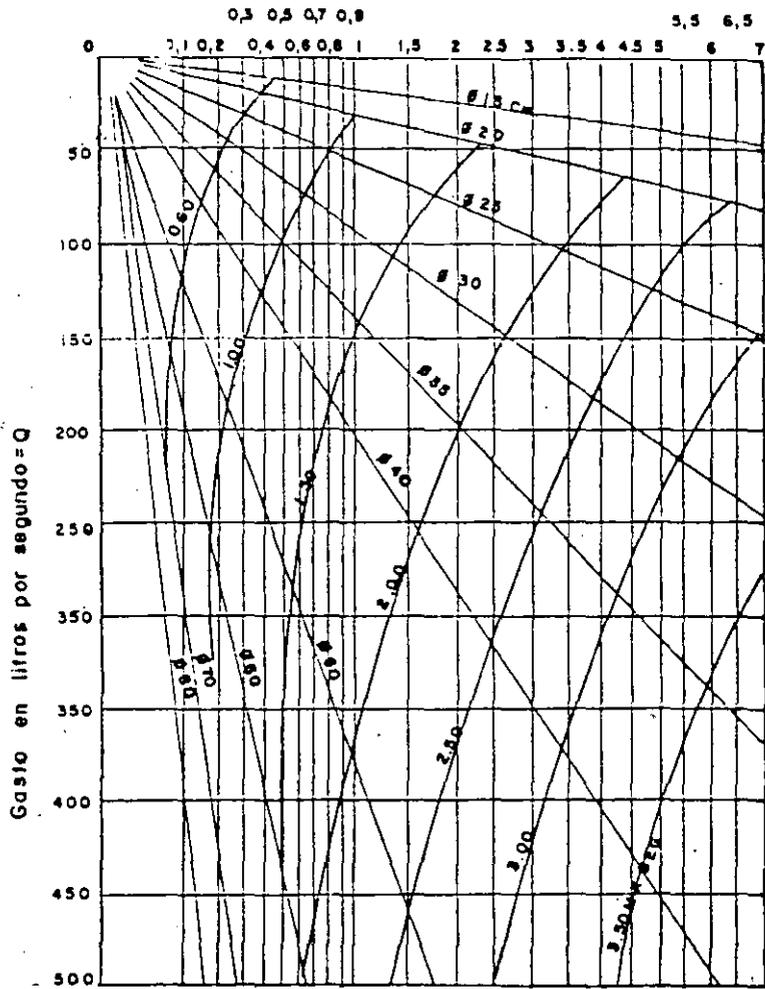
DIAMETROS DE CANALES B.A.P.				
DIAMETRO DE LA CANAL	AREA MAXIMA DE AZOTEA			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
75	16	22	32	45
100	33	47	67	95
125	58	82	116	163
150	89	126	189	266
175	128	181	267	363
200	183	260	370	521
250	335	474	670	930

LOS CANALES QUE NO SEAN SEMICIRCULARES TENDRAN EL AREA DE SU SECCION TRANSVERSAL EQUIVALENTE PRECIPITACION PLUVIAL 10 CM/M. (100 mm./M.)

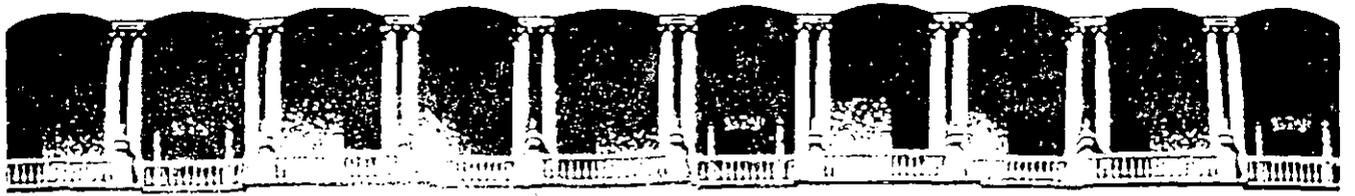


CURVAS PARA GASTOS (FORMULA DE KUTTER)  
TUBO LLENO

Pendiente, en tanto por ciento.



CONDICIONES DE LA ZONA	%
Suburbios con alcantarillas pero sin pavimento.....	0.20
Suburbios con alcantarillas y pavimento.....	0.30 a 0.40
Zonas edificadas, con alcantarillas y pavimentos.....	0.40 a 0.50
Tejados o' pisos con pavimento.....	cerca de 1.00
Para precipitacion de 0,028mm/seg.=2.8 Lts./seg./100M <sup>2</sup>	



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

*CURSOS ABIERTOS*

*RESIDENTES DE CONSTRUCCION*

*APLICACION DE LA COMPUTADORA EN LA RESIDENCIA  
DE OBRA*

*ING. ARTURO FLORES ALDAPE*

## I. INTRODUCCION

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 eficiente 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 ECONOMICO.

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 encontramos 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 conocimientos amplios de 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 deben 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 presenta muy prometedor en este campo. En un futuro no 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 menos 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:

PROCESADORES DE PALABRAS

HOJAS DE CALCULO ELECTRONICAS

PROCESADORES DE BASES DE DATOS

## AYUDAS PARA EL DISEÑO (CAD)

En el caso de los procesadores de palabra 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 gabinete.

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 sirven 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 PLANEACION INICIAL DE LA OBRA

Para desarrollar este capítulo partamos de una base dentro de la práctica común 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 tramites 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 a cabo 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 solo 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 sí 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 unitarios se hará en una primera versión sin costos 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.

#### REVISION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS

Esto se refiere al análisis detallado del catálogo de conceptos para precisar la elaboración de las matrices correspondientes.

#### OBTENCION 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.

#### OBTENCION DE LA EXPLOSION 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 el 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, obteniendo 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 la aplicación de factores tanto en materiales como en mano de obra o maquinaria y equipo, el sistema seleccionado de precios unitarios debe permitir esta posibilidad.

#### CALCULO DEL FACTOR DE 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 tome en cuenta que dichos equipos o paquetes cumplan adecuadamente los pasos a

seguir en la elaboración de presupuestos y programas de 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 comentamos que cubra lo más posible nuestras necesidades.

#### IV. EL CONTROL (EJEMPLOS DE APLICACION)

##### CONTROL DE PROGRAMAS 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 o 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 presupuesto de obra correspondiente

FECHA DE INICIO: La fecha probable de inicio de la actividad según el programa de ruta crítica.

FECHA DE TERMINACION: 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 TEORICO se obtiene de dividir la cantidad de obra entre la duración del evento.

La FECHA DE INICIO REAL es 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 TERMINACION que es la siguiente columna. Esta columna se calcula sumando la duración del evento a la fecha de inicio real.

El AVANCE TEORICO 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 fórmula:

$$\text{AVANCE TEORICO} = \frac{(\text{FECHA DE CORTE} - \text{FECHA DE INICIO})}{(\text{FECHA DE TERMINACION} - \text{FECHA INIC})}$$

Para este caso las fechas que se toman son las del programa inicial.

El AVANCE SEGUN FECHAS se calcula de igual manera pero haciendo intervenir ahora 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:

DESVIACION TEORICA que se calcula restando el avance real del avance teórico.

DESVIACION REAL calculada a partir del avance real, restándole el avance segun 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)/DIAS 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 numero de días necesarios para la terminación del evento los cuales sumados a la fecha de corte nos permiten obtener LA FECHA REAL DE TERMINACION del evento.

#### CONTROL DE AVANCE FISICO 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 involucramos 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 ESTIMACION sumando únicamente los valores correspondientes.

ANEXO NUM 1 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINAC.	RENDIMIENTO TEORICO	FECHA DE INIC REAL	FECHA DE TER PROG	AVANCE TEORICO	AVANCE S/FECHAS	AVANCE REAL	DESVIACION TEORICA	DESVIACION REAL	RENDIMIEN REAL	CANTIDAD POR EJECUT	DIAS NECESARIOS	FECHA REAL TERMINACION
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 CIMENTAC.	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 15 X 15 X 3	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 1 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINAC.	RENDIMIENTO TEORICO	FECHA DE INICIO REAL	FECHA DE TER PROG	FECHA DE AVANCE DE TEORICO	AVANCE S/FECHAS REAL	AVANCE TEORICA	DESVIACION	RENDIMEN REAL	CANTIDAD POR EJECUT	DIAS REAL	FECHA REAL
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	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	11-sep-90
1429	EMBASE DE CIMENTAC.	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	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	15.86	15-sep-90	
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	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	41.60	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	1.19	18-sep-90	

ANEXO NUM 2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	AVANCE		CANTIDAD POR EJECUT	PRECIO UNITARIO	OBRA EJECUTADA	IMPORTE ESTIMACION
				ANTERIOR	REAL				
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	0.00%	50.00%	4.43	14,809.42	4.43	65,531.68
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	0.00%	25.00%	6.64	111,750.62	2.21	247,248.25
1429	ENRASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	0.00%	0.00%	7.93	24,708.75	0.00	0.00
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	0.00%	0.00%	15.86	11,713.19	0.00	0.00
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	ML	41.6	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 CONSTRUCCION**

**INSTALACIONES HIDRAULICAS  
RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES  
FALLAS EN LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS  
DE UN HOTEL**

**ING. SERGIO HERRERA MUNDO**

RECOMENDACIONES RESPECTO A ALQUEMAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN  
LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE  
UN HOTEL

A) .- TOMA DOMICILIARIA.

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE ARENA	- TUBERIAS FRACTURADAS	- INSTALAR FILTROS "Y"
2.-	PERDIDA POR FRICCION	- ESCASO DIAMETRO	- AUMENTO DE DIAMETRO DES PUES DE MEDIDOR
3.-	DESBORDE FRECUENTE - EN CISTERNA	- FALLA DE FLOTADOR	- CAMBIO POR CALIDAD - INSTALACION ALARMA ALTO NIVEL

B) .- CISTERNA.

1.-	PRESENCIA DE IMPURE-- SAS	- CISTERNA DESTAPADA	- REVISION DE SELLADO DE ACCESO
2.-	PRESENCIA DE ALIMA-- ÑAS O ROEDORES	- TUBOS ABIERTOS	- REVISION DE PROTECCION DE TUBOS VENTILADORES
3.-	CONTAMINACION ORGANI CA	- TUBOS CERCANOS DE ALBAÑAL FRACTURADOS	- CORREGIR INFILTRACIONES

c).- EQUIPOS DE BOMBEO.

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS	- TRANSMISION POR TUBERIAS	- INSTALAR MANGUERAS FLEXIBLES
2.-	GOLPE DE ARIETE EN BOMBAS	- CIERRE ABRUPTO DE VALVULAS	- INSTALAR VALVULAS CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO
3.-	GOLPE DE ARIETE ANTES DE TANQUE	- GOLPE DE ARIETE	- DERIVACION DE LA RED AL TANQUE DE PRESION BAJO EL NIVEL DE AGUA
4.	DESCEBADO DE SUCCIONES	- FALLA DE VALVULA DE PIE	- DERIVACION DE LA TUBERIA A DESCARGA DE BOMBAS
5.-	BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	- FALLA EN SUCCIONES	- REVISION DISTANCIA Y DIAMETRO DE SUCCIONES
6.-	ARRANQUE Y PARO CONSTANTE DE BOMBAS	- FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMATICO	- REPOSICION DE COLCHON DE AIRE

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.- RUIDOS a).- SISEO	VELOCIDAD EXCESIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HACER DERIVACIONES EN COLUMNAS PARA ROMPER ARMONIA ONDAS.</li> <li>- INSTALAR ESPIRALES DE LAMINA PARA REDUCIR VELOCIDAD</li> </ul>
b).- VIBRACIONES	TRANSMISION DE EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REVISION ANCLAJES A ESTRUCTURA.</li> <li>- INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS.</li> <li>- INSTALAR MANGUERA FLEXIBLE EN COLUMNAS.</li> </ul>
c).- GOLPES	VALVULAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REVISAR QUE VALVULAS DE COMPUERTA ESTEN TOTALMENTE CERRADAS.</li> <li>- RETIRAR VALVULAS CHECK EN REDES.</li> </ul>
d).- ARRANQUE Y PARO DE EQUIPOS	TRANSMISION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REVISION DE COMUNICACIONES CON TUBOS DE ESCALERA Y DUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACUSTICO.</li> </ul>
2.- FRACTURAS a).- MOVIMIENTO SISMICO	ESFUERZO AL CORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES</li> </ul>
b).- AGUA CALIENTE	POR DILATACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INSTALAR JUNTAS DE DILATACION</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	- REVISION DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO. - REVISION DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO
b).- ACCION DE FLUXOMETROS	ALTA VELOCIDAD	- INDISPENSABLE AUMENTO DE DIAMETROS
c).- GOLPES	GOLPE DE ARIETE	- REVISAR QUE EXISTEN CAMARAS DE PRESION DE 60 cm DE LONGITUD EN TODOS LOS MUEBLES
2.- DEMASIADO TIEMPO PARA OBTENER AGUA CALIENTE	SE ENFRIA EL AGUA EN TUBERIA	- REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALARLO SI NO LO HAY REVISAR CIRCULADOR
3.- VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA.		
a).- POR ACCIONAR MUEBLES CERCANOS	DIAMETROS REDUCIDOS	- CAMBIAR DIAMETROS
b).- POR ARRANQUE DE EQUIPO DE BOMBEO	SISTEMA DESBALANCEADO	- REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA
c).- POR EXCESO DE TEMPERATURA	ALTA TEMPERATURA	- REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE
4.- FALTA DE AGUA SIN MOTIVO APARENTE	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS - EVITAR SIFONES INVERTIDOS, - REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.
5.- SALIDA INTERMITENTE DE AGUA ( ESCAPE )	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS - EVITAR SIFONES INVERTIDOS - REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.

