

# FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

AVANCE

PROGRAMA

PROGRAMA

CURSO PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

FECHA 19-23 SEPTIEMBRE '94 LUGAR MORELIA, MICH.

INSTITUCION COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

FECHA	HORARIO	TEMA	EXPOSITOR
19 SEP.	9.00 A 13.00	PERFIL DEL SUPERVISOR DE OBRAS	ING. ARTURO FLORES ALDAPE
		OBJETIVO: MOSTRAR LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LAS ACTIVIDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL SUPERVISOR.	
	10.00-12.00	TEMAS: PERFIL DEL SUPERVISOR, FUNCIONES DE LA SUPERVISIÓN.	
		ALCANCES DE LA SUPERVISIÓN, RELACIONES CON EL CONTRATISTA.	
	14.00 A 18.00	EL ENTORNO LEGAL DE LA CONSTRUCCION	" " "
		OBJETIVO: CONOCER LOS DIVERSOS ASPECTOS DE TIPO LEGAL QUE COMPOENEN LA ACTUAL LEGISLACION EN EL CASO DE LA OBRA PÚBLICA.	
		TEMAS: LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y ADQUISICIONES.	
20 SEP.	9.00 A 13.00	PLANEACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	" " "
		OBJETIVO: MOSTRAR AL ALUMNO LOS DIVERSOS MECANISMOS PARA LA ADECUADA PLANEACION DE	
		LOS PLANES DE INVERSION DEL GASTO PÚBLICO	
		TEMAS: ELABORACION DE PLANES GENERALES Y	
		TOMA DE DECISIONES TANTO UNITARIAS COMO GLOBALES	



Las primeras empresas supervisoras surgen en nuestro país en la década de los cincuentas y van evolucionando conforme pasa el tiempo, pero es hasta nuestros días en que emerge como imprescindible la supervisión en cualquier tipo de construcción.

Una buena supervisión garantizará primeramente la estabilidad de la estructura, a través del estricto cumplimiento de las normas y especificaciones contenidas en los reglamentos vigentes.

Una buena supervisión garantizará la correcta aplicación, así como la calidad de los materiales y mezclas que se utilicen en la obra.

Una buena supervisión garantizará que la obra en cuestión no se lleve un plazo mayor al originalmente convenido y por consecuencia no se sobrepase el costo inicialmente presupuestado.

En síntesis, una buena supervisión tiene como objetivos:

- a) Garantizar la estabilidad
- b) Garantizar la calidad
- c) Garantizar el costo presupuestado

## CAMPOS DE LA SUPERVISION

La supervisión de las obras no se reduce exclusivamente a la "supervisión de campo", se llevan a cabo otras actividades, que siendo parte de la supervisión misma no se realizan en campo, pero si se nutren del comportamiento de la obra en cuestión.

La supervisión en general se podría dividir en las siguientes partes:

- a) De campo
- b) Del control de calidad
- c) Del avance físico
- d) Del avance financiero
- e) Del control de la obra
- f) Del campo legal

Es necesario mencionar que todas las actividades antes mencionadas deben ser estudiadas, analizadas y comprendidas por un jefe de supervisión, que sintetice y aglutine toda esa información con el objeto de realizar la mejor obra posible, entendiendo esto en el mas amplio de los sentidos.

Estas partes y apoyos conforman el gran universo de la supervisión, están intimamente relacionados e interdependientes entre si; las puede realizar una sola persona o un grupo de personas en función del tamaño de la obra que se vaya a supervisar.

Estas partes son tan amplias que generan la especialización de un profesional de la construcción para que puedan ser llevadas a cabo adecuadamente.

Las primeras empresas supervisoras surgen en nuestro país en la década de los cincuenta y van evolucionando conforme pasa el tiempo, pero es hasta nuestros días en que emerge como imprescindible la supervisión en cualquier tipo de construcción.

Una buena supervisión garantizará primeramente la estabilidad de la estructura, a través del estricto cumplimiento de las normas y especificaciones contenidas en los reglamentos vigentes.

Una buena supervisión garantizará la correcta aplicación, así como la calidad de los materiales y mezclas que se utilicen en la obra.

Una buena supervisión garantizará que la obra en cuestión no se lleve un plazo mayor al originalmente convenido y por consecuencia no se sobrepase el costo inicialmente presupuestado.

En síntesis, una buena supervisión tiene como objetivos:

- a) Garantizar la estabilidad
- b) Garantizar la calidad
- c) Garantizar el costo presupuestado

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecerse las responsabilidades que debe asumir.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales (frecuentes en nuestra época y en nuestro medio), van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

## CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretende reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando que se espera como resultado de tales labores.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en los que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga.

Pasando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve a cabo dicha función.

Deberá concretarse la responsabilidad en los diferentes niveles de la supervisión.

Otros aspectos no menos importantes que deben incluirse en dichas normas son las limitaciones del supervisor, el sistema y los medios de comunicación y los modelos y formatos para registros y controles.

## NORMAS DE SUPERVISION

Las normas de supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas y morales que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que este resulte satisfactorio.

Cada tipo de trabajo tendrá normas particulares dedicadas a ordenar lo que requiera el trabajo concreto de que se trate.

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esta labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar al Supervisor para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia y eficacia.

Dentro de este aspecto general se mencionan algunos de los temas que lógicamente deben estar implícitos en el contenido de unas normas.

**ORGANIZAR.-** el modo de trabajar para definir procedimientos, niveles de autoridad, líneas de mando y sistemas de comunicación.

**ORDENAR.-** las actividades de supervisión y su secuencia, la manera de archivar documentación y la forma de presentarla.

**UNIFORMAR.-** las labores de supervisión para que todos los involucrados en ella actúen en forma semejante dentro de una unidad de supervisión.

**SIMPLIFICAR.-** el trabajo de la supervisión, los controles que se lleven, las actividades a desarrollar y la presentación de resultados e informes para que sean fácilmente interpretados o captados por quienes deben enterarse y puedan servir para tomar las decisiones apropiadas.

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecerse las responsabilidades que debe asumir.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales (frecuentes en nuestra época y en nuestro medio), van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

## CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretende reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando que se espera como resultado de tales labores.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en los que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga.

Pasando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve a cabo dicha función.

Deberá concretarse la responsabilidad en los diferentes niveles de la supervisión.

Otros aspectos no menos importantes que deben incluirse en dichas normas son las limitaciones del supervisor, el sistema y los medios de comunicación y los modelos y formatos para registros y controles.

## RELACIONES PROPIETARIO- SUPERVISOR

Para analizar las relaciones Contratista-Supervisor, es necesario revisar también las de Propietario-Supervisor, aunque en forma muy somera.

La mayoría de los puntos a revisar de relaciones con el propietario, en el fondo son semejantes y aplicables a las relaciones con el Contratista. Gran parte son relaciones humanas y comunicación.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones Propietario-Supervisor las siguientes que el propietario debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio:

La autoridad que delega al supervisor

La confianza que deposita en él

El apoyo que le dará

Las facultades que le autoriza

Las actividades que desarrollará

El alcance de los servicios del supervisor

La información que espera y los sistemas establecidos para lograrla

Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.)

Las normas a que se sujetará la supervisión.

(Aunque difícil de establecer, también convendría precisar lo que no debe hacer)

Las normas de supervisión comprenderán varios de los puntos mencionados, por lo cual conviene ver lo que se entiende por Normas de Supervisión y que deben contener.



## SUGERENCIAS E IDEAS PARA MEJORAR LAS COMUNICACIONES

- 1.- No improvisar cuando de comunicaciones se trate
- 2.- Emplear el medio de comunicación mas adecuado
- 3.- Tener en cuenta al ser humano
- 4.- Enviar las comunicaciones a tiempo
- 5.- Hacer mensajes claros, concretos y concisos.
- 6.- Cuidar muy bien los mensajes no hablados

SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE COMUNICAR ES MAS QUE HABLAR

## CARACTERISTICAS QUE DEBE TENER UN SUPERVISOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN CONTRATISTA

- 1.- Que el supervisor haya sido también contratista
- 2.- Que sea exigente en cuanto a la calidad de los trabajos, pero no perfeccionista
- 3.- Que tenga experiencia en la construcción de obras similares a las que está supervisando.
- 4.- Que sea diligente en el cumplimiento de sus labores, tanto de campo como de gabinete.
- 5.- Que esté adecuadamente remunerado, para que no tenga resentimientos contra el personal de la contratista.
- 6.- Que tenga el valor civil de aceptar que está equivocado, cuando sea el caso.
- 7.- Que conozca cuales son las funciones y objetivos de una supervisión
- 8.- Que sea puntual.
- 9.- Que tenga un alto sentido de responsabilidad.
- 10.- Que sea oportuno
- 11.- Que tenga capacidad para evaluar y tomar decisiones
- 12.- Que sea previsor.
- 13.- Que sea respetuoso.
- 14.- Que tenga iniciativa para resolver satisfactoriamente los problemas imprevistos y de emergencia que pudieran presentarse en la obra.
- 15.- Que tenga tacto o delicadeza para manejar las situaciones de controversia
- 16.- Que sea objetivo y justo en sus apreciaciones

## FUNCIONES DEL SUPERVISOR

Representar al cliente y auxiliarlo en todo lo relacionado con la obra

Vigilar y controlar el desarrollo de la obra en sus aspectos de: calidad, costo, tiempo y cumplimiento de especificaciones

Asesorar al cliente y a la contratista en los aspectos técnicos y administrativos de la obra

Llevar un registro de todo lo que acontezca relacionado con la obra, previo y durante la ejecución, así como a la terminación, liquidación y entrega de la misma.

Cuantificar y evaluar la obra que se va ejecutando para efectos de estimaciones para pago al contratista

Informar y coordinar con el cliente y la contratista sobre todo lo que se requiere para la buena ejecución de la obra

## CARACTERISTICAS DEL SUPERVISOR

Necesita tener:

INTELIGENCIA	Para resolver satisfactoriamente los problemas tomando las decisiones mas convenientes (tecnicamente)
CONOCIMIENTOS	Bien fundamentados en construcción y en los temas correspondientes para tener bases técnicas en las discusiones (experiencia)
INICIATIVA	Para cubrir la falta de soluciones sin salvar conductos ni jerarquias
CAPACITADO PARA TOMA DE DECISIONES	Para afrontar problemas tomando la responsabilidad de la decisión y no transferirlos a otros
TACTO	Para manejar situaciones difíciles a distintos niveles (control adecuado del carácter y trato personal)
TOLERANCIA	Para sobrellevar el comportamiento del contratista
PACIENCIA	Para buscar el momento oportuno y mostrar la razón técnica y justa
PERSEVERANCIA	Para estar sobre los asuntos e insistir sin irritar
DISCIPLINA ORDEN Y LIMPIEZA	Para realizar el trabajo encomendado y manejar los documentos e información correspondiente

## INFORMES DE LA SUPERVISION

INFORME DIARIO DE CONSTRUCCION  
INFORME DIARIO DE AVANCE DE OBRA  
INFORME DIARIO DE PERSONAL DE DESTAJISTAS  
INFORME DIARIO DE PERSONAL A LISTA DE RAYA  
VALES DE ALMACEN  
INFORME DIARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA  
FOTOGRAFIAS DE LA OBRA  
TRABAJOS EXTRAORDINARIOS Y MODIFICACIONES  
PROPUESTA DE MODIFICACION AL PROYECTO  
DIARIO DE OBRA  
INFORMACION PARA CONTROL DE LA EJECUCION  
BITACORA DE OBRA

### BITACORA DE OBRA

#### OBJETIVO

Establecer un medio de comunicación oficial entre la supervisión y las empresas contratistas encargadas de la ejecución del proyecto.

Resumir la información sobresaliente que en alguna forma afecte al proyecto, al programa o al costo de la ejecución de la obra. Es recomendable hacer uso de ella solo cuando el asunto lo amerite, ya que su uso excesivo nos llevaría a la saturación y poca atención de ella.

Las órdenes que se den al contratista y que a juicio del supervisor sean importantes, deberán darse siempre por bitácora cuidando de que quede aclarado sin lugar a dudas lo que se debe hacer, en que lugar o zona de la obra se debe hacer y cuando se debe hacer.

## ANOTACIONES EN BITACORA

Se iniciará la bitácora con el registro de firmas autorizadas (acreditadas por escrito) de los representantes del cliente (supervisor) y de la contratista.

La segunda anotación, hará las veces de acta de iniciación de obra, por lo que se anotarán los nombres y cargos de los que intervienen en el acto.

La bitácora consta de original y tres copias: el original deberá quedar en la obra y una copia al contratista, otra para el supervisor y una para el cliente.

Si alguna persona cesa en sus funciones, se anotará la fecha y hora en que suceda, por el jefe inmediato.

En las anotaciones, el orden de las firmas corresponderá con el orden en que se registraron. Las anotaciones serán a mano, concisas, debidamente fundamentadas y con dibujos.

Se anotará sobre procedimientos de construcción a seguir, solicitudes, autorizaciones, ordenes de corrección al proyecto, modificaciones, sustitución, demolición, desmantelamiento parcial o total de una labor ya ejecutada, ya sea por modificaciones al proyecto o porquen no reúnen las especificaciones indicadas previamente.

Las anotaciones serán impersonales, anotando datos precisos y se evitará el uso de términos comparativos y cualitativos entre los contratistas.

Se solicitarán muestras de los materiales y se asentarán las revisiones y autorizaciones de ellos para obras permanentes y temporales.

La última nota de un libro y la primera del que sigue, servirán únicamente de enlace y deberán numerarse progresivamente todas las notas.

La última nota de bitácora del último libro, deberá consignar la existencia del Acta de entrega y los pormenores de la forma en que fué recibida la obra.

## CONCLUSIONES

UN BUEN SUPERVISOR DE OBRA CONOCE EL PROYECTO,  
LOS PROGRAMAS, LOS CONTROLES, ES CAPAZ DE IDEAR Y DISEÑAR  
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ES CUMPLIDO CON  
SUS RESPONSABILIDADES

PERO UN SUPERVISOR DESTACADO  
CONOCE ADEMAS EL  
ARTE DE LA DIPLOMACIA

**EL ENTORNO LEGAL DE LA CONSTRUCCION  
LA LEY DE OBRAS PUBLICAS Y ADQUISICIONES**



## INTRODUCCION A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

La actividad profesional en el ramo de la Construcción, como cualquier otra, está regida por ciertas Leyes y Reglamentos.

Podemos desenvolvemos en dos sectores: el Público y el Privado y de acuerdo con ello serán las disposiciones jurídicas que debemos cumplir, so pena de hacernos acreedores a las sanciones económicas, o de otro tipo, que en ellas se estipulan.

Para el Sector Público la Ley más importante es la Ley de Obras Públicas y su Reglamento, para el Privado, el Reglamento de Construcciones del D.F.

La Ley es de orden público e interés social y su objeto es regular el gasto y las acciones relativas a la Planeación, Programación, Presupuestación, Ejecución, Conservación, Mantenimiento, Demolición y Control de la Obra Pública que realicen las distintas Dependencias Oficiales, los Organismos Descentralizados, las Empresas de Participación Estatal Mayoritaria y los Fideicomisos Públicos.

Esta Ley entró en vigor el 10. de enero de 1981, substituyendo a la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas que cubrió el período comprendido del 4 de enero de 1966 al 31 de diciembre de 1980.

La Ley se complementa con su Reglamento publicado el 11 de septiembre de 1981.

La importancia de ambos reside en que dentro del Presupuesto Anual de Egresos de la Federación, la asignación a la Obra Pública representa un gran porcentaje.

## LEY DE OBRAS PUBLICAS CONTENIDO

TITULO	ENUNCIADO	CAPITULO	CONTENIDO	ARTICULO
1a.	DISPOSICIONES GERAL	UNICO		1a. - 12
2a.	DE LA OBRA PUBLICA	I	DE LA PLANNACION Y DE LA PROGRAMACION Y PRESU- PUESTACION DE LAS OBRAS	13 - 18
		II	DEL PROCEDIM. DE CONTRATACION DE OBRAS PUBLICAS	19 - 26
		III	DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBL.	27 - 31
		IV	DE LA EJECUCION DE OBRAS	32 - 37
		V	DE LA INFORMACION Y VER.	

# LEY DE OBRAS PUBLICAS CONTENIDO

(2)

TITULO	ENUNCIADO	CAPITULO	CONTENIDO	ARTICULO
Ia.	DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES	UNICO		52 - 72
IIa.	DE LOS RECURSOS ADMINISTRATIVOS	UNICO		73 - 74

ARTICULOS TRANSITORIOS. - VARIAN DEPENDIENDO DE LA FECHA  
DE PUBLICACION



# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CAP	CONTENIDO	ART
I	DISPOSICIONES GENERALES	1 - 5
II	DE LA PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUP.	6 - 15
III	DEL PADRON DE CONTRATISTAS	16 - 23
IV	DE LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS	24 - 34
V	DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACION DIRECTA	35 - 37
VI	DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA	38 - 39

# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CAP	ART	CONTENIDO
I	1	III. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS DE P.D.
		IV. PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE COSTOS
		VI. PROCEDIMIENTO PARA LA SUSPENSION DE OBRAS
II	25	ANTICIPO
	26	I FIANZA DEL 10 %
		III FIANZA DEL 10 % CUANDO SOLTES:
	27	I ANTICIPO
		II ANTICIPO 10% OBRAS PRELIMINARES
		III ANTICIPO 20%
		VI. PORCENTAJE DE ANTICIPO
		VIII AMORTIZACION DE ANTICIPO
	28	DOCUMENTACION DE CONCURSOS
	29	I CONCURSOS ANALISIS DE PRECIBER UNIDADES
	30	II PROPOSICIONES SOLVENTES

# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CAP	ART	CONTENIDO
37	38	DE LA DEPENDENCIA NO PERDIA EL CONTRATO
	40	FORMATO DE CONTRATO
	42	SUBCONTRATACION
	43	PAGO DE ANTICIPO, ESTIMACIONES Y ESCALACIONES
	44	ATRASO EN EL PAGO DE ESTIMACIONES
		PAGOS EN EXCESO AL CONTRATISTA
	45	ESTIMACIONES
	47	RESIDENCIA DE SUPERVISION
	48	ACTA DE RECEPCION DE LOS TRABAJOS
	50 - 51	ESCALACIONES, METODOS
	52 - 54	SUSPENSION O RESCISION DE CONTRATOS
		MOTIVOS DE RESCISION
	55	CONTRATOS DE SERVICIOS

**REGLAS GENERALES PARA LA CONTRATACION  
Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS.**

**(SECCION 3)**

**ART. CONTENIDO**

3.1.5	AJUSTE DE PRECIOS UNITARIOS
3.1.6	TRABAJOS EXTRAORDINARIOS
3.1.5	FORMA DE PAGO, ESTIMACIONES
3.1.7	MODIFICACIONES A LOS PLANOS
3.1.8	AMPLIACION DEL PLAZO
3.1.9	RECEPCION DE TRABAJOS Y LIQUIDACIONES
3.1.10.	RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA
3.1.11	FINANZAS
3.1.12	SUBCONTRATACION
3.1.13.	SUSPENSION DE CONTRATOS
3.1.14	REVISION DE CONTRATOS
3.1.15	PROCEDIMIENTO DE REVISION





# SECCION 5

LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION  
DE PRECIOS UNITARIOS Y DEL PROCE-  
SAMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS  
PRECIOS

PUBLICACION EN EL BOLETIN  
OFICIAL DEL 3 DE JULIO  
DE 1960

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F..

CRONOLOGIA.

- |          |   |
|----------|---|
| 14 12 76 | Reglamento de Construcciones del D.F.   |
| 11 10 85 | Se crea el comité de Reconstrucción del Area Metropolitana de la Ciudad de Mexico |
| 17 10 85 | Normas de Emergencia en materia de construcción para el D.F.                      |
| 03 07 87 | Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F.                                   |

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F..

CRONOLOGIA.

- |          |   |
|----------|---|
| 14 12 76 | Reglamento de Construcciones del D.F.   |
| 11 10 85 | Se crea el comité de Reconstrucción del Area Metropolitana de la Ciudad de Mexico |
| 17 10 85 | Normas de Emergencia en materia de construcción para el D.F.                      |
| 03 07 87 | Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F.                                   |

LEYES Y REGLAMENTOS EN VIGOR EN EL D.F.

- Reglamento de Construcciones.
- Normas Técnicas Complementarias.
- Ley del Desarrollo Urbano del D.F.
- Programa Director para el Desarrollo Urbano.
- Reglamento de Zonificación.
- Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL D.F.

TITULO	T E M A	CAPITULO	TEMA Y ARTIC.
Primero	Disposiciones Generales	único	1o. al 5o.
Segundo	Vías Públicas y Otros Bienes de uso común.	I	Generalidad 6o. al 9o.
		II	Uso de la Vía Pública. 10 al 18.
		III	Instalaciones Subterrá- neas y Aereas en la Vía Pública 19 al 24.
		IV	Nomenclatura 25-28.
		V	Alineamiento y uso del - Suelo 29-31.
		VI	Restricciones a las Cons- trucciones 32-38.
Tercero	Directores Respon- sables de obra y Corresponsables	I	Directores Responsables de Obra 39-43.
		II	Corresponsables 44-52.
Cuarto	Licencias y Autorizaciones.	I	Licencias y Autorizacio- nes 53-62.
		II	Ocupación de las Cons- trucciones 63-71.
Quinto	Proyecto Arquitectónico	I	Requerimientos del Pro- yecto Arquitectónico

72-80.

II Requerimientos de Habitabilidad y Funcionamiento 81.

III Requerimientos de Higiene Servicios y Acondicionamiento Ambiental. 82-92.

IV Requerimientos de Comunicación y Prevención de Emergencias.

SECC  
1A. Circulaciones y Elementos de Comunicación 93-115.

SECC  
2a. Previsiones contra Incendio 116-137.

SECC  
3a. Dispositivos de Seguridad y Protección 138-144.

V Requerimientos de Integración al Contexto e Imagen Urbana 145-149.

VI Instalaciones.

SECC  
1a. Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias 150-164.

SECC  
2a. Instalaciones Eléctricas 165-169.

SECC  
3a. Instalaciones de Combustibles. 170.

SECC  
4a. Instalaciones Telefónicas 171.

---

Sexto	Seguridad Estructural de las Construcciones	I	Disposiciones Generales 172-175.
		II	Características Genera les de las Edificaciones 176-181.
		III	Criterios de Dise~no Estructural 182-195.
		IV	Cargas Muertas 196-197.
		V	Cargas Vivas 198-201.
		VI	Dise~no por Sismo 202-212
		VII	Dise~no por Viento 213- 216.
		VIII	Dise~no de Cimentaciones 217-232.
		IX	Construcciones da~nadas 233-236.
		X	Obras provisionales y mo dificaciones 237-238.
		XI	Pruebas de carga 239-240.

---

Séptimo	Construcción.	I	Generalidades 241-249.
		II	Seguridad e Higiene en las obras 250-254.
		III	Materiales y Procedimien tos de Construcción 255- 260.
		IV	Mediciones y Trazos 261- 263.
		V	Excavaciones y Cimentacio nes 264-267.
		VI	Dispositivo para Transpor te vertical en las obras.





Décimo Tercero    Visitas de  
                  Inspección,  
                  Sanciones y  
                  Recursos.

I      Visitas de Inspección  
          328-335.

II     Sanciones 336-347.

III    Recursos 348-353.

---

Transitorios

Artículo 10. a Décimo  
Tercero.

## SINTESIS DEL TITULO TERCERO.

### DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA Y CORRESPONSABLES.

#### CAPITULO I.

##### Directores Responsables de Obra.

Art. 43 Son obligaciones del Director Responsable de obra:

I. Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refiere el inciso b) de la fracción I del artículo anterior, la Ley de Salud para el Distrito Federal, así como el Programa Parcial correspondiente.

El Director Responsable de obra deberá contar con los Corresponsables a que se refiere el artículo 44 de este Reglamento en los casos que en ese mismo artículo se numeran. En los casos no incluidos en dicho artículo el Director Responsable de Obra podrá definir libremente la participación de los Corresponsables.

El Director Responsable de Obra deberá comprobar que cada uno de los Corresponsables con que cuente según sea el caso, cumpla con las obligaciones que se indican en el artículo 47.

II. Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento. En caso de no ser atendidas por el interesado las instrucciones del Director Responsable de Obra, en relación al cumplimiento del Reglamento, deberá notificarlo de inmediato al Departamento por conducto de la Delegación correspondiente, para que éste proceda a la suspensión de los trabajos.

III. Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante su ejecución.

IV. Llevar en las obras un libro de bitácora foliado y

encuadernado en el cual se anotarán los siguientes datos:

a) Nombre, atribuciones y firmas del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables, si los hubiere y del residente.

b) Fecha de las visitas del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables.

c) Materiales empleados para fines estructurales o de seguridad.

d) Procedimientos generales de construcción y de control de calidad.

e) Descripción de los detalles definidos durante la ejecución de la obra.

f) Nombre o razón social de la persona física o moral que ejecute la obra.

g) Fecha de iniciación de cada etapa de la obra.

h) Incidentes y accidentes.

i) Observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra, de los Corresponsables y de los inspectores del Departamento.

V. Colocar en lugar visible de la obra un letrero con su nombre y, en su caso, de los Corresponsables y sus números de registro, números de licencia de la obra y ubicación de la misma.

VI. Entregar al propietario una vez concluida la obra, los planos registrados actualizados del proyecto completo en original y memorias de cálculo.

VII. Refendar su registro de Director Responsable de Obra cada 3 años, y cuando lo determine el Departamento por modificaciones al Reglamento o a las Normas Técnicas complementarias.

VIII. Elaborar y entregar al propietario de la obra al término de ésta, los manuales de operación y mantenimiento a que se refiere el artículo 284 de este Reglamento, en los casos de las obras numeradas en el artículo 53 del mismo.

#### Artículo 44. Corresponsables.

I. Corresponsables en Seguridad Estructural, para las obras de los grupos A y B1 del artículo 174 de este Reglamento.

II. Corresponsables en Diseño Urbano y Arquitectónico, para los siguientes casos:

a) Conjuntos habitacionales, hospitales, clínicas y centros de salud, instalaciones para exhibiciones, baños públicos, estaciones y terminales de transporte terrestre, aeropuertos, estudios cinematográficos y de televisión y espacios abiertos de uso público de cualquier magnitud.

b) Las edificaciones ubicadas en zonas de patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal.

c) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m<sup>2</sup> cubiertos, o más de 25 m de altura, sobre nivel medio de banqueta, o con capacidad para más de 250 concurrentes en los locales cerrados, o más de 1000 concurrentes en locales abiertos.

III. Corresponsables en Instalaciones para los siguientes casos:

a) En los conjuntos habitacionales; baños públicos; lavanderías, tintorerías, lavado y lubricación de vehículos; hospitales; clínicas y centros de salud; instalaciones para exhibiciones; crematorios; aeropuertos; agencias y centrales de telégrafos y teléfonos; estaciones de radio y televisión; estudios cinematográficos; industria pesada y mediana; plantas, estaciones y subestaciones; cárcamos y bombas; circos y ferias, de cualquier magnitud.

b) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m<sup>2</sup>, o más de 25 m de altura sobre nivel medio de banqueta o más de 250 concurrentes.

Artículo 52. El Departamento, previa opinión de la Comisión de Administración de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, podrá determinar la suspensión de los efectos de su registro a un Director Responsable de Obra o Corresponsable en cualquiera de los siguientes casos:

I. Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos falsos o cuando dolosamente presente documentos falsificados o información equivocada en la solicitud de licencia o en sus anexos.

#### Artículo 44. Corresponsables.

I. Corresponsables en Seguridad Estructural, para las obras de los grupos A y B1 del artículo 174 de este Reglamento.

II. Corresponsables en Diseño Urbano y Arquitectónico, para los siguientes casos:

a) Conjuntos habitacionales, hospitales, clínicas y centros de salud, instalaciones para exhibiciones, baños públicos, estaciones y terminales de transporte terrestre, aeropuertos, estudios cinematográficos y de televisión y espacios abiertos de uso público de cualquier magnitud.

b) Las edificaciones ubicadas en zonas de patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal.

c) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m<sup>2</sup> cubiertos, o más de 25 m de altura, sobre nivel medio de banqueta, o con capacidad para más de 250 concurrentes en los locales cerrados, o más de 1000 concurrentes en locales abiertos.

III. Corresponsables en Instalaciones para los siguientes casos:

a) En los conjuntos habitacionales; baños públicos; lavanderías, tintorerías, lavado y lubricación de vehículos; hospitales; clínicas y centros de salud; instalaciones para exhibiciones; crematorios; aeropuertos; agencias y centrales de telégrafos y teléfonos; estaciones de radio y televisión; estudios cinematográficos; industria pesada y mediana; plantas, estaciones y subestaciones; cárcamos y bombas; circos y ferias, de cualquier magnitud.

b) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m<sup>2</sup>, o más de 25 m de altura sobre nivel medio de banqueta o más de 250 concurrentes.

Artículo 52. El Departamento, previa opinión de la Comisión de Administración de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, podrá determinar la suspensión de los efectos de su registro a un Director Responsable de Obra o Corresponsable en cualquiera de los siguientes casos:

I. Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos falsos o cuando dolosamente presente documentos falsificados o información equivocada en la solicitud de licencia o en sus anexos.

## SINTESIS DEL TITULO DECIMO TERCERO.

### VISITAS DE INSPECCION, SANCIONES Y RECURSOS..

#### CAPITULO I.

##### Visitas de Inspección.

#### CAPITULO II.

##### Sanciones.

Artículo 336. El Departamento, en los términos de este Capítulo, sancionará con multas a los propietarios o poseedores, a los Titulares, a los Directores Responsables de Obra, a los Corresponsables, a los Peritos Responsables y a quienes resulten responsables de las infracciones comprobadas en las visitas de inspección a que se refiere el Capítulo anterior.

Artículo 337. El Departamento para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

P: Cuando podrá el Departamento suspender o clausurar las obras en ejecución?

R: Según el Artículo 339 en los siguientes casos:

- I. Cuando previo dictamen técnico emitido u ordenado por el Departamento se declare en peligro inminente la estabilidad o seguridad de la construcción o yacimiento.
- II. Cuando la ejecución de una obra, de una demolición o explotación de yacimiento se realice sin las debidas precauciones y ponga en peligro la vida o la integridad física de las personas o pueda causar daños a bienes del Departamento o a terceros.
- III. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento no se ajuste a las medidas de seguridad y demás protecciones que señala este Reglamento.

IV. Cuando no se de cumplimiento a una orden de las previstas por el artículo 323 de este Reglamento, dentro del plazo que se haya fijado para tal efecto.

Artículo 323 Medidas de Seguridad. Cuando el Departamento tenga conocimiento de que una edificación, estructura, instalación o yacimiento pétreo presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictámen técnico, requerirá a su propietario o poseedor con la urgencia que el caso amerite, que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.

V. Cuando la construcción no se ajuste a las restricciones impuestas en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial.

VI. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento se ejecute sin ajustarse al proyecto aprobado o fuera de las condiciones previstas por este Reglamento y por sus Normas Técnicas Complementarias.

VII Cuando se obstaculice reiteradamente o se impida en alguna forma el cumplimiento de las funciones de inspección o supervisión reglamentaria del personal autorizado por el Departamento.

VIII Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin licencia.

IX. Cuando la licencia de construcción o de explotación de un yacimiento sea revocada o haya terminado su vigencia.

X. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin la vigilancia del Director Responsable de Obra o los Corresponsables, en su caso, en los términos de este Reglamento.

XI. Cuando se usen explosivos sin los permisos correspondientes.

Artículo 341. Monto de las multas al Director Responsable de Obra, al Corresponsable, al propietario o poseedor, al Titular, al Perito Responsable o a las personas que resulten responsables.

Artículo 347. El Departamento podrá revocar toda autorización, licencia o constancia cuando:

I. Se haya emitido con base en informes o documentos falsos o erróneos o emitidos con dolo o error.

II. Se hayan expedido en contravención al texto expreso de alguna disposición de este Reglamento.

III. Se haya expedido por autoridad incompetente.

La revocación será pronunciada por las autoridades de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate, en su caso, por el superior jerárquico de dicha autoridad.



# PROGRAMACION Y CONTROL DE

## OBRAS

### INTRODUCCION

El éxito que el ingeniero civil dedicado a la construcción tenga en la ejecución de obras, radica, importantemente, en haber realizado antes, de manera cuidadosa, la programación de ellas.

Elaborar un programa de obra, significa representar en el papel, la secuencia lógica en que habrán de irse desarrollando todas y cada una de las actividades que conforman el proyecto en estudio, con la respectiva definición de los tiempos y recursos humanos, materiales y económicos que se requerirán, desde el inicio, hasta la terminación y entrega de la obra.

De manera similar al presupuesto, el programa de obra constituye un parámetro o estándar de comparación, contra el cual se puede verificar, a medida que la obra se ejecuta, si los avances registrados nos permitirán terminar los trabajos en el tiempo estipulado o bien, si hay retrasos, estaremos en posibilidad de tomar acciones correctivas que nos acerquen al cumplimiento del programa original.

Por esta razón, es importante la formulación de un programa de trabajo que tenga carácter ejecutivo, basado en la mayor cantidad de información disponible, en la experiencia y con el conocimiento detallado de los recursos disponibles para la realización de los trabajos.

En estas notas se presenta, de manera ordenada, la secuencia natural que se sigue para la programación de obras y su posterior control, aludiendo, cuando se presenta la necesidad de ejemplificar, a las variables que se relacionan con la construcción de obra pública.

## 1. RELACION PROGRAMA DE OBRA-PRESUPUESTO

Definida la calidad de una obra en el proyecto, son dos las interrogante que le interesan a quien ordena su construcción: cuánto costará? y en qué tiempo se terminará?.

Para contestar la primera pregunta, es menester elaborar un presupuesto, en el cual, con suma frecuencia, se emplea el sistema de precios unitarios formulándolo de la siguiente manera:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
A	B	C	D	E

Para llenar la columna A del formato anterior, se requiere desglosar la obra de manera convencional, pero siguiendo cierto orden, en todos y cada uno de los trabajos que la componen.

Es usual, por ejemplo para una obra de edificación, que se definan todos y cada uno de los conceptos de obra, con el grado de detalle que se desee.

Se debe cuidar, que la definición del concepto de obra sea lo suficientemente clara, para fijar con precisión los trabajos que bajo su alcance se ejecutarán y evitar, posteriormente, discusión al respecto entre cliente y constructor.

Con relación a la columna B, es conveniente seleccionar la unidad física que mejor se pueda aplicar a la medición de cada uno de los conceptos: metro, metro cuadrado, metro cúbico, kilogramo, tonelada, pieza, uso, hora, metro cúbico-kilómetro, pie tablón, salida, son algunas unidades de uso frecuente.

Una cimentación a base de mampostería de piedra, podemos medirla en metros lineales o metros cúbicos indistintamente, solo que en el primer caso será necesario referirse a una sección transversal determinada, lo cual podría ocasionar contra-tiempos si, durante la construcción, se presenta la necesidad de modificar la sección de algunos tramos. Lo más conveniente en este caso, parece ser la selección del metro cúbico como unidad de medición

Por lo que respecta a la columna C, las cantidades de obra deberán ser obtenidos de los planos que integran el proyecto y de las especificaciones. Se sugiere llevar a cabo esta cuantificación de manera sistemática, ordenada, para evitar errores y de acuerdo con los conceptos de obra que conforman el presupuesto.

Si bien en el caso de una licitación, las cantidades de obra son proporcionadas por la Dependencia debiendo conservarse invariables para cotizar, siempre será conveniente verificarlas de manera aleatoria o, cuando menos, las de mayor importancia en volumen y costo.

Para determinar la información de la columna D, recordemos que el precio unitario es el precio que corresponde a cada una de las unidades de obra por ejecutar, de cada uno de los conceptos en que se ha dividido el proyecto y que está integrado de la siguiente manera:

#### COSTO DIRECTO:

Mano de Obra

Materiales

Maquinaria

Más

#### COSTO INDIRECTO:

Administración Central

Administración en Obra

Fianzas y seguros

Más

#### FINANCIAMIENTO

Más

#### UTILIDAD

El programa de obra, deberá ser compatible con los considerandos que se hayan hecho para la formulación del presupuesto. Por ejemplo, la duración de una determinada actividad donde intervengan mano de obra y maquinaria, estará dada por los rendimientos o cantidad de obra por unidad de tiempo que estos recursos son capaces de tener y que deberán ser tomados con el mismo valor tanto en el presupuesto como en el programa.

Asimismo, la integración de cuadrillas, de grupos de maquinaria y los consumos de materiales considerados en la integración de los precios unitarios, deberá ser la misma para la elaboración del programa de obra.

Para finalizar el cálculo del presupuesto, basta multiplicar las columnas CANTIDAD por PRECIO UNITARIO, anotando el resultado en la columna E y, a continuación, sumar todos los importes para obtener el total.

## 2.- PROGRAMA DE OBRA.

Entendemos por programa de obra, aquél documento gráfico numérico que nos permite tener representadas en el papel, las actividades que conforman la obra, su interrelación, su duración, los recursos necesarios para ejecutarlos y su aplicación en el tiempo.

Para poder llegar a la elaboración del programa de obra, es necesario cubrir varias etapas que se describen a continuación brevemente (Ver figura 1).

*A) ENTENDER LA OBRA.*- Consiste, no solamente en el estudio a fondo del proyecto completo y de las especificaciones, sino también del conocimiento del entorno socioeconómico de la obra, de la localización geográfica de la misma que tendrá relación con el clima, topografía, vías de comunicación, etc.

*B) CUANTIFICACION DE LOS VOLUMENES DE OBRA.*- A partir de los planos y especificaciones deberán cuantificarse los volúmenes de los diversos conceptos de obra, lo cual, como ya se dijo es imprescindible también para integrar el presupuesto.

*C) DEFINICION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.*- El establecimiento del proceso constructivo define tanto el número y tipo de actividades por ejecutar, como la naturaleza de los recursos por utilizar. A su vez, la cantidad y tipo de recursos (mano de obra y maquinaria) determinarán, en base a los volúmenes por ejecutar, la duración de las actividades.

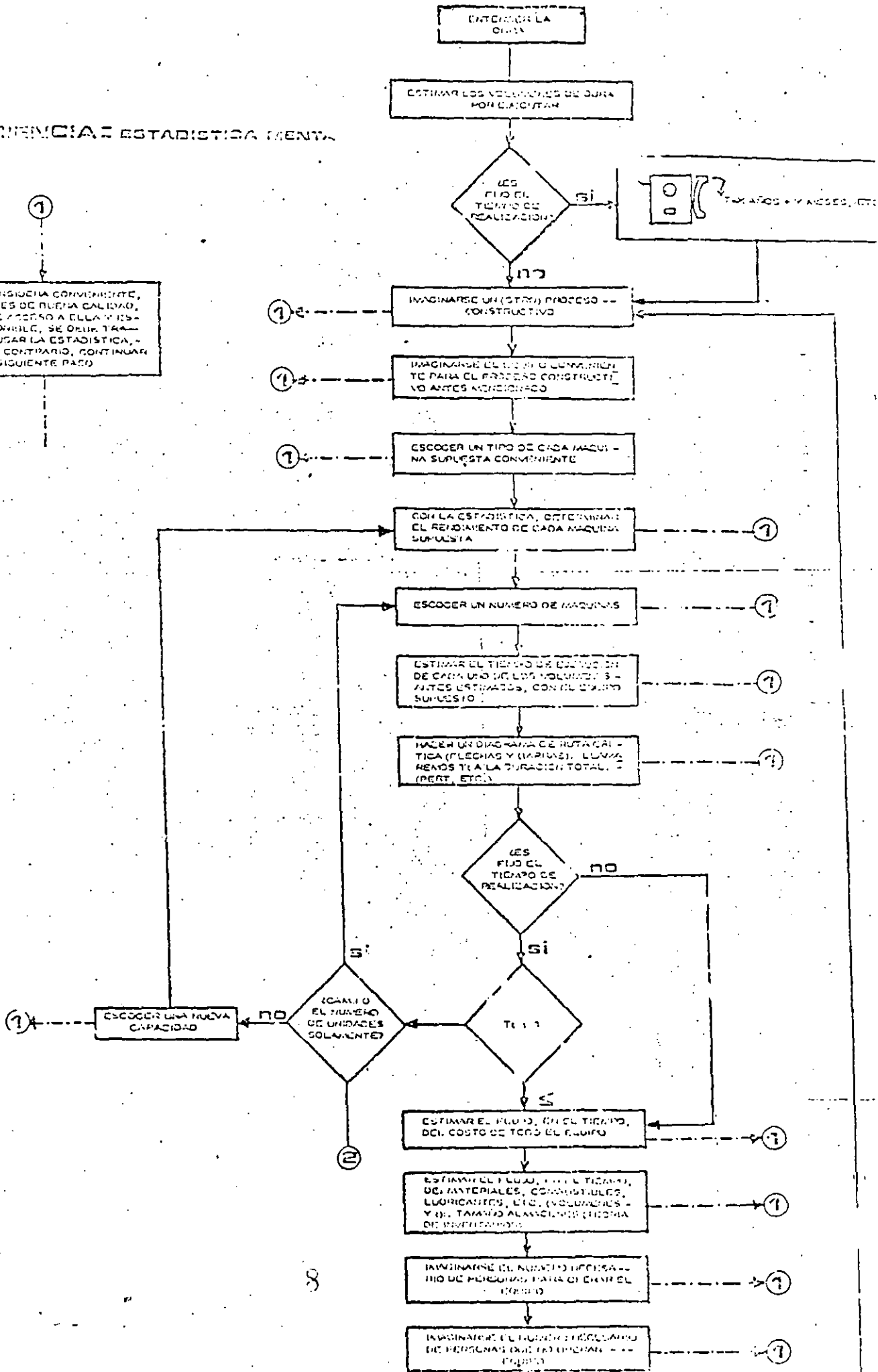
Es precisamente el procedimiento constructivo, visualizado como un proceso de transformación de los recursos directos y sus respectivos subsistemas o fuentes de trabajo propios de la obra, lo que intentamos representar gráficamente a través de algún sistema de representación, (flechas, nodos, barras). Aquí radica la parte medular de la programación, es en ella donde la experiencia de quien programa, en el tipo de obra un estudio, marcará la diferencia entre una buena y una mala programación.

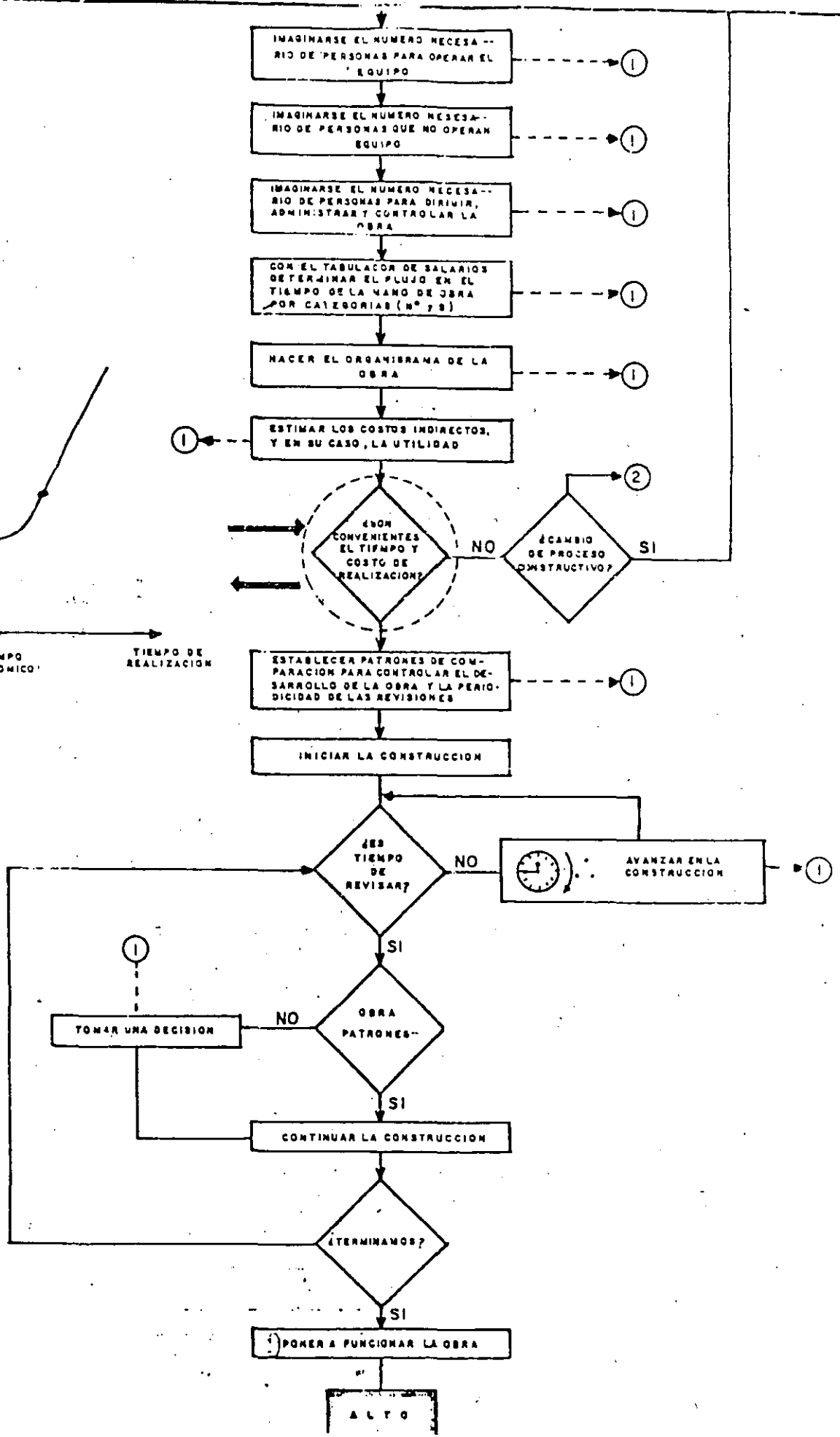
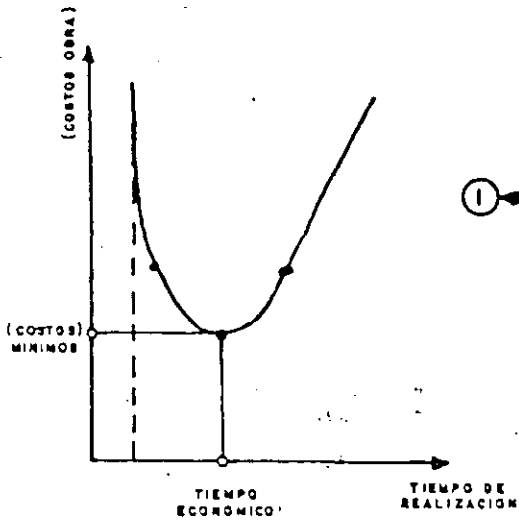
El lograr un listado completo de las actividades con un nivel de detalle adecuado, precisar su interrelación, su duración y tomar en cuenta los imprevistos que pudieran asociarse al tipo de obra que se trata, es una actividad que, una persona sin experiencia no debe realizar.

Los programas de computadora nos permiten llevar a cabo los cálculos numéricos con extremada rapidez, pero no pueden obviarnos la etapa anteriormente descrita en la que la intervención del ser humano es insustituible.

EXPERIENCIA ESTADÍSTICA MENTAL

①  
SI SE CONSIDERA CONVENIENTE, EXISTE, ES DE BUENA CALIDAD, SE TIENE ACCESO A ELLA Y ESTA DISPONIBLE, SE DEBE TRATAR DE USAR LA ESTADÍSTICA. EN CASO CONTRARIO, CONTINUAR CON EL SIGUIENTE PASO







### 3. ANTECEDENTES HISTORICOS

Los primeros trabajos sobre el C.P.M. (Critical Path Method), método de la ruta crítica, se desarrollaron en enero de 1957, en los Estados Unidos de Norteamérica, y tenían como fin el de mejorar las técnicas existentes de planeación y programación. Las personas que desarrollaron estos primeros trabajos fueron: M. R. Walker y J. K. Kelly Jr. que a su vez prestaba sus servicios en la Remington Rand, así como el Dr. R. L. Martino de la empresa Mauchly Associates.

Walker fué el autor de la lógica de la técnica, mientras que Kelly formuló, y desarrolló el aspecto matemático; el Dr. Martino por su parte trabajó en los refinamientos de la técnica original aplicándola a la reprogramación de obras.

Simultáneamente a estas investigaciones, la Marina de los Estados Unidos en colaboración con el despacho de Consultores Bozz, Allen and Hamilton desarrollaban una técnica similar diseñada para coordinar el proceso de los distintos contratistas y agencias que trabajaban en el proyecto Polaris, esta técnica fué bautizada con el nombre de PERT, que resume las iniciales de Program Evaluation and Review Tecnique (Técnicas de Evaluación, Programación y Reporte).

Desde 1958, a partir de la aplicación de éste método en la construcción de una planta química de la Dupont, en la cual se obtuvieron magníficos resultados, la aplicación del método en Estados Unidos y Canadá ha dado logros en la ingeniería, así como en aspectos individuales, comerciales, etc.

En 1959, Catalytic Construction Company, reconociendo el enorme potencial del Método de Camino Crítico en la industria de la construcción, empezó a utilizar ésta técnica en la administración de un proyecto de diseño y construcción de una planta de fenol.

En su forma original, los dos sistemas eran muy similares, con una característica innovadora muy importante: la separación de las funciones de planeación y programación. Ambas técnicas utilizaban diagramas de flechas para indicar las interrelaciones de las distintas actividades componentes del proyecto, culminando con un plan integral y técnico, lo que permitía una revisión racional por parte del responsable de su ejecución.

El PERT utiliza tres tiempos de duración, calculados con criterios: a) optimista, b) pesimista, y c) llamado "más plausible" y con esto se calcula el tiempo que se espere la actividad que se este programando, por lo tanto el tiempo más probable se calcula como:

$$T_{pr} = \frac{T_o + 4T_{pl} + T_p}{6}$$

Siendo:

$T_{pr}$  Tiempo probable.

$T_o$  Tiempo optimista.

$T_{pl}$  Tiempo plausible.

$T_p$  Tiempo pesimista.

A partir de este momento, el PERT, es idéntico al método del camino crítico en el que se utiliza únicamente un tipo de estimación de duración, basado en la experiencia obtenida con anterioridad, o cualquier otro tipo de cálculo basado en procedimientos de construcción, recursos disponibles, volúmenes de obra, calidad, rendimiento, condiciones de la localidad donde se ejecuta la obra, etc.

El método de camino crítico por otra parte, permite estudiar el enlace tiempo y costo de la ejecución de las actividades y tomar decisiones entre alternativas de diferente duración y costo.

En México, ha sido usado el Método de la Ruta Crítica por diversos organismos, a partir de 1961, entre ellos la Secretaría de Obras Públicas, con excelentes resultados; a partir de 1962 la Comisión Federal de Electricidad lo adoptó para la planeación, programación y control de sus grandes obras. También lo han adoptado otras dependencias gubernamentales y compañías constructoras importantes.

### 3.1 El método de la ruta crítica.

El método de la ruta crítica nos permite, a través de la representación gráfica de un proceso (que puede ser el proceso constructivo:

- Conocer los tiempos de inicio y terminación de cada una de las actividades que integran el proceso mediante la aplicación de un algoritmo sencillo.

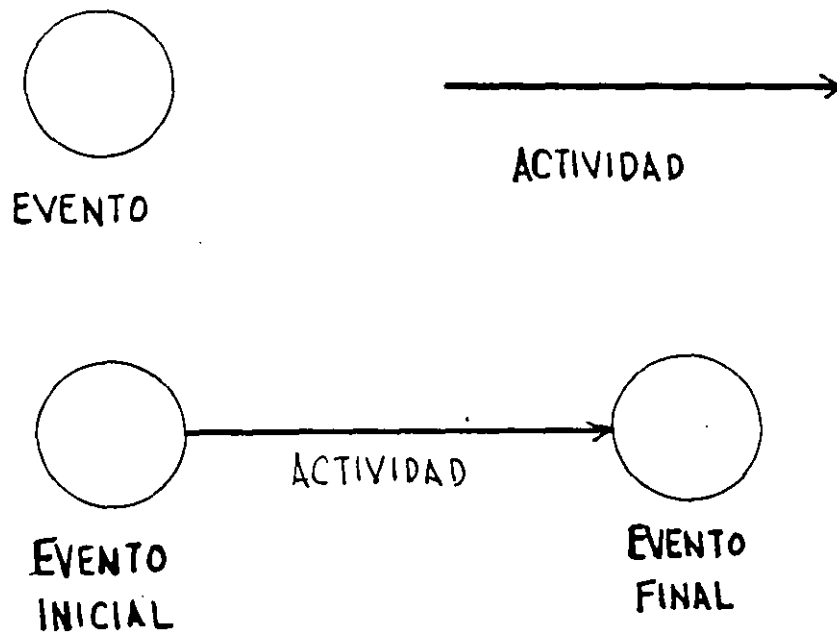
- Conocer las holguras disponibles para las actividades no críticas.
- Representar el esquema mediante barras que indiquen la duración de las actividades dando origen al diagrama de barras o de Gantt.
- Sobre este último diagrama, realizar la distribución y balance de los recursos utilizados en el proceso.

Los elementos gráficos requeridos para trazar el diagrama de flechas son mínimos.

El primero de ellos es el **EVENTO**, representado generalmente por un círculo (aunque puede ser cualquier otra figura) que marca el inicio ó terminación de una actividad. Se utiliza para identificar dicha actividad y no consume tiempo ni recursos.

El segundo elemento es una flecha continua para representar la actividad; a diferencia de los eventos, sí consume tiempo y recursos. La longitud de la flecha no tiene relación con la duración de la actividad puesto que el diagrama de flechas no se traza a escala, sin embargo, es importante dibujar siempre la punta de la flecha para señalar su dirección.

Integrando los dos elementos descritos tenemos:



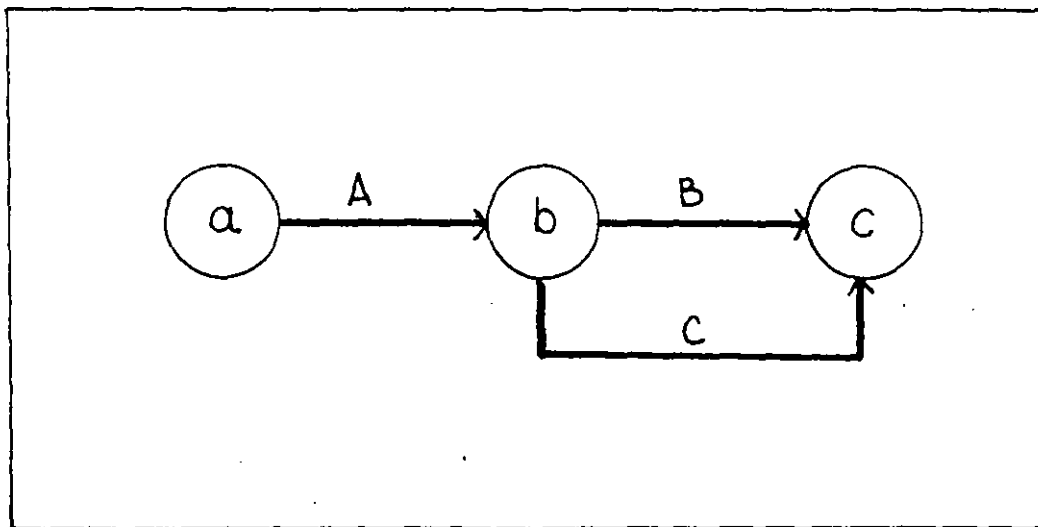
- ¿Qué actividad o actividades pueden ejecutarse simultáneamente?

Se tienen así en un diagrama, actividades que, de acuerdo al orden de su ejecución, son precedentes o subsecuentes de otras.

En el diagrama anterior, por ejemplo, la actividad ce es subsecuente de la actividad ac y precedente de la eg, por tanto, el evento c inicial de la actividad ce, es el evento final de la actividad ac y, el evento e terminal de la ce, es el evento inicial de la actividad eg.

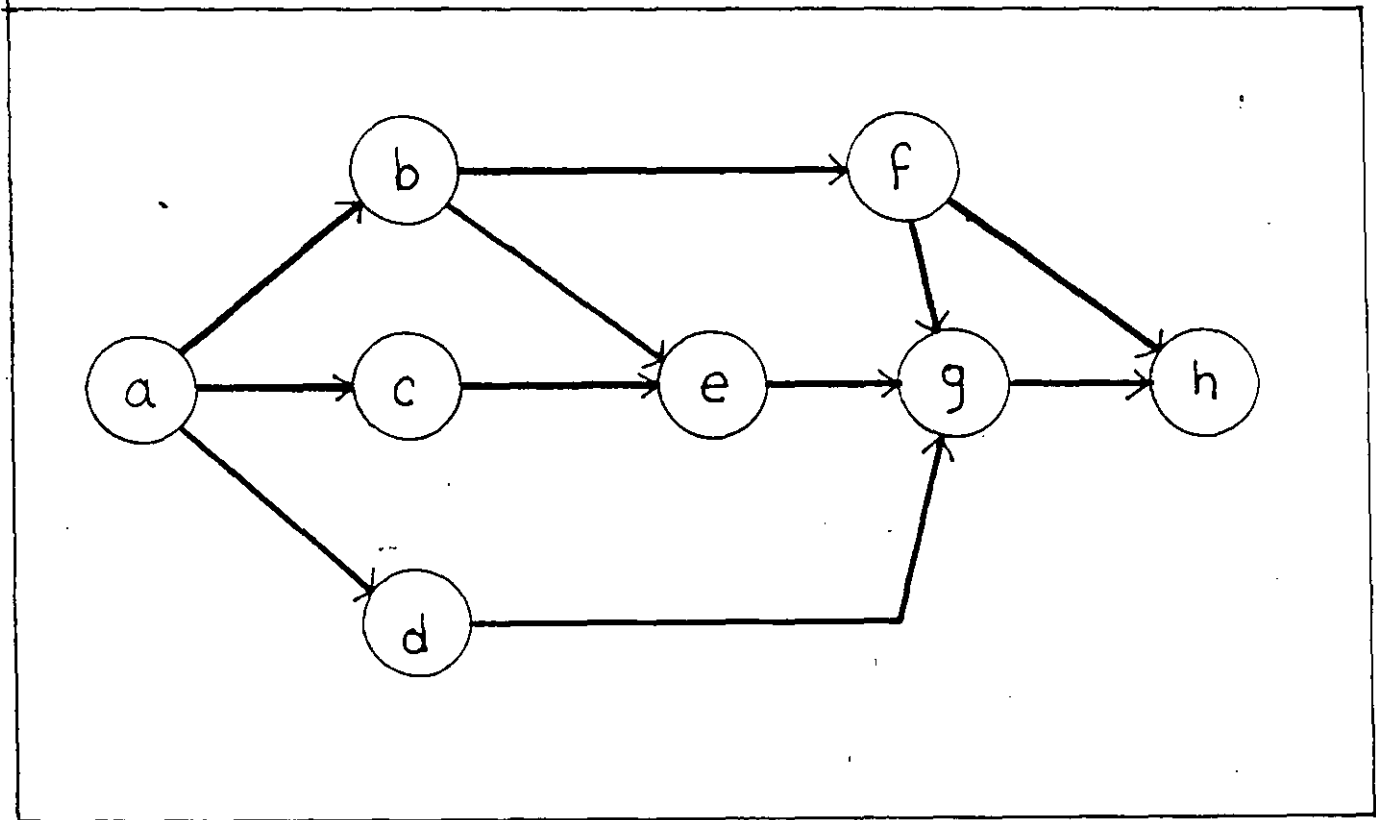
Un tercer elemento gráfico auxiliar en el dibujo ó trazo de las redes es la actividad ficticia que se representa por una flecha discontinua. Su tratamiento en el cálculo de la red, es el mismo que una actividad normal, excepto que su duración es cero y no consume recursos.

Consideremos el siguiente diagrama:



La actividad anterior puede identificarse indistintamente como actividad A ó actividad ab, siendo la segunda manera más utilizada.

Al "ligar" varias actividades por medio de sus correspondientes eventos, obtenemos una red de actividades.



Red con 8 eventos (a,b,c,d,e,f,g,h) y 11 actividades (ab,ac,ad,be,bf,ce,dg,eg,fg,fh,gh).

Para poder dibujar el diagrama de flechas, de determinado proceso, debemos preguntarnos para cada actividad en particular:

- ¿Qué actividad o actividades deben haberse ejecutado inmediatamente antes de iniciar la actividad que estamos analizando?
- ¿Qué actividad o actividades pueden ejecutarse inmediatamente después?

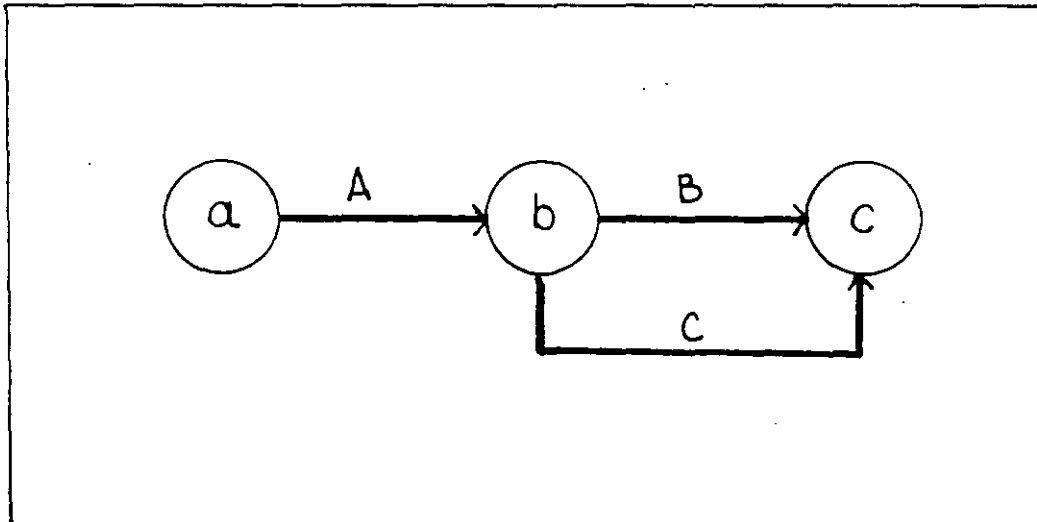
- ¿Qué actividad o actividades pueden ejecutarse simultáneamente?

Se tienen así en un diagrama, actividades que, de acuerdo al orden de su ejecución, son precedentes o subsecuentes de otras.

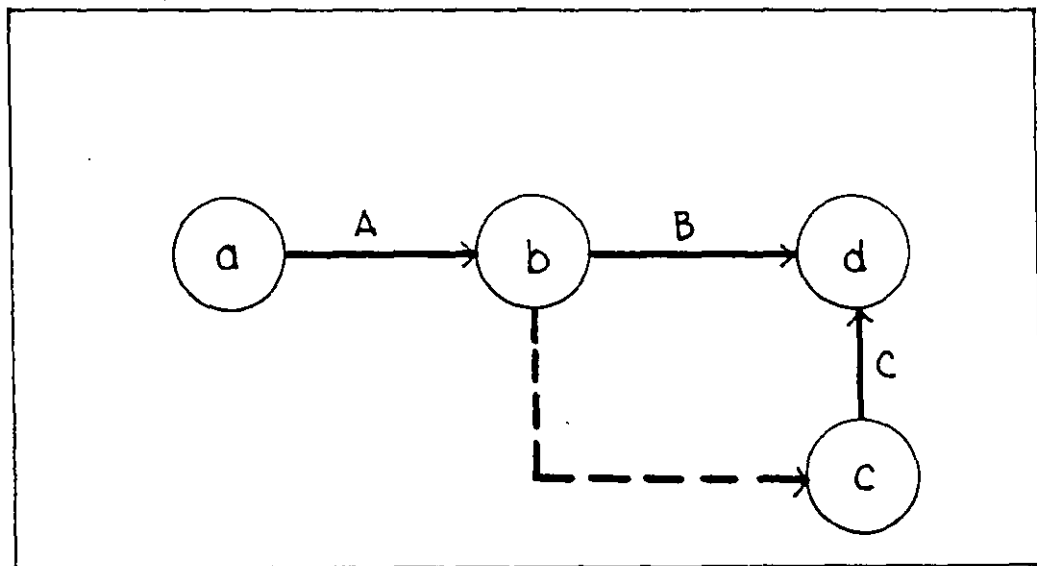
En el diagrama anterior, por ejemplo, la actividad ce es subsecuente de la actividad ac y precedente de la eg, por tanto, el evento c inicial de la actividad ce, es el evento final de la actividad ac y, el evento e terminal de la ce, es el evento inicial de la actividad eg.

Un tercer elemento gráfico auxiliar en el dibujo ó trazo de las redes es la actividad ficticia que se representa por una flecha discontinua. Su tratamiento en el cálculo de la red, es el mismo que una actividad normal, excepto que su duración es cero y no consume recursos.

Consideremos el siguiente diagrama:

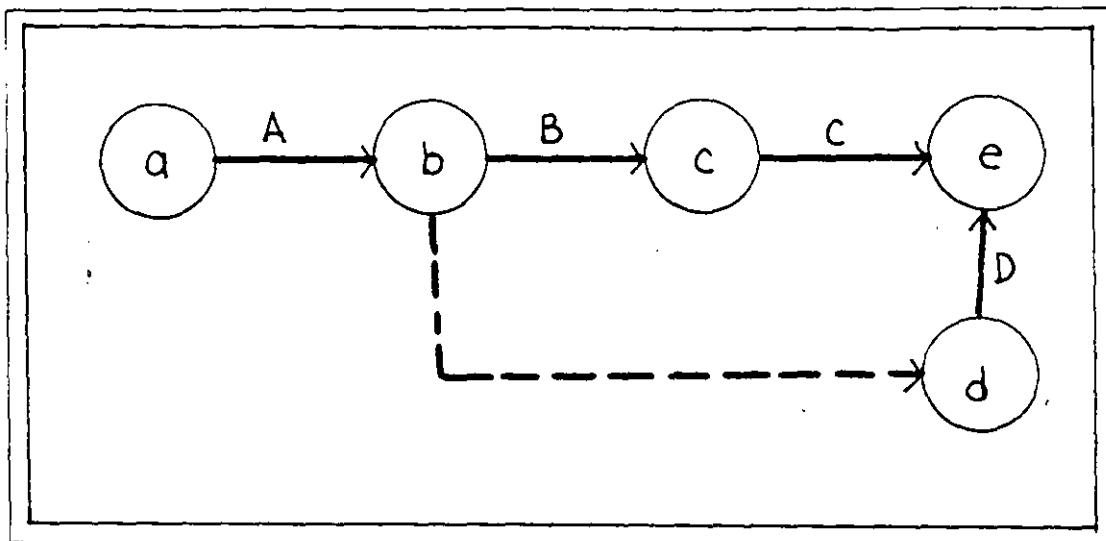


Observamos en el que, tanto la actividad B como la actividad C, identificadas por sus eventos inicial y final, se designarían como bc. Para evitar esta confusión, se introduce una actividad ficticia quedando el diagrama como sigue:

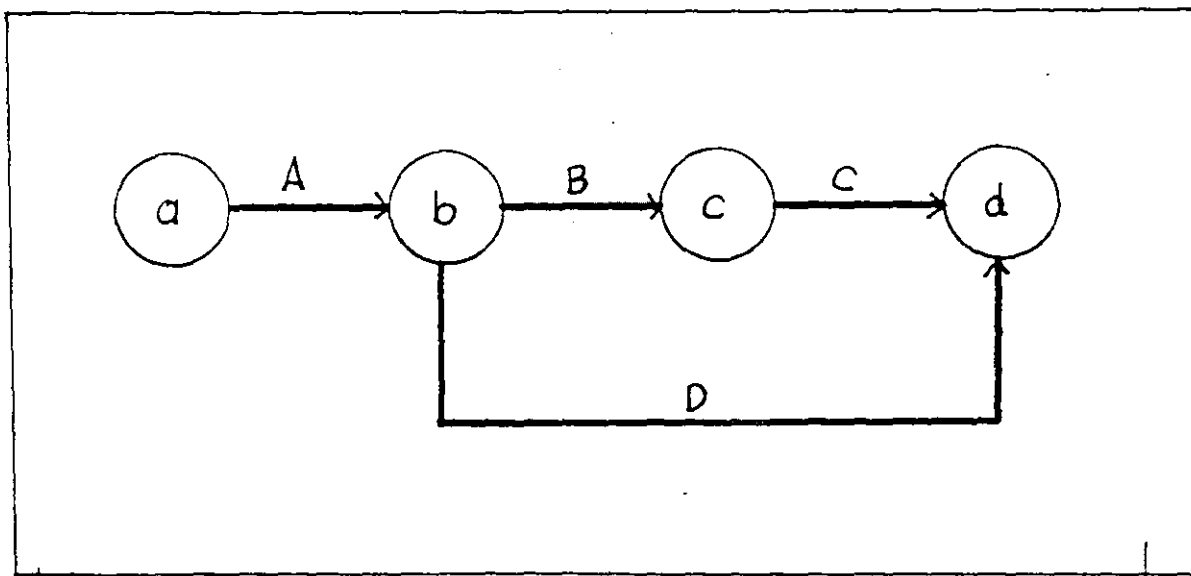


Ahora se tienen claramente identificadas ambas actividades, la B con sus eventos bd y la C con sus eventos cd; hemos utilizado para ello la actividad ficticia bc.

Sin menoscabo de la claridad del diagrama de flechas que se esté dibujando, hay que evitar en lo posible el uso de actividades ficticias donde no se justifiquen, por ejemplo:



La actividad ficticia "bd" no es necesaria pues, al suprimirla, no hay ninguna duda respecto a la identificación de todas las actividades, quedando el diagrama así:





Es recomendable que la numeración o identificación de los

eventos con letras sea de tal manera que las actividades se "lean" en orden progresivo, esto es, que una actividad se denomine por ejemplo 3-4 ó a-f y no por 4-3 ó f-a.

Cabe señalar que el diagrama de flechas se debe siempre iniciar en un evento único y debe terminar en un solo evento también.

## EJERCICIOS.

1.- Para practicar la aplicación correcta de la simbología, que acabamos de adoptar, se sugiere dibujar el diagrama de flechas que representa el proyecto cuya dependencia entre actividades se enlista:

ACTIVIDAD	DEPENDENCIA
A y B	NO DEPENDEN DE NADA
C	DEPENDEN DE A
D y E	DEPENDEN DE B
F	DEPENDEN DE C y D
G	DEPENDEN DE C, D y E
H	DEPENDEN DE F y G Y ES LA ÚLTIMA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.