6.-	SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA - FRIA	INSTALACION ERRONEA	- REVISAR ALGUNA INTERCONEXION INDEBIDA
		TUBERIAS UNIDAS	-REVISAR QUE NO SE HAYA RETIRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS
		REGADERAS AJUSTABLES	- RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRE
		CONEXIONES INVERTIDAS EN MEZCLADORAS	- REVISAR VALVULAS MEZCLADORAS DEL TIPO DE "RELOJ"
7.-	SALPICADURAS EN LAVABOS	EXCESIVA PRESION	- INSTALAR VALVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES
8.-	MOLESTIAS POR USO DE REGADERA (GOLPEA)	EXCESIVA PRESION	- VERIFICAR QUE PRESION NO EXCEDA DE 4 ó 4.5 Kg/cm <sup>2</sup>
9.-	FALTA AGUA EN MUEBLES ALEJADOS	FALTA PRESION	- VERIFICAR DIAMETROS (POR PERDIDA DE FRICCIÓN EN USO DE ALTA SIMULTANEIDAD
		EQUIPO INSUFICIENTE	- VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS

F).- DESAGUES Y VENTILACION.

PROBLEMA

CAUSAS

RECOMENDACIONES

1.- NO ARRANSTRAS SOLIDOS EL INODORO	-DESCARGA INEFICIENTE - POCA AGUA (TANQUE)	-REVISAR DOBLE VENTILACION -AUMENTAR CAPACIDAD DE AGUA EN CAJA
	-POCA AGUA (FLUXOMETRO)	-REGULAR FLUXOMETRO A MAYOR CANTIDAD DE AGUA
2.- NO DESCARGA EL INODORO	-OBTURACION EN DRENAJE	-DESTAPAR DRENAJE
3.- ESCURRIMIENTOS EN PISO DE INODORO	-MUEBLE MAL ASENTADO	-REVISAR JUNTA SELLADORA
4.- ESCURRE EL TANQUE DEL INODORO	-FRACTURA O MAL MONTAJE	-DESMONTAR Y REVISAR
5.- SE DESBORDAN COLADERAS	-OBTURACION EN DRENAJES	-DESTAPAR DRENAJES
	MUEBLES MAL CONECTADOS	-REVISAR DIAMETRO DE DESCARGA
	-TINA A COLADERA	-CAMBIAR REJILLA POR TAPACIEGA
6.- NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE LAVABO	-OBTURACION EN TRAMPA " P "	-DESTAPAR DRENAJE
7.- PRESENCIA DE AGUA EN LAVABO SIN USO	-MUEBLES INTERCONECTADOS	-INDEPENDIZAR O CAMBIAR CONEXION EN "T" POR "Y"
8.- NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE FREGADERO	-GRASA EN LA TUBERIA	-ELIMINAR GRASA INSTALAR TRAMPA ESPECIAL.
9.- MALOS OLORES EN CUARTO DE BAÑO	-FALLA EL SELLO HIDRAULICO	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
	-SE EVAPORA EL SELLO HIDRAULICO	-REPONER SELLO
	-FALTA SELLO O ROTO EN COLADERAS	-REPONER COMO EN COLADERAS

10.-	MOVIMIENTOS DE AGUA EN INODORO, SIN USARLOS	-PRESIONES DE AIRE EN TUBERIAS	-REVISAR EL SISTEMA DE I BLE VENTILACION
11.-	PRESENCIA DE AGUA EN - TINA, SIN USO	-DOS TINAS INTERCONEC TADAS	-CORREGIR EL SISTEMA, SI PARAR
12.-	EXPULSION DE AGUA POR- CUALQUIER DESAGUE	-AIRE EN TUBERIAS	-FALLA DEL SISTEMA DE DO BLE VENTILACION
13.-	DESBORDE DE MUEBLES -- PISOS BAJOS	-CONEXION A TUBERIAS QUE OPERAN A TUBO - LLENO	-SEPARAR ESTOS DRENAJES DE LOS PISOS SUPERIORES O DE BAJADAS PLUVIALES
14.-	OBTURACION EN BAÑOS PU Blicos DE DAMAS	-PRESENCIA DE TOA--- LLAS SANITARIAS	-AUMENTAR DIAMETRO DE - TRONCALES A 150 m

g).- SISTEMA PLUVIAL.

PROBLEMAS

CAUSAS

RECOMENDACIONES

1.- HUMEDADES a).- EN LOSA	- FISURAS	- REVISAR IMPERMEABILIZACION
		- REVISAR SI HAY GRIETAS CAPILARES EN UNION DE COLADERA
b).- EN MUROS	- FISURAS	- REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA
		- LIMPIAR COLADERA
		- MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES
2.- COLADERA DESBORDA EN VEZ DE DESAGUAR	- COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	- REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (OBTURADORES) EN BASE DE BAJADA
		- REVISAR QUE NO HAYA OBSTRUCCIONES EN DRENAJE BAJOPISO
3.- BROTA AGUA EN REGISTROS DE ALBAÑAL	- FALTA CAPACIDAD DE COLECTOR	- AUMENTAR DIAMETRO O DAR NUEVAS SALIDAS
		- EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS SELLADOS
4.- PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	- ALBAÑAL PRINCIPAL SATURADO	- INSTALAR VALVULAS CHECK

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

TEMA: PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

Expositor: Ing. Ernesto Mendoza Sánchez

Septiembre, 1994

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

C O N T E N I D O

1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORAR UN PROGRAMA DE OBRA
2. CALCULO NUMERICO DE LA RED
3. BALANCE DE RECURSOS
4. CONTROL DE AVANCES

Expositor: Ing. Ernesto Mendoza Sánchez

Septiembre, 1994

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

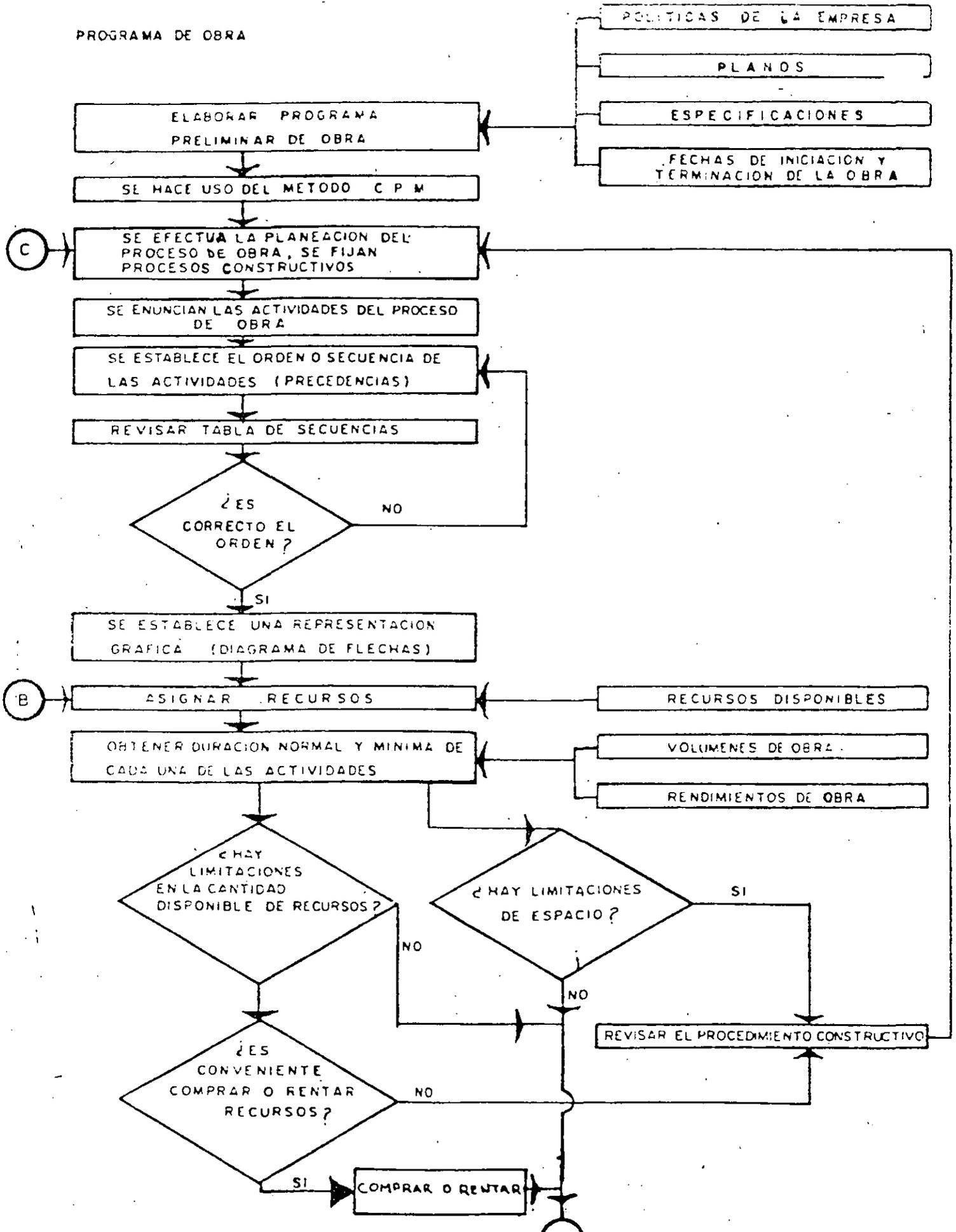
CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

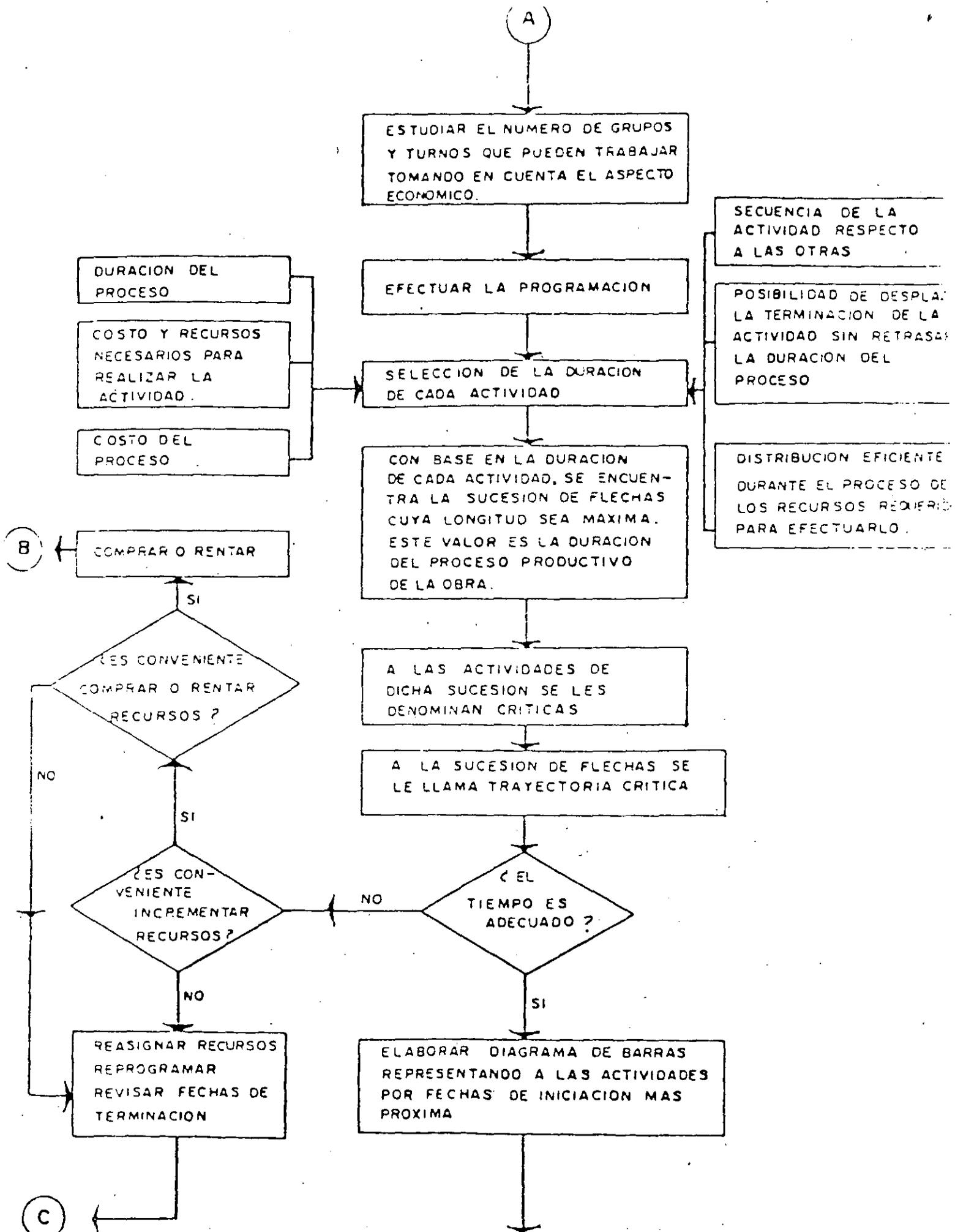
1. DÍAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORAR

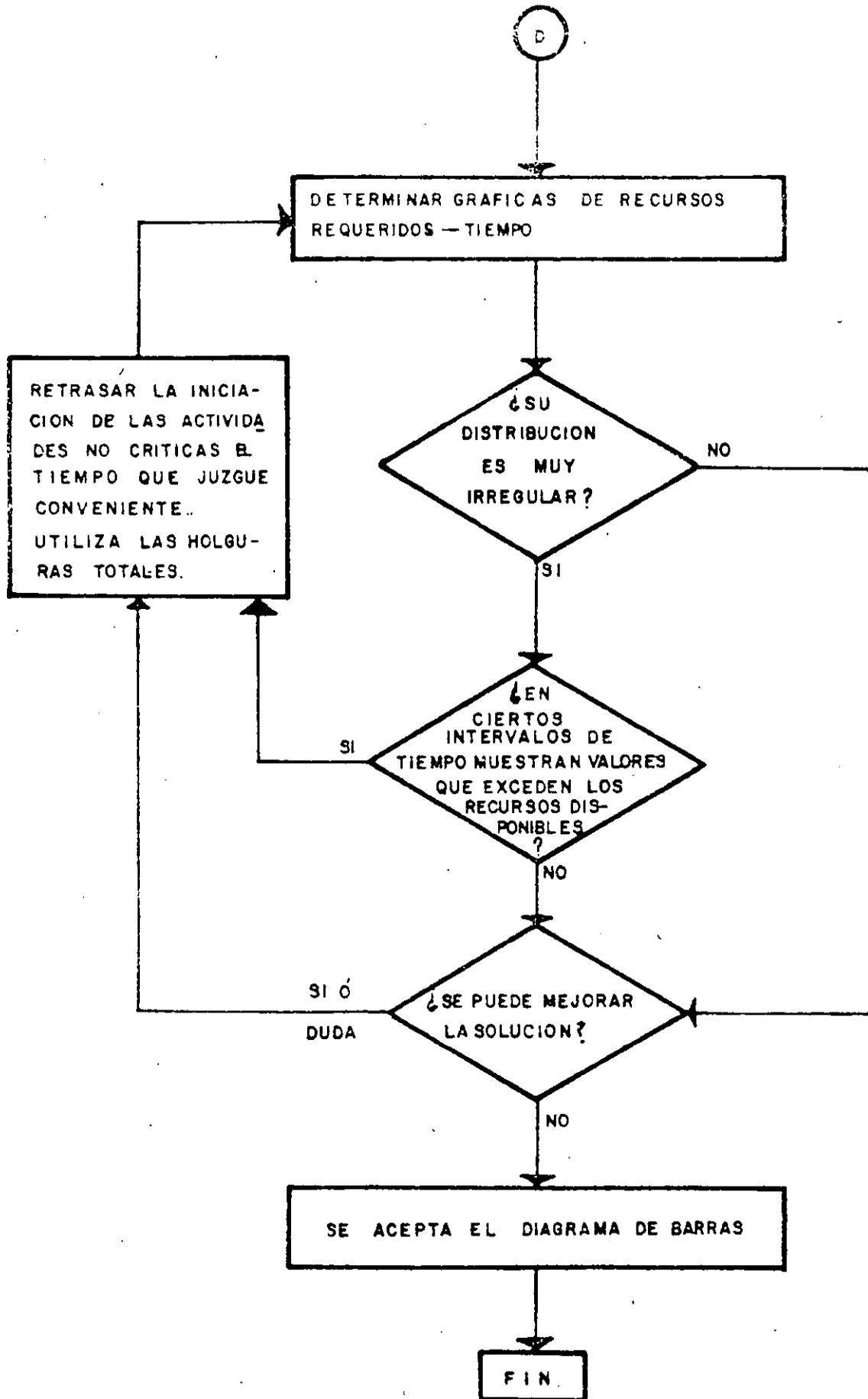
UN PROGRAMA DE OBRA

DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORAR UN PROGRAMA DE OBRA

PROGRAMA DE OBRA







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

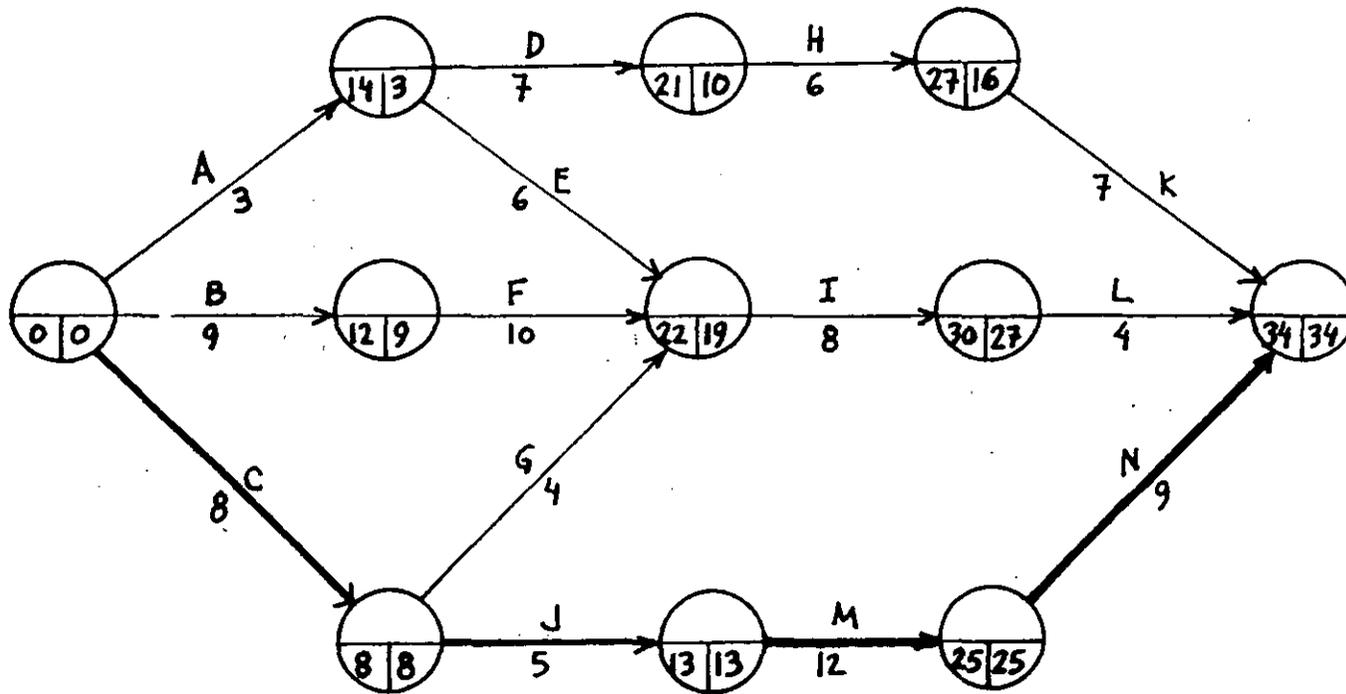
FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

2. CALCULO NUMERICO DE LA RED

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSO: PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EJEMPLO: DIAGRAMA DE FLECHAS  
1993.

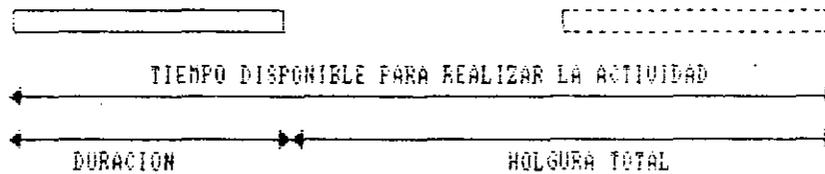




## HOLGURA TOTAL

SE DEFINE COMO HOLGURA TOTAL, EL TIEMPO QUE PUEDE DESPLAZARSE LA TERMINACION DE UNA ACTIVIDAD SIN MODIFICAR LA DURACION DEL PROGRAMA DE OBRA, AUNQUE PARA ELLO, EN OCASIONES, SEA NECESARIO ALTERAR EL TIEMPO DE INICIACION PROXIMO DE LAS ACTIVIDADES CON LAS QUE ESTA LIGADA.

GRAFICAMENTE:



EN FUNCION DE LOS TIEMPOS DE INICIO Y DE TERMINACION:

HOLGURA TOTAL = TERMINACION REMOTA - TERMINACION PROXIMA

$$H_t = T_r - T_p$$

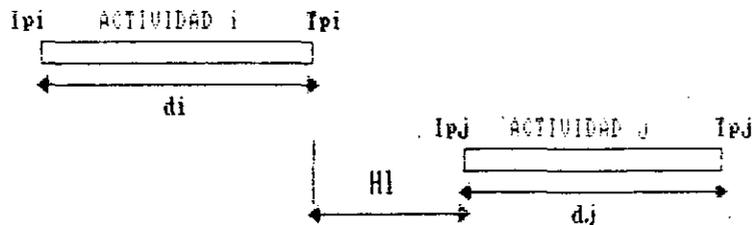
Y COMO  $T_r = I_r + d$  , y  $T_p = I_p + d$ , PODEMOS TAMBIEN ESCRIBIR:

$$H_t = I_r - I_p$$

## HOLGURA LIBRE

SE DEFINE COMO HOLGURA LIBRE, EL TIEMPO QUE PUEDE DESPLAZARSE LA TERMINACION DE UNA ACTIVIDAD SIN MODIFICAR LA INICIACION PROXIMA DE LA ACTIVIDAD O ACTIVIDADES CON LAS QUE ESTA LIGADA.

GRAFICAMENTE:



EN FUNCION DE LOS TIEMPOS DE INICIO Y TERMINACION:

HOLGURA LIBRE = TIEMPO DE INICIACION PROXIMO DE LA ACTIVIDAD SUBSECUENTE - TIEMPO DE TERMINACION PROXIMO DE LA ACTIVIDAD PRECEDENTE

$$H_l = I_{pj} - T_{pi}$$

TANTO LA HOLGURA TOTAL COMO LA HOLGURA LIBRE, SE UTILIZAN PARA LLEVAR A CABO EL BALANCE DE LOS RECURSOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCION DE LA OBRA.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSO: PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EJEMPLO, FLUJO DE CAJA  
1993

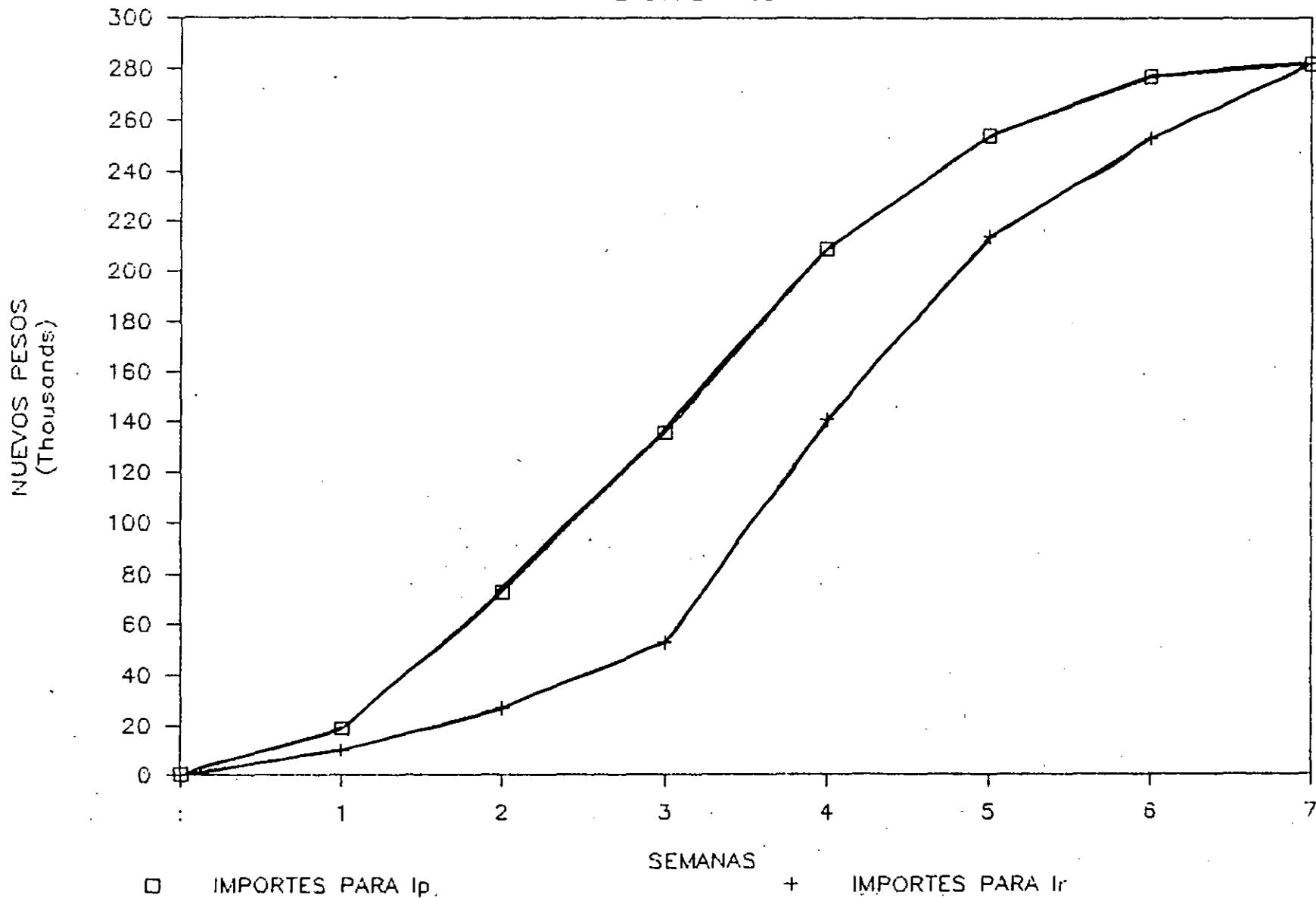
ACT	d	Ip	Ir	Tp	Tr	Ht	Hl	COSTO Ns	SEMANAS									
									1	2	3	4	5	6	7			
A	3	0	11	3	14	11	0	\$5,000	\$5,000									
B	9	0	3	9	12	3	0	\$10,000	\$4,000	\$6,000								
C	8	0	0	8	8	0	0	\$20,000	\$10,000	\$10,000								
D	7	3	14	10	21	11	0	\$15,000		\$15,000								
E	6	3	16	9	22	13	10	\$20,000		\$20,000								
F	10	9	12	19	22	3	3	\$30,000			\$20,000	\$10,000						
G	4	8	18	12	22	10	7	\$10,000		\$2,000	\$8,000							
H	6	10	21	16	27	11	0	\$18,000			\$16,000	\$2,000						
I	8	19	22	27	30	3	0	\$26,000			\$2,000	\$20,000	\$4,000					
J	5	8	8	13	13	0	0	\$8,000		\$1,000	\$7,000							
K	7	16	27	23	34	11	11	\$32,000				\$16,000	\$16,000					
L	4	27	30	31	34	3	3	\$8,000							\$8,000			
M	12	13	13	25	25	0	0	\$60,000			\$10,000	\$25,000	\$25,000					
N	9	25	25	34	34	0	0	\$20,000							\$15,000	\$5,000		
SUMA									\$282,000	\$19,000	\$54,000	\$63,000	\$73,000	\$45,000	\$23,000	\$5,000		
ACUMULADO										\$19,000	\$73,000	\$136,000	\$209,000	\$254,000	\$277,000	\$282,000		