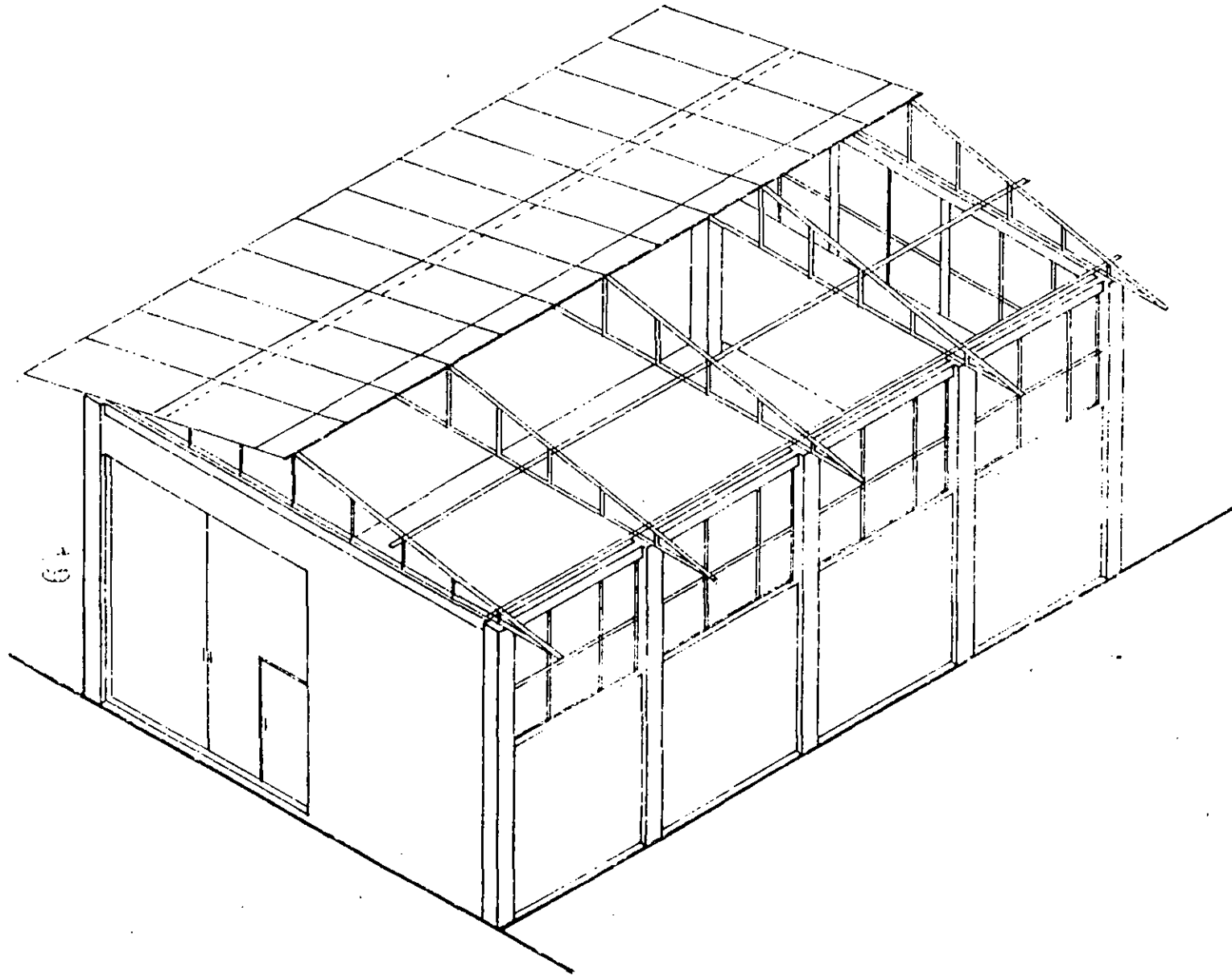
2.- Dada la lista de actividades para la construcción de una cimentación a base de zapatas corridas de concreto, dibuje el diagrama que representa el proceso constructivo.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
A	PRELIMINARES
B	TRAZO Y NIVELACION
C	EXCAVACION
D	PLANTILLA
E	CIMBRA
F	CORTE Y HABILITADO ACERO
G	COLOCACION ACERO
H	FABRICACION Y COLOCACION CONCRETO
I	DESCIMBRA
J	RELLENO ZANJA

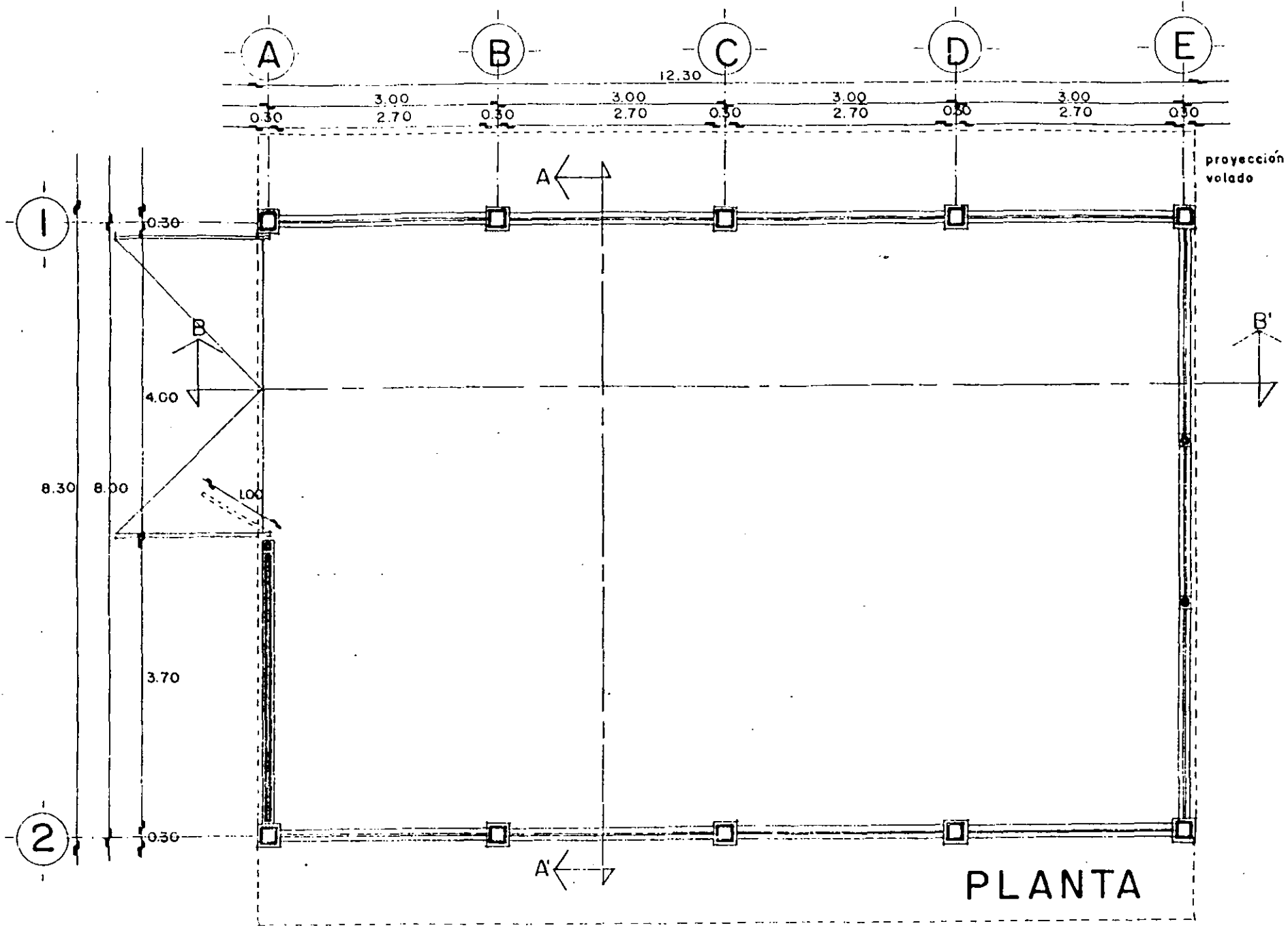
Al resolver el Ejercicio 1, obsérvese que la figura en conjunto puede presentar formas diferentes, lo cual por supuesto no es relevante, lo importante es que las dependencias entre actividades sea la correcta.

Se expondrá el método de la Ruta Crítica a través del estudio de un ejemplo:

Supongamos que debemos construir un almacén que consta de cimentación y estructura de concreto armado, así como de estructura de acero para el techo con lámina de asbesto. Para el efecto, tenemos que proponer una serie de actividades que a su vez pudieran dividirse, si nos interesa, en otras varias actividades como puede suceder con la actividad "Excavación", que incluiría trazo, excavación propiamente dicha y acarreo del material producto de la excavación.



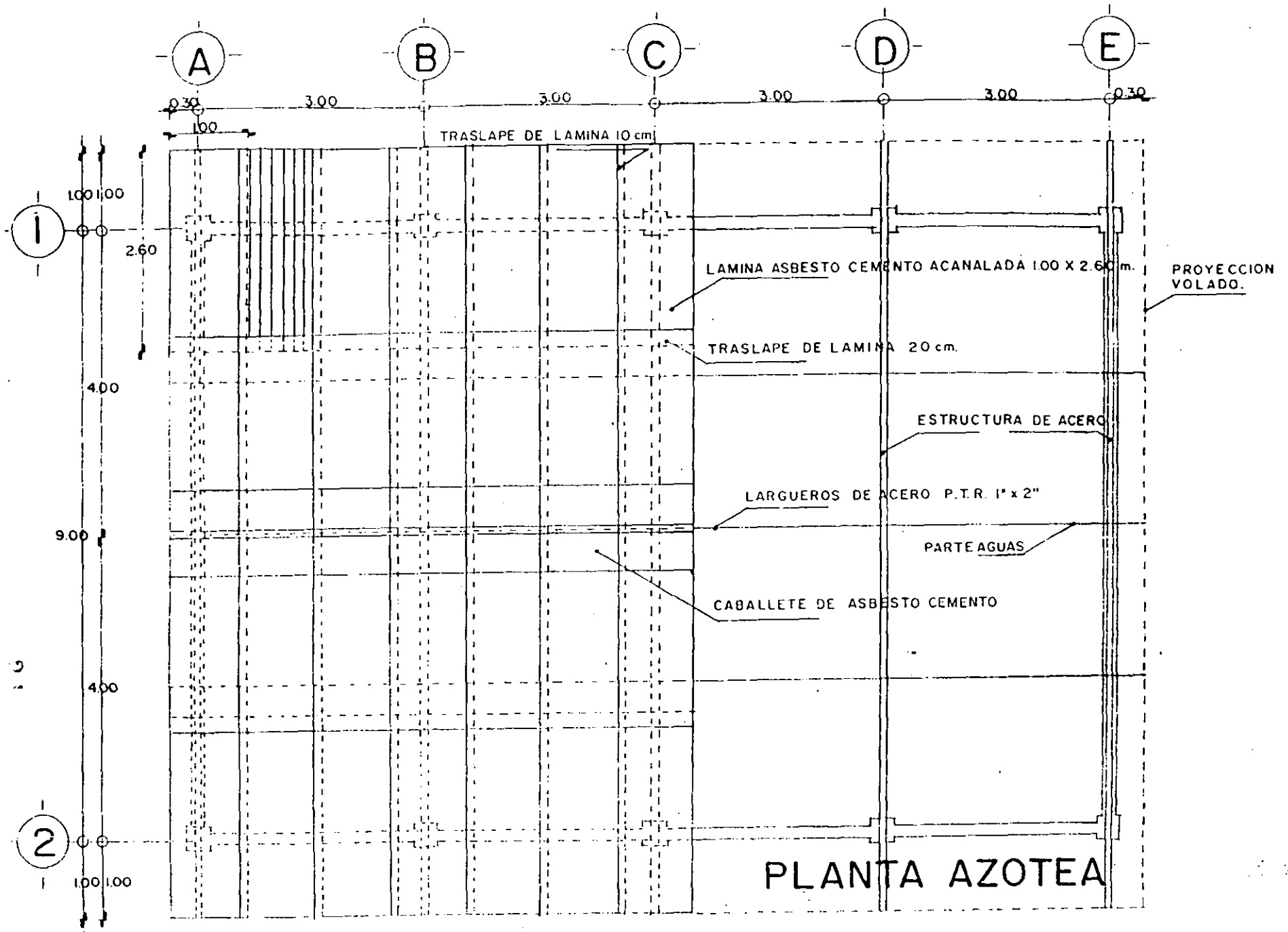
64

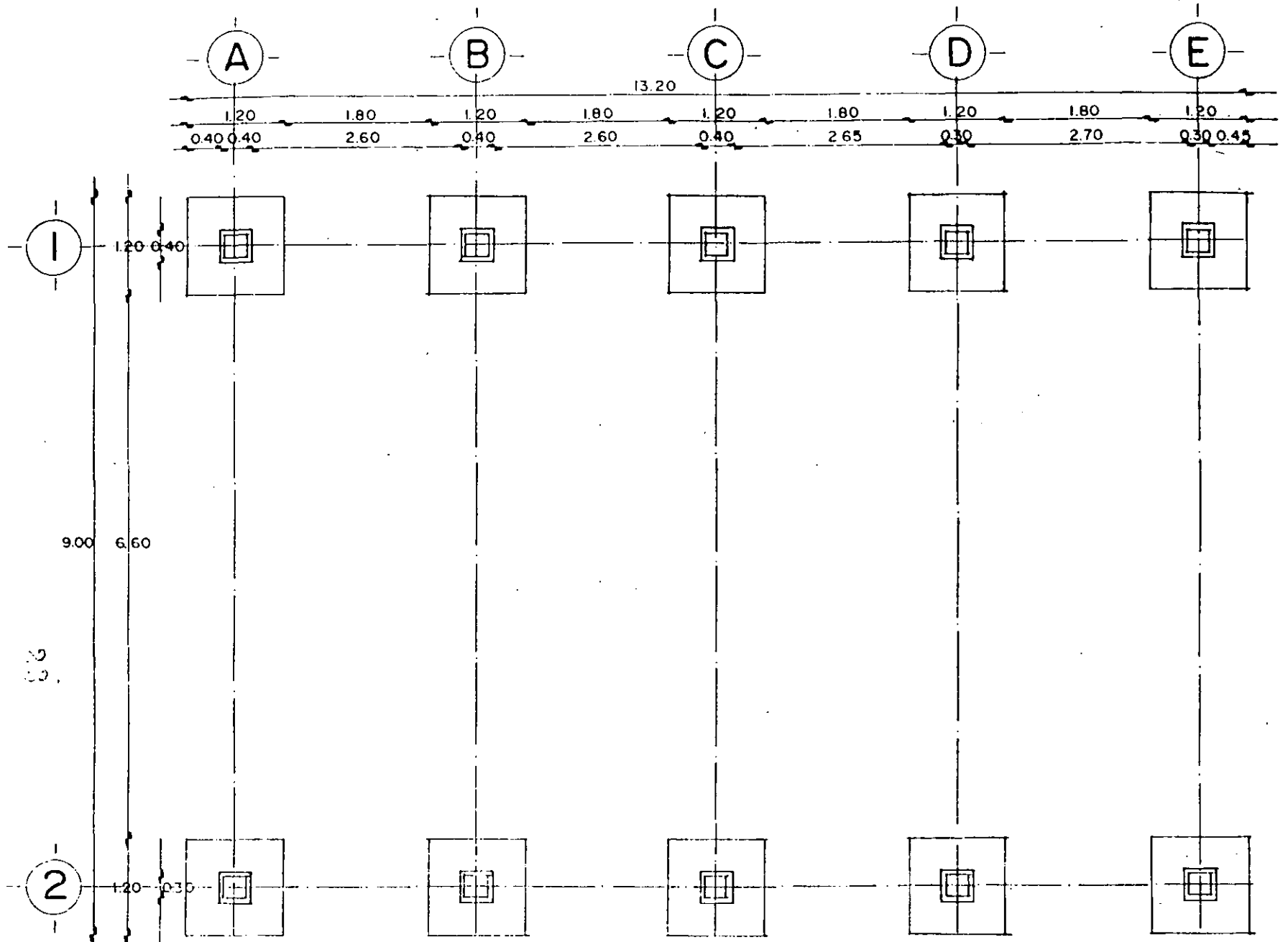


PLANTA



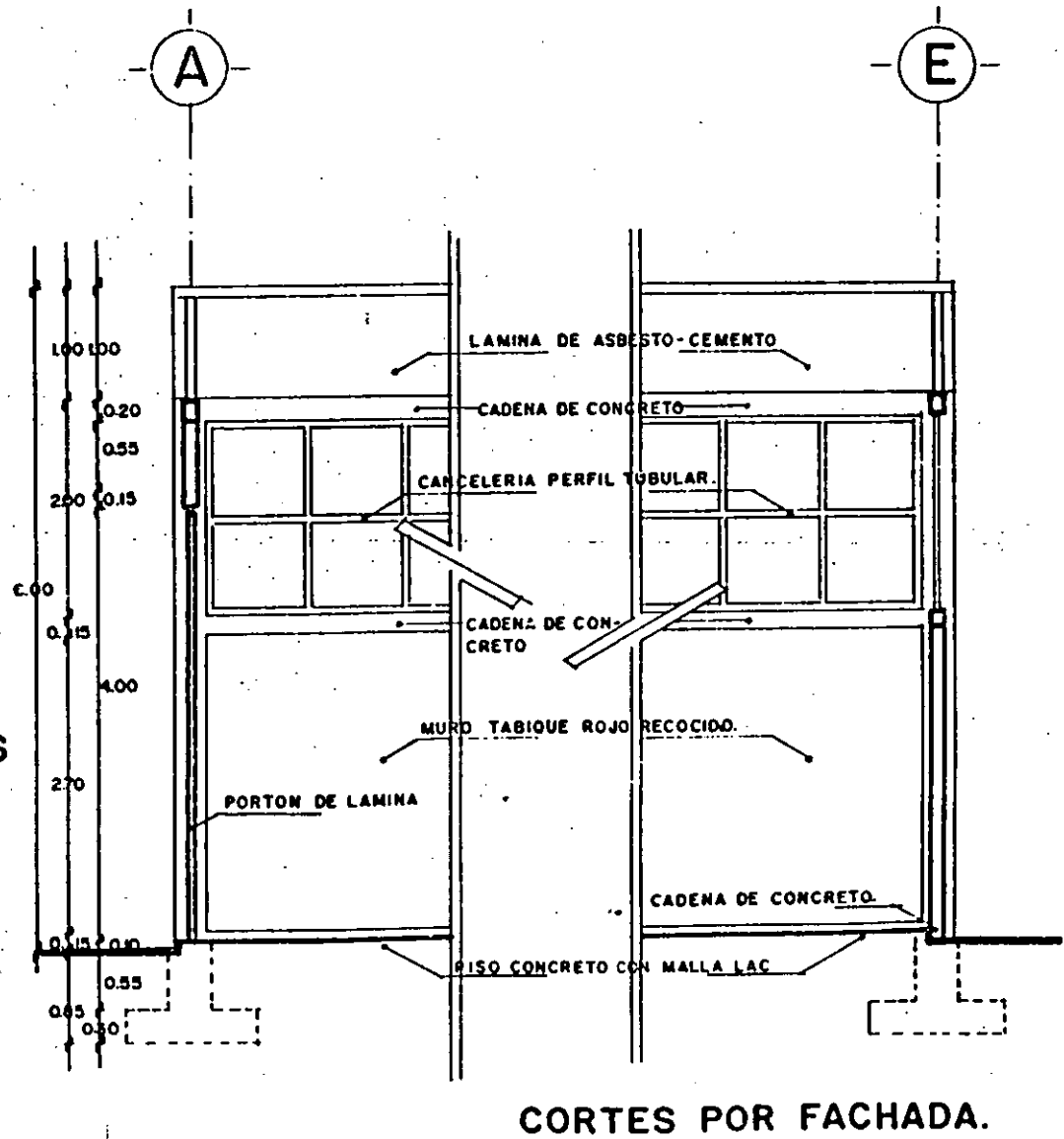
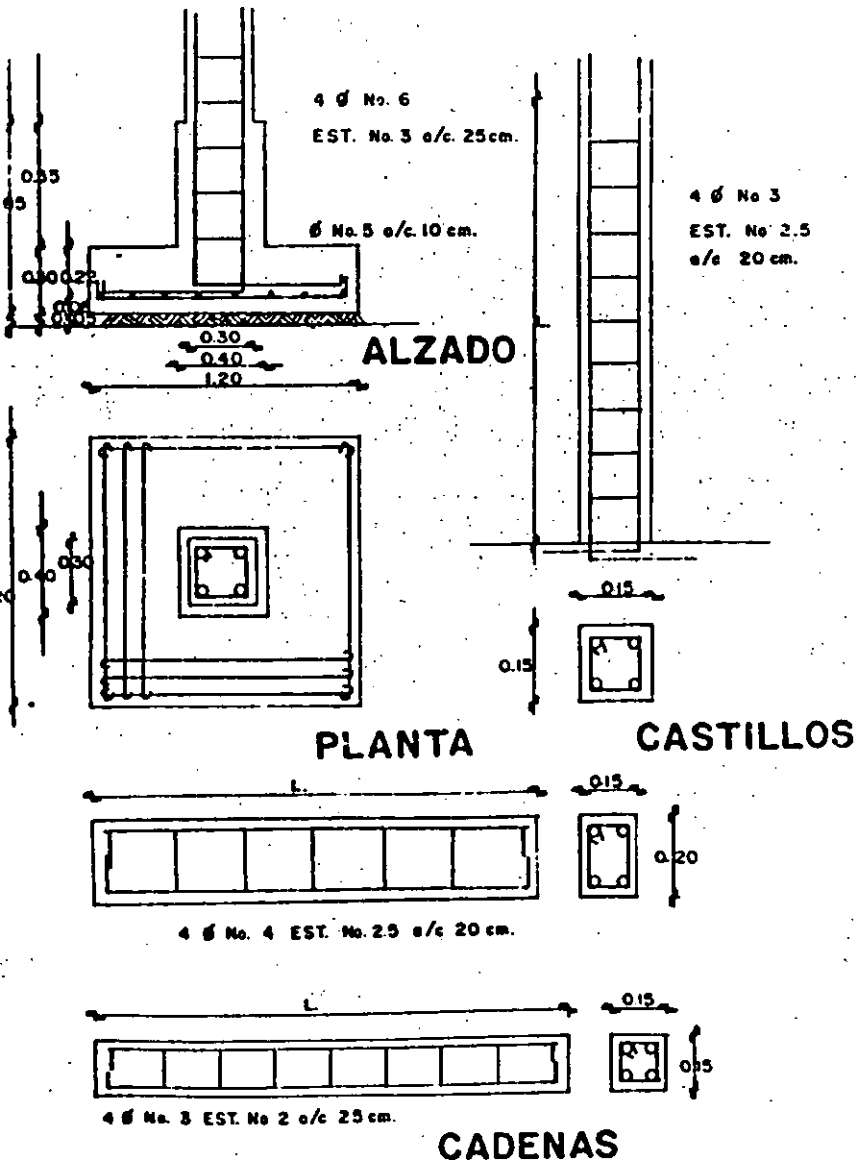






PLANTA DE CIMENTACION





El tiempo que tarda en ejecutarse cada actividad, estará en función del procedimiento constructivo, de los recursos de que se disponga y del volumen de obra por ejecutar, esto es:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{\text{volumen}}{\text{rendimiento}}$$

Supongamos que para nuestro ejemplo, los tiempos de ejecución quedan asentados en la Tabla 1 en días jornadas de trabajo.

ACTIVIDAD	DURACION EN DIAS	OBSERVACIONES
Preparativos	8	Limpieza del terreno y trazos.
Excavación	6	Incluye acarreos.
Cimentación	10	Incluye plantilla, armado, cimbrado, colado.
Estructura de concreto	30	Armado, cimbrado, colado
muros de tabique	25	Espesor 0.14 m.
Montaje estructura acero	11	A cargo del subcontratista.
Fabricación y transporte de estructura de acero	45	A cargo del subcontratista.
Tiempo de entrega de lámina de asbesto	25	A cargo del fabricante

Fabricación y transporte		
de herrería	30	A cargo del fabricante
Colocación de herrería	6	A cargo del subcontratista
Colocación lámina de asbesto	9	Incluye accesorios
Colocación vidrios	4	A cargo del subcontratista
Instalación eléctrica	8	A cargo del subcontratista
Aplanado en muros	12	Dar acabado para recibir pintura
Relleno y compactación		
parapisos	6	Incluye nivelación
Pisos de concreto	6	Armado y colado con acabado fino integral
Pintura	10	Subcontratista
Limpieza	5	Para entregar la Obra

**TABLA 1. LISTADO DE ACTIVIDADES Y SUS DURACIONES**

Secuencia de ejecución:

Una vez que se ha formado la lista de las actividades, es necesario analizar el orden de ejecución de éstas, teniendo en cuenta los requisitos del proceso y las condiciones particulares de la empresa que realizará la obra. Por otra parte, es conveniente la elaboración de lo que se denomina Matriz de Precedencias y que es la que nos da una idea de la secuencia lógica a seguir en tal proceso' en ésta matriz se escriben los conceptos de todas las actividades que forman el proyecto, una en cada renglón y una en cada columna formando casilleros, es decir, que si son "n" actividades que corresponden a "n" columnas y a "n" renglones, darán por lo tanto  $n^2$  casilleros. Ver tabla 2.

### *REGLAS PARA LA FORMACION DE LA MATRIZ DE PRECEDENCIAS*

a). Analizar la actividad correspondiente a cada renglón y determinar qué actividades pueden realizarse "inmediatamente después" de terminada la actividad en cuestión; para ésto se recorre el renglón examinando las columnas de la tabla y colocando una "x" en los casilleros de las columnas que corresponden a las actividades que pueden efectuarse "inmediatamente después".

b).- Analizar la actividad correspondiente a cada columna y determinar qué actividad o actividades deben realizarse "inmediatamente antes" de poder iniciarse la actividad en cuestión; para ésto se recorre por columna cada actividad y se coloca una "x" en los casilleros de los renglones que corresponden a las actividades que deben ejecutarse "inmediatamente antes".

La aplicación de las dos reglas anteriores puede hacerse en cualquier orden; a veces resulta más sencillo definir cuales son las actividades inmediatas siguientes a otras, o sea, la aplicación de la primera de las reglas, pero en todo caso, es cuestión de comodidad el aplicar la primera o la segunda como primer paso.

El último paso sera' una revisión aplicando cuidadosamente las dos reglas anteriores.

Debe quedar completamente claro que esta matriz ayuda al programador a visualizar situaciones de secuencia y presentación de la red. Las anotaciones que se hagan en tal matriz quedan a discreción del programador sin olvidar que ésta es solamente un papel de trabajo.

Con la matriz de precedencias como elemento auxiliar, o aún con el listado de actividades únicamente, se procede a elaborar la red de actividades (Figura número 2).

TABLA II

ACTIVIDADES INMEDIATAS SIGUIENTES	C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		PREPARATIVOS	EXCAVACION	CIMENTACION	ESTRUCTURA DE CONCRETO	MUROS DE TABIQUE	MONTAJE ESTRUCTURA DE ACERO	FABRICACION ESTRUCTURA (acero)	ENTREGA LAMINA DE ASBESTO	FABRICACION HERRERIA	COLOCACION HERRERIA	COLOCACION LAMINA DE ASBESTO	COLOCACION VIDRIOS	INSTALACION ELECTRICA	APLANADO DE MUROS	RELLENO Y COMPACTACION PARA PISOS	PISOS DE CONCRETO	PINTURA	LIMPEZA	
PREPARATIVOS	C																			
EXCAVACION		X																		
CIMENTACION			X																	
ESTRUCTURA DE CONCRETO				X																
MUROS DE TABIQUE				X																
MONTAJE ESTRUCTURA DE ACERO						X								X	X					
FABRICACION ESTRUCTURA (acero)					X															
ENTREGA LAMINA DE ASBESTO						X														
FABRICACION HERRERIA							X													
COLOCACION HERRERIA							X													
COLOCACION LAMINA DE ASBESTO							X													
COLOCACION VIDRIOS									X											
INSTALACION ELECTRICA								X	X											
APLANADO DE MUROS					X															
RELLENO Y COMPACTACION PARA PISOS												X								
PISOS DE CONCRETO															X					
PINTURA																		X		
LIMPEZA																				X

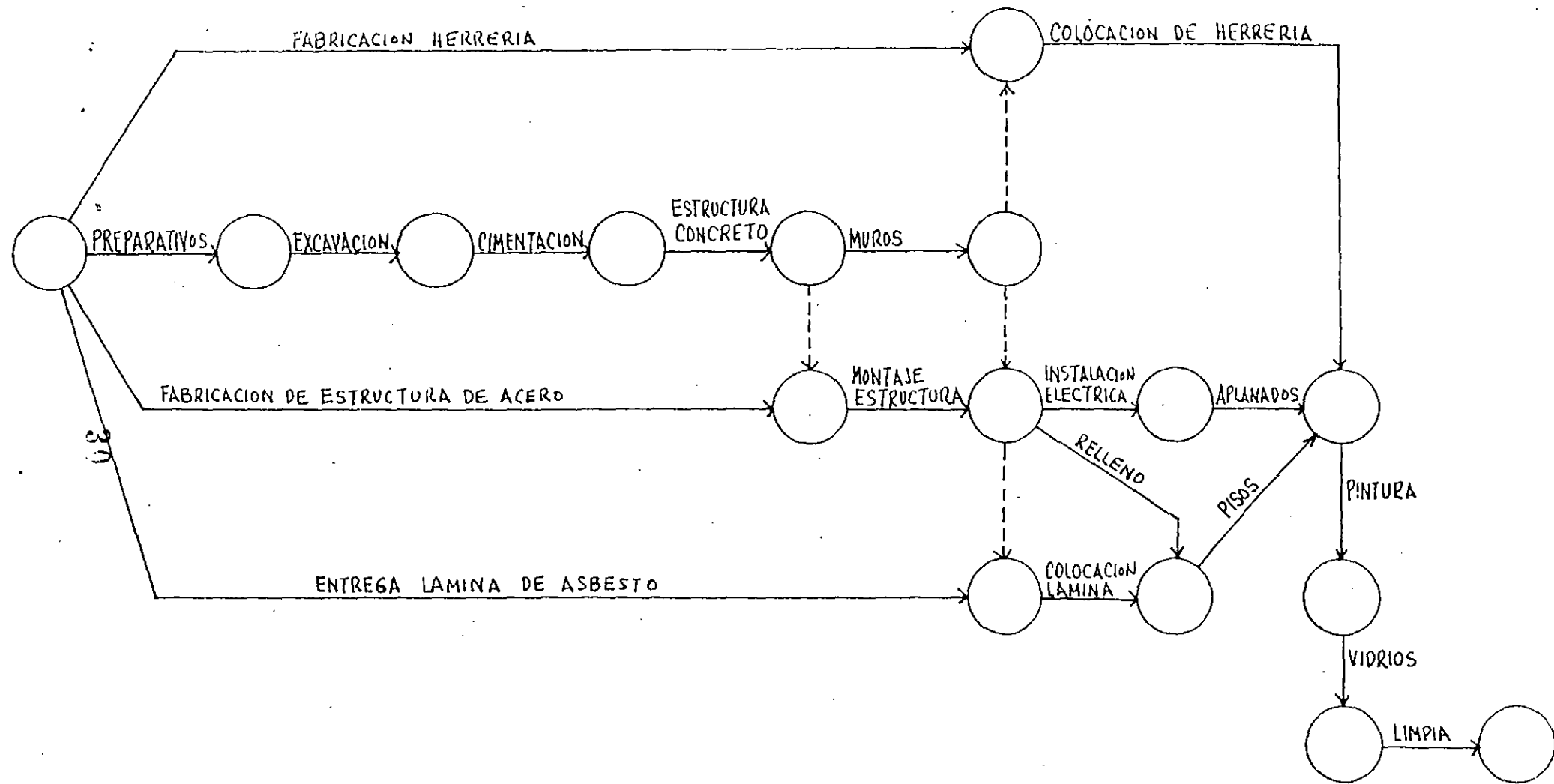


FIGURA 2. RED DE ACTIVIDADES

### 3.2 Cálculo de los tiempos.

En la aplicación del algoritmo, usaremos las siguientes anotaciones

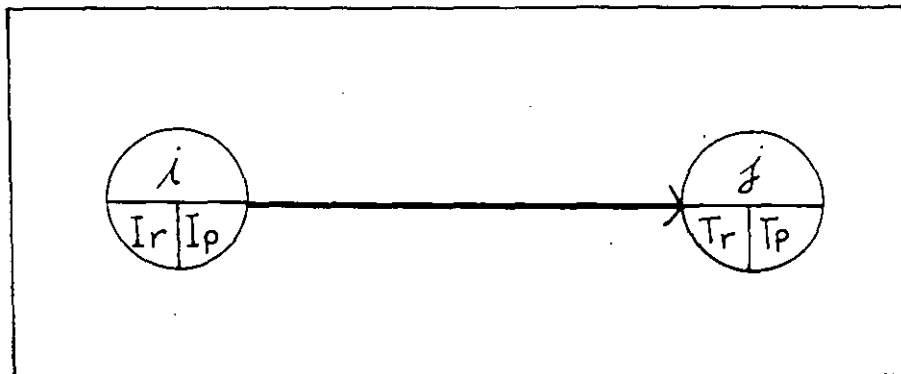
$I_p$  = Tiempo de iniciación próximo de la actividad  $ij$

$I_r$  = Tiempo de iniciación remoto de la actividad  $ij$

$T_p$  = Tiempo de terminación próximo de la actividad  $ij$

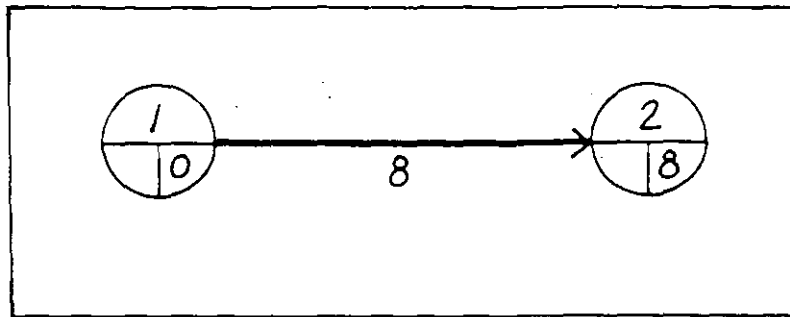
$T_r$  = Tiempo de terminación remoto de la actividad  $ij$

Se sugiere anotar estos datos como sigue:



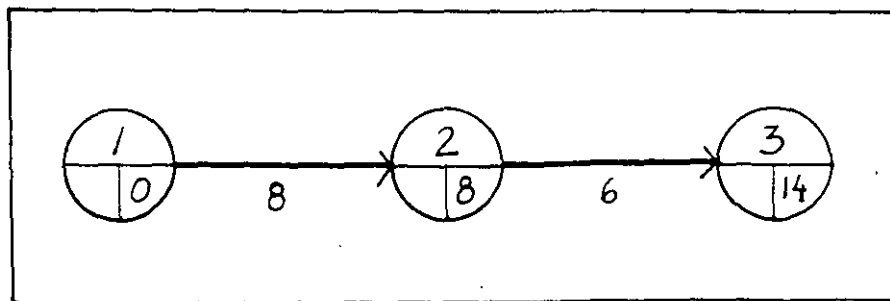
Habiendo numerado los eventos y anotado los tiempos de duración de cada actividad de la red en el diagrama de flechas, se calculan los tiempos de terminación próximos: sumando al tiempo de iniciación, la duración de cada actividad, esto es:  
 $T_p = I_p + d$

Para la primera actividad de la figura 2 o sea la 1-2 el  $I_p$  es cero:  $I_p = 0$ . Como su duración es 8 el tiempo próximo de terminación será  $0 + 8 = 8$ . Este dato se anota en el evento final de la actividad 1-2.



El tiempo próximo de terminación de la actividad 1-2 es, simultáneamente, el tiempo próximo de inicio de la actividad que le sigue (actividad 2-3).

Para esta actividad  $T_p = 8 + 6$  o sea el  $T_p$  de la actividad que antecede más la duración de la actividad "2-3", lo cual se anota en el evento 3.



Cuando llegamos a un evento en donde concurren dos o más actividades procedemos como sigue:



Considerando la actividad 9-12, vemos que su  $I_p = 79$ , como su duración es igual a 6, su terminación próxima es  $T_p = 79 + 6 = 85$ ; sin embargo, la actividad subsecuente 12-13 no puede iniciarse sino cuando se termine también la actividad 10-12 cuyo tiempo de terminación próximo es 88.

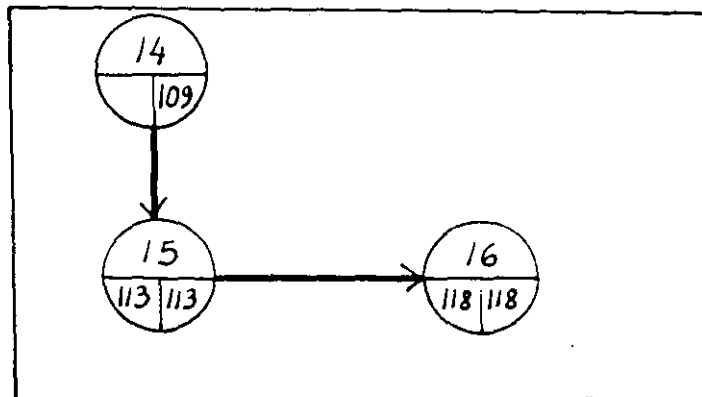
Por tal motivo este último será el número que anotaremos en el evento 12 para considerarlo como el tiempo de iniciación próximo de la actividad 12-13.

El razonamiento anterior, nos proporciona una regla para el caso en que dos o más actividades concurren en un evento y estemos calculando los tiempos próximos de terminación  $T_p$ : - Anotar la cantidad mayor que resulte de sumar los tiempos de iniciación próximos  $I_p$  a las duraciones respectivas de las actividades concurrentes-.

Siguiendo este procedimiento se calcula la terminación próxima del proyecto, que en el ejemplo que nos ocupa es de 118 días.

El siguiente paso, consiste en determinar los tiempos de iniciación y terminación remotas; para ello, en el último evento del diagrama hacemos coincidir  $T_p$  con  $T_r$ . (En caso que fijásemos para  $T_r$  un valor superior a 118, por ejemplo 140, todas las actividades del proyecto tendrían un margen equivalente a la diferencia entre  $T_r$  y  $T_p$ , lo cual dados los objetivos que perseguimos, resultaría ocioso).

Para la actividad 15-16, cuyo tiempo remoto de terminación es 118 y tiene una duración de 5, su tiempo remoto de iniciación será  $118 - 5 = 113$  esto es,  $I_r = T_r - d$ . Los datos se anotan en el espacio correspondiente dentro de los eventos.



Cuando se presenta el caso de dos o más actividades concurrendo a un evento, se tiene lo siguiente:

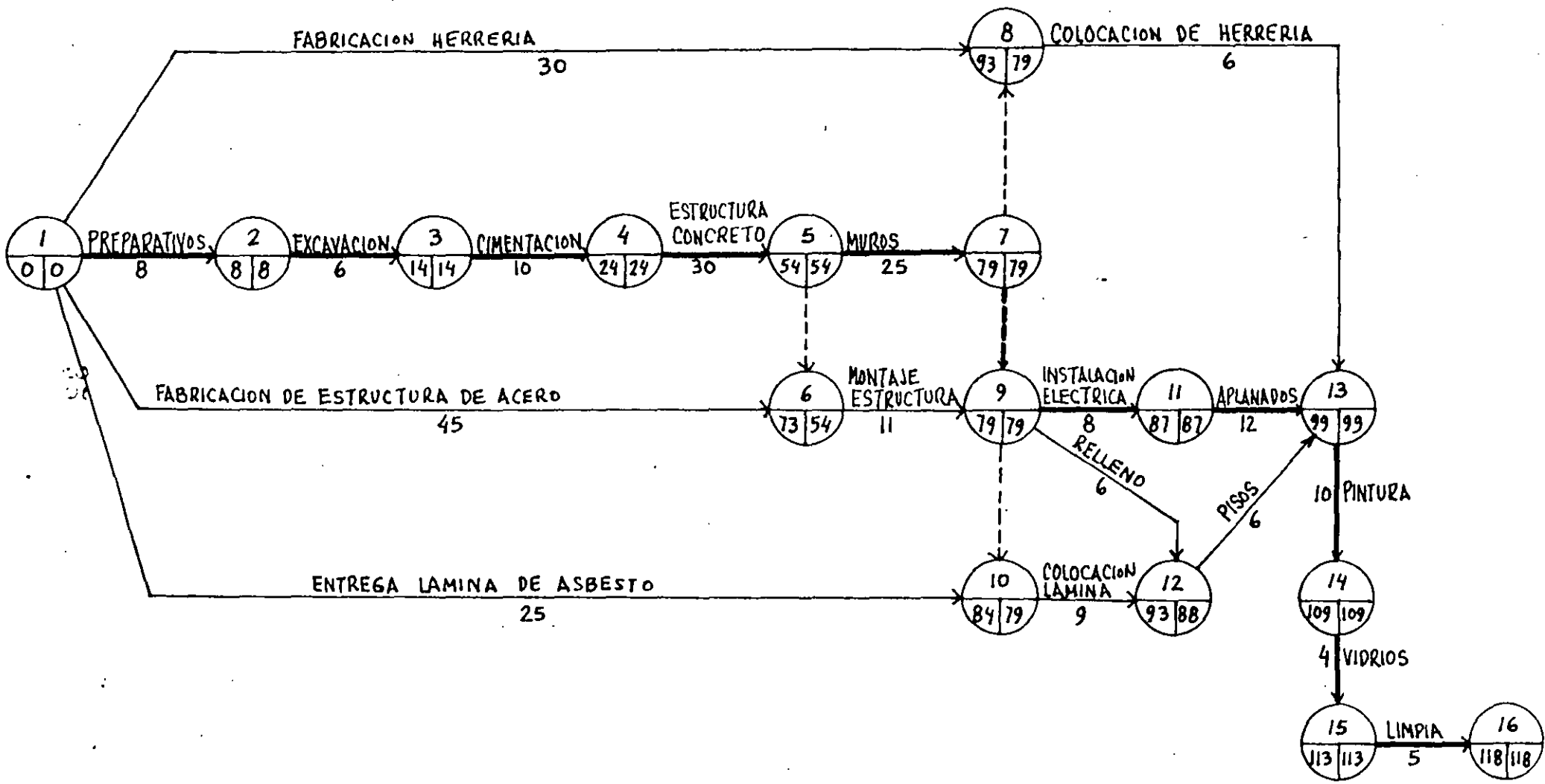
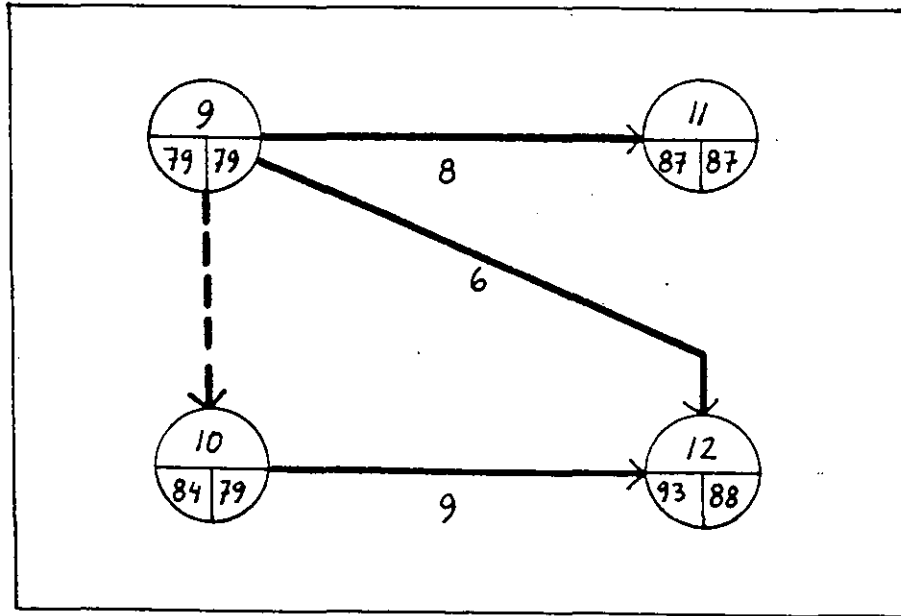


FIGURA 3. CALCULO NUMERICO DE LA RED

Actividad	Tr
9 - 10	84
9 - 11	87
9 - 12	93



El tiempo remoto de iniciación de la actividad 9-10, es  $84 - 0 = 84$  ( $I_r = Tr - d$ ), el de la actividad 9-11, es  $87 - 8 = 79$  y el de la actividad 9 - 12 es,  $93 - 6 = 87$ . En esta situación para efectos del cálculo de la red se anotará el menor de los tres números calculados esto es el 79 (aunque evidentemente los tiempos remotos de inicio reales son 84, 79 y 87 respectivamente), ya que si anotamos 84 ó 87 el tiempo remoto de terminación de la actividad 9 - 11 sería en un caso 92 ( $84 + 8$ ) y en otro 95 ( $87 + 8$ ) lo cual no es correcto porque nos llevaría a un tiempo de terminación de todo el proyecto superior a los 118 días requeridos.

Lo anterior, nos da la pauta a seguir cuando estemos calculando los tiempos remotos de inicio: Si dos ó más actividades concurren en un mismo evento, el  $I_r$  que se anotará en la red, será la cantidad menor que resulte de restar, a los tiempos de terminación remotos de cada actividad, la duración correspondiente.

El cálculo completo de la red, se muestra en la figura 3.

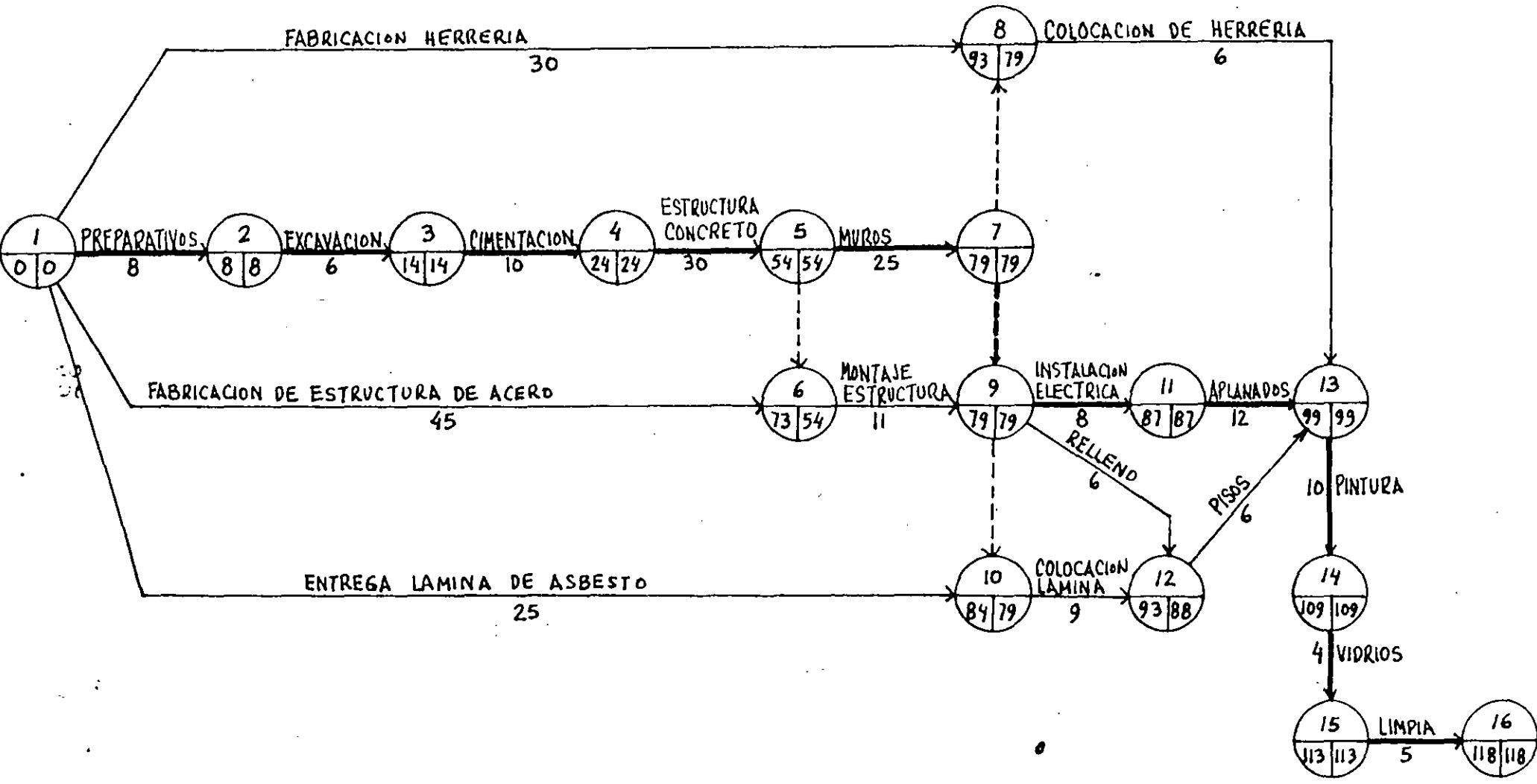


FIGURA 3. CALCULO NUMERICO DE LA RED

### 3.3 DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA

Durante el cálculo de los tiempos de iniciación y terminación próximos y remotos, nos percatamos que hay actividades que pueden empezar en dos tiempos diferentes sin que ello altere la terminación del proyecto, y actividades cuyos tiempos de inicio y de terminación están fijos.

Estas últimas actividades reciben el nombre de actividades críticas, pues un atraso o un adelanto en su ejecución, significan un atraso o un adelanto en toda la obra.

La unión de estas actividades resulta en la llamada CADENA ó RUTA CRITICA.

Las condiciones que definen el que una actividad sea crítica son dos:

1. Los tiempos de iniciación y terminación de la actividad son respectivamente iguales, esto es:  $I_p = I_r$  en el evento inicial y  $T_p = T_r$  en el evento final.
2. El tiempo próximo de terminación que aparece en la red, es igual al tiempo próximo de inicio más la duración de la actividad:  $T_p = I_p + d$ .

Hay ocasiones, como en el ejemplo mostrado, que la primera condición basta para definir la ruta crítica, pero, cuando esto no sea suficiente, deberá aplicarse la segunda condición.

En nuestro caso, la Ruta Crítica esta dada por las actividades 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-7, 9-11, 11-13, 13-14 , 14-15 y 15-16.

El conocer cuáles son las actividades críticas, nos permite poner especial cuidado en la ejecución, dentro del tiempo fijado, de dicha actividades.

### 3.4 HOLGURAS

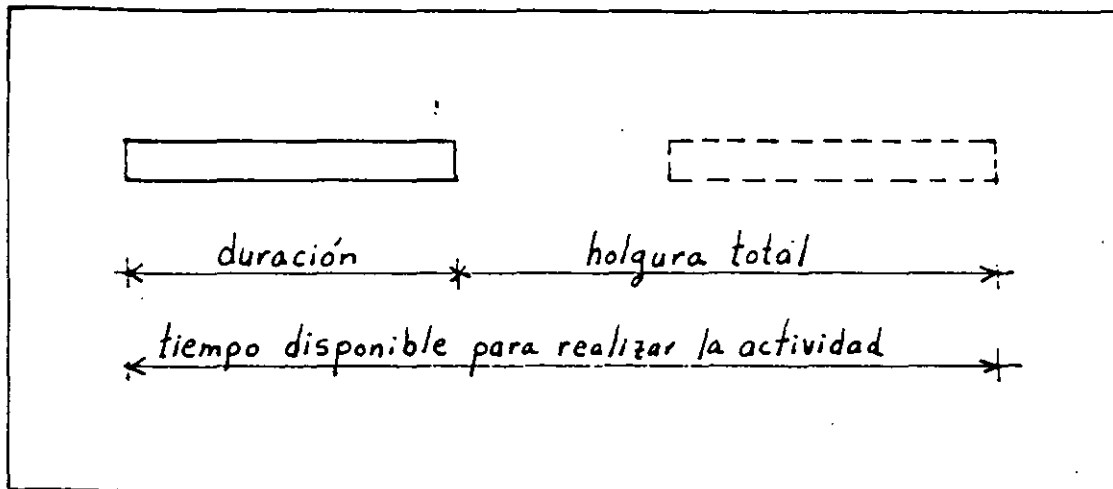
Holgura es el margen de tiempo que una actividad tiene para iniciarse y terminarse. Pueden definirse varios tipos de holguras pero, en estas notas, se tratarán únicamente la holgura total y la holgura libre.

Para su explicación, se hace uso del diagrama de barras, que representa en una escala de tiempos, la duración de todas y cada una de las actividades en que se han desglosado la obra en estudio.

### 3.4.1 HOLGURA TOTAL

Se define la holgura total de una actividad, como el tiempo que puede desplazarse su ejecución, sin alterar la duración total de la obra.

Gráficamente:



En función de los tiempos de inicio y terminación:

Holgura Total = Terminación Remota - Terminación Próxima

$$H_t = T_r - T_p$$

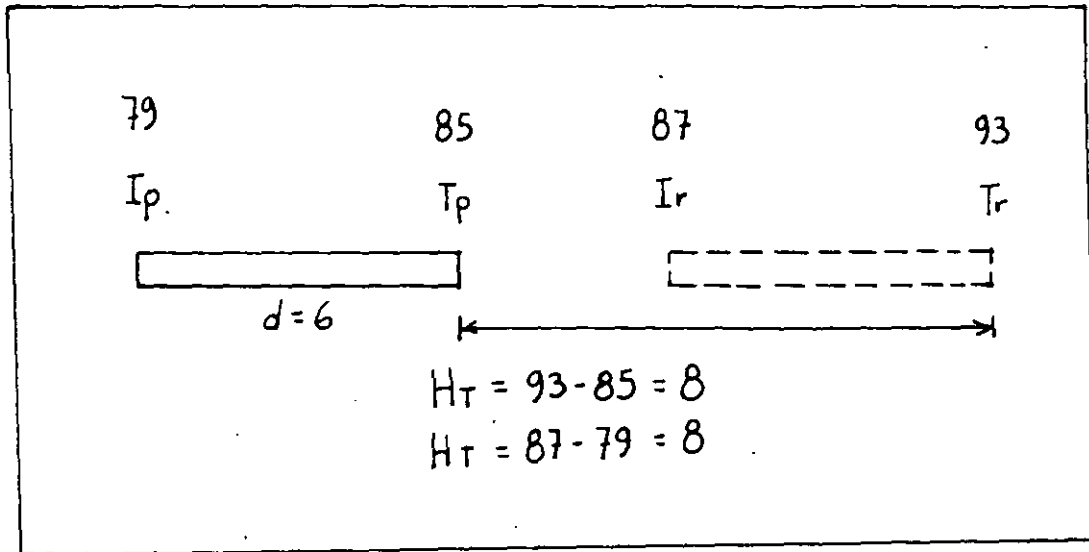
y como  $T_r = I_r + d$  y  $T_p = I_p + d$

Sustituyendo, la holgura total también es igual a:

$$H_t = I_r + d - (I_p + d) = I_r + d - I_p - d$$

$$H_t = I_r - I_p$$

Refiriéndonos a la actividad 9 - 12 del ejemplo:

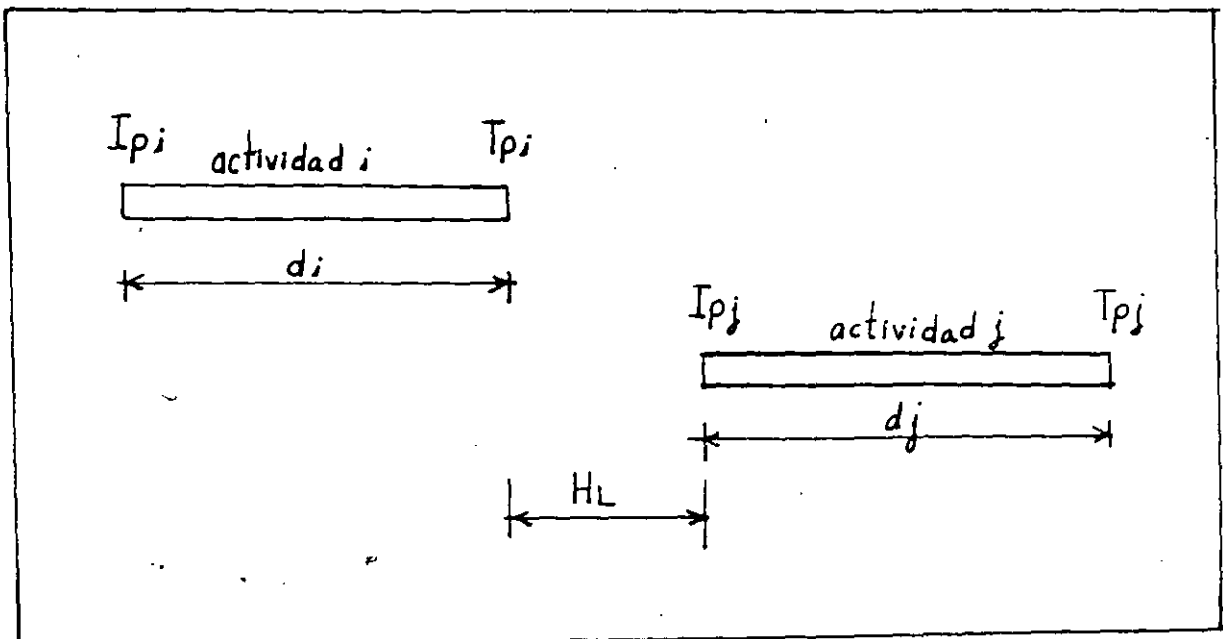


El terminar la actividad 9 - 12 el día 93, significa tener que iniciar la actividad 12 - 13 con la que está ligada hasta ese día, pero como la duración de esta última actividad es de 6 días, se terminaría el día 99 ( $93 + 6$ ), a tiempo para iniciar la actividad 13 - 14, con lo cual no se altera la duración total de la obra.

### 3.4.2. HOLGURA LIBRE

La holgura libre, es el tiempo que puede desplazarse una actividad, sin alterar la iniciación de la actividad ó actividades que en cadena le siguen:

Gráficamente:



En función de los tiempos de inicio y terminación:

Holgura Libre = Tiempo de inicio próximo de la actividad subsecuente - Tiempo de terminación próximo de la actividad precedente.

$$HL = lpj - Tpi$$

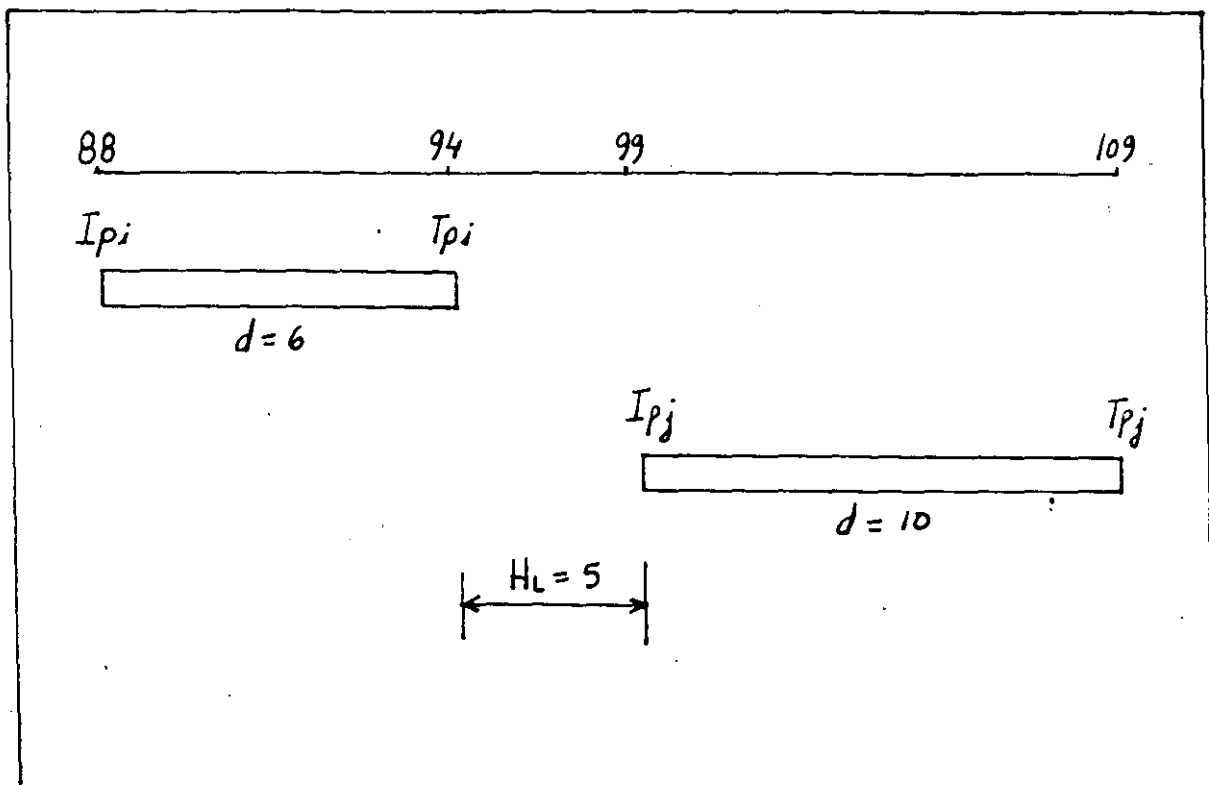
Dado que  $Tpi = lpi + di$ , también puede escribirse:

$$HL = lpj - lpi - di$$

Si recordamos, en el diagrama de flechas el  $lpj$  corresponde al  $Tp$  mayor de las actividades que concurren en el evento inicial de  $j$  y a su vez,  $Tpi$  es igual a  $lpi + di$ , por lo cual, podemos calcular directamente de la red, para cada actividad su holgura libre simplemente como  $Tpi - lpi - di$ , lo cual nos evita "buscar" en la tabla de actividades que se relacionan entre si y aplicar  $HL = lpj - lpi - di$ .

Refiriéndonos a las actividades 12 - 13 y 13 - 14 del ejemplo:





Como veremos adelante, las holgura libre y total, nos permiten llevar a cabo una mejor distribución de los recursos.

### 3.5 DIAGRAMA DE BARRAS

Para dibujar el diagrama de barras a partir del de flechas, es necesario construir una tabla auxiliar cuyos encabezados sean los siguientes:

ACTIVIDAD DURACION  $I_p$   $I_r$   $T_p$   $T_r$   $H_t$   $H_l$

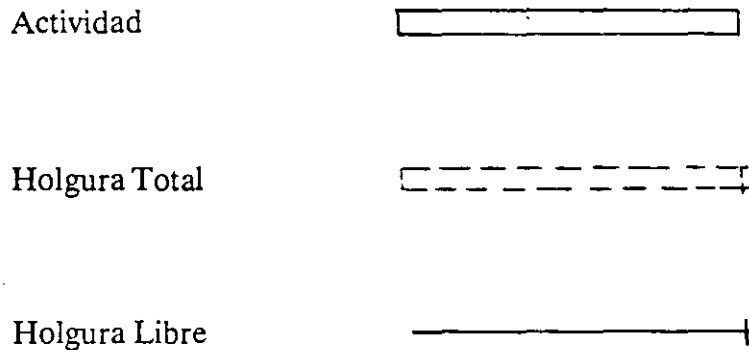
1                    2    3   6   5   4   7    8   --ORDEN DE LLENADO

R                    R    R T T R T T o R - FUENTE DE INFORMACION

Se indica en la tabla, el orden de llenado que se recomienda, así como si el cálculo o la información se hace con datos de la red (R) o de la tabla (T).

Una vez formulada la tabla de holguras, se procede a representar gráficamente las actividades por medio de una barra que indica su duración y los tiempos de inicio y terminación próximos y remotos. El conjunto de barras constituye el PROGRAMA DE BARRAS O DIAGRAMA DE GANTT. En el ejemplo, se han representado días corridos, pudiendo desde luego señalarse fechas precisas de acuerdo a la calendarización de la obra.

También, se han representado las holguras total y libre, siguiendo la siguiente simbología:



En el ejemplo anterior, la duración de las actividades se ha supuesto, con el propósito momentáneo de explicar la secuencia para la determinación de la Ruta Crítica.

Se debe tener presente que, la duración de las actividades, es función directa del volumen de obra por ejecutar y del rendimiento que sean capaces de tener quienes realizan el concepto que se analiza; obviamente, podrán tenerse duraciones diversas para una misma actividad, al variar los recursos que se le asignan, modificándose también, consecuentemente, el costo respectivo.

#### EJEMPLO:

Supongamos que una cierta actividad se puede realizar con una cuadrilla de trabajadores en una duración de 40 horas a un costo de \$ 80,000.00 a la que asociaremos un rendimiento del 100%.

Si aumentamos el número de cuadrillas, es lógico pensar que la eficiencia tenderá a disminuir y, aunque el tiempo de ejecución de la actividad se acorte, el costo aumenta.

El incremento de cuadrillas, en todo caso, lo podremos llevar a cabo hasta el límite que nos permite el espacio físico que se dispone para que el personal trabaje sin interferencia. La tabla siguiente, nos proporciona la relación costodirecto- tiempo de ejecución para la actividad del ejemplo:

No. DE CUADRILLAS	RENDIMIENTO : ESPERADO	DURACION	COSTO
1	100 %	40 h	\$ 80,000.00
2	100	20	80,000.00
3	90	14.8	88,800.00
4	80	12.5	100,000.00
5	70	11.4	114,000.00
6	60	11.1	133,200.00

En la tabla anterior:

$$\text{Duración de la Obra} = \frac{40}{\text{No. de cuadrillas} \times \text{Rendimiento}/100}$$

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo}}{\text{Hora}} \times \text{No. de horas} \times \text{No. de cuadrillas}$$

Generalizando, se puede decir que la tabla anterior, representa el comportamiento de los costos directos.

Los costos indirectos, por el contrario, tenderán a disminuir a medida que el tiempo de ejecución se acorta.

### *ASIGNACION DE RECURSOS*

Obtenida la Ruta Crítica y las Holguras de las actividades de un proyecto, se procede a la distribución de los Recursos requeridos para su ejecución.

Al decir Recursos nos referimos a: Mano de obra, materiales, equipo y efectivo.

Estos recursos representan, evidentemente, erogaciones de dinero en la realización del proyecto.

La asignación o distribución de Recursos requeridos para la ejecución de las actividades de un proyecto dependen de numerosos factores. entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- a) Número de unidades en que pueden medirse las actividades.
- b) Duración del Proyecto.
- c) Métodos de ejecución.
- d) Número de actividades que pueden ejecutarse por unidad de tiempo; ciertos grupos básicos de trabajo integrados por cierto personal y cierto equipo.
- e) Espacios y servicios requeridos para cada grupo básico de trabajo.

Teniendo en cuenta factores como los mencionados y fijada una duración "Crítica o no Crítica", es posible elaborar una lista de "recursos requeridos" y determinar la intensidad requerida para cada uno de ellos. Esta intensidad puede obtenerse dividiendo la cantidad total del recurso en estudio que se necesita en el tiempo que dura la actividad, entre el tiempo que dura dicha actividad.

No obstante, como los recursos deben estar de acuerdo con los ingresos y egresos del proyecto, en muchas ocasiones se llegan a presentar situaciones de falta de dinero en un momento dado. Esto es debido principalmente a que se tienen concentraciones de inversiones muy fuertes que sobrepasan las cantidades disponibles. Si se hace un balance lógico de recursos de acuerdo con las holguras disponibles, es muy posible llegar a prever anticipadamente la cantidad de recursos requeridos, así como también cuando éstos sobran en el proyecto, sobre todo en lo que se refiere a personal y equipo.

Para el caso de la nave industrial, se ha supuesto el costo de cada actividad, mismo que se ha distribuido a lo largo del tiempo disponible, primero, considerando que todas las actividades se llevan a cabo lo más pronto posible y después, asumiendo que todas se ejecutan lo más tardíamente, con lo cual la distribución por día y acumulada del recurso dinero cambia radicalmente. La solución óptima, está entre estas dos posibilidades (iniciar todo en  $I_p$  o todo en  $I_r$ ), pudiéndose determinar por tanteos sucesivos o por algoritmos como el de Burgess, la mejor distribución de los recursos.

Se presenta asimismo, un caso donde empleando adecuadamente las holguras, se logra una mejor distribución de los volúmenes de concreto por colar mensualmente en una obra. Este caso fue desarrollado con fines didácticos por el Ing. Fernando Favela Lozoya.

### *PROGRAMA DE EROGACIONES Y RECUPERACIONES*

Dada la naturaleza del método de la Ruta Crítica, puede asegurarse que los programas elaborados con este método, pueden afinarse tanto como lo permita la experiencia y conocimientos del personal de planeación y programación.

Si suponemos que se hace una programación cuidadosa de un proceso, es posible efectuar un análisis bastante real de dicho proceso. Este análisis puede consistir en:

A) Determinación del programa de erogaciones y recuperaciones necesarias para realizar el proceso.

B) Determinación del programa de utilidades de la empresa contratista.

Para ilustrar la forma en que pueden hacerse las dos determinaciones anteriores en la figura se muestra el diagrama de erogaciones por unidad de tiempo, así como el programa de recuperaciones en la misma unidad de tiempo. (Las recuperaciones son los pagos efectuados por el cliente).

Sumando las cantidades representadas por la barras llenas y por las barras vacías, ver figura , se obtienen respectivamente, las gráficas de recuperación acumulada y de egresos acumulados indicadas en la figura

En la figura se muestra la gráfica de erogaciones y recuperaciones acumuladas, y la utilidad total obtenida por la empresa contratista.