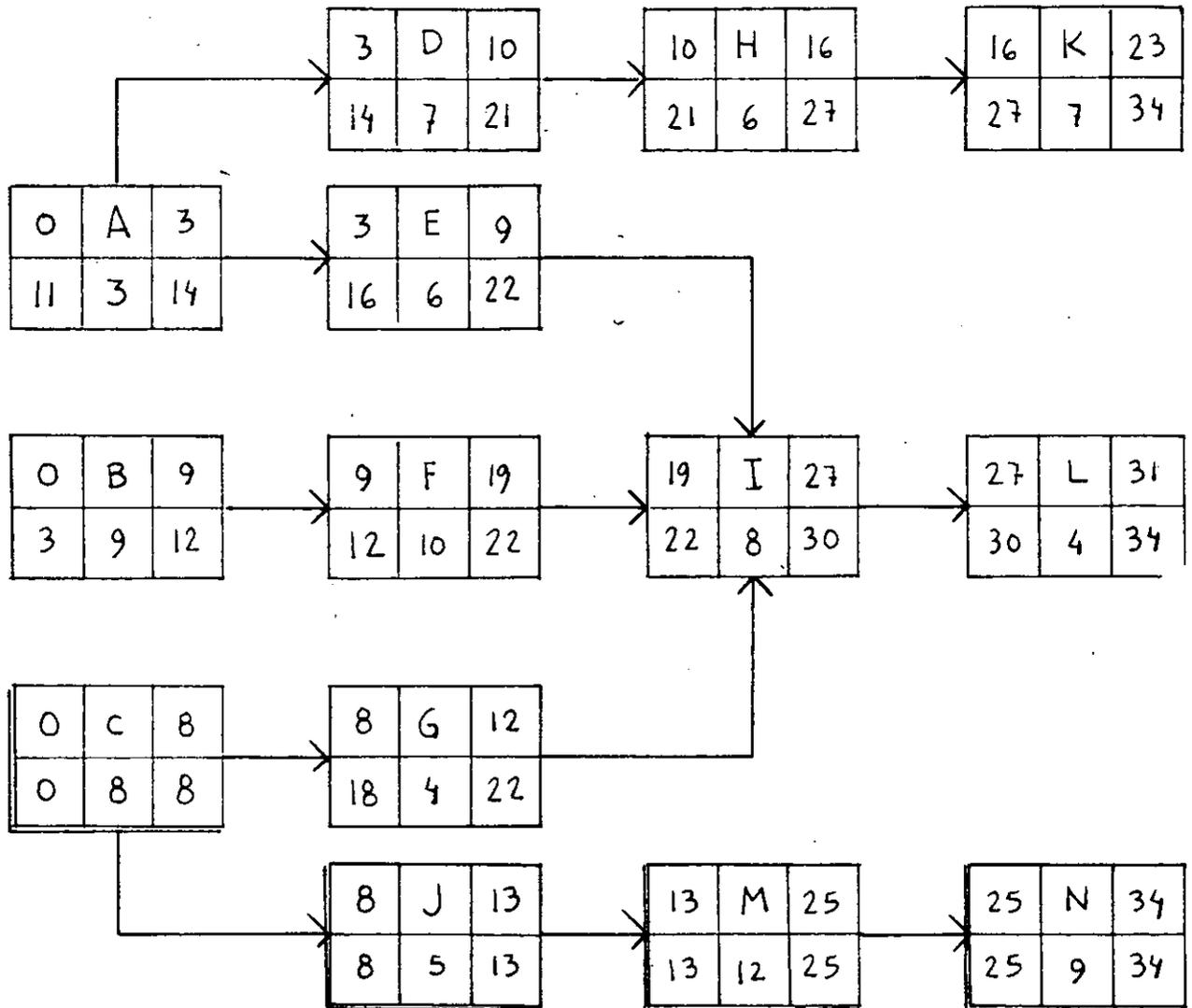
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSO: PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EJEMPLO, FLUJO DE CAJA  
1993

ACT	d	Ip	Ir	Tp	Tr	Ht	Hl	COSTO Nº	SEMANAS									
									1	2	3	4	5	6	7			
A	3	0	11	3	14	11	0	\$5,000				\$5,000						
B	9	0	3	9	12	3	0	\$10,000		\$6,000	\$4,000							
C	8	0	0	8	8	0	0	\$20,000	\$10,000	\$10,000								
D	7	3	14	10	21	11	0	\$15,000				\$15,000						
E	6	3	16	9	22	13	10	\$20,000				\$20,000						
F	10	9	12	19	22	3	3	\$30,000				\$20,000	\$10,000					
G	4	8	18	12	22	10	7	\$10,000				\$8,000	\$2,000					
H	6	10	21	16	27	11	0	\$18,000					\$16,000	\$2,000				
I	8	19	22	27	30	3	0	\$26,000					\$20,000	\$6,000				
J	5	8	8	13	13	0	0	\$8,000		\$1,000	\$7,000							
K	7	16	27	23	34	11	11	\$32,000						\$16,000	\$16,000			
L	4	27	30	31	34	3	3	\$8,000							\$8,000			
M	12	13	13	25	25	0	0	\$60,000			\$10,000	\$25,000	\$25,000					
N	9	25	25	34	34	0	0	\$20,000						\$15,000	\$5,000			
SUMA									\$282,000	\$10,000	\$17,000	\$26,000	\$88,000	\$73,000	\$39,000	\$29,000		
ACUMULADO										\$10,000	\$27,000	\$53,000	\$141,000	\$214,000	\$253,000	\$282,000		

# FLUJO DE EROGACIONES

EJEMPLO 1993





SISTEMA DE REPRESENTACION POR NODOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

3. BALANCE DE RECURSOS

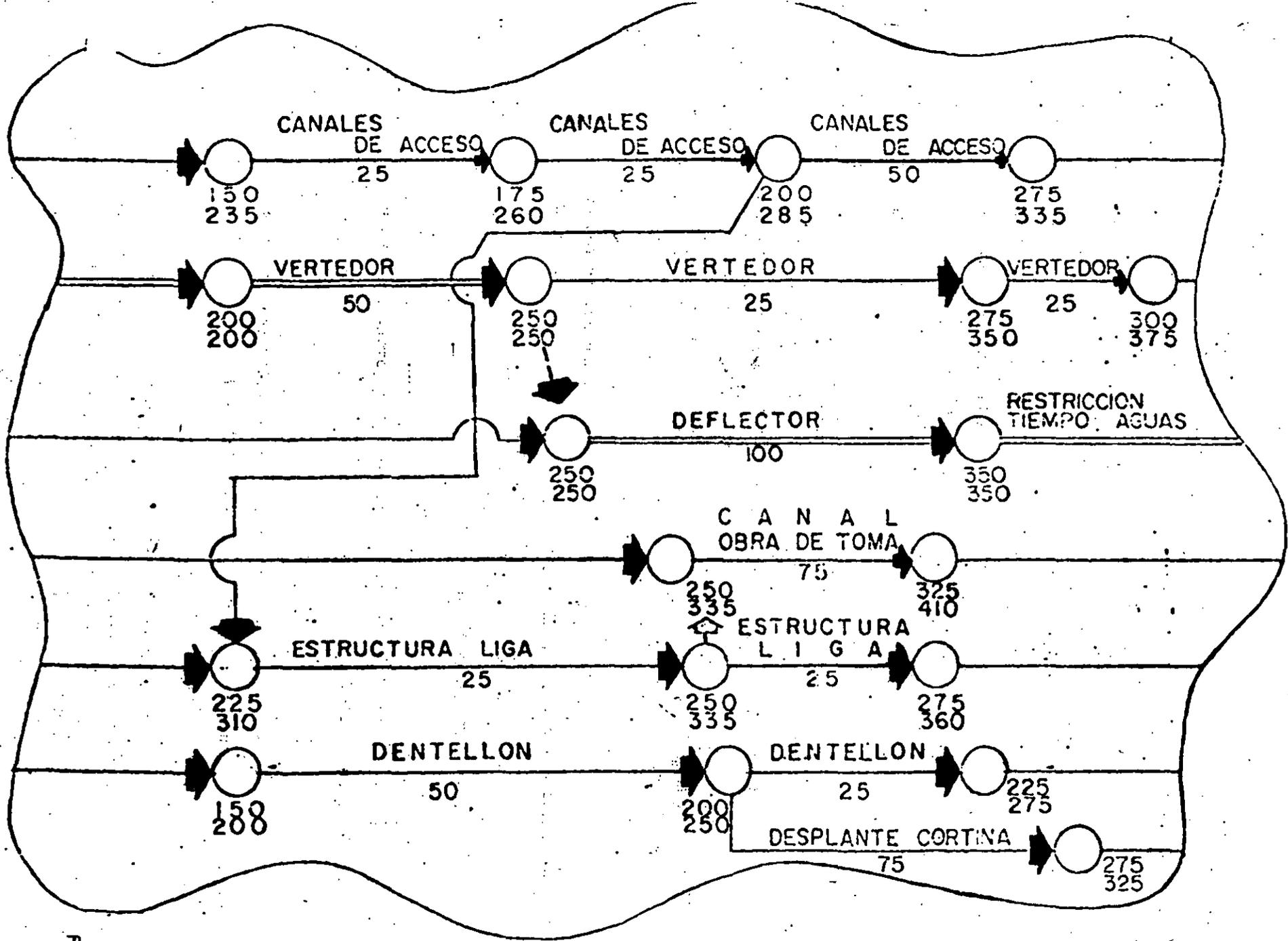


FIG. 2



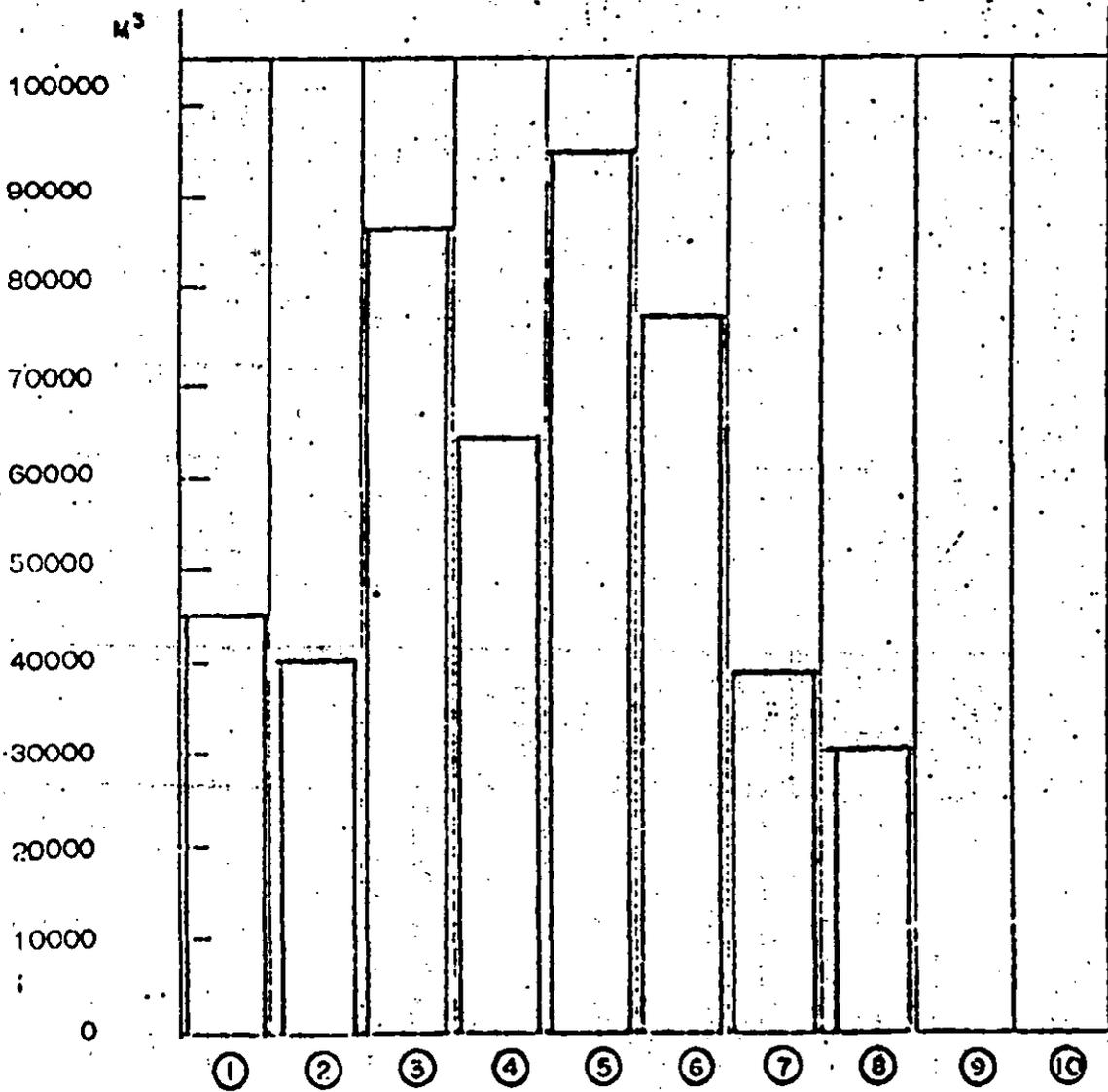


Fig. # 4

C O N C E P T O		150 1	175 2	200 3	225 4	250 5	275 6	300 7	325 8	350 9	375 10	400 11
CANALES DE ACCESO	20000		2500									
CANALES DE ACCESO	15000			7500	7500							
CANALES DE ACCESO	12000					6000	6000					
VERTEDOR	70000			10000	30000							
VERTEDOR	30000								30000			
VERTEDOR	39000									39000		
DEFLECTOR	120000					30000	30000	30000	30000			
CANAL OBRA TOMA	24000						8000	8000	4000	4000		
ESTRUCTURA LIGA	2000					2000						
ESTRUCTURA LIGA	2000						1000	1000				
DENTELLON	50000	25000	25000									
DENTELLON	10000			10000								
DESPLANTE CORTINA	80000					30000	25000	25000				
	SUMA PARCIAL	25000	45000	47500	47500	68000	70000	64000	64000	43000		
	SUMA ACUMULADA	25000	70000	117500	233000	303000	367000	431000	474000			