FACULTAD DE INGENIERIA  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
 CONSTRUCCION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PERIODOS SEMANALES

PROGRAMA DE EROGACIONES										PERIODOS SEMANALES																										
EJEMPLO:																																				
COSTO EN MILES DE PESOS																																				
ACT	4	1p	1r	1p	1r	1p	1r	1p	1r	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100	101-105	106-110	111-115	116-120			
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1900.00	600	300																								
1-4	45	0	20	45	73	20	9			15,000.00	4500	0	4500	0	0	0	0	6000																		
1-8	30	0	63	30	93	63	49			14,000.00	2000	0	0	0	2000																					
1-10	25	0	59	25	84	59	54			10,000.00	4000	0	0	0	4000																					
2-3	6	0	0	14	14	0	0			11,000.00		500																								
3-4	10	14	14	24	24	0	0			12,500.00			500	1250	750																					
4-5	30	24	24	54	54	0	0			19,000.00				600	1500	1500	1500	1500	1500	900																
5-7	25	54	54	79	79	0	0			14,600.00										184	920	920	920	920			736									
6-9	11	54	68	65	79	14	14			12,000.00										180	910	910														
8-13	6	79	93	85	99	14	14			11,000.00																170	830									
9-11	0	79	79	87	87	0	0			11,500.00																180	830	490								
9-12	6	79	87	85	93	0	0			1900.00																150	750									
10-12	9	79	84	88	93	5	5			11,200.00																130	670	400								
11-13	12	87	87	99	99	0	0			12,600.00																	650	1080	870							
12-13	6	88	93	94	99	5	5			11,500.00																	700	800	800							
13-14	10	99	99	109	109	0	0			12,700.00																			800	1000	900					
14-15	4	109	109	113	113	0	0			11,000.00																				800	1000	900	750			
15-16	5	113	113	118	118	0	0			1500.00																							250	750	250	250
SUMA										159,900.00	111,100	8800	11,000	15,750	15,350	13,500	11,500	11,500	17,500	11,264	11,830	11,830	1920	1920	11,366	13,080	12,240	11,880	11,670	11,000	11,150	11,000	1250			
SUMA ACUMULADA										111,100	111,900	112,900	118,650	124,000	127,500	129,000	130,500	138,000	139,500	140,764	142,594	144,424	145,344	146,264	147,630	150,710	152,950	154,830	156,500	157,500	158,650	159,650	159,900			

FACULTAD DE INGENIERIA  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
 CONSTRUCCION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

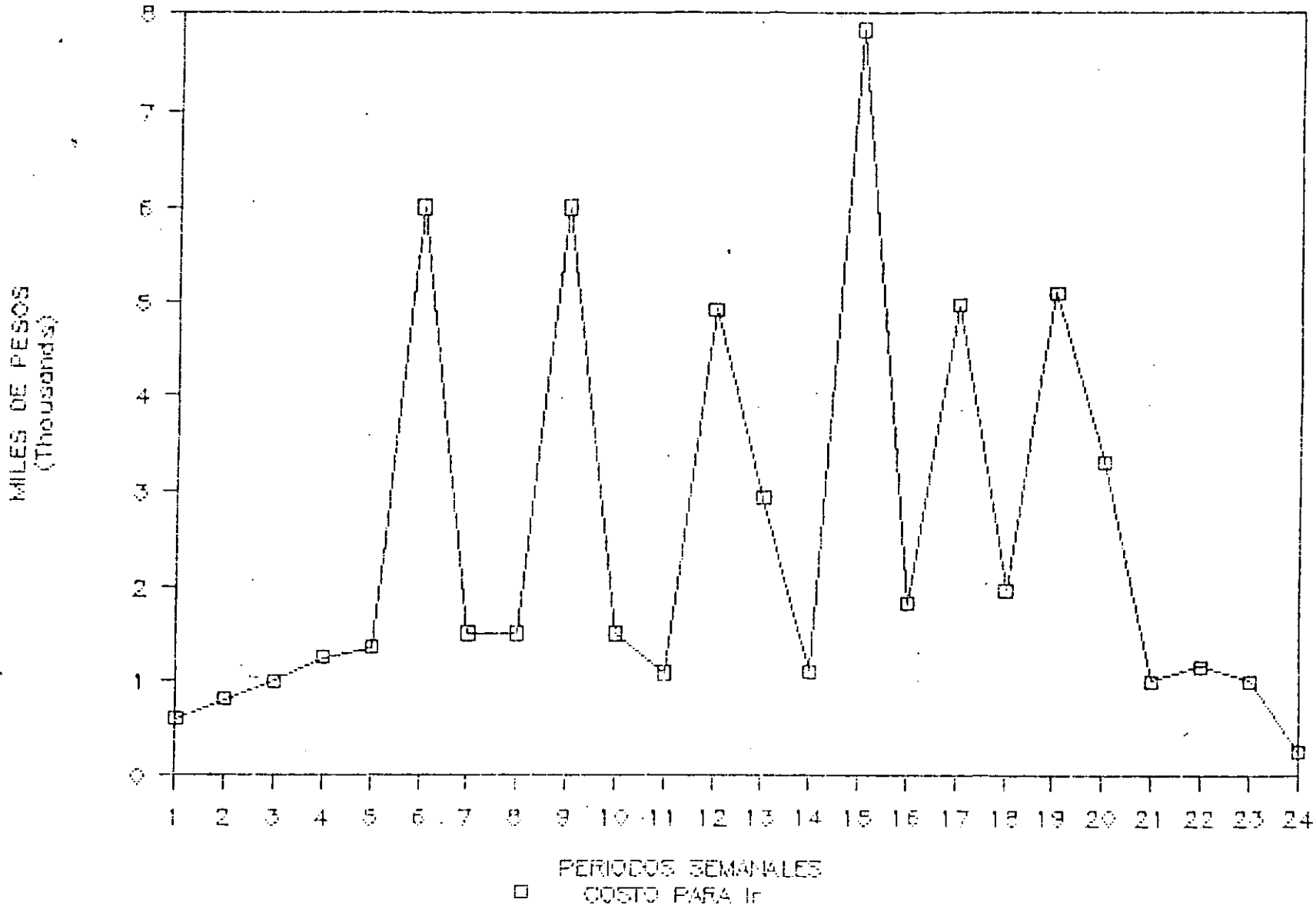
PERIODOS SEMANALES

PROGRAMA DE EROGACIONES (1r)										PERIODOS SEMANALES																										
EJEMPLO:																																				
COSTO EN MILES DE PESOS																																				
ACT	4	1p	1r	1p	1r	1p	1r	1p	1r	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100	101-105	106-110	111-115	116-120			
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1900.00	600	300																								
1-6	45	0	20	45	73	20	9			15,000.00	0	0	0	0	4500	0	0	4500	0	0	0	0	0	6000												
1-8	30	0	63	30	93	63	49			14,000.00	0	0	0	0	0							2000	0	0	0	0	0	0	2000							
1-10	25	0	59	25	84	59	54			10,000.00	0	0	0	0								4000	0	0	0	0	4000									
2-3	6	0	0	14	14	0	0			11,000.00		500																								
3-4	10	14	14	24	24	0	0			12,500.00			500	1250	750																					
4-5	30	24	24	54	54	0	0			19,000.00				600	1500	1500	1500	1500	1500	900																
5-7	25	54	54	79	79	0	0			14,600.00										184	920	920	920	920			736									
6-9	11	54	68	65	79	14	14			12,000.00										0	0	0	180	910	910											
8-13	6	79	93	85	99	14	14			11,000.00																0	0	170	830							
9-11	0	79	79	87	87	0	0			11,500.00																180	830	490								
9-12	6	79	87	85	93	0	0			1900.00																0	0	150	750							
10-12	9	79	84	88	93	5	5			11,200.00																0	130	670	400							
11-13	12	87	87	99	99	0	0			12,600.00																	0	650	1080	870						
12-13	6	88	93	94	99	5	5			11,500.00																	0	700	800							
13-14	10	99	99	109	109	0	0			12,700.00																			800	1000	900					
14-15	4	109	109	113	113	0	0			11,000.00																				800	1000	900	750			
15-16	5	113	113	118	118	0	0			1500.00																							250	750	250	250
SUMA										159,900.00	1600	8800	11,000	11,750	11,350	14,000	11,500	11,500	16,000	11,500	11,084	14,920	12,920	11,100	17,830	11,826	14,760	11,960	13,100	13,300	11,000	11,150	11,000	1250		
SUMA ACUMULADA										1600	11,400	12,400	13,650	15,000	111,000	112,500	114,000	120,000	121,500	122,584	127,504	130,424	131,324	133,354	141,180	146,140	148,100	153,200	156,500	157,500	158,650	159,650	159,900			

AS

# PROGRAMA FINANCIERO

## COSTO ACUMULADO





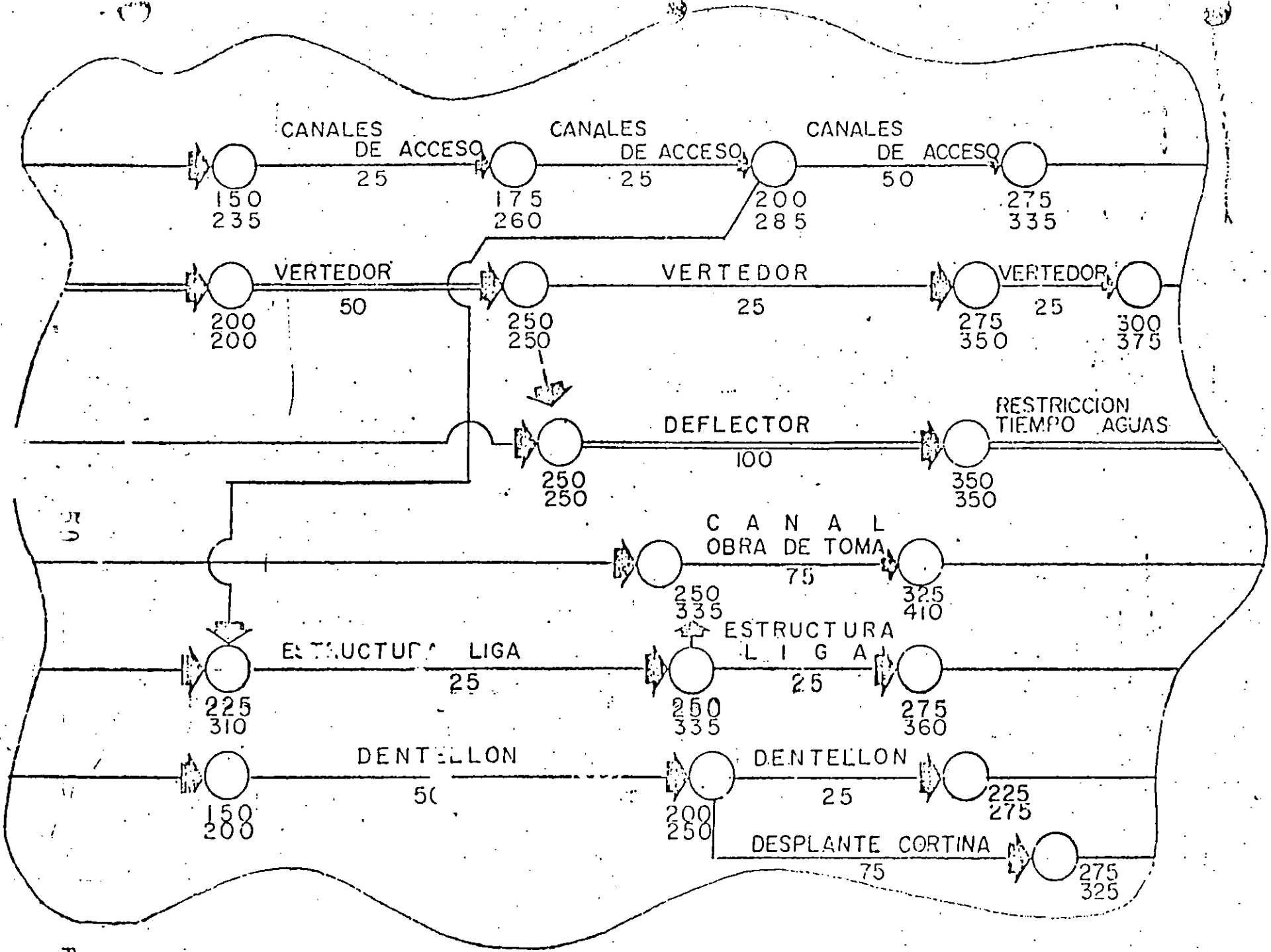


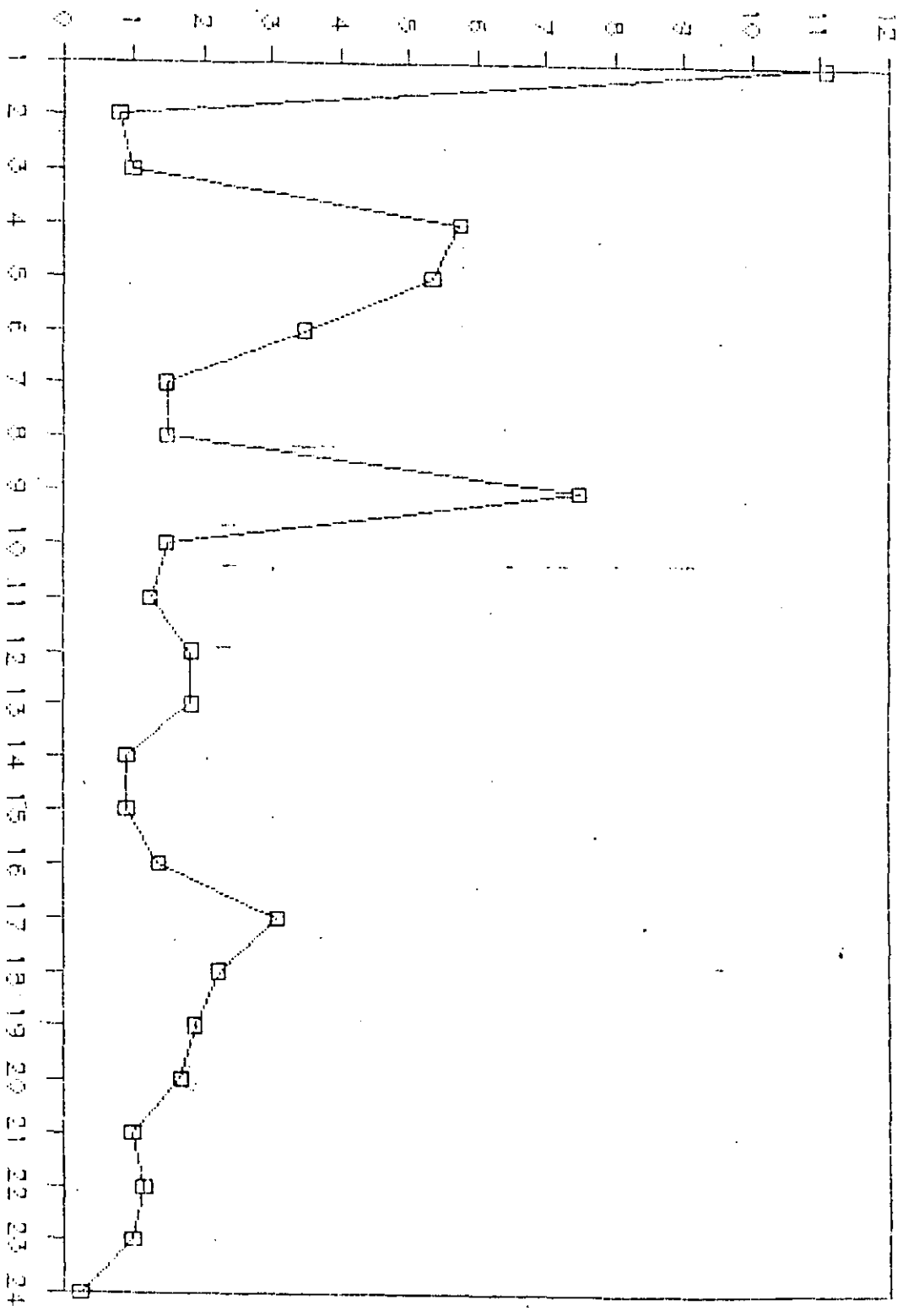
Fig. #3

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	2000 m. <sup>3</sup>											
CANALES DE ACCESO	1500		2000									
CANALES DE ACCESO	1200			750	750							
VERTE D O R	7000					600	600					
VERTE D O R	3000			1000	3000							
VERTE D O R	3900											
DEFLECTOR	12000											
CANAL OBRA TOMA	2400					3000	3000	3000	3000			
ESTRUCTURA LIGA	200						500	600	400	400		
ESTRUCTURA LIGA	200					200						
DENTELLON	5000						100	150				
DENTELLON	1000	2500	2500									
DESPLANTE CORTINA	8000											
						3000	2500	2500				
	SUMA PARCIAL	2500	4500	4750	4750	6800	7000	6400	6400	4300		
	SUMA ACUMULADA	2500	7000	11750	16500	23300	30300	36700	43100	47400		

MILES DE PESOS  
(Thousands)

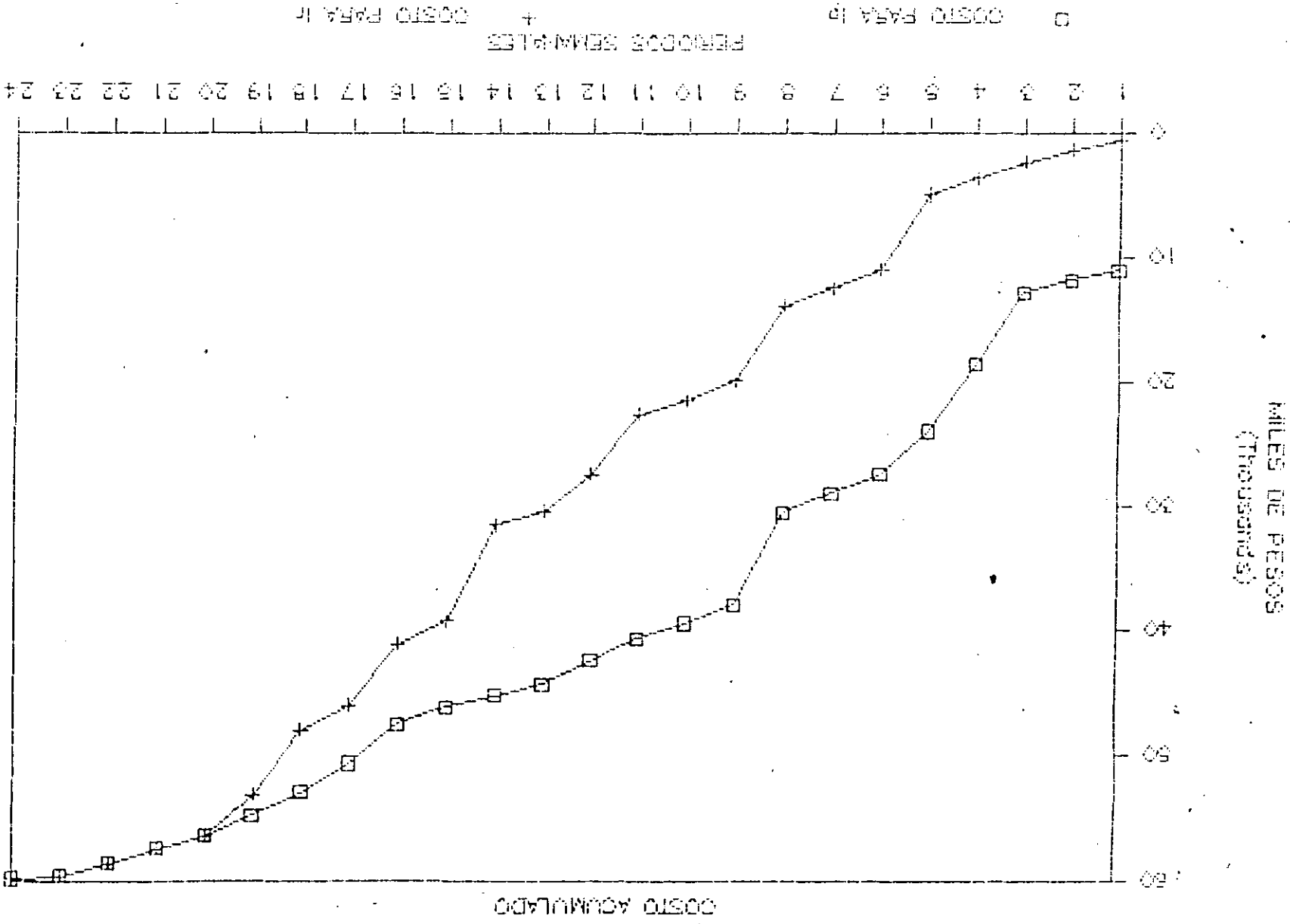
# PROGRAMA FINANCIERO

COSTO SEMANAL



PERIODOS SEMANALES  
COSTO PAFIA Ip

# PROGRAMA FINANCIERO



PROGR. A DE COLADOS (CONCRETO)

Fig. # 5

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	12
CANALES DE ACCESO	2000 m <sup>3</sup>		2000										
CANALES DE ACCESO	1500			750	750								
CANALES DE ACCESO	1200					600	600						
VERTEDOR	7000			1000	3000								
VERTEDOR	3000								3000				
VERTEDOR	3900									3900			
DEFLECTOR	12000					3000	3000	3000	3000				
CANAL OBRA TOMA	2400						800	800	800	800			
ESTRUCTURA LIGA	200					200							
ESTRUCTURA LIGA	200						100	100					
DENTELLON	5000	2500	2500										
DENTELLON	1000				1000								
DESPLANTE CORTINA	8000					3000	2500	2500					
	SUMA PARCIAL	2500	4500	4750	4750	6800	7000	6400	6400	4300			
	SUMA ACUMULADA	2500	7000	11750	16500	23300	30300	36700	43100	47400			

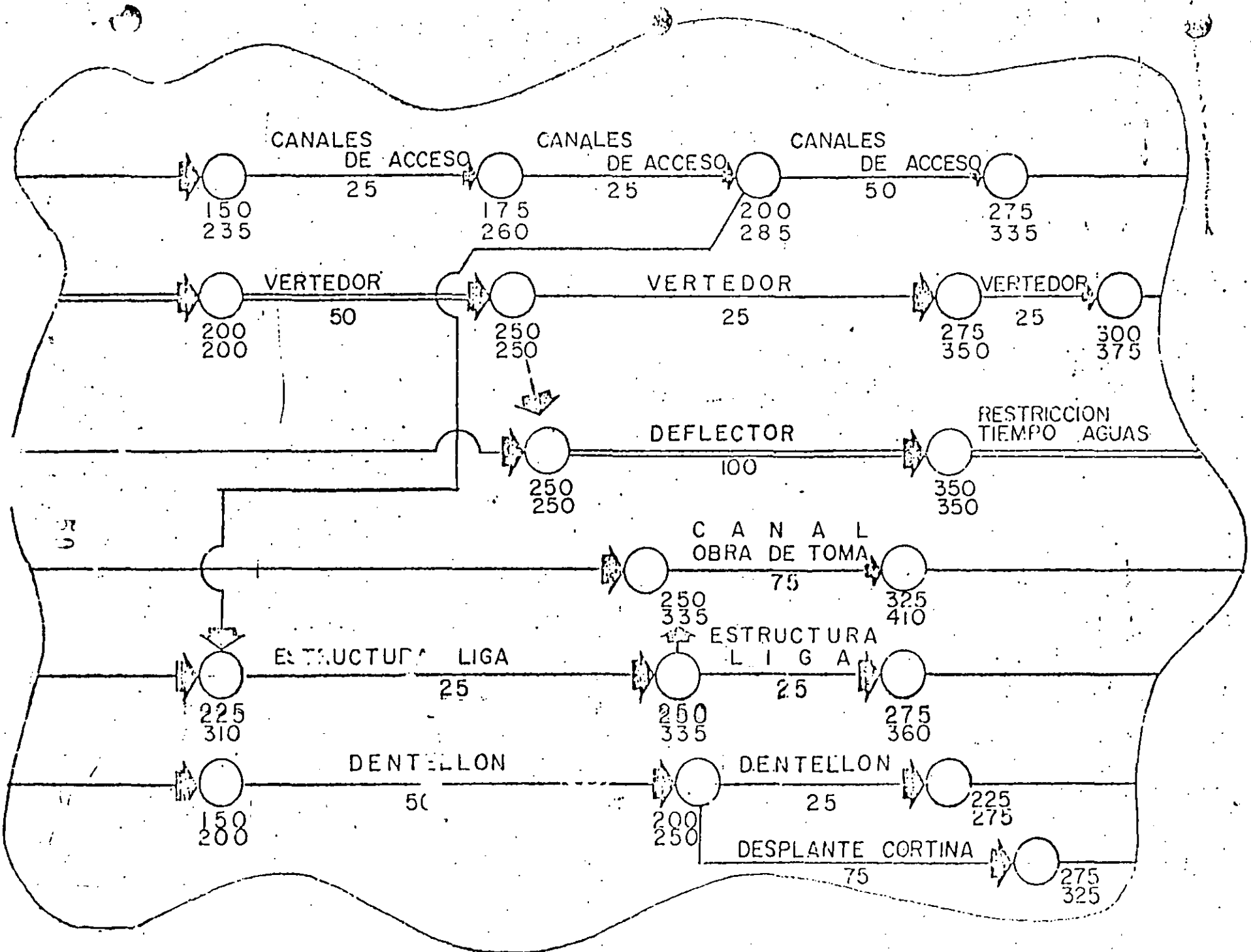
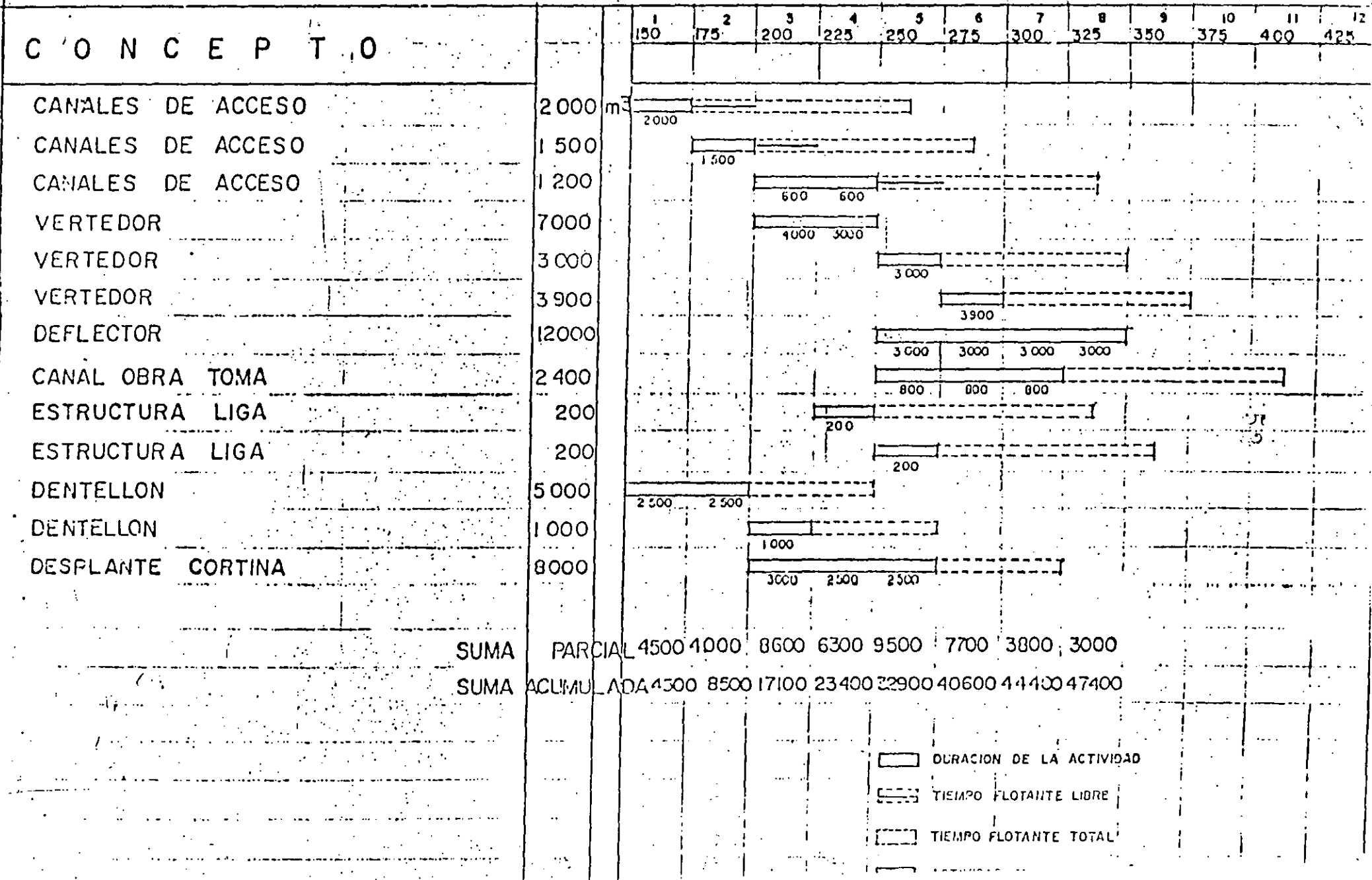


Fig. 4

PROGRAMA DE COLADOS CONCRETO

Fig. # 3



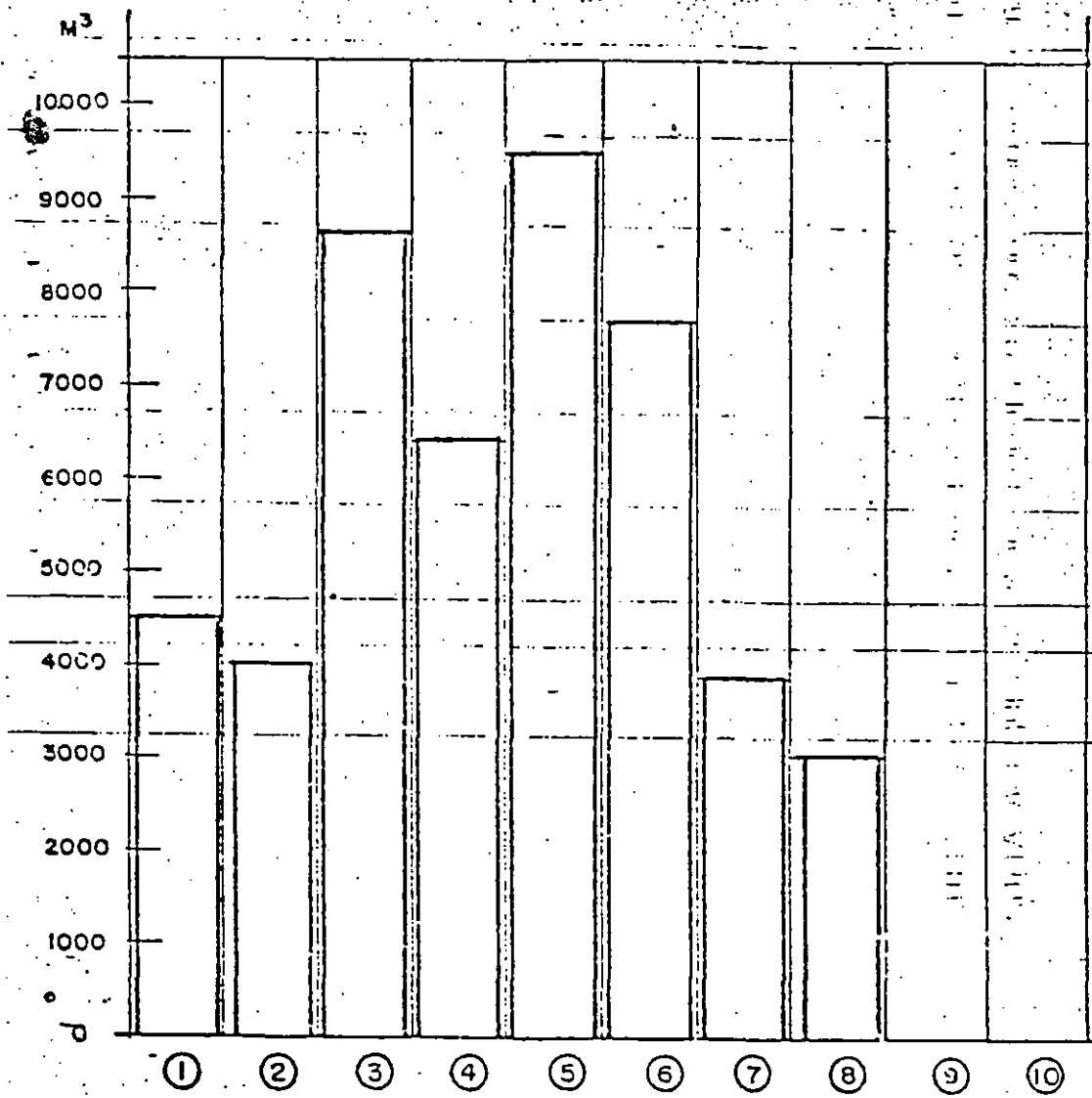
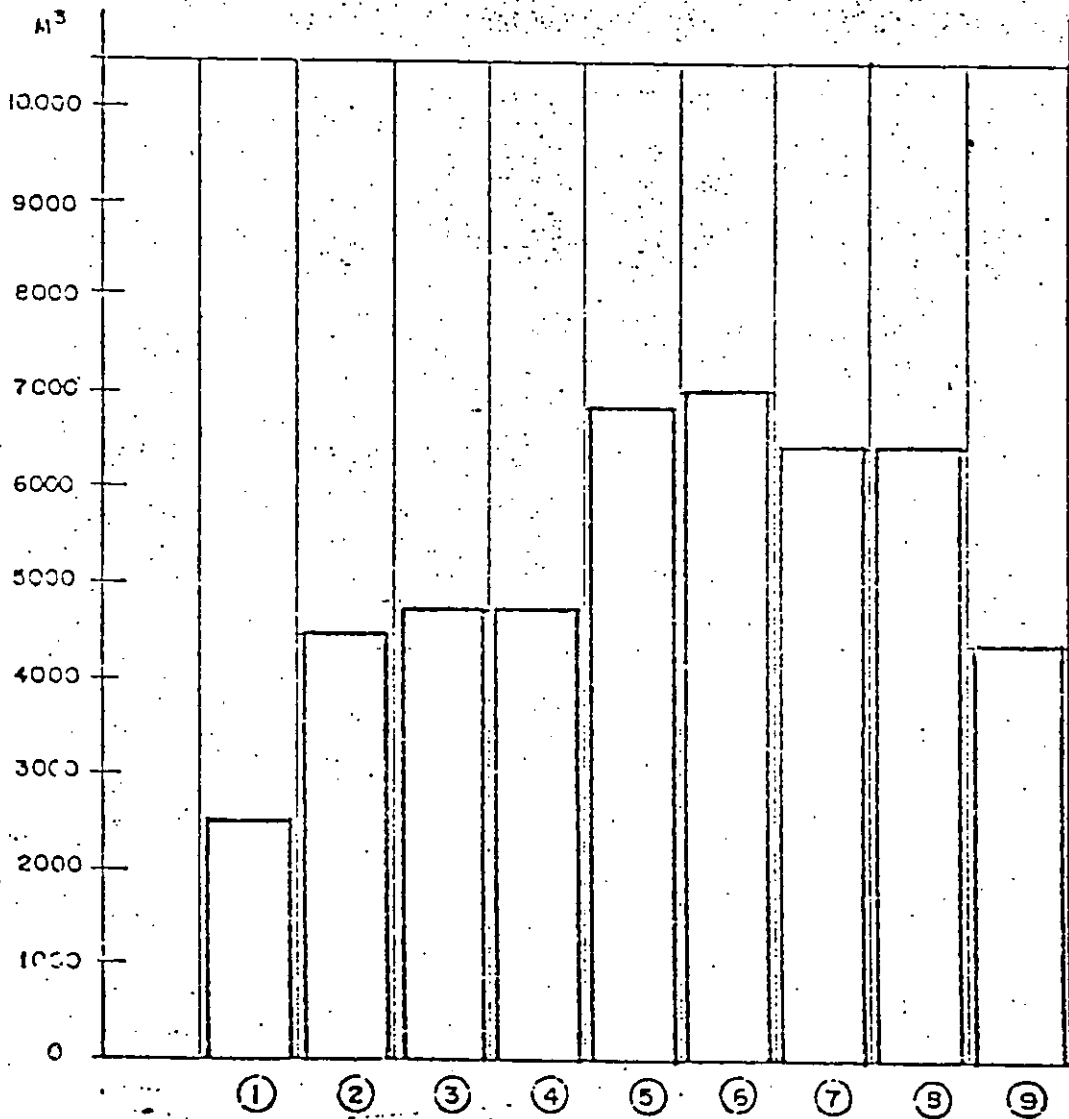


Fig. # 4





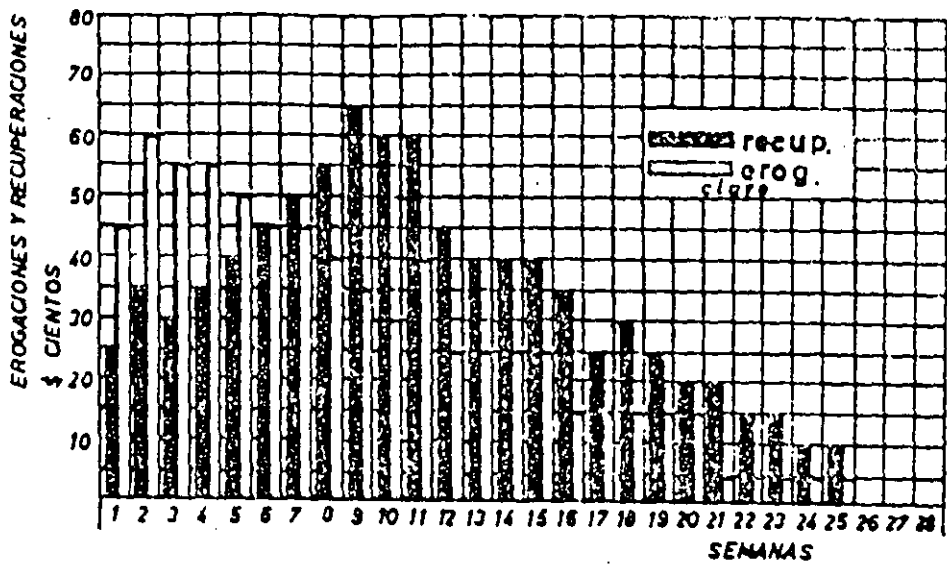


FIG.

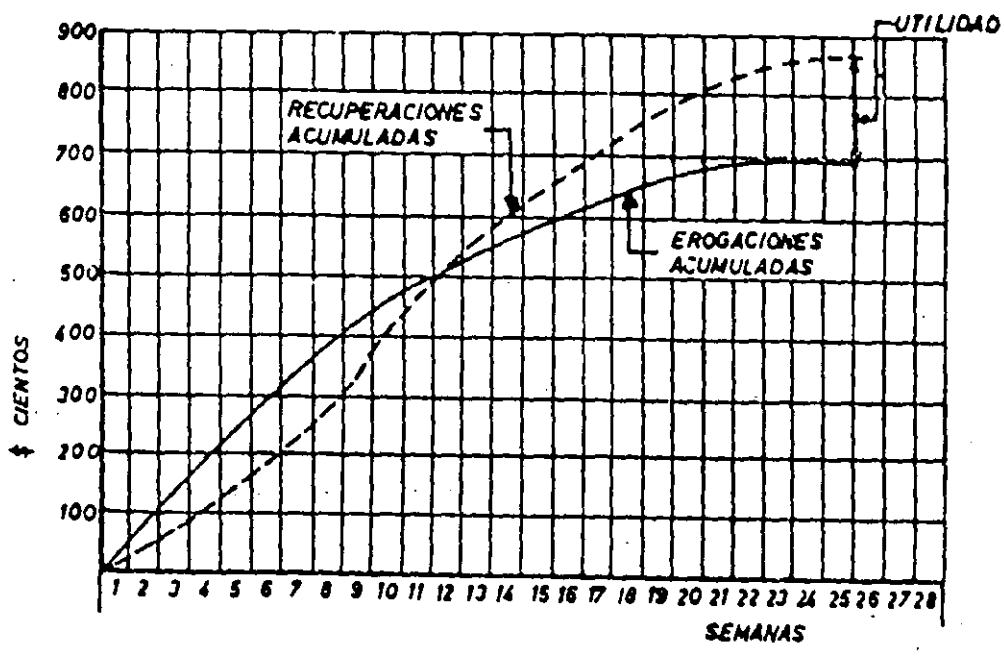


FIG.

CONTROL DE CALIDAD

CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
CAPITULO II	
PROPIEDADES INDICE DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO	45
CAPITULO III	
CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO	42
CAPITULO IV	
PRUEBAS PARA DETERMINAR - LAS PROPIEDADES GENERALES DEL CONCRETO ENDURECIDO	60
CAPITULO V	
APLICACION DE METODOS ES - TADISTICOS PARA LA INTER - PRETACION DE RESULTADOS -- DE ACUERDO AL ACI-214-77	89
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFIA	119

## I N T R O D U C C I O N .

Es un hecho frecuente que se haga alusión a la nobleza del concreto como material de construcción, en relación con las libertades que sus diversas propiedades han permitido a través de innumerables aplicaciones. No obstante puede decirse que, - un tanto paradójicamente, esa renombrada aptitud del concreto - para salir airoso de situaciones difíciles han hecho renovar el interés por obtener un conocimiento más exacto de la materia -- prima con que se han construido tantas y tan audaces obras de - Ingeniería.

Una revisión actualizada de los aspectos relacionados con la resistencia del concreto debe incluir necesariamente tan to los conceptos que son fundamentales, y que por ello han su-- frido pocos cambios, como los temas relacionados con nuevos es-- tudios, ya se trate de buscar explicaciones racionales para com portamientos conocidos o de superar caracterfsticas en áreas de nuevas aplicaciones.

De este modo, no olvidando las reglas básicas para la- juiciosa selección y proporcionamiento de los ingredientes, y - sabiendo elegir los equipos más adecuados para el mezclado, - - transporte y colocación del concreto, pos'blemente se estará en aptitud de producir un concreto que, una vez endurecido, se - -

traduzca en una estructura homogénea sana y estable bajo condiciones normales de servicio. Pero ello evidentemente no sería suficiente, el concreto, que es una masa endurecida de materiales heterogéneos, está sujeto a la influencia de numerosas variables. Dependiendo de su propia variabilidad, las características de cada uno de los ingredientes del concreto pueden ocasionar variaciones en la resistencia de éste. Las variaciones también pueden ser el resultado de la aplicación deficiente de las prácticas seguidas durante la dosificación, el mezclado, la transportación, la colocación y el curado.

Además de las variables presentes en el concreto mismo, deberán tomarse en cuenta las variaciones que se tienen durante las pruebas de evaluación de su resistencia.

Por otra parte, aunque partir de premisas ciertas debe conducir a conclusiones felices, es necesario evitar caer en la falacia de "suponer" resultados correctos, no haciendo uso de procedimientos establecidos para la oportuna verificación de esos resultados y disponiendo de medios para interpretarlos debidamente.

Es pues por esto que se ha preparado este material con la esperanza de poder proporcionar al profesionista interesado una herramienta más para la evaluación y el mejor conocimiento de los resultados de ensayos de resistencia a compresión del --

concreto y localizar o evitar con esto las posibles variaciones que surgieran al interpretar estos resultados, así, como el origen y causas que pudieran ocasionar a una obra en donde la resistencia del concreto sea un factor decisivo para que esta se traduzca como se dijo anteriormente en una estructura sana y estable bajo condiciones normales de servicio.

Con el fin de comprender el significado de estos ensayos es necesario conocer las propiedades de los componentes del concreto para poder visualizar las características principales del concreto fresco, continuando con las pruebas para determinar las propiedades generales del concreto endurecido, dentro de las cuales está principalmente la de resistencia a la compresión y con esto poder observar el comportamiento del producto final mediante la interpretación de los resultados de los ensayos a compresión del concreto en cuestión, es decir, una vez teniendo estos resultados ¿Que debo hacer con ellos? ¿Cómo interpretarlos? ¿Para qué sirven?

## PROPIEDADES INDICE DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.

## GENERALIDADES

Principiaremos este trabajo indicando que el concreto es un material artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, agregados pétreos, agua y/o aditivos. El cemento, el agua y algunas veces el aire atrapado forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un material heterogéneo.

El aire atrapado en el concreto puede ser incluido intencionalmente mediante un aditivo o utilizando cemento inductor de aire.

Con frecuencia los aditivos se usan también con otros propósitos como para acelerar, retardar, mejorar la trabajabilidad, reducir los requerimientos de agua de mezclado, incrementar la resistencia o mejorar otras propiedades del concreto.

Ordinariamente, la pasta de cemento constituye del 25 al 40% del volumen total del concreto, como se muestra en la fig. II.1, el volumen absoluto de cemento está comprendido usualmente entre 7 y 15%, el agua del 14 al 21% y el agregado constituye aproximadamente del 60 al 80% del volumen total de éste.

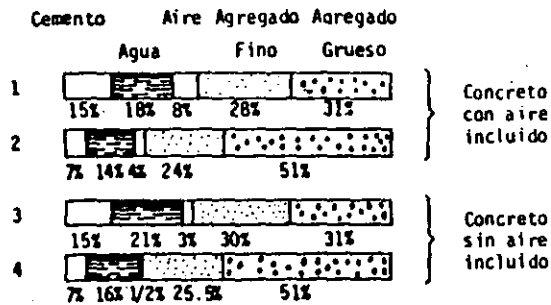


FIG. II.1 Variación en las proporciones de materiales usados en el concreto. Las barras 1 y 3 representan mezclas ricas con agregados pequeños. Las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregados grandes.

Las variaciones de tipos y calidad de todos estos ingredientes son muy grandes si los consideramos en términos generales. Sin embargo debemos comprender que para cada obra en especial se deben realizar las investigaciones y estudios iniciales necesarios para definir los siguientes conceptos:

- Fuentes de abastecimiento
- Tipos y características especiales dependiendo de la calidad y fin que requiera la obra.
- Diseño de proporcionamientos.
- Especificaciones de calidad del concreto.

Los técnicos encargados de efectuar estos trabajos preliminares normalmente se apoyan en las normas oficiales o reconocidas las cuales se nombraran en su oportunidad.

Sin embargo en ocasiones se ven obligados a rebasar algunos de estos límites por las características especiales de la obra, o por las limitaciones de la región en cuanto a fuentes de abastecimiento se refiere. Estas circunstancias deben ser tomadas en cuenta en los estudios y cualquier solución propuesta debe garantizar el comportamiento correcto de la estructura, a pesar de aparentes deficiencias en los materiales.

En estos casos, las especificaciones de obra deberán abarcar y limitar en forma realista las anomalías existentes, dentro de los rangos que el especialista juzgue conveniente.



### CEMENTO PORTLAND

El nombre de cemento Portland fue concebido originalmente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y una caliza obtenida en la cantera de Portland, Inglaterra.

En el sentido general de la palabra, el cemento puede describirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto.

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra, u otros materiales similares, -- tiene la propiedad de fraguar y endurecer en virtud de que experimenta una reacción química con dicha agua, es por esto que se le denomina cemento hidráulico, la norma de calidad que rige al Cemento Portland en la República Mexicana es la Norma Oficial Mexicana NOM-C-1-1980, la cual da la siguiente definición de este producto:

Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del Clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfato de calcio natural o agua y sulfato de calcio natural. A criterio del productor pueden incorporar-

se además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto, de acuerdo con lo especificado en la NOM-C-133-1980 (Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos).

También en la norma de Cemento Portland, se define el Clinker como el mineral sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura del orden de 1673°K (1400°C), de materias primas de naturaleza calcarea y arcillo ferruginosa previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Esencialmente el Clinker está constituido por silicatos, aluminio y aluminoferrito cálcicos.

### PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

La mayor parte de las especificaciones para cemento Portland limitan la composición Química y algunas propiedades físicas de éste. El conocimiento de sus principales propiedades, es importante para poder interpretar los resultados de las pruebas a compresión del concreto

Dentro de las propiedades Químicas es conveniente indicar cuales son los principales componentes de un cemento:

Silicato tricálcico	$C_3S$
Silicato dicálcico	$C_2S$
Aluminato tricálcico	$C_3A$
Ferroaluminato tetracálcico	$C_4AF$

Estos elementos constituyen alrededor del 90% del cemento, el otro 10% lo constituyen elementos como: yeso, cal libre, magnesio, alcalisis, etc.

A continuación se describe brevemente la función de cada uno de estos elementos en el cemento.

$C_3S$  Silicato tricálcico.

De este elemento dependen las resistencias que se obtengan hasta los 28 días aproximadamente.

$C_2S$  Silicato dicálcico.

Del  $C_2S$  dependerán las resistencias que se obtengan a partir de los 28 días.

$C_3A$  Aluminato tricálcico.

Es el elemento que más calor genera en el cemento. De éste dependen las variaciones del volumen del cemento y la formación de grietas. Este elemento es el más vulnerable al ataque de los sulfatos.

$C_4AF$  Ferroaluminato tetracálcico

Ayuda a acelerar la hidratación en el concreto.

$SO_4Ca$  yeso

Regula la acción química entre el cemento y el agua y controla el tiempo de fraguado.

Dentro de las principales Propiedades Físicas tenemos: finura, sanidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, calor de hidratación y falso fraguado.

A continuación se describen las propiedades en forma breve así como la Norma en que se apoyan estas.

FINURA:

NOM-C-150-1973 determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el Tamiz N° 80.

NOM-C-49-1970 método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el Tamiz N° 130 M.

NOM-C-55-1966 método de prueba para determinar finura de los cementantes hidráulicos (Método turbidimétrico).

NOM-C-56-1968 Método de prueba para determinar la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)

La finura del cemento interviene en forma determinante en la resistencia y en la hidratación de este.

Al aumentar la finura del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia. Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días. Al aumentar la finura, el agua necesaria para obtener un concreto con un cierto rendimiento disminuye hasta alcanzar los elevados grados de finura del tipo III o de rápido endurecimiento.

#### SANIDAD:

NOM-C-62-1968 Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos.

Sanidad es la propiedad que tiene una pasta de cemento fraguado a permanecer con un volumen constante.

Estas variaciones al volumen son atribuidas a diversos compuestos, pero principalmente se presentan cuando existe cal libre después del fraguado inicial. Esta cal, al absorber agua, aumenta en forma notoria el volumen de la pasta.

En ocasiones los cambios volumétricos se presentan meses después de elaborada la mezcla, por lo que las pruebas que existen para determinar la sanidad de un cemento aceleran el tiempo de fraguado. La mayor parte de las especificaciones para el cemento limitan la proporción de magnesia y la dilatación en el autoclave. Desde la adopción de la prueba de la dilatación en el autoclave por la ASTM en 1943, prácticamente no han ocurrido casos de dilatación anormal atribuibles a la falta de firmeza.

#### TIEMPO DE FRAGUADO:

NOM-C-58-1967 Determinación del tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Gillmore).

NOM-C-59-1968 Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (Método de Vicat).

Considerando que el fraguado es el proceso mediante el cual una pasta de cemento pasa del estado fluido al estado sólido, el proceso ha sido dividido en 2 etapas para su correcto estudio:

Fraguado Inicial.- Considerado desde el momento en que el agua entra en contacto con el cemento, hasta que la aguja del aparato llamado de Vicat (Fig. II.2) penetra 5 mm. en la mezcla.

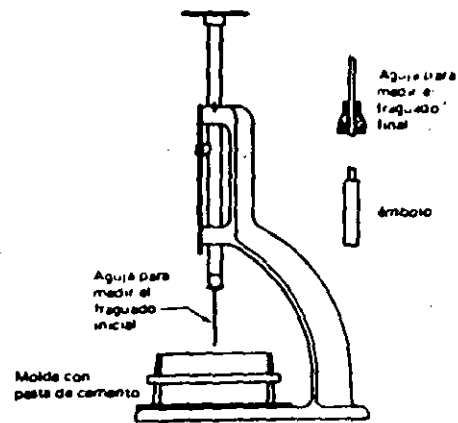


FIG. II. 2 APARATO DE VICAT

**Fraguado Final.** - Para poder determinar cuando ocurre esta etapa, es necesario recurrir a una aguja de sección cuadrada de 1 mm. con un cono ahuecado de manera que tenga una arista cortante de 5 mm. de diámetro y colocado 0.5 mm. arriba del extremo de la aguja. Al poner estos implementos en contacto con la pasta, la aguja dejará una marca, no así el filo cortante del cono.

#### FALSO FRAGUADO

NOM-C-132-1970 Determinación del fraguado falso del cemento Portland por el método de pasta.

Este fenómeno se presenta pocos minutos después de que el cemento ha hecho contacto con el agua. Consiste en el endurecimiento casi inmediato, es decir antes del tiempo normal de fraguado, de la mezcla.

La causa del fraguado falso se origina cuando se deshidrata el yeso contenido en el cemento. Esta deshidratación ocurre en los molinos donde el clinker y el yeso se muelen conjuntamente para obtener el cemento.

Al presentarse el fraguado falso, es recomendable dejar reposar la mezcla durante 5 minutos y remezclar nuevamente por espacio de 3 minutos.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION

NOM-C-6'-1976 Determinación de la resistencia a la --  
presión de cementantes hidráulicos.

La resistencia a la compresión del cemento Portland, --  
según lo especifica la NOM, es la obtenida en pruebas de cubos  
estandar de 2 pulgadas. Estos cubos se hacen y curan de la ma--  
nera prescrita usando una "arena estandar". Las resistencias a  
las diferentes edades son indicadoras de las características --  
del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden usarse pa--  
ra predecir las resistencias del concreto con precisión a causa  
de las muchas variables que intervienen en las mezclas de con--  
creto.

## CALOR DE HIDRATACION.

El calor de hidratación es el generado cuando reaccio--  
nan el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depen--  
de principalmente de la composición química del cemento; a la --  
tasa de generación de calor la afecta la finura y temperatura --  
de curado, así como la composición química. En algunas estruc--  
turas, como aquellas de gran masa, la rapidez y la cantidad de--  
calor generado son importantes ya que si no se disipa este ca--  
lor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de tem--  
peratura en el concreto, acompañado de una dilatación térmica.

## PERDIDA POR IGNICION

La pérdida por ignición del cemento Portland se deter--  
mina calentando una muestra de cemento de peso conocido al rojo  
vivo (de 900 a 1000°C) hasta obtener un peso constante. Poste--  
riormente se determina la pérdida de peso de la muestra. Nor--  
malmente, la pérdida de peso no excede del 2 por ciento. Una --  
elevada pérdida por ignición es una indicación de prehidrata--  
ción o carbonatación que puede ser producida por un almacena--  
miento incorrecto y prolongado.

## PESO ESPECIFICO:

NOM-C-152-1970 Método de prueba para la determinación  
del peso específico de cementantes hidráulicos.

El peso específico del cemento Portland generalmente --  
es de 3.15. El cemento Portland de escorias de altos hornos --  
puede tener pesos específicos de aproximadamente 2.90. El peso  
específico de un cemento no indica la calidad del mismo pero su  
uso principal es para el diseño de mezclas.

## TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Los diferentes tipos de cemento Portland se fabrican --  
para satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas y para --  
objetos especiales.

La NOM-C-1-1980 Clasifica al cemento Portland en cinco tipos:

TIPO I. Común. Para uso general en construcciones de concreto cuando no se requieran las propiedades especiales de los tipos II, III, IV, y V. Es decir se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos, como a los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado en la hidratación. Entre sus usos incluyen pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarriles, tanques y depósitos, alcantarillas, tuberías para agua, mamposteos, etc.

TIPO II. Modificado. Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiera un calor de hidratación moderado, como en las estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas sean algo más elevadas que lo normal, pero normalmente no muy graves. Si se especifica el calor máximo de hidratación para el cemento, puede usarse este tipo de cemento en las estructuras de gran masa, como en las grandes pilas, estribos gruesos, y en los muros de contención gruesos. Con su uso, se disminuye al mínimo la elevación de temperatura, lo que es especialmente importante cuando el concreto se cuele en climas cálidos.

TIPO III. De Rápida Resistencia Alta. Para la elaboración de concretos en los que se requiera una alta resistencia a temprana edad. Se usa cuando se tienen que retirar las cimbras o moldes lo más pronto que sea posible, o cuando la estructura se debe poner en servicio rápidamente. En tiempo frío, su uso permite reducir el período de curado controlado.

TIPO IV. De bajo calor. Cuando se requiera un reducido calor de hidratación. Sus propiedades son las necesarias para usarse en estructuras de concreto de gran masa, como las grandes presas de gravedad, donde la elevación producida en la temperatura por el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico.

TIPO V. De alta resistencia a los sulfatos. Cuando se requiera una alta resistencia a la acción de los sulfatos. Es decir, principalmente donde los suelos o el agua subterránea tenga una concentración elevada de sulfatos.

Además de estos cinco tipos de cemento la industria cementera mexicana produce los siguientes tipos de cemento Portland:

Bianco

Portland-Puzolana

Portland-Escoria de Alto Horno

Cemento de Albañilería.

### CEMENTO PORTLAND BLANCO.

Este cemento puede ser clasificado como Tipo I o Tipo III según satisfaga los requerimientos de la NOM-C-1-1980 para los tipos mencionados. El bajo contenido de óxido férrico (menor a un 0.5%), origina su color blanco, en su fabricación se utiliza caolín (material blanco cuyos componentes son sílice, óxido de aluminio y óxido férrico en mínima proporción) en lugar de arcilla.

Sus aplicaciones están condicionadas a elementos constructivos de acabado aparente, algunos ejemplos de la utilización del cemento blanco los tenemos en: fachadas prefabricadas para edificios, elaboración de piedras artificiales, mosaicos, terrazos, pisos, juntas, base para la fabricación de pintura, etc.

### CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana el cemento Portland Puzolánico, es el conglomerante hidrúlico que se obtiene de la molienda conjunta de clinker Portland, puzolana y sulfato de calcio natural, que le imparten un calor de hidratación moderado. Cuando se requiera una resistencia moderada a la acción de los sulfatos, el clinker Portland que se emplee contendrá -- como máximo, 8% del aluminato tricálcico. La cantidad de puzolana constituirá del 15 al 40% en peso del producto.

Algunas puzolanas naturales que se emplean en la fabricación del cemento Portland-Puzolana, son: cenizas volcánicas, pomez, tierra de diatomáceas, pizarras, esquistos, etc. pero -- también pueden ser utilizados ciertos subproductos industriales como cenizas volantes, determinados tipos de escoria o algunos materiales activados por calentamiento.

En la NOM-C-2-1970 se especifican los requisitos químicos y físicos que deberá satisfacer este cemento Portland Puzolana.

### CEMENTO DE ESCORIAS

NOM-C-184-1970 Cemento de escoria

En este grupo de cementos, existen 3 tipos, diferenciados cada uno por la característica de la escoria y del aglomerante utilizado.

La fabricación de este cemento requiere de la mezcla -- en frío de los siguientes elementos previamente pulverizados: -- escoria ácida, cal (hidratada o hidráulica) y un sulfato que actuará como acelerador del proceso de fraguado.

Debido a las escorias, el fraguado al aire de un concreto elaborado a base de cemento de escorias es lentísimo. en medios sumergidos o semihúmedos es donde mayor resistencia alcanza. Durante su hidratación desprende poco calor, pero además es muy sensible a las bajas temperaturas, ya que estas retardan su fraguado y disminuyen su resistencia.

Se recomienda su utilización en colados donde se requieran grandes volúmenes de concreto.

#### CEMENTO PORTLAND DE ALTOS HORNOS.

La obtención de este cemento requiere de la molienda conjunta de clinker, escoria granulada de alto horno y yeso. Las escorias constituyen de un 30% a un 70% del volumen total del cemento.

Para enfriar el clinker Portland, es suficiente el aire a la salida del horno rotativo, en cambio las escorias de alto horno requieren de chorros de agua o tanques con agua para poder enfriarlas.

La molienda de los elementos antes citados deberá efectuarse con todos los componentes ya fríos.

Debido a que las escorias son muy frágiles, este tipo de cemento resulta por lo general de una finura mayor que la de los cementos Portland.

Sus propiedades lo hacen más resistente al ataque de las aguas agresivas.

El bajo calor de hidratación que desprende durante su fraguado, lo hace ideal para obras hidráulicas, pero por sus características puede ser empleado en cualquier tipo de estructura.



## CEMENTO DE ALBAÑILERIA

La obtención de este cemento se logra por la molienda conjunta del clinker, calizas, y yeso, a veces cierto tipo de materiales puzolánicos y en algunas ocasiones la adición de algún agente inductor de aires.

Este cemento, debidamente mezclado con arena fina y agua produce un mortero plástico y cohesivo. Su tiempo de fraguado es menor y se logran mayores resistencias que con un mortero elaborado con cualquier otro tipo de cemento.

Otras propiedades que posee este tipo de cemento hidráulico son: menores cambios volumétricos, mayor poder de retención del agua y gran trabajabilidad.

## A G U A

Casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para mezclar concreto puede no servir para beberla.

Puede usarse agua cuyo comportamiento no se conozca para hacer concreto, si los cubos de mortero hechos con esa agua alcanzan resistencias a los 7 y a los 28 días iguales a la de cuando menos el 90% de muestras en que se hayan empleado agua potable. Además, deben hacerse pruebas para tener la seguridad de que no afecta desfavorablemente el tiempo de fraguado del cemento por las impurezas contenidas en el agua de mezcla. Cuando son excesivas las impurezas contenidas en el agua de mezcla, pueden afectar no solamente el tiempo del fraguado, la resistencia del concreto, la constancia de volumen, sino que pueden hasta producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.

Para determinar las características que presenta el agua para concreto, se deben utilizar las muestras tal como se reciben y de acuerdo con la NOM-C-277-1980 (Método para obtener una muestra representativa de agua para concreto), además de analizar, cuando menos, tres muestras representativas.

Los métodos de análisis que se deben aplicar al agua para obtener sus características se especifican en la NOM-C-283-1982 "agua para concreto" y son:

1. Determinación de aceite, grasa y sólidos en suspensión.
2. Determinación de la suma de carbonatos y bicarbonatos como  $\text{CO}_3^{+}$ .
3. Determinación de sulfatos como  $\text{SO}_4^{-}$ .
4. Determinación de cloruros como  $\text{Cl}^{-}$ .
5. Determinación de la materia orgánica por el oxígeno consumido.
6. Determinación del magnesio  $\text{Mg}^{++}$ .
7. Determinación de  $\text{CO}_2$  disuelto.
8. Determinación del PH.
9. Determinación de impurezas en solución.
10. Determinación de alcalis como  $\text{Na}^{+}$ .

## AGREGADOS

No obstante que los agregados pétreos representan la mayor parte del volumen del concreto (aproximadamente del 60 al 80%), el importante papel que estos desempeñan como ingrediente principal, es a menudo subestimado a causa de su bajo costo en relación con el del cemento. Originalmente, los agregados eran considerados como un material inerte esparcido en la pasta del cemento sólo por razones económicas, siendo que en realidad no es un material inerte, sino que sus propiedades físicas, térmicas y químicas influyen grandemente en el comportamiento del concreto. Así tenemos que la durabilidad, economía, trabajabilidad, permeabilidad, propiedades térmicas, peso volumétrico, resistencia y elasticidad, pueden ser adversamente afectados o, al contrario, mejorados con sólo cambiar la calidad y granulometría de los agregados. Los agregados para concreto deben estar de acuerdo con la NOM-C-111-1980 (Agregados para concreto).

Estos se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes características:

Por su origen

Por su peso

Por su tamaño

Por su forma y textura

posición granulométrica correcta y suficientemente uniforme para obtener el producto final deseado.

#### CLASIFICACION POR SU FORMA Y TEXTURA

Las características de forma y textura tienen también efectos importantes en el concreto, sobre todo en cuanto a su compactación y su trabajabilidad. Existen varias clasificaciones para la forma de la partícula, de las cuales la siguiente es un ejemplo:

- Redondeada
- Irregular
- Lajéada
- Angular
- Elongada

Otro ejemplo es el siguiente:

- Muy redonda
- Redonda
- Subredonda
- Subangular
- Angular

A la vez la textura puede clasificarse como sigue:

- Vitrea
- Lisa
- Granular
- Aspera
- Cristalina
- Porosa

La forma y textura pueden afectar la trabajabilidad -- del concreto, por lo cual también podrán alterar a la demanda -- del agua y del cemento y, por consiguiente, a la resistencia final. La textura afecta también a la adherencia que se desarrolla entre la partícula y la pasta de cemento, por lo cual nuevamente está influenciando a la resistencia del concreto.

Estas características se deberán tomar en cuenta para los estudios iniciales pero, una vez definidos los agregados, no es factible tratar de controlar sus variaciones, más que en casos muy contados, como sería por ejemplo, el empleo de equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Una clasificación muy general de los agregados la podemos manejar como sigue:

posición granulométrica correcta y suficientemente uniforme para obtener el producto final deseado.

#### CLASIFICACION POR SU FORMA Y TEXTURA

Las características de forma y textura tienen también efectos importantes en el concreto, sobre todo en cuanto a su compactación y su trabajabilidad. Existen varias clasificaciones para la forma de la partícula, de las cuales la siguiente es un ejemplo:

Redondeada  
Irregular  
Lajeada  
Angular  
Elongada

Otro ejemplo es el siguiente:

Muy redonda  
Redonda  
Subredonda  
Subangular  
Angular

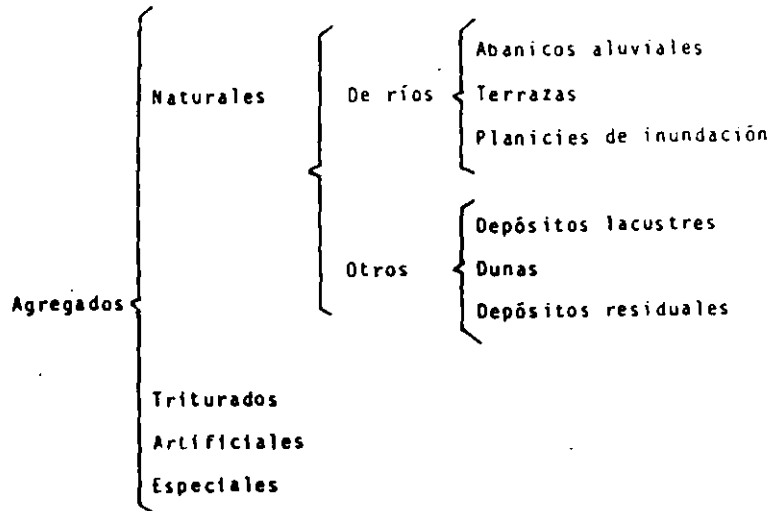
A la vez la textura puede clasificarse como sigue:

Vitrea  
Lisa  
Granular  
Aspera  
Cristalina  
Porosa

La forma y textura pueden afectar la trabajabilidad del concreto, por lo cual también podrán alterar a la demanda del agua y del cemento y, por consiguiente, a la resistencia final. La textura afecta también a la adherencia que se desarrolla entre la partícula y la pasta de cemento, por lo cual nuevamente está influenciando a la resistencia del concreto.

Estas características se deberán tomar en cuenta para los estudios iniciales pero, una vez definidos los agregados, no es factible tratar de controlar sus variaciones, más que en casos muy contados, como sería por ejemplo, el empleo de equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Una clasificación muy general de los agregados la podemos manejar como sigue:



Los agregados más comúnmente usados como la arena, grava, piedra triturada y escoria de altos hornos enfriada al aire producen concreto de peso normal es decir concreto que pesa de 2100 a 2500 kilogramos por metro cúbico.

Las lutitas, arcillas, pizarras y escoria esponjadas se usan como agregados para producir concretos estructurales ligeros, con pesos unitarios que varían de 1300 a 1800 kilogramos por metro cúbico y otros materiales ligeros como la piedra pómez, la escoria, la perlita, la vermiculita y la diatomita se usan para producir concretos aisladores que pesan de 240 a 1400 kilogramos por metro cúbico. Los materiales muy densos como la

barita, limonita, magnetita, ilmenita, hierro y partículas de acero se usan para producir concreto muy denso.

Los agregados de peso normal deben satisfacer los requisitos de calidad de la especificación NOM-C-111-1980 "Agregados para concreto". Los agregados estructurales ligeros deben satisfacer los requisitos de las Especificaciones de los Agregados Ligeros para concreto estructural (NOM-C-299-1980). Los agregados para concretos Aisladores deben satisfacer los requisitos de la Especificación para Agregados Ligeros para Concretos Aisladores (ASTM, C332). En la actualidad no existen especificaciones para los materiales de gran peso.

En la norma NOM-C-305-1980 "Agregados para concreto, descripción de sus componentes minerales naturales" se describen los minerales más comunes o importantes que se encuentran en los agregados. La clasificación mineralógica ayuda a determinar las propiedades de un agregado, pero no ofrece ninguna base para predecir la actuación del concreto, pues no hay minerales universalmente deseables, y muy pocos resultan siempre indeseables.

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Composición granulométrica

Peso específico

Absorción

Peso volumétrico

Sanidad

Resistencia

Resistencia al desgaste

Reacción alcali-agregado

Forma y textura superficial de las partículas

#### COMPOSICION GRANULOMETRICA.

La composición granulométrica es la distribución de tamaños de partículas, determinada en laboratorio por medio de una separación mecánica efectuada con mallas reglamentarias. Los valores que se obtienen mediante esta prueba (NOM-C-77-1966 método de prueba para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos), expresados como porcentajes retenidos, o que pasan las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación. La granulometría de los agregados juega un papel de máxima importancia en las características del concreto.

Las variaciones en graduación de los agregados alteran a una serie muy compleja de factores, empezando por el área específica del material pétreo, que a su vez afecta a la trabajabilidad del concreto y a la demanda de agua y cemento. Como resultado también se afecta a la compactación de la masa de concreto y otras características tales como el acabado, la segregación y el sangrado.

Las norma oficial señala límites de graduación óptima para los agregados grueso y fino. Aún cuando no siempre es posible ajustarse a ellos, constituyen un criterio definido a las tendencias que deben buscarse para obtener el mejor comportamiento de los agregados.

#### PESO ESPECIFICO, ABSORCION Y PESO VOLUMETRICO

Estas características son importantes para los estudios iniciales del concreto, ya que todos estos valores intervienen en el diseño de los proporcionamientos para las resistencias especificadas de proyecto.

Además el peso específico da una buena idea de la composición física de las partículas individuales, que a su vez proporciona datos para clasificar al agregado como ligero o pesado (NOM-C-72-1968) y para tener un indicio inicial sobre resistencia potencial. El peso volumétrico también califica al agregado en características semejantes, para este caso se refiere al conjunto de partículas en vez de a las partículas individuales.

En la NOM-C-73-1972. Se contempla la determinación del peso unitario de los agregados.

Por su parte, la absorción proporciona idea de la poro

sidad del material, que estará influenciado a su vez a características tales como su densidad aparente, textura, demanda de agua y resistencia estructural.

#### SANIDAD

Esta es la capacidad del agregado para resistir cambios excesivos en volumen, como consecuencia de los cambios en condiciones físicas, estos últimos causados por variaciones ambientales tales como: Congelamiento y deshielo, cambios térmicos y estados de saturación y secado.

Existen pruebas de laboratorio (NOM-C-75-1972 determinación de la sanidad de los agregados por medio de sulfato de sodio o del sulfato de magnesio) que pretenden reproducir en forma aproximada esta condición y por consiguiente dan valores relativos que clasifican al agregado en cuanto a su resistencia contra estos agentes.

#### RESISTENCIA

Es clara la importancia que tiene la resistencia de los agregados puesto que de ella dependerá la resistencia al concreto.

Se pueden considerar dos tipos principales de resisten

cia en las partículas que forman el agregado que son: Resistencia a la compresión y resistencia al impacto (tenacidad). Existen métodos para valuar ambas resistencias y, aunque principalmente se utilizan para los estudios iniciales de aceptación, -- también se emplean para control de calidad de los agregados ya que es muy factible que se presenten variaciones de estas características, aún en un mismo banco de material.

#### RESISTENCIA AL DESGASTE

La resistencia al desgaste de un agregado se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado. -- Esta característica es esencial cuando el agregado se usa en concreto sujeto a desgaste como en los pisos para servicio pesado.

El método de prueba más común para la resistencia al desgaste es el método del tambor giratorio de Los Angeles (NOM-C-196-1978). Sin embargo, la comparación de los resultados de las pruebas de desgaste de los agregados con las hechas para determinar la resistencia al desgaste del concreto no muestran -- una correlación directa. La resistencia al desgaste del concreto puede determinarse con más precisión mediante pruebas de desgaste en el mismo concreto.

### REACCION ALCALI-AGREGADO (NOM-C-298-1980)

Se considera que los agregados tienen estabilidad química cuando no reaccionan químicamente con el cemento en forma peligrosa, ni sufren la influencia química de otras fuentes externas. En algunas regiones, los agregados que tienen ciertos elementos químicos reaccionan con los álcalis del cemento. Esta reacción álcali agregado puede producir expansión anormal y agrietamientos irregulares en el concreto.

Si no existen registros sobre el comportamiento del agregado y se sospecha que es inestable químicamente, existen pruebas para identificar los agregados que reaccionan con los álcalis la NOM-C-180-1971 "Métodos de prueba para la determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero"

### FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL DE LAS PARTICULAS

La forma de las partículas y la textura superficial de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que en el concreto endurecido. Las partículas de superficie rugosa o las planas y alargadas requieren más agua para producir un concreto manejable que los agregados redondeados o con partículas cuboides. Por tanto, las partículas del agregado que son angulares requieren más cemento para mantener la misma relación

agua-cemento. Sin embargo, cuando la gradación es buena, tanto los agregados triturados como los no triturados generalmente -- dan la misma resistencia, siempre que la dosificación de cemento sea la misma.

En la siguiente tabla se resumen las características antes mencionadas.

Característica	Significado o importancia	N.O.M.	Requisitos, según la(s) especificación(es).
Resistencia al desgaste	Indicador de la calidad del agregado. Para los pisos de bodegas, plataformas de carga, pavimentos.	C-196-1978	Máximo porcentaje de -- pérdida
Resistencia a la congelación y la fusión	Estructuras sujetas al intemperismo	C-75-1972	Número máximo de ciclos
Estabilidad química	Resistencia y durabilidad de todos los tipos de estructuras	C-180-1971	Máxima dilatación de la barra de mortero * Los agregados no deberán reaccionar con los álcalis del cemento.
Forma de la partícula y textura superficial.	Manejabilidad del concreto fresco.		Porcentaje máximo de -- piezas.
Granulometría.	Manejabilidad del concreto fresco. Economía.	C-77-1966	Porcentaje máximo y mínimo que pasa por las -- cribas estándar.
Peso volumétrico unitario.	Cálculos para el proyecto de mezclas Clasificación.	C-73-1972	Peso unitario mínimo o máximo (concretos especiales).
Absorción y humedad superficial.	Control de la calidad del concreto.		



### SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN LOS AGREGADOS.

Las sustancias perjudiciales que pueden estar presentes en los agregados incluyen las impurezas orgánicas, limo, arcilla, carbón de piedra, lignito y algunas partículas blandas y ligeras. La mayor parte de las especificaciones limitan las cantidades permisibles de estas sustancias en los agregados.

Los métodos de prueba para descubrir las sustancias perjudiciales, cualitativa o cuantitativamente, se dan en la siguiente tabla:

Sustancias Perjudiciales	Efectos sobre el concreto	NOM
Impurezas orgánicas	afectan el fraguado y el endurecimiento, y pueden producir deterioro.	C-76-1966
Materiales más finos que la malla N° 200	Afectan la adherencia y aumentan la cantidad de agua necesaria.	C-71-1967
Carbón de Piedra, Lignito u otros materiales ligeros.	Afectan la durabilidad y pueden producir manchas y reventones.	C-72-1968
Partículas blandas.	Afectan la durabilidad	
Partículas frágiles.	Afectan la manejabilidad y la durabilidad, y pueden producir reventones.	