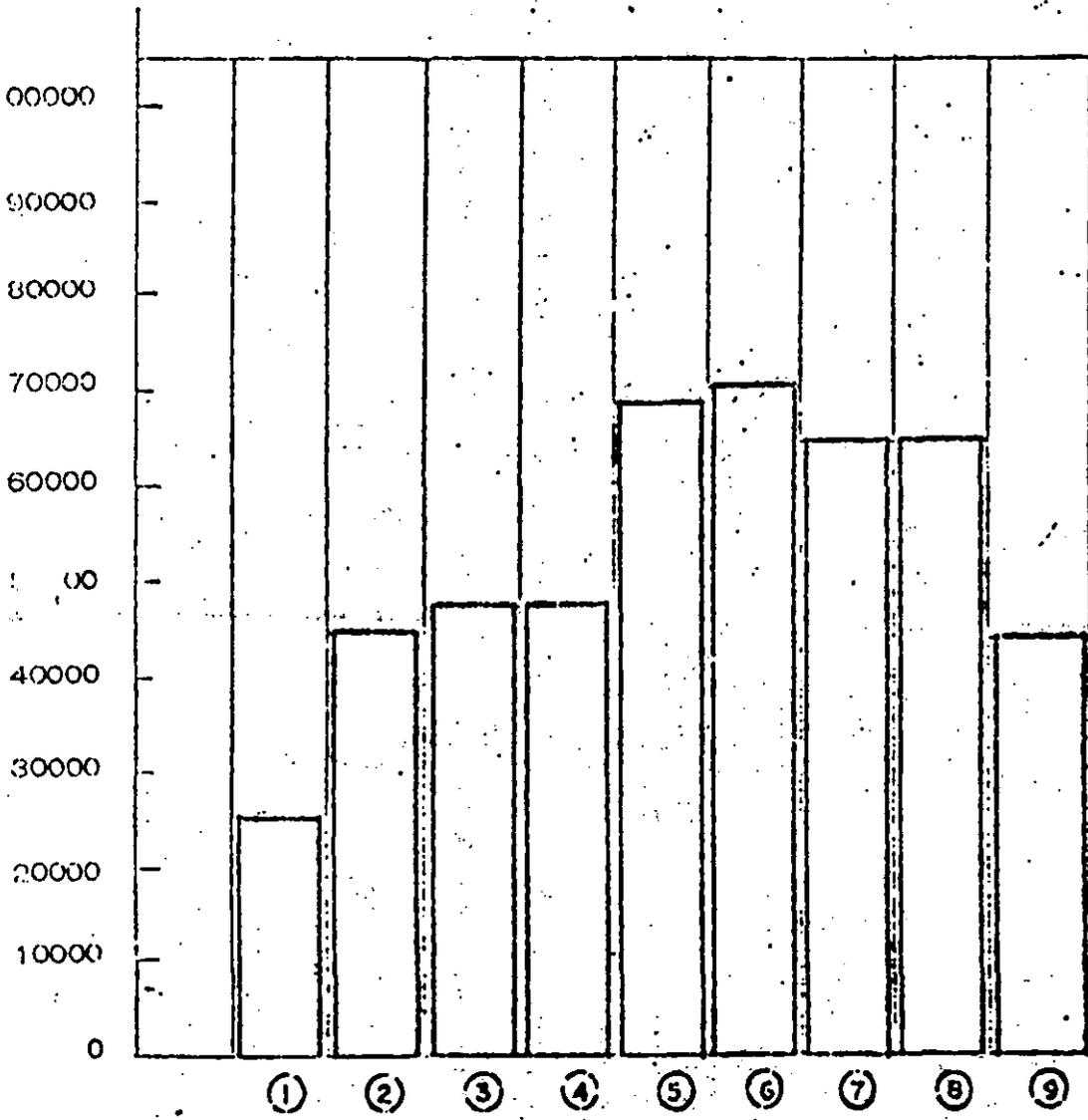


Fig. # 6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

4. CONTROL DE AVANCES

## VERIFICACION DE LOS RECURSOS ASIGNADOS

SE TIENE:

$$\text{TIEMPO DE EJECUCION} = \frac{\text{CANTIDAD DE OBRA}}{\text{PRODUCCION}} ; y$$

$$\text{PRODUCCION} = \text{RENDIMIENTO UNITARIO} \times \text{No. DE RECURSOS}$$

### EJEMPLO:

CONSIDERANDO LA ACTIVIDAD "F" (CONSTRUCCION DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 14 cm DE ESPESOR):

### DATOS:

TIEMPO DE EJECUCION = 10 DIAS (DEL PROGRAMA DE BARRAS)

CANTIDAD DE OBRA = 600 m<sup>2</sup> (DEL CATALOGO DE CONCEPTOS)

RENDIMIENTO UNITARIO = 8 m<sup>2</sup>/DIA (DEL ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO)

POR TANTO, SUSTITUYENDO VALORES:

$$10 \text{ DIAS} = \frac{600 \text{ m}^2}{\text{PRODUCCION}} ; \text{PRODUCCION} = \frac{600 \text{ m}^2}{10 \text{ DIAS}} = 60 \text{ m}^2/\text{DIA}$$

$$60 \text{ m}^2/\text{DIA} = 8 \text{ m}^2/\text{DIA} \times \text{No. DE CUADRILLAS, POR LO QUE:}$$

$$\text{No. DE CUADRILLAS} = 60 / 8 = 7.5 = 8 \text{ CUADRILLAS}$$

ENTONCES, EL CONSTRUCTOR DEBERA TENER 8 CUADRILLAS EN OBRA PARA PODER TERMINAR LA ACTIVIDAD "F" EN EL TIEMPO PROGRAMADO.





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

**CURSOS ABIERTOS.**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**TEMA: LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS  
( ANEXO )**

# MARCO NORMATIVO Y JURIDICO DE LAS LEYES

## I. CONSTITUCION POLITICA (ARTS. 26 Y 134)

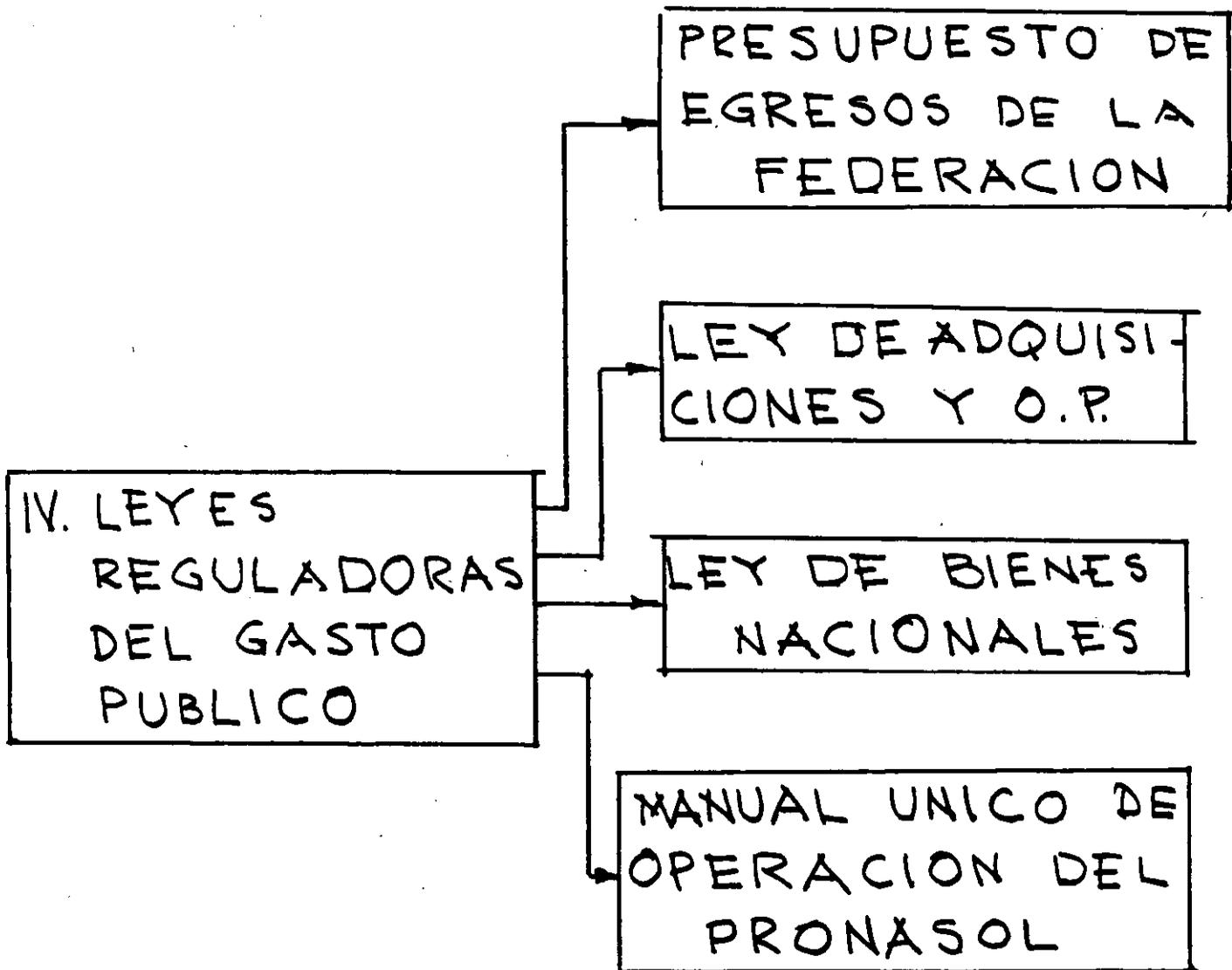
- II - Leyes Obligatorias
- III - Tratados Internacionales
- IV - Leyes Reguladoras del Gasto Público
- V - Leyes de Control del Gasto Público
- VI - Sanciones Penales y Civiles
- VII - Sujetos de las Leyes
- VIII - Sujetos vinculados con la Ley.
- IX - Dependencias Globalizadoras.

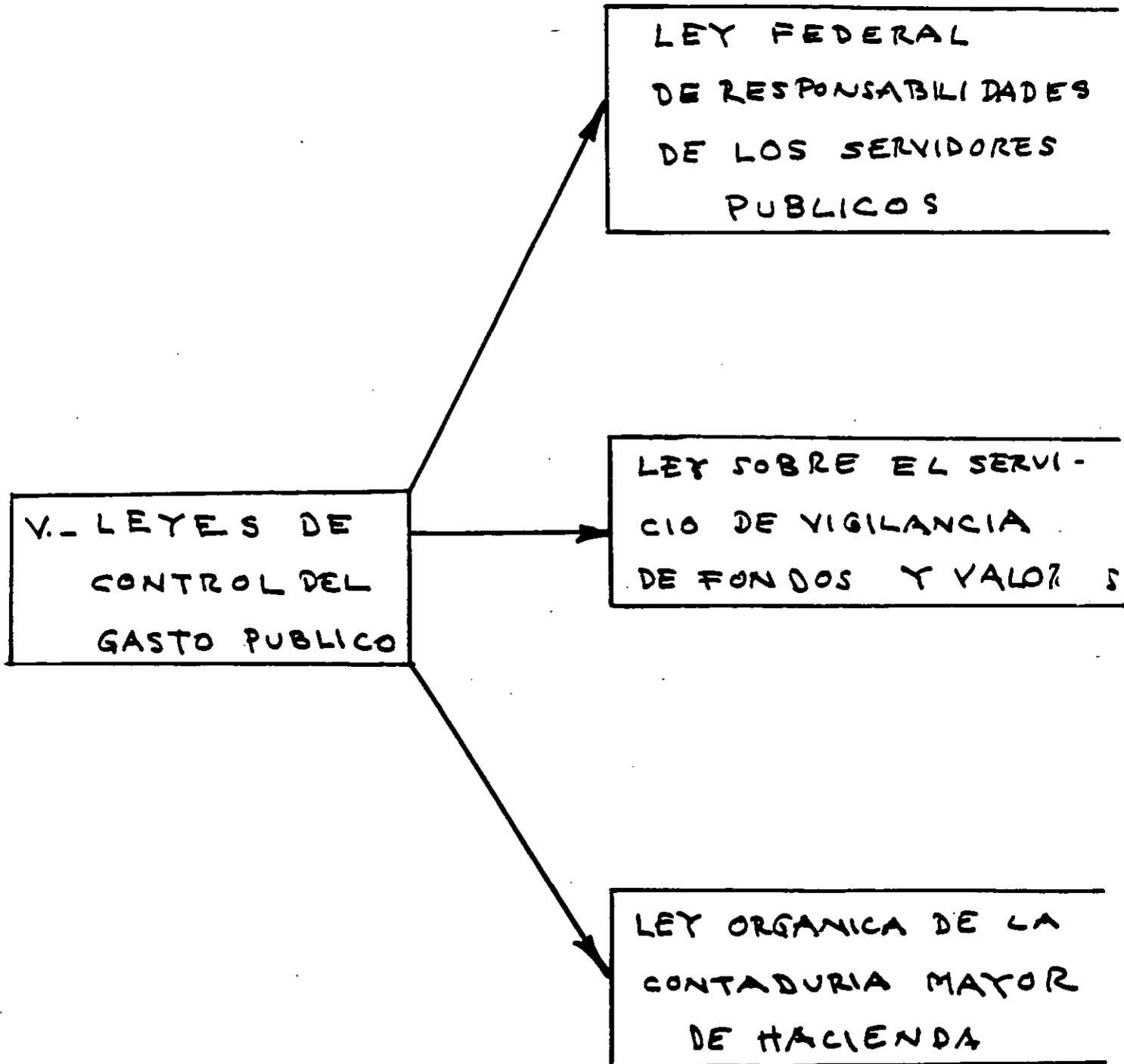
**II  
LEYES  
OBLIGATORIAS**

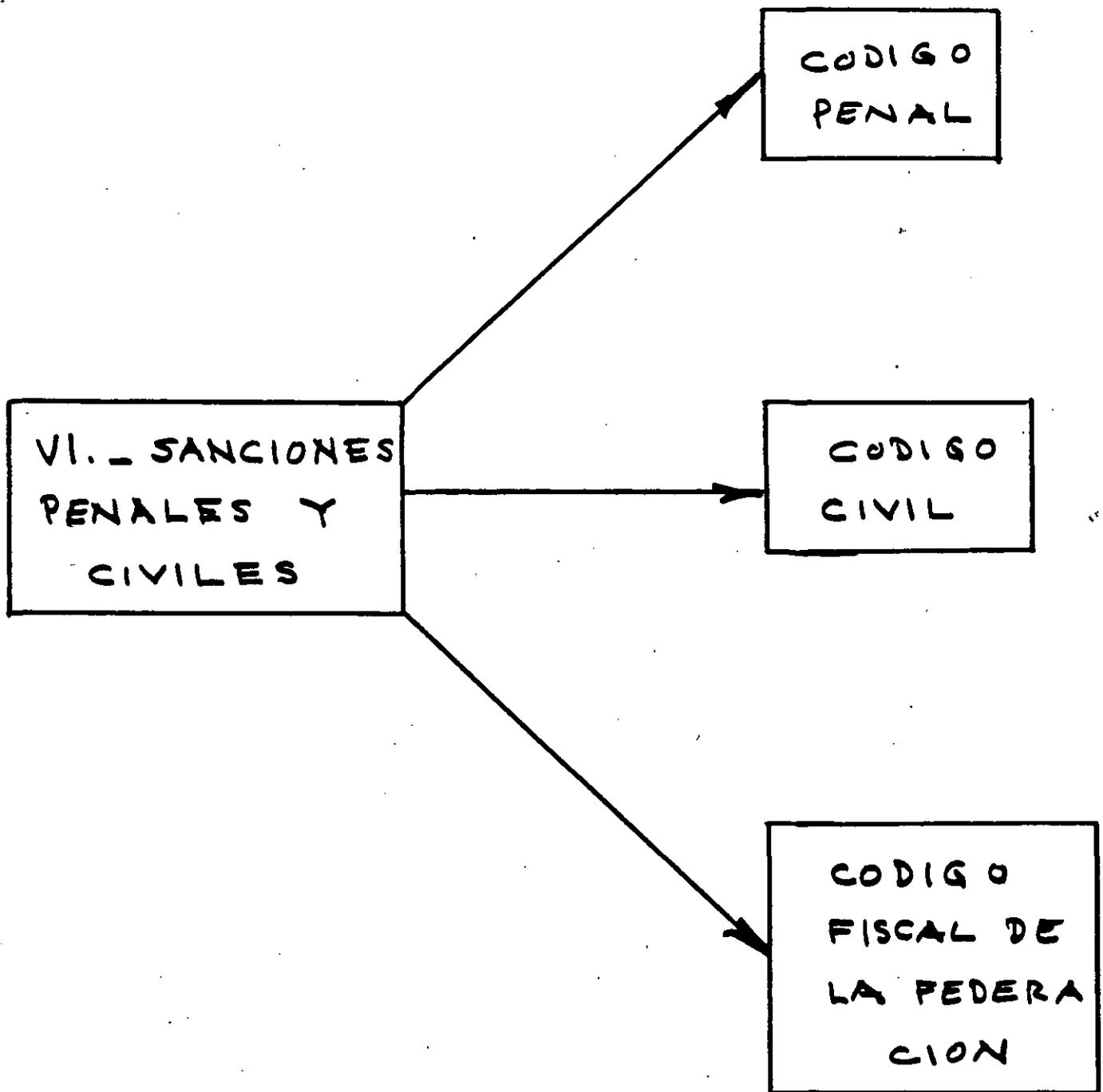
**LEY DE PLANEACION  
ARTS. 21, 32 Y 33**

**LEY DE PRESUPUESTO  
CONTABILIDAD Y GASTO  
PUBLICO FEDERAL  
ART. 44  
REGLAMENTO  
ARTS. 70 Y 71**

**LEY ORGANICA DE  
LA ADMINISTRACION  
PUBLICA  
ARTS. 31 Y 32 BIS.**

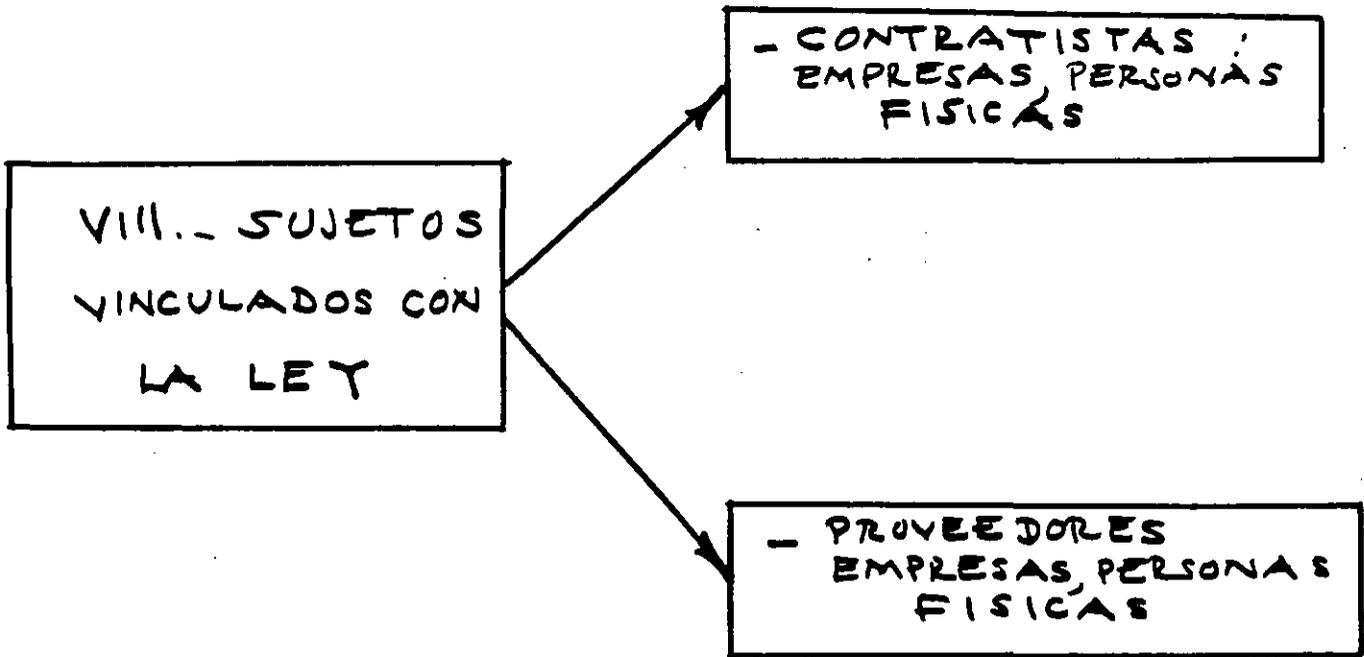






## VII. SUJETOS DE LAS LEYES

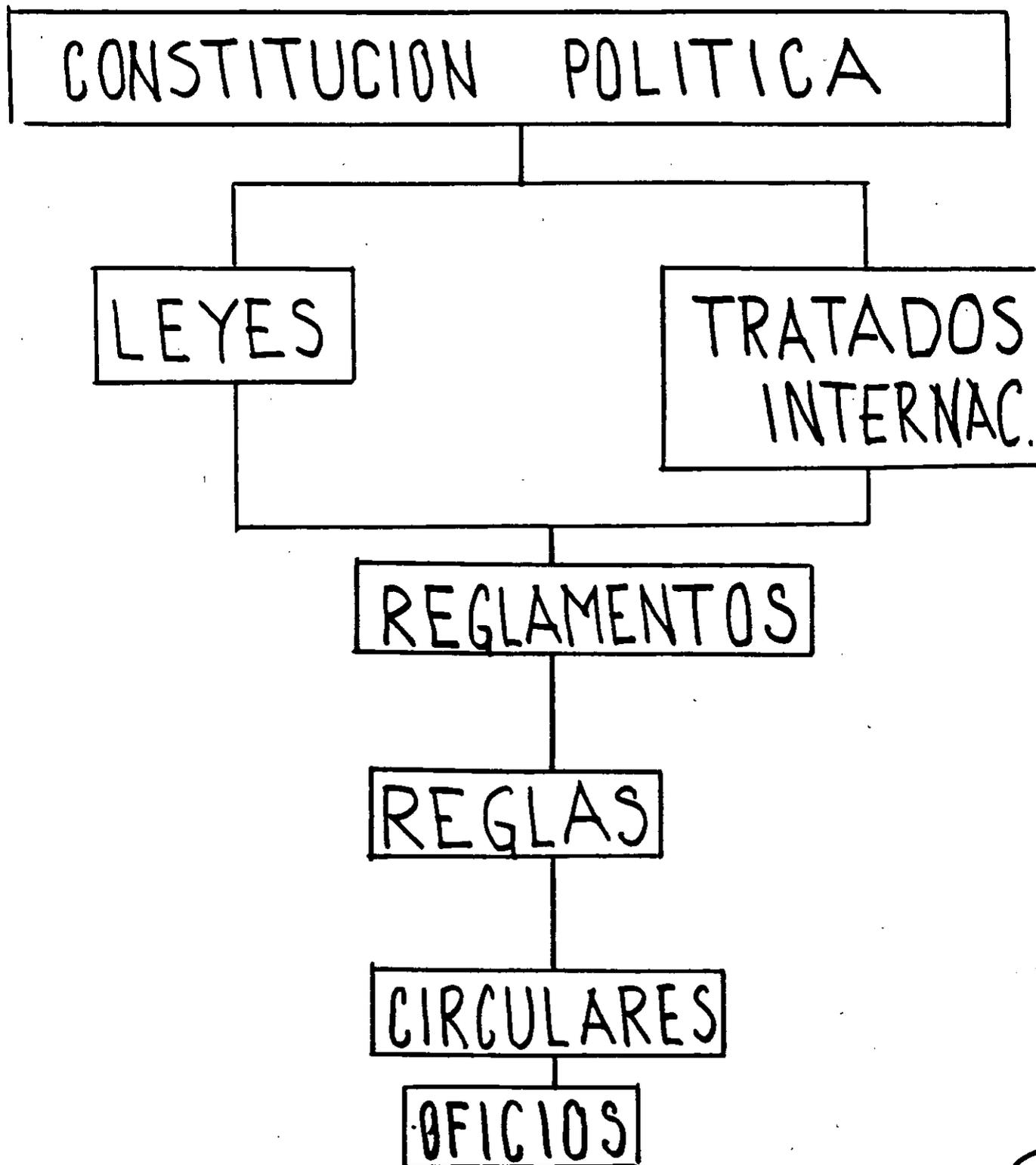
- UNIDADES DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
- SECRETARIAS DE ESTADO
- PROCURADURIAS (GRAL. REP. Y DDF)
- DEPARTAMENTO DEL DDF
- ENTIDADES :
  - ORGANISMOS DESCONCENTRADO
  - EMPRESAS DE PARTICIPAC. ESTAT
  - FIDEICOMISOS



■ IX. - DEPENDENCIAS GLOBALIZADORAS

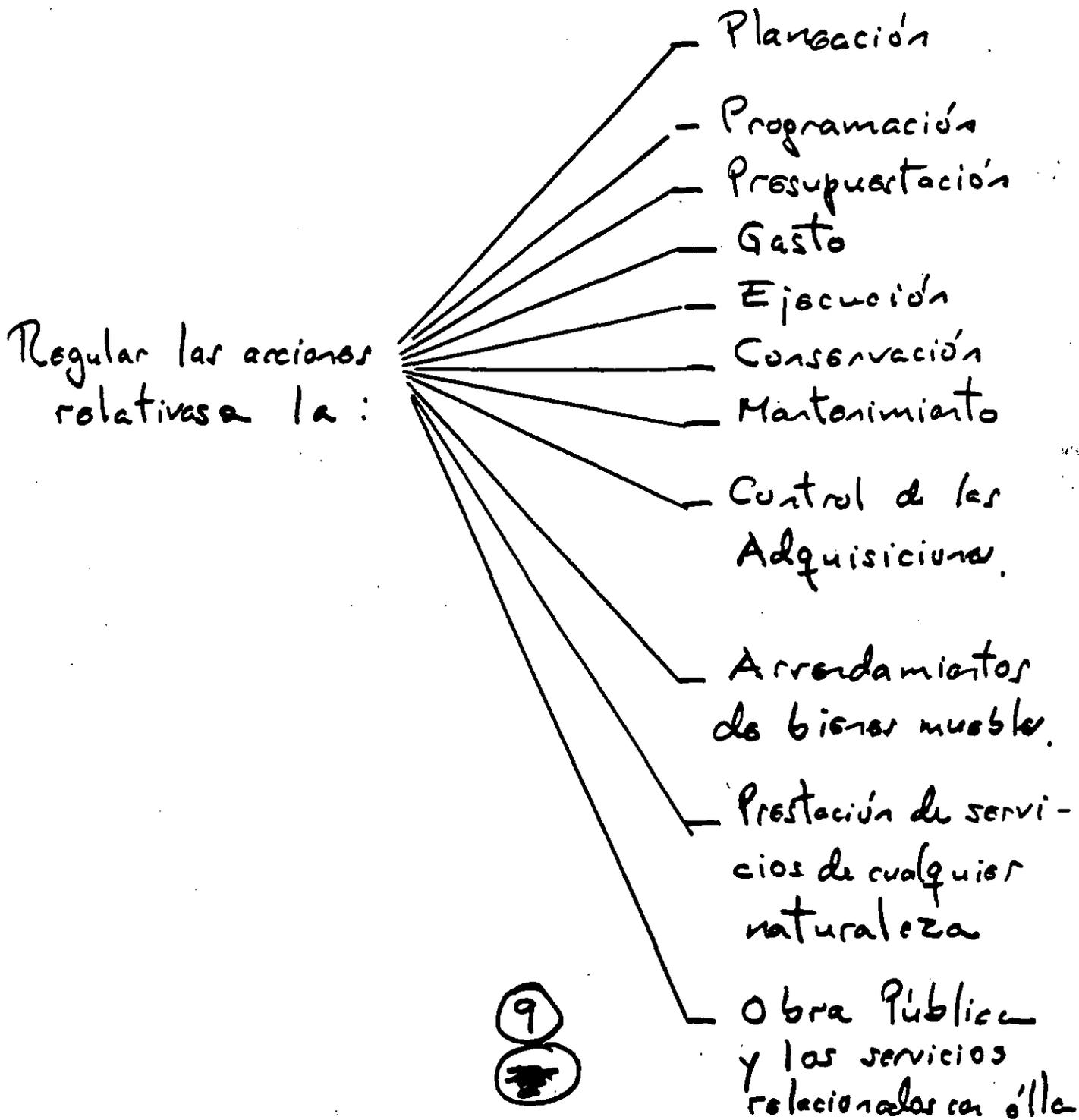
- SHYCP (NORMATIVIDAD Y MINISTRACION DE FONDOS)
- SECOGEF (EVALUACION Y CONTROL)
- SEDESOL (Vo. Bo. ECOLOGICO)
- JECOFI (Vo. Bo. COMPRAS EXT.)