Resumiendo las características de los agregados que afectan las propiedades del concreto tenemos:

Propiedad del Concreto	Propiedad Sobresaliente del Agregado
<b>DURABILIDAD:</b> Resistencia al congelamiento y deshielo	Sanidad Porosidad Permeabilidad Grado de Saturación Resistencia a la tensión Textura Presencia de Arcilla
Resistencia al mojado y secado	Estructura de los Poros Módulo de Elasticidad
Resistencia al calentamiento y enfriamiento	Coefficiente de expansión térmica
Resistencia a la abrasión	Dureza
Reacción álcali-agregados	Presencia de ciertos componentes silícicos
<b>RESISTENCIA:</b>	Resistencia Textura superficial Limpieza Forma de la partícula Tamaño máximo
<b>CONTRACCION:</b>	Módulo de elasticidad Forma de la partícula Granulometría Limpieza Tamaño máximo Porcentaje de arcilla
<b>COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA:</b>	Coefficiente de expansión térmica Módulo de elasticidad
<b>CONDUCTIVIDAD TERMICA:</b>	Conductividad térmica
<b>CALOR ESPECIFICO:</b>	Calor específico

## Propiedad del Concreto

PESO VOLUMETRICO:MODULO DE ELASTICIDAD:DESPLAZAMIENTO:ECONOMIA:Propiedad sobresaliente del  
Agregado

Densidad  
Forma de la partícula  
Granulometría  
Tamaño máximo

Módulo de elasticidad  
Relación de Poisson

Tendencia al pulimento

Forma de la partícula  
Granulometría  
Tamaño máximo  
Cantidad de procesamiento  
Disponibilidad

## C A P I T U L O III

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL  
CONCRETO FRESCO.

Para continuar con la finalidad de proporcionar al profesionalista, herramientas para el mejor conocimiento del concreto, así como para tener bases más firmes para la interpretación de los resultados de ensayos de resistencia a compresión del mismo, daremos un pequeño repaso a las características principales del concreto fresco.

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Entre las principales características del concreto fresco podemos considerar las siguientes:

## UNIFORMIDAD

Considerando que el concreto es un material heterogéneo que se produce mezclando diversos componentes en cantidades establecidas, es necesario que esta mezcla sea uniforme de buena cohesión y no segregable. Para que esto ocurra se requiere conjugar dos condiciones indispensables:

Que la mezcla este correctamente diseñada y con la consistencia adecuada a las condiciones de ejecución de la obra.

Que se utilicen equipos y procedimientos de elaboración y colocación adecuados.

#### TRABAJABILIDAD

Podemos definir el término "trabajabilidad" de un concreto como la facilidad que presenta para ser transportado, colocado y compactado. Es importante hacer notar que esta trabajabilidad es relativa: Un concreto trabajable para una presa puede no ser trabajable para una columna. Con base en esta definición se llega a la conclusión que no se conoce ningún procedimiento de ensaye que la mida directamente, sin embargo existen algunos que pueden proporcionar información útil dentro de intervalos razonables de variación.

#### SEGREGACION Y SANGRADO

NOM-C-296-1980 Industria de la Construcción, concreto, determinación del sangrado.

Se conoce como segregación a la separación de los elementos que forman una mezcla heterogénea de modo que su distribución deje de ser uniforme. En el concreto se presenta debido a la diferencia de tamaño de las partículas y a la densidad de los componentes.

El sangrado es una forma de segregación en la cual una parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado.

#### FRAGUADO

Se entiende por fraguado al cambio de un fluido al estado rígido. En concreto se emplea para describir la rigidez de la mezcla. En forma arbitraria para el concreto, se emplean dos términos: Fraguado inicial y Fraguado final. Se dice que el concreto alcanza el Fraguado inicial cuando su resistencia a la penetración es de (35 kg/cm<sup>2</sup>); el Fraguado final se alcanza cuando la resistencia a la penetración es de (280 kg/cm<sup>2</sup>).

Estas características son muy importantes, ya que para formar criterios de aceptación o rechazo es necesario conocerlas mediante las pruebas que se realizan a dicho concreto fresco.

Estas pruebas se ubican dentro del Proceso de Control del Concreto Fresco, el cual puede dividirse en dos etapas, la primera que consiste en aquellos trabajos o verificaciones que se realizan previo o durante la elaboración del concreto y la segunda etapa que la componen dichos ensayos o determinaciones que se realizan al concreto ya elaborado.

## PRIMERA ETAPA

Los trabajos de esta etapa consisten básicamente de los siguientes pasos:

a) Verificación del funcionamiento y precisión de los equipos de dosificación y mezclado.

La verificación de los equipos de dosificación y mezclado, se realiza mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155-1984 la cual presenta las siguientes especificaciones para el equipo de las plantas dosificadoras.

## Depósito y tolvas

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimiento separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima. Se debe contar con instrumentos de control, que pueden interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva-báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva debe permitir acumulación de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.

## Báscula

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con carga estática la tolerancia sea de  $\pm 0.4\%$  de su capacidad total.

Las básculas para dosificar los ingredientes para el concreto pueden ser de balancín o de carátula, sin resortes. Se pueden aceptar otros equipos (eléctricos, hidráulicos, celdas de carga), diferentes a las básculas de balancín o de carátulas, sin resortes, siempre y cuando cumplan con las tolerancias señaladas.

Para la verificación y calibración de las básculas se requiere de taras normalizadas. Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y partes de trabajo similares de la báscula. Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando una masa igual al 0.1% de la capacidad nominal de la báscula se coloque en la tolva-pesadora. La separación entre dos marcas debe ser cuando menos del 5% de la capacidad neta del brazo en su primera aproximación y del 4% del brazo menor en la segunda aproximación.

b) Tolerancias en la medida de los materiales.

#### CEMENTO

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  de la masa requerida. Para revolturas menores donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor que 4%.

#### AGREGADOS

Quando los agregados se les determine individualmente su masa, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de  $\pm 2\%$  de la masa requerida. Cuando a los agregados se les determine su masa en forma acumulativa y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 0.3\%$  de la capacidad total de la báscula o de  $\pm 3\%$  de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor. En la masa de los materiales, se debe tomar en cuenta la humedad y la absorción de los agregados.

#### AGUA

En el agua de mezclado se considera el agua que se adiciona a la revoltura, el hielo que se le agrega, el agua que esté en forma de humedad superficial en los agregados y el agua agregada con los aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de  $\pm 1\%$ . Al hielo agregado se le determina su masa. En el caso de camiones mezcladores, cualquier agua de lavado retenida en la olla para usarla en la siguiente revoltura de concreto se mide con precisión. Si esto no es práctico o es imposible, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto. El agua de mezclado, cuando incluye el agua de lavado, se mide o se determina su masa con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad calculada.

#### ADITIVOS

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y a los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa o por volumen con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad requerida.

## b) Tolerancias en la medida de los materiales.

## CEMENTO

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  de la masa requerida. Para revolturas menores donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor que 4%.

## AGREGADOS

Cuando los agregados se les determine individualmente su masa, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de  $\pm 2\%$  de la masa requerida. Cuando a los agregados se les determine su masa en forma acumulativa y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 0.3\%$  de la capacidad total de la báscula o de  $\pm 3\%$  de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor. En la masa de los materiales, se debe tomar en cuenta la humedad y la absorción de los agregados.

## AGUA

En el agua de mezclado se considera el agua que se adiciona a la revoltura, el hielo que se le agrega, el agua que esté en forma de humedad superficial en los agregados y el agua agregada con los aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de  $\pm 1\%$ . Al hielo agregado se le determina su masa. En el caso de camiones mezcladores, cualquier agua de lavado retenida en la olla para usarla en la siguiente revoltura de concreto se mide con precisión. Si esto no es práctico o es imposible, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto. El agua de mezclado, cuando incluye el agua de lavado, se mide o se determina su masa con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad calculada.

## ADITIVOS

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y a los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa ó por volumen con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad requerida.

## SEGUNDA ETAPA

En esta etapa es necesario conocer las características del concreto fresco mediante la realización de pruebas al concreto elaborado.

### TRABAJABILIDAD

Como se mencionó anteriormente, aún cuando no exista un procedimiento de ensaye que mida directamente la trabajabilidad existen algunos que proporcionan información útil, entre los más conocidos tenemos los siguientes:

#### REVENIMIENTO

NOM-C-156-1980 Determinación del revenimiento del concreto fresco.

El ensaye que con mayor frecuencia se realiza en las obras, es la determinación rutinaria de la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, esto es debido principalmente a su facilidad y al hecho de que se obtienen resultados inmediatos. Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento, para una relación grava-arena determinada. La variación en el revenimiento es con frecuencia un medio para detectar variacio-

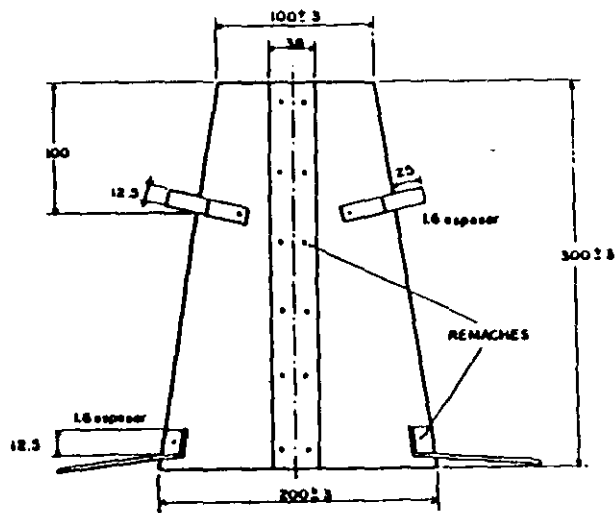
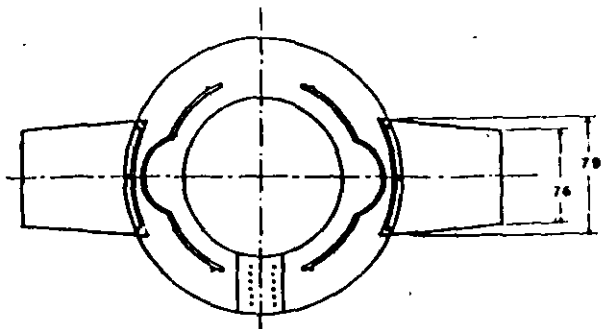
nes en la relación agua-cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para la aceptación o rechazo del concreto fresco, desde el punto de vista de las variaciones que esto podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación, compactación y acabado del concreto en la estructura.

La Norma Oficial Mexicana NOM-C-156-1980 da la definición de Revenimiento como sigue:

Revenimiento es la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones específicas, las cuales se muestran en la fig. III.1.

El equipo que se especifica para esta prueba es: Molde metálico, varilla de acero de sección circular, recta, lisa, de 16 mm. de diámetro aproximadamente 600 mm. de longitud, con uno de los extremos redondeados hemisféricamente con un radio de 8 mm. Equipo de cribado (malla 38 mm), y herramienta manual, como palas, cucharas, llanas metálicas y guantes de hule.

En la NOM-C-156-1984 "Concreto Premezclado" y ASTM-C-94, se establecen las siguientes tolerancias en la medida del revenimiento:



NOM-C-136 CONO METALICO Esc: no  
Acol: mm

FIG. III.1 EQUIPO PARA LA OBTENION DEL REVENIMIENTO

Revenimiento Especificado	Tolerancia	
	NUM.	ASTM
Hasta 5 cm.	± 1.5 cm.	± 1.3 cm.
Más de 5 hasta 10 cm.	± 2.5 cm.	± 2.5 cm.
Más de 10 cm.	± 3.5 cm.	± 3.8 cm.

FACTOR DE COMPACTACION

Puede decirse que la prueba del factor de compactación es el método más confiable para medir la trabajabilidad del concreto. Consiste en determinar el grado de compactación alcanzado por una cantidad estándar de trabajo. El grado de compactación, llamado factor de compactación, se mide mediante la relación de peso específico, es decir, el cociente del peso específico realmente obtenido en la prueba entre el peso específico del mismo concreto totalmente compactado.

En la fig. III.2 se muestra un aparato común para medir el factor de compactación. Su empleo es poco frecuente debido al tamaño del equipo y solamente se usa en laboratorios de investigación o de algunas obras de gran tamaño. Para concretos con agregado hasta 19 mm., la altura del aparato es de aproximadamente 1.20 m.; para concreto con agregados de 19 a 28 mm. (3/4" a 1 1/2") debe usarse un aparato mayor, el cual tiene aproximadamente 1.8 m. de altura.



## PRUEBA VEBE

Al igual que la anterior es un procedimiento de remoldeo, para lo cual se ocupa una mesa vibratoria (fig. III.5) en lugar de la mesa de fluidez. Se cuantifica la trabajabilidad como el tiempo en que este remoldeo se realiza. Por ser un juicio visual, la dificultad de establecer el final de la prueba puede ser una fuente de error.

## CONTENIDO DE AIRE

Esta determinación se realiza básicamente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos inclusores de aire, -- principalmente en zonas con climas extremos en donde es necesario proteger al concreto de los efectos de hielo y deshielo.

## TIEMPO DE FRAGUADO

Entre las pruebas que se realizan al concreto fresco, tal vez a la que menos atención se le presta, es la determinación de tiempos de fraguado, aún cuando es una prueba que debe considerarse como importante, principalmente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos.

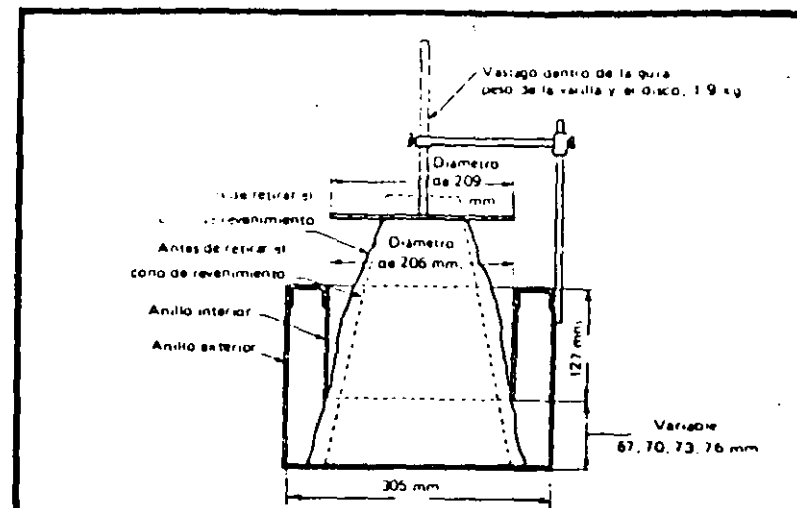


FIG. III 4. APARATO PARA LA PRUEBA DE REMOLDEO.

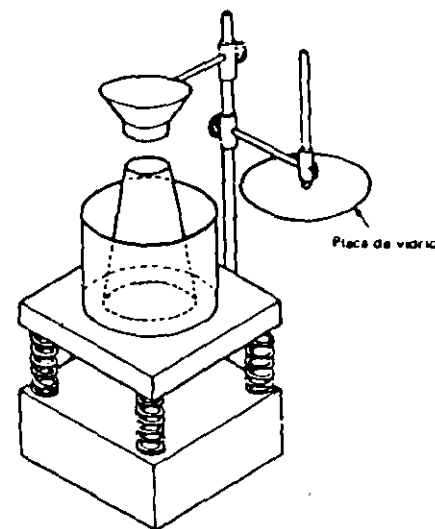


FIG. III 5 APARATO VEBE

Para concretos de consistencia seca se obtienen resultados más confiables que con la prueba de revenimiento.

#### ESFERA DE KELLY

Esta es una prueba más sencilla y rápida de realizar que la del revenimiento, sin embargo en nuestro medio no se ha generalizado su uso. El método consiste en medir la penetración en el concreto de una esfera de 3" de radio y 30 lb. de peso. A fin de evitar efectos de frontera, la profundidad del concreto que se prueba no debe ser menor de 20 cm., y la menor dimensión lateral de 46 cm. No existe una correlación directa entre esta prueba y la de revenimiento ya que ninguna de las pruebas miden propiedades básicas del concreto. En la fig. III.3 se muestra este equipo.

#### PRUEBA DE REMOLDEO DE POWERS.

En esta prueba se mide la trabajabilidad en función del esfuerzo realizado para cambiar la forma de una muestra de concreto; esto es, de la forma de un cono truncado (cono de revenimiento) a la de un cilindro. Se realiza mediante una mesa de fluidez (fig. III.4) y al esfuerzo realizado se expresa por el número de impactos o golpes que se requieren. Esta prueba se considera de laboratorio exclusivamente.

FIG. III.2 APARATO PARA MEDIR EL FACTOR DE COMPACTACION.

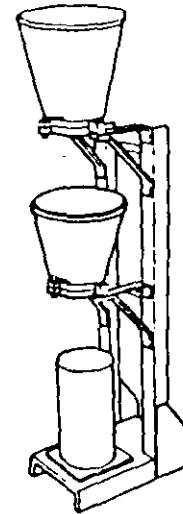
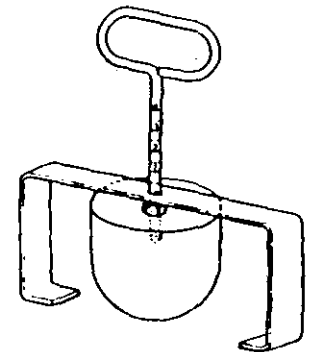


FIG. III.3 ESFERA DE KELLY.



- Resistencia al Intemperismo
- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia al Fuego
- Adherencia
- Permeabilidad
- Durabilidad
- Conductividad Térmica y Acústica
- Flujo Plástico
- Absorción de Radiaciones
- Contracción por Hidratación del Cemento
- Contracción por Secado
- Expansión por Saturación
- Expansión por Reacción Química
- Expansión Térmica
- Módulo de Elasticidad a la Compresión
- Módulo de Elasticidad al Esfuerzo Cortante
- Coeficiente de Poisson
- etc.

De éstas la resistencia del concreto endurecido, se -- considera como su propiedad más importante, sin embargo, en algunos casos especiales, otras propiedades, tales como: impermeabilidad, durabilidad, conductividad térmica, etc., pueden resultar más valiosas. Además, muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia a la compresión, ya que ésta ofrece un

panorama general de la calidad del concreto, porque está relacionada directamente con la estructura de la pasta de cemento endurecido. Sin embargo, la razón principal consiste en la importancia intrínseca que tiene dicha resistencia en el comportamiento de las estructuras de concreto, bajo la gama total de -- solicitaciones a que pueden quedar sujetas.

Para determinar las características antes indicadas -- las pruebas de concreto endurecido pueden clasificarse en: ENSAYES DESTRUCTIVOS Y ENSAYES NO DESTRUCTIVOS. Las pruebas destructivas, se han venido usando desde hace muchos años, sin embargo, hasta la fecha no existe una prueba de este tipo que -- sea mundialmente aceptada; de aquí, que en diversos países se -- utilizan distintos métodos y técnicas. Por lo que respecta a -- pruebas no destructivas, éstas hacen posible probar repetidamente la misma muestra, y consecuentemente, estudiar la variación de las propiedades del concreto con el paso del tiempo.

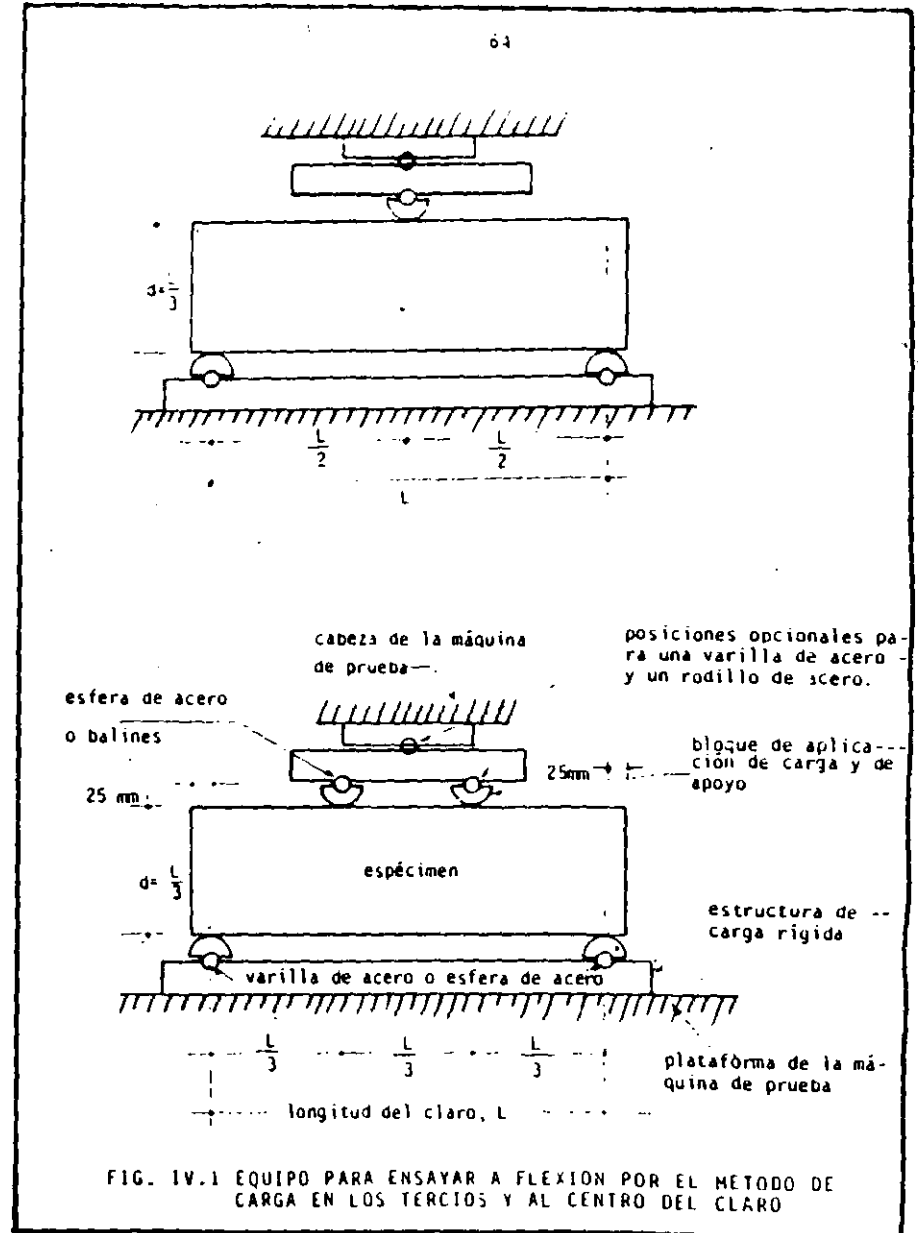
A continuación se describen brevemente las pruebas de concreto endurecido que se usan comúnmente en nuestro medio; de éstas las Pruebas Destructivas más comunes son: Prueba a la Compresión Simple, Prueba de Flexión, Prueba Brasileña de Tensión; las Pruebas No Destructivas más comunes son: Prueba del Martillo de Rebote (Esclerómetro), Prueba de Resistencia a la Penetración (Pistola Windsor), Prueba de Pulso Ultrasónico, Prueba de corazones extraídos del Concreto Endurecido y Prueba de Extracción (Pull-Out) en Concreto Endurecido, los tres últimos tipos de pruebas son consideradas, por algunos autores, como pruebas semidestructivas.

## PRUEBA DE FLEXION

El índice de resistencia a la flexión de concreto simple se obtiene del ensayo de vigas de sección cuadrada, simplemente apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentradas, como puede observarse en la figura IV.1. Como en el caso de Pruebas de resistencia a la compresión, (NOM-C-84-1966) existen Normas en las cuales se especifica también el modo de muestreo, el curado y las condiciones del ensayo, en nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las NOM-C-161-1974, C-160-1976.

La resistencia en la flexión es mayor en especímenes sujetos a una carga concentrada que en aquellos sujetos a dos cargas simétricas porque en el segundo caso la zona de esfuerzos máximos se presentan en una porción mayor del espécimen, lo que aumenta las posibilidades de que una región de menor resistencia que la promedio se encuentre en dicha zona: como puede observarse en la figura IV.2, donde se presentan los resultados de módulos de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro:

La resistencia a la flexión (NOM-C-191-1978) se usa como índice de la resistencia de pavimentación de concreto simple. No obstante, el prisma de concreto simple se usa también para medir la resistencia del concreto en tensión (módulo de ruptura) originada por flexión.



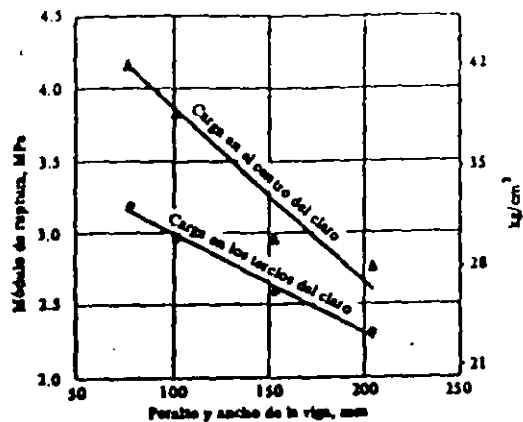


FIG. IX. 2 MODULO DE RUPTURA DE VIGAS DE DIFERENTES TAMAÑOS.

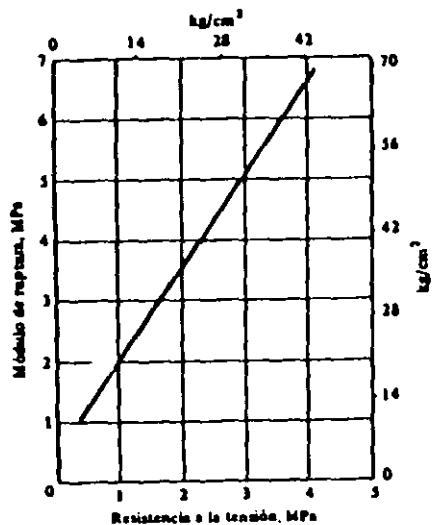


FIG. IX. 2

RELACION ENTRE EL MODULO DE RUPTURA Y LA RESISTENCIA EN TENSION DIRECTA.

### PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

Esta prueba es utilizada debido a las dificultades que existen para realizar un ensaye en tensión uniaxial, tensión pura.

Por lo tanto un método indirecto de aplicar la tensión, en forma de separación longitudinal, es la prueba brasileña, -- llamada así por deberse a Fernando Carneiro, de Brasil, aun -- cuando independientemente, también se desarrolló en Japón. En -- esta prueba, un cilindro de concreto de los que se utilizan pa -- ra las pruebas de compresión se coloca con su eje en posición -- horizontal entre las platinas de una máquina de prueba, y se -- aumenta la carga hasta observar una falla de separación por com -- presión a lo largo del diámetro vertical.

En esencia consiste en someter un cilindro a compre -- sión lineal diametral, como se muestra en la figura IV.3, la -- carga se aplica a través de un material relativamente suave, co -- mo triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elásti -- co, se originarían esfuerzos de tensión uniformemente distribui -- dos en la mayor parte del plano diametral de carga, como se -- muestra en la figura IV.3. La resistencia en tensión se calcu -- la con la expresión.

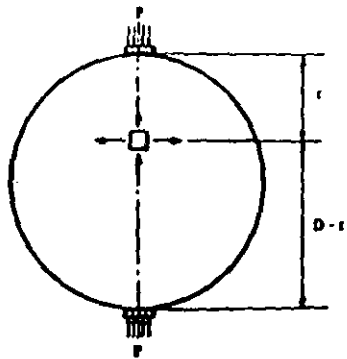


FIG. IX. 3 PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

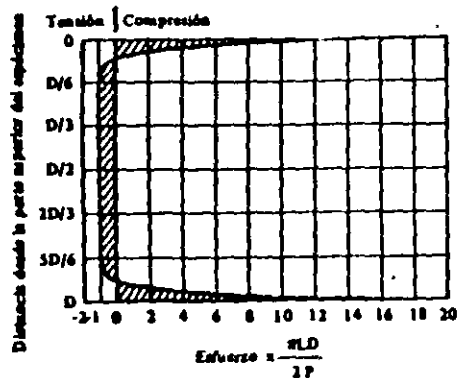


FIG. IX. 3 DISTRIBUCION DEL ESFUERZO HORIZONTAL EN UN CILINDRO CARGADO SOBRE UN ANCHO IGUAL A 1/12 DEL DIAMETRO

$$f_t = \frac{2P}{DL}$$

Dónde

P = Carga máxima

D = Diámetro del espécimen

L = Longitud del espécimen

El muestreo, curado y ensayo de los especímenes, deberá realizarse de acuerdo con las Normas establecidas, que para esta prueba están basadas.

La prueba brasileña se basa en la NOM-C-163-1978 (determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto), es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de tensión. La resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree, más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que en el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión longitudinal es del 5 al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa. Otra de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que se puede usar el mismo tipo de muestra para las pruebas de compresión y de tensión.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION

En virtud que la resistencia a la compresión del concreto, es la característica que se utiliza normalmente para definir la calidad de este, hablaremos de las pruebas principales que se utilizan para medirla.

### PRUEBAS DE CORAZONES

15 Cuando por algún motivo existan dudas sobre la resistencia de un elemento de concreto, se procede a extraer un corazón por medio de una herramienta cortante giratoria con diamante en sus bordes, estos especímenes pueden ser cilindros o prismas, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión, respectivamente. En la fig. IV.4, se presenta un equipo de extracción de corazones.



FIG. IV.4 EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE CORAZONES.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION

En virtud que la resistencia a la compresión del concreto, es la característica que se utiliza normalmente para definir la calidad de este, hablaremos de las pruebas principales que se utilizan para medirla.

### PRUEBAS DE CORAZONES

Quando por algún motivo existen dudas sobre la resistencia de un elemento de concreto, se procede a extraer un corazón por medio de una herramienta cortante giratoria con diamante en sus bordes, estos especímenes pueden ser cilindros o prismas, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión, respectivamente. En la fig. IV.4, se presenta un equipo de extracción de corazones.



FIG. IV.4 EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE CORAZONES.



Como en los casos anteriores, existe una Norma que especifica el modo de obtención, preparación y ensaye de especímenes de concreto endurecido para ensaye de resistencia a la compresión y flexión.

La resistencia de los corazones es, en general, inferior a la de los cilindros estándar, porque el curado en obra es siempre de menor calidad que el curado bajo condiciones estándar de humedad. Además, la relación de la resistencia de corazones a la resistencia de cilindros estándar (de la misma edad) no es constante, sino que decrece al aumentar el nivel de resistencia del cilindro.

#### PRUEBA DEL MARTILLO DE REBOTE

Se han realizado diversos intentos para elaborar pruebas no destructivas, pero pocas han tenido éxito. Uno de los métodos que se le ha encontrado aceptación práctica, dentro de alcances limitados, es el de martillo de rebote, una prueba se llama también prueba de martillo de impacto o del esclerómetro; en la figura IV.5 se muestra un esquema de éste.

Esta prueba se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie en contra de la cual la masa incide. En la prueba del martillo de rebote, una masa impulsada por medio de un resorte recibe una determinada cantidad de energía al extender el resorte a una posición constante; esto se lleva a cabo al presionar el émbolo contra la superficie del concreto por probar. Al ser liberada la masa, rebota al émbolo que sigue en contacto con la superficie de concreto, y la distancia recorrida por la masa, que se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte, se llama número de rebote; este número queda señalado por un indicador móvil sobre una escala graduada.

Esta prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie de concreto y, aún cuando no existe una relación simple entre la dureza y la resistencia del concreto, se puede determinar relaciones empíricas para concretos similares, como la mostrada en la figura IV.6 y IV.7, donde podemos observar, que el número de rebote se ve afectado por factores tales como grado de saturación de la superficie, entre otros.

Esta prueba tiene carácter tan solo comparativo, y no se justifican las afirmaciones de algunos fabricantes de que el número de rebote puede convertirse directamente a un valor de resistencia a la compresión. De cualquier manera, la prueba es

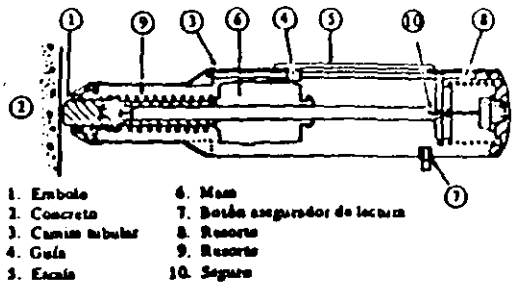


FIG. IX. 5 MARTILLO DE REBOTE.

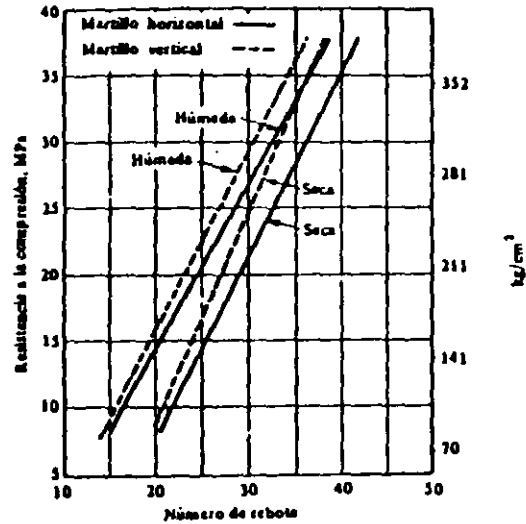


FIG. IX. 6 RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS Y EL NUMERO DE REBOTE, PARA LECTURAS DE MARTILLO EN POSICION HORIZONTAL Y VERTICAL, SOBRE UNA SUPERFICIE DE CONCRETO HUMEDA Y SECA.

útil como medida de la uniformidad del concreto y tiene gran valor para verificar la calidad del material sobre toda una estructura, es especial cuando se cuenta con una correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión, determinadas en pruebas destructivas del mismo tipo de concreto. Una utilidad más es, durante la construcción de una estructura de concreto, probar con el martillo para determinar si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION

Mediante la prueba con Pistola Windsor o de resistencia a la penetración, es posible calcular la resistencia del concreto a partir de la profundidad de penetración de un proyectil metálico impulsado por una carga estándar de pólvora. El principio básico es que, la penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto, pero, en la escala de Mohs debe determinarse la dureza del agregado y esto no presenta dificultad. Hay cuadros publicados de la resistencia vs. la penetración (o longitud del sondeo expuesto) para agregados con dureza entre 3 y 7 en la escala, pero en la práctica la resistencia a la penetración debe relacionarse con la resistencia a la compresión de muestras de prueba estándar o con razones del concreto utilizado. En la figura IV.8 aparece una relación característica. Debe tenerse presente que la prueba mide básicamente la dureza, y no puede producir valores absolutos de resistencia, pero resulta de gran utilidad para determinar la resistencia relativa, es decir para comparaciones.

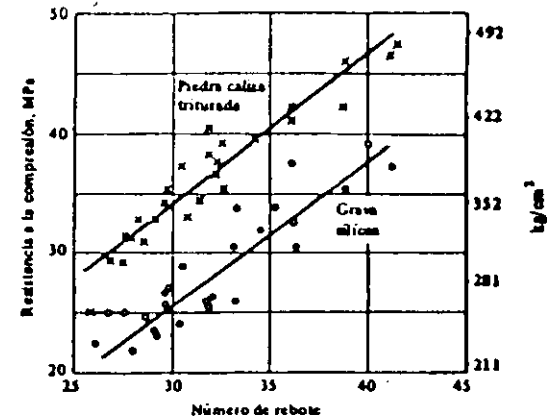


FIG. IX. 7 RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y EL NUMERO DE REBOTE.

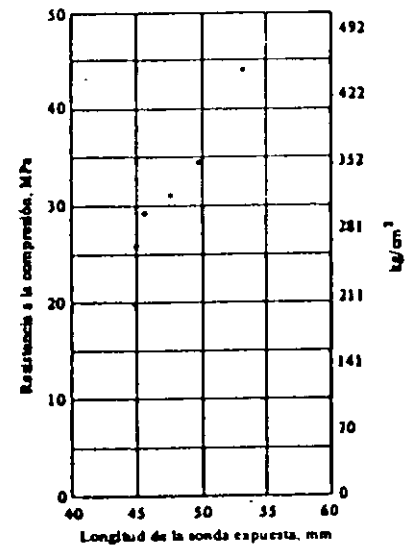


FIG. IX. 8

RELACION ENTRE LA LONGITUD EXPUESTA DE LA SONDA Y LA RESISTENCIA DE CUBOS ASERRADOS DE 152 MM A LA EDAD DE 35 DIAS

La prueba de resistencia a la penetración es por lo me-  
nos en parte, superior a la prueba del martillo de reote, por-  
que la medida no se limita a la superficie del concreto, sino  
en su profundidad: el proyectil, fractura el agregado y comprime  
el material en el cual se introduce.