# JERARQUIA DE LAS LEYES



# LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS. - 1994

## OBJETIVO



## Objetivo .- (continúa)

Regular los servicios relacionados con la obra pública que contratan:

- 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.

LEY DE ADQUI-  
SIONES Y OBRAS  
PUBLICAS

OPTIMIZACION DE  
LA CALIDAD.

RENDIMIENTO DE  
LAS INYERSIONES  
RELATIVAS

OPORTUNA  
EJECUCION

# CRONOLOGIA

1966

- \* - La Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas entró en vigor el 4 de enero

1967

- Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas - 30 de enero

1970

- Bases y Normas Generales para la Construcción de Obra Pública. - 28 de enero

1974

- Bases y Normas Generales para la Construcción y Ejecución de Obra Pública. - 3 de septiembre

1980

- Se abroga la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas. - 31 de diciembre.

1981

- \* - Entra en vigor la Ley de Obras Públicas (1 de enero)

1982

- Reglas Generales para la Construcción y Ejecución de Obra Pública - 18 de octubre.

1983

- ~~Reglamento de la Ley de Obras Públicas - 8 de julio~~
- Reglas Generales para la Construcción y Ejecución de Obra Pública - 6 de julio
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas - 8 de julio

1984

- \* - Entran en vigor las adiciones y reformas de la Ley de Obras Públicas el 1 de enero

1985

- \* - Se vuelve a adicionar y a reformar la Ley de Obras Públicas a partir del 1 de enero
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas - 13 de febrero.

1988

- \* - Ley de Obras Públicas - 8 de enero

1990

- Reglamento de la Ley de Obras Públicas - 9 enero

1991

- \* Ley de Obras Públicas - 18 de julio

1994

- \* Ley de Adquisiciones y Obras Públicas - 1 de enero (13)

LEY DE ADQUISICIONES  
ARRENDAMIENTOS Y  
PRESTACIONES DE  
SERVICIOS  
8 DE FEBRERO 1985

LEY DE OBRA  
PUBLICA  
18 DE JULIO  
1991

LEY DE ADQUISICIONES  
Y OBRAS PUBLICAS  
1 de enero 1994

REGLAMENTO  
DE LA LEY 00  
9 DE ENERO 1.10

# DEFINICION DE OBRA PUBLICA

Art. 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 ... ~~con~~ concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública.
- III. - Los proyectos integrales, desde el diseño hasta la terminación total de la obra.
- IV. - Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo . . . .
- V. - Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas en la explotación de recursos.
- VI. - Los trabajos de infraestructura agropecuaria
- VII. - Todos aquéllos de naturaleza análoga

# LEY DE ADQUISICIONES Y O.P. - CONTENIDO 1994

TITULO	ENUNCIADO	CAP.	C O N T E N I D O	ART.
1º	Disposiciones Grls.	Unico		1-16
2º	De la Planeación, Programación y Presupuest.	Unico	Requisitos para la Planeación de Adquisiciones, Arrendamientos, Servicios y Obra Pública	17-27
3º	De los Procedimientos y los Contratos	I	Generalidades	28-44
		II	De los Procedimientos y Contratos de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios	45-55
		III	De los Procedimientos y Contratos de Obra Pública	56-79
		IV	De las Excepciones a la Licitación Pública	80-83

LEY DE ADQUISICIONES Y O.P. - CONTENIDO. (CONTINUA)  
1994

TITULO	ENUNCIADO	CAP.	C O N T E N I D O	ART.
4°	De la información y Verificación	Único		84-86
5°	De las infracciones y Sanciones	Único		87-94
6°	De las Inconformidades y el Recurso Transitorios	I II	De las inconformidades Del recurso de revocación	95-98 99- 1°-4°

# SINTEISIS DE LA LEY DE ADQ. Y O.P.

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	CONTENIDO
Primero	Unico	4 ✓	Definición de Obra Pública
		5	... lo dispuesto en los Tratados
		9	Facultades de la SECOFI
Segundo	Unico	20	Efectos Ambientales
		23	Publicación de Programas Anuales
		24	Comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios.
Tercero	I	28	Licitaciones de adquisiciones, arrendamiento y obra pública.
		29	Requisitos previos a las adquisiciones, arrendamientos y obras públicas.
		30	Obligatoriedad de licitar públicamente.
		31	Requisitos para licitaciones de adquisiciones, arrendamientos y O.P.
		32	Las convocatorias, que podrán referirse a uno o más bienes....
		33	Las bases que emitirán las dependencias para las licitaciones públicas...

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	C O N T E N I D O
Tercero	I	34	Derecho a presentar proposición.
		35	Se podrán modificar los plazos u otros aspectos de la convocatoria o en las bases de la licitación.
		36	Propuesta técnica y propuesta económica en las licitaciones públicas . . . . .
		37	Se hará del conocimiento general la identidad del participante ganador.
		38	Garantías en las licitaciones o en los contratos
		39	Las garantías serán en favor de . . .
		40	Rescisión de contratos
		41	Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato con .
		42	El Presidente de la República podrá autorizar la contratación directa . . . . .

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	C O N T E N I D O
Tercero	III	56	Formas de realización de obra pública
		57	Para los efectos de esta Ley, los contratos de obra pública podrán ser de dos tipos . . . .
		58	Acto de presentación y apertura de proposiciones en dos etapas..
		59	Evaluación de las proposiciones
		60	Concursos desiertos
		61	Los contratos de obra pública contendrán como mínimo . . . .
		62	Plazo para formalizar la adjudicación del contrato . . .
		63	Anticipos
		64	Residencia de supervisión.
		65	Plazo para presentar y pagar estimaciones.
		<del>66</del> 67	Aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados. - -

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	C O N T E N I D O
Tercero	<u>III</u>	68	El procedimiento de ajuste de costos . . . . .
		69	Incumplimiento en los papeles de estimaciones y de ajustes de costos
		70	Modificación de los contratos mediante convenios
		71	Suspensión temporal de la obra
		72	En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada deberá observarse lo siguiente: . . .
		73	Aviso de suspensión, rescisión o terminación anticipada . . . . .
		74	Aviso de terminación de obra . . .
		75	Responsabilidad de vicios ocultos
		76	El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos
		77	Realización de obras por administración directa

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	C O N T E N I D O
Tercero	IV	78	No podrán celebrarse contratos por administración.
		80	Concursos por invitación restringida.
		81	Requisitos para celebrar contratos por invitación restringida.
		82	Invitación a tres contratistas o por adjudicación directa, requisitos.
		83	Procedimientos de invitación a concursos a tres contratistas.
Cuarto	Unico	85	Facultades de la Secretaría, la Contraloría y la Coordinadora de Sector
Quinto	Unico	87	Montos de las multas.
		88	No podrán presentar propuestas ni celebrar contratos...
		89	La Contraloría podrá proponer sanciones a proveedores y contratistas.

TITULO	CAPITULO	ARTICULO	C O N T E N I D O
Sexto	I	90	Criterios para la aplicación de multas
		91	No se impondrán sanciones o multas . . . .
		92	Procedimiento para la aplicación de las sanciones o multas
		93	Los servidores públicos deberán denunciar las infracciones
		95	Inconformidades por infracciones a la Ley
		96	Investigaciones de las inconformidades.
		97	Resolución de inconformidades
		98	Protasta de decir verdad en inconformidades
		II	99

# DEFINICION DE OBRA PUBLICA

ART 4to. PARA LOS EFECTOS DE ESTA LEY  
SE CONSIDERA OBRA PUBLICA

- I. LA CONSTRUCCION, INSTALACION, CONSERVACION MANTENIMIENTO, REPARACION Y DEMOLICION DE BIENES INMUEBLES
- II. LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA ...CONCEBER, DISEÑAR, PROYECTAR Y EJECUTAR LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN PROYECTO DE OBRA PUBLICA
- III. LOS PROYECTOS INTEGRALES, DESDE EL DISEÑO HASTA LA TERMINACION TOTAL DE LA OBRA
- IV. LOS TRABAJOS DE EXPLORACION, LOCALIZACION, Y PERFORACION DISTINTOS A LOS DE EXTRACCION DE PETROLEO
- V. INSTALACION DE ISLAS ARTIFICIALES Y PLATAFORMAS UTILIZADAS EN LA EXPLOTACION DE RECURSOS
- VI. LOS TRABAJOS DE INFRAESTRUCTURA AGRICOLA
- VII. TODOS AQUELLOS DE NATURALEZA ANALOGA

## LICITACIONES DE OBRA PUBLICA

- A. POR LICITACION PUBLICA
- B. POR INVITACION A CUANDO MENOS TRES PROVEEDORES
- C. POR ADJUDICACION DIRECTA

LAS LICITACIONES DE OBRAS PUBLICAS PODRAN SER NACIONALES O INTERNACIONALES

### LAS CONVOCATORIAS

LAS CONVOCATORIAS PODRAN REFERIRSE A UNA O MAS OBRAS, PUBLICANDOSE EN LA SECCION ESPECIALIZADA DEL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EN UN DIARIO DE CIRCULACION NACIONAL Y EN UN DIARIO DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DONDE SE VAYA A EJECUTAR LA OBRA.

LAS CONVOCATORIAS CONTENDRAN:

1. EL NOMBRE DE LA DEPENDENCIA CONVOCANTE
2. LA INDICACION DE LOS LUGARES, FECHAS Y HORARIOS EN QUE LOS INTERESADOS PODRAN OBTENER LAS BASES Y ESPECIFICACIONES DE LA LICITACION Y EN SU CASO EL COSTO Y FORMA DE PAGO DE LAS MISMAS. CUANDO EL DOCUMENTO QUE TENGA LAS BASES IMPLIQUE UN COSTO, ESTE SERA FIJADO SOLO EN RAZON DE LA RECUPERACION DE LAS EROGACIONES POR PUBLICACION DE LA CONVOCATORIA Y DE LOS DOCUMENTOS QUE SE ENTREGUEN; LOS INTERESADOS PODRAN REVISAR TALES DOCUMENTOS PREVIAMENTE AL PAGO DE DICHO COSTO, EL CUAL SERA REQUISITO PARA PARTICIPAR EN LA LICITACION.
3. LA FECHA, HORA Y LUGAR DE CELEBRACION DEL ACTO DE PRESENTACION Y APERTURA DE PROPUESTAS.
4. LA INDICACION SI LA LICITACION ES NACIONAL O INTERNACIONAL; SI SE REALIZARA BAJO LA COBERTURA DE ALGUN TRATADO, Y EL IDIOMA O IDIOMAS EN QUE PODRAN PRESENTARSE LAS PROPOSICIONES.
5. LA DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA Y EL LUGAR EN DONDE SE LLEVARAN A CABO LOS TRABAJOS, ASI COMO EN SU CASO, LA INDICACION EN QUE PODRAN SUBCONTRATARSE PARTE DE LAS OBRAS.
6. FECHA ESTIMADA DE INICIO Y TERMINACION DE LOS TRABAJOS.
7. LA EXPERIENCIA O CAPACIDAD TECNICA Y FINANCIERA QUE SE REQUIERA PARA PARTICIPAR EN LA LICITACION, DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DE LA OBRA Y DEMAS REQUISITOS GENERALES QUE DEBERAN CUMPLIR LOS INTERESADOS.
8. LA INFORMACION SOBRE LOS PORCENTAJES A OTORGAR POR CONCEPTO DE ANTICIPOS
9. LOS CRITERIOS GENERALES CONFORME A LOS CUALES SE ADJUDICARA EL CONTRATO.

### BASES PARA LA LICITACION

**LAS BASES QUE EMITAN LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PARA LAS LICITACIONES PUBLICAS SE PONDRAN A DISPOSICION DE LOS INTERESADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PUBLICACION DE LA CONVOCATORIA Y HASTA SIETE DIAS NATURALES ANTES DEL ACTO DE PRESENTACION Y APERTURA DE PROPOSICIONES Y CONTENDRAN COMO MINIMO LO PRESENTE:**

- 1. NOMBRE DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONVOCANTE**
  - 2. PODERES QUE DEBERAN ACREDITARSE**
  - 3. FECHA, HORA Y LUGAR DE LA JUNTA DE ACLARACIONES**
  - 4. FECHA HORA Y LUGAR PARA LA PRESENTACION Y APERTURA DE PROPOSICIONES,**
  - 5. GARANTIAS QUE SE DEBEN PRESENTAR**
  - 6. FECHA DE COMUNICACION DEL FALLO**
  - 7. EL SEÑALAMIENTO QUE SERA CAUSA DE DESCALIFICACION EL INCUMPLIMIENTO DE ALGUNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LA BASE DE LA LICITACION**
  - 8. EL IDIOMA O IDIOMAS EN QUE PODRAN PRESENTARSE LAS LICITACIONES**
  - 9. LA INDICACION DE QUE NINGUN DE LAS CONDICIONES CONTENIDAS EN LAS BASES DE LA LICITACION ASI COMO EN LAS PROPOSICIONES PRESENTADAS PODRAN SER NEGOCIADAS**
  - 10. CRITERIOS CLAROS Y DETALLADOS PARA LA ADJUDICACION DE LOS CONTRATOS Y LA INDICACION DE QUE EN LA EVALUACION DE LAS PROPOSICIONES EN NINGUN CASO PODRAN UTILIZARSE MECANISMOS DE PUNTOS Y PORCENTAJES**
  - 11. PROYECTOS ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA QUE SE REQUIERAN PARA PREPARAR LA PROPOSICION**
  - 12. NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION APLICABLES.**
  - 13. CATALOGO DE CONCEPTOS. CANTIDADES Y UNIDADES DE TRABAJO.**
  - 14. RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO DE LOS CUALES DEBERAN PRESENTAR ANALISIS Y RELACION DE LOS COSTOS BASICOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCION QUE INTERVENGAN EN LOS ANALISIS ANTERIORES.**
  - 15. RELACION DE MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE QUE EN SU CASO PROPORCIONE LA CONVOCANTE.**
  - 16. ORIGEN DE LOS FONDOS PARA REALIZAR LOS TRABAJOS Y EL IMPORTE AUTORIZADO PARA EL PRIMER EJERCICIO EN EL CASO DE OBRAS QUE REBASAN UN EJERCICIO PRESUPUESTAL.**
  - 17. EXPERIENCIA, CAPACIDAD TECNICA Y FINANCIERA Y DEMAS REQUISITOS QUE DEBAN CUMPLIR LOS INTERESADOS**
  - 18. FORMA Y TERMINOS DE PAGO DE LOS TRABAJOS OBJETO DEL CONTRATO**
- 26*

19. DATOS SOBRE LA GARANTIA DE LA PROPOSICION; PORCENTAJES, FORMA Y TERMINOS DEL O LOS ANTICIPOS QUE SE CONCEDAN.

20 PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE COSTOS

21. LUGAR FECHA Y HORA DE VISITA AL SITIO DE REALIZACION DE LOS TRABAJOS

22 INFORMACION ESPECIFICA SOBRE LAS PARTES DE LA OBRA QUE PODRAN SUBCONTRATARSE.

23. CUANDO PROCEDA, REGISTRO DE LA CAMARA CORRESPONDIENTE

24. FECHA DE INICIO DE LOS TRABAJOS Y FECHA ESTIMADA DE TERMINACION

25. MODELO DE CONTRATO

### SEPARACION DE OFERTA TECNICA Y ECONOMICA

EN LAS LICITACIONES PUBLICAS LA ENTREGA DE PROPOSICIONES SE HARA POR ESCRITO MEDIANTE DOS SOBRES CERRADOS QUE CONTENDRAN POR SEPARADO LA PROPUESTA TECNICA Y LA PROPUESTA ECONOMICA, INCLUYENDO ESTA ULTIMA LA GARANTIA DE SERIEDAD DE LAS OFERTAS.

EL ACTO DE PRESENTACION Y APERTURA DE PROPUESTAS EN EL QUE PODRAN PARTICIPAR LOS LICITANTES QUE HAYAN CUBIERTO EL COSTO DE LAS BASES DE LA LICITACION, SE LLEVARA A CABO EN DOS ETAPAS CONFORME A LO SIGUIENTE:

1. EN LA PRIMERA ETAPA LOS LICITANTES ENTREGARAN SUS PROPOSICIONES EN SOBRES CERRADOS EN FORMA INVOLABLE; SE PROCEDERA A LA APERTURA DE LA PROPUESTA TECNICA EXCLUSIVAMENTE Y SE DESECHARAN LAS QUE HUBIERAN OMITIDO ALGUNO DE LOS REQUISITOS EXIGIDOS. LAS QUE SERAN DEVUELTAS POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD TRANSCURRIDOS QUINCE DIAS NATURALES A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE DE EL FALLO DE LA LICITACION.

#### EJEMPLO DE PROPUESTA TECNICA:

EN SOBRE O PAQUETE IDENTIFICADO CON EL NUMERO 1 PROPOSICION TECNICA DEBERA CONTENER LOS SIGUIENTES ANEXOS:

AT 1 INSTRUCCIONES A LOS LICITANTES

AT 2 MODELO DEL CONTRATO

AT 3 CAPACIDAD FINANCIERA O CONTABLE

AT 4 REGISTRO ACTUALIZADO EN LA CAMARA CORRESPONDIENTE

AT 5 RELACION DE CONTRATOS EN VIGOR

AT 6 CONSTANCIA DE CONOCER EL SITIO DE LOS TRABAJOS

AT 7 MINUTA DE LA JUNTA DE ACLARACIONES

27

- AT 8 ADENDUMS
- AT 9 DATOS BASICOS DE LA MANO DE OBRA A UTILIZARSE
- AT 10 DATOS BASICOS DEL COSTO DE MATERIALES PUESTOS EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS
- AT 11 RELACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION ACLARANDO SI SON DE SU PROPIEDAD O RENTADOS, SU UBICACION FISICA Y VIDA UTIL
- AT 12 DATOS BASICOS DEL COSTO DEL USO DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION, PUESTOS EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS.
- AT 13 PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
- AT 14 PROGRAMA CALENDARIZADO DE UTILIZACION DE MANO DE OBRA
- AT 15 PROGRAMA CALENDARIZADO DE UTILIZACION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION
- AT 16 PROGRAMA CALENDARIZADO DE ADQUISICION DE MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE
- AT 17 PROGRAMA CALENDARIZADO DE UTILIZACION DEL PERSONAL TECNICO. ADMINISTRATIVO Y DE SEVICIO ENCARGADO DE LA DIRECCION DE LOS TRABAJOS
- AT 18 EN SU CASO, MANIFESTACION ESCRITA DE LAS PARTES QUE SUBCONTRATARA
- AT 19 PROYECTOS ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA, NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION APLICABLES.

2. LOS LICITANTES Y LOS SEVIOS PUBLICOS DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD PRSENTES RUBRICARAN TODAS LAS PROPUESTA TECNICAS PRESENTADAS ASI COMO LOS CORRESPODIENTES SOBRES CERRADOS QUE CONTENGAN LAS PROPUESTA ECONOMICAS DE AQUELLOS LICITANTES CUYAS PROPUESTAS NO HUBIERAN SIDO DESECHADAS, Y QUEDARAN EN CUSTODIA DE LA PROPIA DEPENDENCIA O ENTIDAD QUIEN INFOMARA LA FECHA, LUGAR Y HORA EN QUE SE LLEVARA A CABO LA SEGUNDA ETAPA. DURANTE ESTE PERIODO LA DEPENDENCIA O ENTIDAD HARA EL ANALISIS DETALLADO DE LAS PROPUESTAS TECNICAS ACEPTADAS.

3. SE LEVANTARA ACTA DE LA PRIMERA ETAPA EN LA QUE SE HARAN CONSTAR LAS PROPUESTAS TECNICAS ACEPTADAS, ASI COMO LAS DESECHADAS Y LAS CAUSAS QUE LO MOTIVARON. EL ACTA SERA FIRMADA POR LOS PARTICIPANTES, Y SE LES ENTERGARA COPIA DE LA MISMA.

4. EN LA SEGUNDA ETAPA SE PROCEDERA A LA APERTURA DE LAS PROPUESTAS ECONOMICAS DE LOS LICITANTES CUYAS PROPUESTAS NO HUBIERAN SIDO DESECHADAS EN LA PRIMERA ETAPA O EN EL ANALISIS DETALLADO DE LAS MISMAS Y SE DARA LECTURA EN VOZ ALTA AL IMPORTE TOTAL DE LAS PROPUESTA QUE CUBRAN LOS REQUISITOS EXIGIDOS. LOS PARTICIPANTES RUBRICARAN EL CATALOGO DE CONCEPTOS EN QUE SE CONSIGNEN LOS PRECIOS Y EL IMPORTE TOTAL DE LOS TRABAJOS OBJETO DE LA LICITACION.

5. SE SEÑALARAN FECHA, LUGAR Y HORA EN QUE SE DARA A CONOCER EL FALLO DE LA LICITACION; ESTA FECHA DEBERA QUEDAR COMPRENDIDA DENTRO DENTRO DE LOS CUARENTA DIAS NATURALES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE INICIO DE LA PRIMERA ETAPA Y PODRA DIFERIRSE POR UNA SOLA VEZ, SIEMPRE QUE EL NUEVO PLAZO FIJADO NO EXCEDA DE CUARENTA DIAS NATURALES CONTADOS A PARTIR DEL PLAZO ESTABLECIDO ORIGINALMENTE.

6. SE LEVANTARA ACTA DE LA SEGUNDA ETAPA EN LA QUE SE HARA CONSTAR LAS PROPUESTAS ACEPTADAS, SUS IMPORTES, AS COMO LAS QUE HUBIERAN SIDO DESECHADAS Y LAS CAUSAS QUE LO MOTIVARON; EL ACTA SERA FIRMADA POR LOS PARTICIPANTES Y SE LES ENTREGARA COPIA E LA MISMA.

7. EN JUNTA PUBLICA SE DARA A CONOCER EL FALLO DE LA LICITACION, A LA QUE LIBREMENTE PODRAN ASISTIR LOS LICITANTES QUE HUBIERAN PARTICIPADO EN LAS ETAPAS Y APERTURA DE PROPOSICIONES. EN SUSTTUCION DE ESTA JUNTA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRAN OPTAR POR COMUNICAR EL FALLO DE LA LICITACION POR ESCRITO A CADA UNO DE LOS LICITANTES.

### EJEMPLO DE PROPUESTA ECONOMICA

EN SOBRE O PAQUETE IDENTIFICADO CON EL NUMERO 2 PROPOSICION ECONOMICA DEBERA CONTENER LOS SIGUIENTES ANEXOS:

- AE 1 CARTA COMPROMISO
- AE 2 GARANTIA DE SERIEDAD
- AE 3 ANALISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL
- AE 4 FACTORES DE LOS ANALISI DE LOS COSTOS INDIRECTOS, COSTOS FINANCIAMIENTO Y CARGO POR UTILIDAD
- AE 5 DESGLOSE DE LOS COSTOS INDIRECTOS
- AE 6 ANALISIS DE LOS COSTOS DE FINANCIAMIENTO
- AE 7 ANALISIS DE LOS COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO
- AE 8 ANALISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS SOLICITADOS ESTRUCTURADOS POR COSTOS DIRECTOS, COSTOS INDIRECTOS COSTOS DE FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD
- AE 9 PROGRAMA DE MONTOS MENSUALES DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
- AE 10 PROGRAMA DE MONTOS MENSUALES DE UTILIZACION DE MANO DE OBRA
- AE 11 PROGRAMA DE MONTOS MENSUALES DE UTILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION
- AE 12 PROGRAMA DE MONTOS MENSUALES DE ADQUIICION DE MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE

AE 13 PROGRAMA DE MONTOS MENSUALES DE UTILIZACION DEL PERSONAL

TECNICO, ADMINISTRATIVO Y DE SEVICIOS, ENCARGADO DE LA DIRECCION SUPERVISION Y ADMINISTRACION DE LOS TRABAJOS.

AE14 CATALOGOS DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICION, CANTIDADES DE

PARCIALES TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTS

Y EL TOTAL DE LA PROPOSICION.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**  
Del 26 de septiembre al 6 de octubre de 1994.  
**DIRECTORIO DE ASISTENTES**

1. Javier Arroyo Moreno  
Ing. Proyectista  
Montalvo Rodríguez y Asoc., S.C.  
Kramer 21  
Col. Atlántida  
Del. Coyoacan  
Tel. 544 43 50
2. Ing. Etelvina del R. Barajas Cázares  
Supervisor de programas y proy. de obra  
Com. Vialidad y Trasnsp. Urbano  
Av. Universidad 800  
Santa Cruz Atoyac  
03310 México, D.F.  
Tel. 604 14 19
3. Ing. Víctor Brunner Morales  
Gerente técnico y de ventas  
Tenac, S.A.C.V.  
Av. Jalisco 180  
Col. Tacubaya  
México, D.F.  
Tel. 272 22 21
4. Silverio Castro Hernández  
Calle Trigo 215 esq. Comerciantes  
Col. Valle del Sur  
09819 México, D.F.  
Tel. 582 93 12
5. Juan Flores Jiménez  
Profesor  
U.N.A.M.  
Av. Alcanfores s/n  
Naucalpan de Juárez, Edo. de Méx.  
Tel. 851 10 60
6. Gabriel González Hernández  
Residente de Obra  
Covitur  
Av. Universidad 800  
Santa Cruz Atoyac  
México, D.F.  
Tel. 604 44 19
7. Arnulfo Ortíz Gómez  
Técnico académico  
Fac. de Ingeniería, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 731 36 62
8. Víctor Pedrero Zendejas  
Supervisor  
Corp. Inmb. Mex. Arq.  
Aida 24 int.  
San Angel  
01060 México, D.F.  
Tel. 550 87 11
9. Héctor Daniel Rodríguez Ochoa  
Superintendente  
J.I. Construcciones, S.A. C.V.  
Monrovia 717  
Col. Portales  
03300 México, D.F.  
Tel. 539 93 42
10. Guillermo Rojas Gómez  
Supervisor de Obra  
Grupo Arquitectona, S.A. C.V.  
Paseo de la reforma 308 piso 3  
Col. Juárez  
01470 México, D.F.  
Tel. 207 01 68
11. Joel Román Barrera  
Director  
Desp. de proyecto y construcción  
Calle Vicente Guerrero 160  
Col. Lomas de Cortés  
Cuernavaca, Mor.  
Tel. 13 59 70 desp. 17 03 39 Dom.
12. Daniel Sánchez Ruíz  
Jefe de Frente  
ICA Construcción Urbana  
Colima 4  
Lomas de San Andrés Atenco  
54040 Tlalnapanltla, Edo. de México  
Tel. 398 91 85

13. José Manuel Slater Lara  
Ing. supervisor y de control  
Corp. Inmb. Mex. Arq., S.A.  
Aida 29 int.  
Col. San Angel  
México, D.F.  
Tel. 550 87 11

15. Roberto Vargas Durán  
Residente  
Dumont Bermant  
Varsovia 44 piso 3  
Col. Juárez  
México, D.F.  
Tel. 525 12 33

14. Roberto Valle Jaramillo  
Supervisor de obra  
Planeación, diseño, const. y conexión de O.  
3er. retorno de Cecilio Robelo 19  
Col. Jardín Balbuena  
15900 México, D.F.  
Tel. 552 91 48