Los sondeos se hacen en grupos de tres en estrecha ve-  
cindad, y la penetración promedio se utiliza para estimar la re-  
sistencia.

#### PRUEBA DE PULSO ULTRASONICO

Aunque no existe una relación directa entre la veloci-  
dad de onda longitudinal en el concreto y la resistencia de és-  
te, las dos cantidades si tienen una relación directa con el pe-  
so específico del concreto. Por lo tanto, una disminución en  
el peso específico ocasionada por un aumento en la relación  
agua/cemento reduce tanto la resistencia a la compresión del  
concreto como la velocidad de un pulso transmitido a través de  
él.

La velocidad de onda no se determina directamente, si-  
no se calcula a partir del tiempo que tarda un pulso en reco-  
rrer una distancia medida. Este pulso ultrasónico, se mide me-  
diante un aparato de pulso ultrasónico, como el representado es-  
quemáticamente en la figura IV.9, y cuya técnica se describe en  
la Norma B.S 4408: parte 5.

El transductor está en contacto con el concreto, de modo que las vibraciones viajan a través de él y son recogidas -- por otro transductor en contacto con la cara opuesta de la muestra probada. Normalmente, se pueden probar concretos de 0.1 a 2.5 m de espesor, sin embargo, se han efectuado pruebas de concretos con espesor hasta de 15 m.

La técnica de velocidad de un pulso ultrasónico se usa como medio de control de calidad en productos que supuestamente están elaborados de concretos semejantes, así, se detectan con facilidad la falta de compactación y un cambio en la relación - agua/cemento. Sin embargo, la técnica no se puede emplear para determinar la resistencia en concretos elaborados con distintos materiales en proporciones desconocidas, no obstante, es posible hacer una clasificación de la calidad del concreto, como la mostrada en la tabla de la fig. IV. 10.

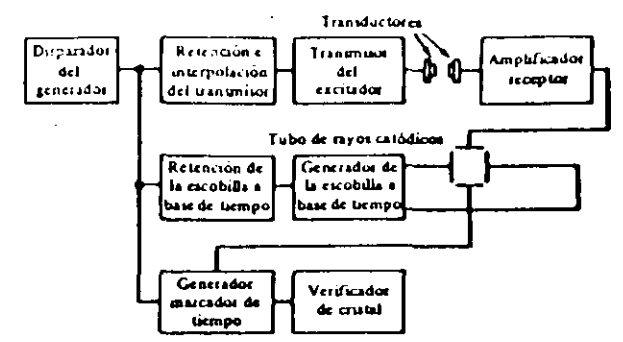
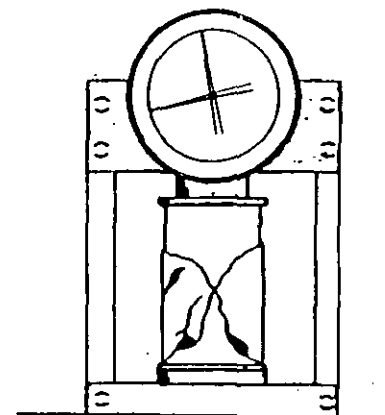


FIG. IX. 9 ESQUEMA DEL APARATO DE PULSO ULTRASONICO

FIG. IX. 10 CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO CON BASE EN LA VELOCIDAD DE PULSO

Velocidad longitudinal del pulso km/s	Calidad del concreto
> 4.5	Excelente
3.5-4.5	Buena
3.0-3.5	Dudosa
2.0-3.0	Deficiente
< 2.0	Muy deficiente

Ya que la más común de todas las pruebas de concreto endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia; a un más, a través de los años, se ha correlacionado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distintas solicitaciones, hablaremos pues de ella.



PRUEBA A COMPRESION SIMPLE

Además del control de la calidad del concreto, las medidas de pulso ultrasónico pueden usarse para detectar el desarrollo de grietas, oquedades y deterioro en el concreto endurecido.

#### PRUEBA DE EXTRACCION

Es una prueba que mide, mediante un arlete de tensión, la fuerza requerida para desprender una varilla de acero, con su extremo de mayor sección transversal previamente empotrada generalmente de 25 mm. de diámetro (fig. IV.11). Durante la operación se extrae un cono de concreto y la fuerza requerida para ello está relacionada con la resistencia a la compresión del concreto original.

Debido a su forma, la varilla de acero se arranca adherida a un trozo de concreto, este último de forma troncoconica. La resistencia a la extracción se calcula como la relación de la fuerza de extracción con el área idealizada del cono troncoconico.

Esta prueba es superior a la prueba del martillo y a la resistencia a la penetración, pues la de extracción implica mayor volumen y mayor profundidad del concreto. El aspecto negativo es que hay necesidad de reparar el concreto. Además, las varillas para la prueba deben situarse antes del colado, por lo que la prueba debe ser planeada de antemano.

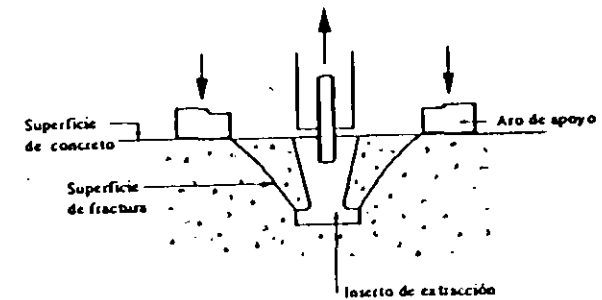
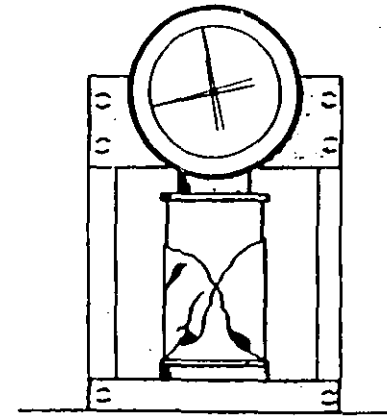


FIG. IV. 11 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA PRUEBA DE EXTRACCION.

Ya que la más común de todas las pruebas de concreto - endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características deseables del -- concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con -- su resistencia; a un más, a través de los años, se a correlacio nado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distin- tas sollicitaciones, hablaremos pues de ella.



PRUEBA A COMPRESION SIMPLE



15 x 30 cm. a partir de la obtenida con un espécimen de otra forma o dimensiones, para concretos fabricados con cemento normal y ensayados a los 28 días.

Para lograr una prueba a la compresión aceptable es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea lo más uniforme posible. Esto se logra fácilmente si el espécimen es un cubo o un prisma.

En nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las NOM-C-84, C-161 y C-162.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Esta operación, llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolonga el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: el material y la forma del cabeceado.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operarios experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

Algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye son:

- Efecto de las condiciones de curado
- Efecto de la esbeltez
- Efecto de la velocidad de carga
- Efecto de la velocidad de deformación
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado
- Efecto de la edad

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayos, como son los de tensión y flexión, aun más, aunque en menor número, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.

15 x 30 cm. a partir de la obtenida con un espécimen de otra forma o dimensiones, para concretos fabricados con cemento normal y ensayados a los 28 días.

Para lograr una prueba a la compresión aceptable es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea lo más uniforme posible. Esto se logra fácilmente si el espécimen es un cubo o un prisma.

En nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las NOM-C-84, C-161 y C-162.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Esta operación, llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolonga el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: el material y la forma del cabeceado.

Aun cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operarios experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

Algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye son:

- Efecto de las condiciones de curado
- Efecto de la esbeltez
- Efecto de la velocidad de carga
- Efecto de la velocidad de deformación
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado
- Efecto de la edad

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayes, como son los de tensión y flexión, aun más, aunque en menor número, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.

APLICACION DE METODOS ESTADISTICOS PARA  
LA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ACUER-  
DO AL ACI - 214 - 77

Como se indicó anteriormente, la función principal de los ensayos de compresión del concreto es asegurar la producción de un concreto uniforme con la resistencia y calidad deseadas. En la actualidad, aprovechando el conocimiento de las técnicas estadísticas es posible controlar la uniformidad de las mezclas de concreto que se fabrican, y así obtener un producto de mejor calidad. Aunque los conceptos estadísticos para evaluar la resistencia del concreto aparecieron en 1957, todavía existe confusión al adoptar y aplicar estas valiosas técnicas. Probablemente, el factor aislado más importante de los que obstaculizan el uso de los procedimientos estadísticos consiste en la tendencia natural a suponer que estos métodos son propios de científicos y matemáticos, esto es una lástima, ya que hay aplicaciones sencillas y prácticas de la curva de distribución normal para evaluar la calidad del concreto.

Es importante que las organizaciones que utilizan este material de construcción se acostumbren a la idea de utilizar la estadística para mejorar y hacer más económicas sus obras.

Es común en muchas organizaciones y aún en laborato---rios, coleccionar en forma rutinaria cantidades enormes de Ga---tos experimentales con la vaga intención de analizarlos ((al---gún día)) cuando ((no haya tanto trabajo)), por supuesto que -ese día nunca llega y los datos que se almacenan en los expe---dientes se vuelven más complejos y fuera de época. Si esta in---formación experimental no es digna de ser analizada en una fe---cha inmediata a la que fue colectada, entonces tampoco es dig---na del trabajo de recolección, por lo tanto es importante uti---lizar menos tiempo en la colección de datos y más tiempo en su análisis.

Con la utilización de métodos estadísticos es factible condensar la información obtenida y presentada en forma concisa y de fácil interpretación.

#### VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

Agrupando lo que se vió en los capítulos anteriores, - podemos resumir que:

Como el concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneos está sujeto a la influencia de numerosas varia---bles. Las características de cada uno de los ingredientes del concreto pueden producir variaciones que dependen de su unifor

midad. Las variaciones también pueden deberse a las prácticas utilizadas en el proporcionamiento, mezclado, transporte, colo---cación y curado, además de las variaciones que existen en el -concreto mismo, también se introducen variaciones de resisten---cia durante la fabricación, transporte, cabeceado, ensaye y cui---dado de los especímenes de ensaye. Las variaciones en la resis---tencia del concreto deben aceptarse; pero puede producirse un -concreto de calidad adecuada si se mantiene un control correcto, si se interpretan adecuadamente los resultados de ensaye y si -se consideran las limitaciones.

La magnitud de las variaciones en la resistencia de es---pecímenes de concreto depende del control que se lleva sobre -- los materiales, la fabricación del concreto y los ensayos. Las diferencias en resistencia pueden deberse a dos causas fundamen---tales diferentes:

I. Variaciones Intrínsecas del Concreto (diferencias en las - propiedades de la mezcla del concreto, cuando estas influ---yen en el valor de la resistencia).

1.- Variaciones en la relación agua-cemento debidas a:

- a) Control deficiente de la dosificación del agua
- b) Variaciones excesivas en la humedad de los agrega---dos

2.- Variaciones en el consumo de agua debidas a:

- a) Variaciones en la granulometría de los agregados
- b) Falta de uniformidad en los materiales.

3.- Variaciones en las características y proporciones - de los componentes:

- a) Agregados
- b) Cemento
- c) Puzolana
- d) Aditivos

4.- Variaciones por efecto de transporte, colocación y compactación.

5.- Variaciones en la temperatura y el curado.

II. Variaciones en los procedimientos de ensaye

1.- Procedimientos de muestreo inconsistentes

2.- Técnicas de fabricación no uniformes:

- a) Compactación variable
- b) Manejo excesivo de las muestras
- c) Cuidado deficiente de los especímenes frescos

3.- Deficiencias en el curado:

- a) Variación de la temperatura
- b) Variación de la humedad

4.- Procedimientos de ensaye inadecuados:

- a) Cabeceo incorrecto de los especímenes
- b) Deficiencia en la velocidad de aplicación de la carga.

Se ha establecido que la resistencia del concreto depende de la relación agua-cemento. El primer criterio para producir concreto de resistencia es, por consiguiente, conservar una relación uniforme agua-cemento. Ya que la cantidad de cemento y agua adicionada se pueden medir con precisión, el problema de mantener una relación uniforme agua-cemento es principalmente un problema de controlar el contenido de agua, este problema se complica porque los agregados tienen una humedad libre variable.

El concreto no puede ser más uniforme que los agregados, cemento y aditivos empleados, cada uno de estos ingredientes contribuye a las variaciones en la resistencia del concreto, los métodos de construcción pueden causar también variaciones en la resistencia, un mezclado inadecuado, una compactación pobre, retrasos e interrupciones en la colocación, un curado

impropio, etc., originan variaciones considerables de la resistencia.

El empleo de aditivos presenta problemas adicionales para mantener la uniformidad en la resistencia, ya que cada aditivo agrega una nueva variable en el concreto, se deberá controlar el empleo de acelerantes, retardantes, puzolanas y agentes inclusores de aire y deberá considerarse su influencia en la resistencia del concreto.

Los ensayos de concreto pueden o no incluir todas las variaciones de la resistencia del concreto colocado dependiendo de las variables que se introduzcan después de elaborados los especímenes de ensaye, por otro lado, las discrepancias en el muestreo, la fabricación, el curado y el ensaye de especímenes pueden indicar variaciones en la resistencia que en realidad no existen en el concreto colocado en la obra. Cuando las variaciones debidas a estas discrepancias son excesivas, es necesario aplicar al proyecto un factor de seguridad excesivamente grande. Los métodos de ensaye correctos reducen estas variaciones y por consiguiente deben establecerse procedimientos estándar de ensaye, tales como los descritos en las normas N.O.M. y A.S.T.M., los cuales deben seguirse estrictamente.

Es evidente la importancia que tiene el emplear equipo de laboratorio adecuado, pues de este dependerá la precisión de los ensayos. Los resultados uniformes de ensayos no son necesariamente resultados de ensayos precisos. El equipo y los procedimientos de laboratorio deberán ser calibrados y verificados con periodicidad.

Los especímenes de ensaye indican la resistencia potencial de una estructura más que su resistencia real.

#### EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Normalmente los resultados de los ensayos de resistencia o compresión de especímenes de concreto en proyectos controlados caen dentro de la curva de distribución normal de frecuencias o de Gauss. (Fig. V.1)

Cuando hay un buen control, los valores de la resistencia serán más cercanos al valor promedio y la curva será alta y cerrada, (Fig. V.2), si aumentan las variaciones en la resistencia, los valores se dispersan y la curva se vuelve baja y abierta. Las abscisas representan las resistencias obtenidas en los ensayos y las ordenadas la frecuencia con que se presentan dichas resistencias.

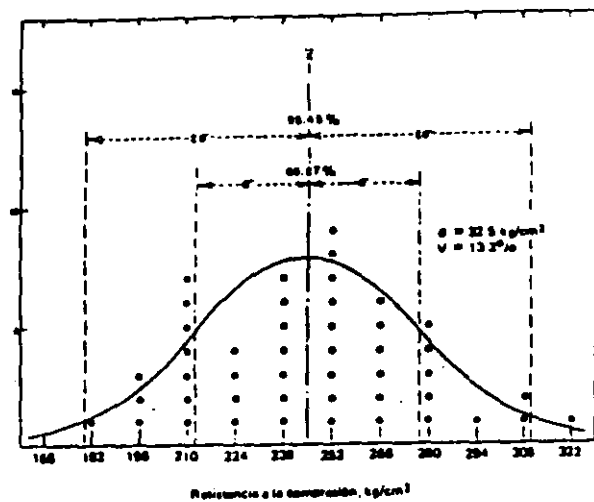


FIG. V. 1 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.

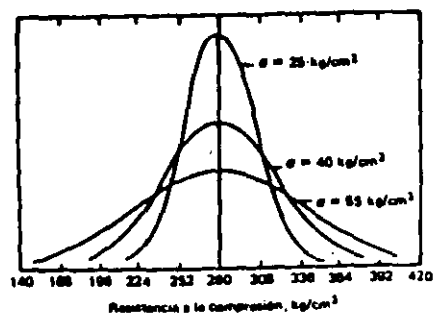


FIG. V. 2 CURVAS NORMALES DE FRECUENCIA

Para obtener la máxima información, deberán hacerse ensayos de compresión de un número suficiente para representar al concreto producido.

Existen varias funciones en la curva normal de frecuencias que son útiles para comprender la información recibida.

MEDIA O PROMEDIO:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

$X_1, X_2, \dots, X_n$  - Promedio de los resultados de los especímenes que componen una muestra.

$n$  - Número total de muestras, entendiéndose por una muestra el número total de especímenes que se obtienen de una misma revoltura y se ensayan a la misma edad.

DESVIACION ESTANDAR:  $\sqrt{\quad}$  :

La medida más usual de dispersión con respecto al valor central es la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias respecto a la resistencia promedio, dividido entre el número de resultados, la desviación estándar puede considerarse como el radio -

de giro respecto al centro del área comprendida bajo la curva teórica de probabilidad.

$$\sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}}$$

En algunos textos de estadística  $n$  aparece como  $(n-1)$  pero esto no es significativo, ya que el número mínimo de muestras que debe analizarse debe ser de 30.

Esta función permite expresar el grado de dispersión como valor absoluto.

La siguiente tabla (1) tomada del ACI-214-77 sirve como guía para evaluar el grado de control en la uniformidad de la fabricación del concreto, en función de la desviación estándar.

TABLA N° 1  
EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD DE LA  
FABRICACION DEL CONCRETO (Kg/cm<sup>2</sup>)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
Por debajo de	de	de	de	Sobre
25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50

NOTA: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

#### INTERVALO "R"

Se determina restando la resistencia más baja de la resistencia más alta del grupo de especímenes que integran una muestra. El intervalo es útil para calcular la desviación estándar y posteriormente el coeficiente de variación en los ensayos del laboratorio.

Como se mencionó anteriormente, las variaciones en los resultados de ensayos de resistencia pueden deberse a dos causas diferentes: (I) propiedades de la mezcla de concreto, y (II) discrepancias en los métodos de ensayos. Es posible por un análisis de variancia calcular las variaciones debidas a ca-



da una de las causas.

Las variaciones en la resistencia del concreto, dentro de una revoltura, se encuentran determinando, las variaciones de especímenes fabricados de esa misma revoltura, es conveniente suponer que una muestra de concreto es uniforme y, que por lo tanto, cualquier variación entre especímenes compañeros fabricados de dicha muestra se debe a discrepancias en la fabricación, en el curado o en el ensayo. Las muestras tomadas de diferentes partes de una revoltura pueden incluir variaciones debidas a la ineficiencia de las mezcladoras.

Los especímenes compañeros fabricados de muestras tomadas de diversas partes de la revoltura pueden usarse para diferenciar entre la eficiencia de la mezcladora y la eficiencia del ensayo. Una sola revoltura de concreto no proporciona información suficiente para el análisis estadístico por lo que se recomienda fabricar y ensayar especímenes compañeros de por lo menos diez muestras tomadas de diferentes revolturas para poder establecer valores confiables de R. La desviación estándar y el coeficiente de variación en los ensayos se calculan como sigue:

$$\sqrt{1} = \frac{1}{d} \times \bar{R}$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{1}}{\bar{R}} \times 100$$

$\sqrt{1}$  = Desviación estándar de los ensayos

d = Constante que depende del número de especímenes por muestra (Tabla 2)

R = Promedio o media del total de intervalos.

$V_1$  = Coeficiente de variación de los ensayos.

$\bar{X}$  = Resistencia promedio de todas las muestras

TABLA No. 2\*

FACTORES PARA CALCULAR LA DESVIACION ESTANDAR DE LOS ENSAYES

Número de Especímenes	d	1/d
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299

Este proceso que permite calcular las discrepancias en los métodos de ensayo tiene la ventaja de que constantemente se obtiene información de la calidad del trabajo de los operarios y del laboratorio en general.

La siguiente tabla (3) tomada del ACI 214-77 califica el grado de control del laboratorio en función de los valores de  $V_1$ .

\* De la Tabla No. B2 "Manual de Control de Calidad de Materiales" A S T M Special Technical Publication No. 15 C.

TABLA No. 3  
EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Por debajo de 3	de 3 a 4	de 4 a 5	de 5 a 6	Arriba de 6

Nota: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

Existen todavía otros criterios para la evaluación de uniformidad de las mezclas de concreto como las que se presentan a continuación:

NORMA N.O.M. -C- 155 - 1984.

### 5.1.1 Grados de calidad

#### 5.1.1.1. Grados de calidad A (sólo para resistencia a compresión)

El concreto debe cumplir con los siguiente:

a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tengan valor inferior a la resistencia especificada f'c se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia consecutiva será inferior a la resistencia especificada.

c) No más de 1% de las pruebas de resistencia pueden ser menor que la resistencia especificada menos  $50 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### 5.1.1.2 Grado de calidad B (resistencia a compresión y resistencia a flexión)

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia consecutiva puede ser igual o menor que la resistencia especificada.

c) No más del 1% de las pruebas de resistencia pueden ser menor que la resistencia especificada a compresión menos -

35 Kg./cm<sup>2</sup>. o resistencia especificada a la flexión "MR" menos 4 Kg./cm<sup>2</sup>.

Para satisfacer estos requisitos, la resistencia promedio del concreto será obviamente mayor que la resistencia del proyecto  $f'c$ , dependiendo de la uniformidad esperada en la producción del concreto y del porcentaje que se permite de resultados de ensayos inferiores a la resistencia de proyecto. La resistencia promedio requerida, puede obtenerse haciendo uso de la fórmulas siguientes:

$$f_{cr} = f'c + \sqrt{t} \quad (1)$$

$$f_{cr} = f'c - K + \sqrt{t} \quad (2)$$

$$f_{cr} = f'c + \frac{t\sqrt{t}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$f_{cr}$  = Resistencia promedio requerida en Kg/cm<sup>2</sup>.

$f'c$  = Resistencia de proyecto especificada en Kg/cm<sup>2</sup>.

$t$  = Constante que depende de la porción de resultados inferiores a  $f'c$  y del número de muestras empleadas para calcular la desviación estándar (tabla 4)

$\sqrt{t}$  = Desviación estándar de las muestras en Kg/cm<sup>2</sup>.

$n$  = Número de promedios consecutivos.

$K$  = Valor que depende del grado de calidad del concreto. 50 para grado de calidad A (5.1.1.1.-c) y de 35 para grado de calidad B (5.1.1.2.-c).

TABLA No. 4  
VALORES DE  $t^*$

Número de Muestras menos 1	Probabilidad de caer debajo del límite inferior	
	2 en 10	1 en 10
2	1.061	1.886
3	0.978	1.638
4	0.941	1.533
5	0.920	1.476
6	0.906	1.440
7	0.896	1.415
8	0.889	1.397
9	0.883	1.383
10	0.879	1.372
15	0.866	1.341
20	0.860	1.325
25	0.856	1.316
30	0.854	1.310
	0.842	1.282

\* Los valores de  $t$  se tomaron de la tabla original debida a Fisher y Yates "Statistic tables for Biological Agriculture y Medical Research"

El mecanismo para hacer uso de la estadística en la -- evaluación de resultados de resistencia a compresión del concreto se puede explicar con mayor detalle en el ejemplo ilustrativo, que a continuación se presenta, el cual fue realizado por medio de un programa de computadora que para este fin utilizan Laboratorios de Control de Calidad.

METODOS ESTADISTICOS PARA LA INVESTIGACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO.

PROPIETARIO : ALVARO ORTIZ VIZAINA  
 OBRAS : OBRA "EL CAMAL" AMATECA S.D. DE MEXICO  
 CONSTRUCCION : SERVICIO DE INGENIERIA S. A. DE C.V.  
 PREPARADOR : CONCRETOS NUBIA S.A. DE C.V.  
 FECHA DE EVALUACION : 15 DE SEPTIEMBRE DE 1989  
 PERIODO DE MUESTREO : DEL 20 DE MAYO AL 15 DE ABRIL DE 1989  
 GRAB DE EMPALME : 20 BIAS.  
 P.C DE MUESTREO : 200 RB/CM2  
 NUMERO DE MUESTRAS EN ESTUDIO : 109  
 NUMERO DE CILINDROS POR MUESTRA : 3  
 METODO DE BIENEN ESTADISTICAL : BIENEN PUBLICO

MUESTRA (M)	LOCALIZACION	RESISTENCIA (RB/CM2) CIL. 1	RESISTENCIA (RB/CM2) CIL. 2	FRUSTRIC (RB/CM2)	INTERVALO (RB/CM2)	PROBABILIDAD DE SUPERAR CILINDRO
PM-1	ZAPATAS DE CIMENTACION	293	293	293.0	0	287.3
PM-2	BASE DE BARRIO CIMENTACION	310	315	312.5	3	296.3
PM-3	BARRIO CIMENTACION	291	294	292.5	3	281.3
PM-4	BASE DE BARRIO CIMENTACION	288	288	288.0	0	284.3
PM-5	ZAPATAS Y BASE DE BARRIO CIMENTACION	211	213	212.0 *	2	251.0
PM-6	ZAPATAS Y BARRIO CIMENTACION	281	281	281.0	0	286.7
PM-7	ZAPATAS Y BARRIO CIMENTACION	245	249	248.0	0	248.3
PM-8	ZAPATAS Y BARRIO CIMENTACION	187	188	187.5	2	275.3



De esta serie de datos se obtiene:

$$\text{Media} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{105}}{105} = 253.4 \text{ Kg/cm}^2.$$

Desviación Estándar:

$$\sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_{105} - \bar{X})^2}{105}}$$

$$= 32.1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Media de Intervalos} = \bar{R} = 3.03 \text{ Kg/cm}^2.$$

Desviación Estándar

$$\text{de los ensayos} = \sqrt{d} = \frac{1}{d} \times \bar{R}$$

(d = 1.128 Tabla 2)

$$\sqrt{d} = \frac{1}{1.128} \times 3.03 = 2.7 \text{ Kg/cm}^2.$$

Coefficiente de variación

de los ensayos

$$= \frac{V_1}{\bar{X}} \times 100$$

$$= \frac{2.7}{253.4} \times 100 = 1.15$$

Los cuales nos sirven para deducir las siguientes conclusiones, basándose en las Normas ACI-214-77 y NOM-C-155-1984.

## CAPITULO XI

### CONCLUSIONES.

ACI-214-77

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

1. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

EL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO

1. De acuerdo a estos datos estadísticos se puede concluir:

1.- La deficiencia en la resistencia del concreto -- utilizado se puede deber a un mal cálculo en la dosificación de los elementos que componen a éste.

2.- Una vez observada la importancia de la estadística en la interpretación de resultados se recomienda, que la resistencia promedio (fcr) del -- concreto debe ser superior a la resistencia de -- diseño (f'c). Esta diferencia en la resistencia dependerá de la variabilidad esperada en los resultados de las pruebas y de la proporción permisible de muestras con resultados menores que los indicados en el nivel de resistencia. Los cuales se especifican en la NOM-C-155-1984 y ---- ACI-214-77.

3.- La resistencia promedio requerida (fcr) que se debe tomar en cuenta para cualquier diseño puede ser calculada mediante las ecuaciones:

$$fcr = f'c + t \sqrt{\quad} \quad (1)$$

$$fcr = f'c - K + \sqrt{\quad} t \quad (2)$$

$$fcr = f'c + t \sqrt{\quad/\sqrt{n}} \quad (3)$$

II. Generalizando podemos decir:

- 1.- La resistencia de los cilindros de control, por lo general es la única evidencia palpable de la calidad del concreto utilizado en la construcción de una estructura.
- 2.- La resistencia del concreto debe derivarse de un conjunto de ensayos, a partir de los cuales se pueden estimar en forma más precisa la uniformidad y las características del concreto.
- 3.- Si se confía demasiado en los resultados de unos cuantos ensayos, las conclusiones que se alcancen pueden ser erróneas.
- 4.- No resulta práctico especificar una resistencia mínima ya que, aún cuando existe un buen control, siempre cabe la posibilidad de resistencias todavía más bajas.
- 5.- Es un error concluir que la resistencia de una estructura está en peligro cuando sólo un ensayo no cumple con los requisitos de resistencia especificada.

- 6.- Como se indicó anteriormente, son inevitables las variaciones casuales y las fallas ocasionales en el cumplimiento de los requisitos de resistencia.
- 7.- En las ecuaciones del diseño se proporcionan factores de seguridad que permiten obtener resistencias específicas, sin poner en peligro la seguridad de la estructura.
- 8.- Estos factores se han desarrollado con base en las prácticas de construcción, los procedimientos de diseño y las técnicas de control de calidad utilizadas dentro de la industria de la construcción.
- 9.- El criterio final que concede la probabilidad de que las pruebas caigan por debajo de la  $f'c$ , utilizada en el diseño, es la decisión del diseñador, que se basa en el conocimiento íntimo de las condiciones que tienen la mayor probabilidad de ocurrir durante la construcción.
- 10.- Algunas personas creen que hacer un control de calidad es simplemente contratar a un laboratorio -

42



que tome cilindros, que ensaye y reporte los resultados o que con la misma gente en la obra se haga el proceso y simplemente observar los resultados; si estos son altos olvidarse de ellos y si son bajos alarmarse inmediatamente, tratando de recordar dónde fue colocado ese concreto, y de esta forma determinar si se trata de una zona importante y en ese caso extraer corazones para conocer su resistencia.

Esto es totalmente absurdo; en primer lugar se debe definir, antes de empezar la obra, cuales son las especificaciones de calidad, luego determinar como se controlará su cumplimiento y analizar el costo que esto implica, posteriormente controlar el personal que realiza el muestreo, el ensaye y analisis de los resultados. Esto puede encargarse a una institución seria para tener la tranquilidad de que todo el proceso se realice de acuerdo a las Normas establecidas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- REVISTA INGENIERIA CIVIL  
Num. 133  
C.I.C.M.
- 2.- APUNTES PARA EL CURSO DE CONSTRUCCION I  
"PRINCIPALES MATERIALES FABRICADOS Y SU EMPLEO EN LA CONSTRUCCION"  
Ing. Jorge H. De Alva Castañeda  
Facultad de Ingenieria. U.N.A.M.
- 3.- APUNTES  
"CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO"  
I.M.C.Y.C.  
1980
- 4.- PROYECTO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO  
STAFF-PORTLAND CEMENT ASSOCIATION  
1978
- 5.- TECNOLOGIA DEL CONCRETO  
TOMO I, II, III  
A. M. Neville  
I.M.C.Y.C.  
1984

- 6.- MEMORIA DE LA 1a. REUNION NACIONAL DE LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION A.N.A.L.I.S.E.C. 1984
- 7.- PRACTICA RECOMENDABLE PARA LA EVALUACION DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO. (ACI 314-77). I.M.C.Y.C.
- 8.- NORMA OFICIAL MEXICANA
- |              |   |
|--------------|---|
| NOM-C-1-1980 | CEMENTO PORTLAND  |
| 2-1970       | CEMENTO PORTLAND PUZOLAMA   |
| 19-1946      | DEFINICION DE TERMINOS EMPLEADOS EN EL ENSAYE DE MATERIALES   |
| 21-1968      | CALIDAD DE CEMENTANTES PARA MORTEROS (CEMENTO DE ALBAÑILERIA)   |
| 23-1949      | NOMENCLATURA PARA DEFINIR LOS TERMINOS EMPLEADOS CON RELACION A LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCION SECCION CONCRETO |
| 45-1971      | MUESTREO DE ADITIVOS PARA CONCRETO  |
| 49-1970      | METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE LA FINURA DE CEMENTANTES HIDRAULICOS MEDIANTE EL TAMIZ N° 130 M.    |
| 55-1966      | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR FINURA DE LOS CEMENTANTES HIDRAULICOS (METODO TURBIDIMETRICO)                |
| 56-1968      | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA FINURA DE LOS CEMENTANTES HIDRAULICOS (METODO DE PERMEABILIDAD AL AIRE)   |
| 58-1967      | DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO EN CEMENTANTES HIDRAULICOS (METODO DE GILL MORE)                         |
| 59-1975      | DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE CEMENTANTES HIDRAULICOS (METODO DE VICAT)                             |
| 60-1968      | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TENSION DE CEMENTANTES HIDRAULICOS                       |
| 61-1976      | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CEMENTANTES HIDRAULICOS                                    |
| 62-1968      | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA SANIDAD DE CEMENTANTES HIDRAULICOS  |

- |               |  |
|---------------|--|
| NOM-C-71-1967 | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR TERRORES DE ARCILLA EN AGREGADOS NATURALES  |
| 72-1968       | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LAS PARTICULAS LIGERAS EN LOS AGREGADOS   |
| 73-1972       | DETERMINACION DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS   |
| 75-1972       | DETERMINACION DE LA SANIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DEL SULFATO DE SODIO O DEL SULFATO DE MAGNECIO                              |
| 76-1966       | METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LAS IMPUREZAS ORGANICAS EN LOS AGREGADOS FINOS SOBRE LA RESISTENCIA DE LOS MORTEROS. |
| 77-1966       | METODO DE PRUEBA PARA ANALISIS GRANULOMETRICOS DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS  |
| 83-1977       | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO AGREGADOS PARA CONCRETO                                   |
| 111-1977      | PARA MUESTREO DE CEMENTANTES HIDRAULICOS   |
| 130-1968      | DETERMINACION DEL FRAGUADO FALSO DEL CEMENTO PORTLAND POR EL METODO DE PASTA   |
| 132-1970      | DETERMINACION DE LA FINURA DE CEMENTANTES HIDRAULICOS MEDIANTE EL TAMIZ N°80   |
| 150-1973      | METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE CEMENTANTES HIDRAULICOS  |
| 152-1970      | METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DEL SANGRADO EN PASTA DE CEMENTO Y EN MORTERO   |
| 153-1971      | CONCRETO PREMEZCLADO   |
| 155-1984      | DETERMINACION DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO   |
| 156-1980      | ELABORACION Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES DE CONCRETO  |
| 160-1976      | MUESTREO DE CONCRETO FRESCO  |
| 161-1974      | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE, PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO  |
| 162-1976      | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TENSION POR COMPRESION DIAMETRAL DE CILINDROS DE CONCRETO                                     |
| 163-1978      |  |

- NOM-C-169-1978 OBTENCION Y PRUEBA DE CORAZONES Y VIGAS  
 EXTRAIDAS DE CONCRETO ENDURECIDO  
 184-1970 CEMENTO DE ESCORIA.  
 191-1978 USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS  
 RERCIOS DEL CLARO.  
 196-1978 RESISTENCIA A LA ABRASION DE AGREGADO -  
 GRUESO DE TAMAÑO GRANDE USANDO LA MAQUI  
 NA DE LOS ANGELES.  
 199-1971 NOMENCLATURA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA-  
 CONCRETO.  
 200-1978 ADITIVOS INCLUSORES DE AIRE PARA CONCRE  
 TO.  
 263-1980 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, CONCRETO -  
 ENDURECIDO, DETERMINACION DE LA MASA ES  
 PECIFICA, ABSORCION Y PORCENTAJE DE VA-  
 CIOS.  
 282-1981 AGREGADOS PARA CONCRETO, CAMBIO PARCIAL  
 DE VOLUMEN DE COMBINACIONES CEMENTO A--  
 GREGADO.  
 283-1979 AGUA PARA CONCRETO, ANALISIS.  
 290-1980 ELABORACION, CURADO ACELERADO Y PRUEBA-  
 A COMPRESION DE ESPECIMENES DE CONCRETO  
 296-1980 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, CONCRETO,  
 DETERMINACION DEL SANGRADO.  
 298-1980 CONCRETO, ADITIVOS MINERALES, DETERMINA  
 CION DE LA EFECTIVIDAD PARA PREVENIR U-  
 NA EXPANSION EXCESIVA DEL CONCRETO DEBI  
 DA A LA REACCION ALCALIS- AGREGADO.  
 299-1980 CONCRETO ESTRUCTURAL, AGREGADOS LIGEROS  
 ESPECIFICACIONES.  
 300-1980 CEMENTO HIDRAULICO, DETERMINACION DEL -  
 CONTENIDO DE AIRE EN EL MORTERO.  
 301-1980 CONCRETO ENDURECIDO, DETERMINACION DE -  
 LA RESISTENCIA A LA PENETRACION.  
 302-1980 CONCRETO FRESCO, DETERMINACION DE LA MA-  
 SA POR UNIDAD DE VOLUMEN DE LOS INGRE--  
 DIENTES MEDIANTE DESHIDRATACION CON AL-  
 COHOL.  
 303-1980 CONCRETO, DETERMINACION DE LA RESITEN--  
 CIA A LA FLEXION USANDO UNA VIGA SIMPLE  
 CON CARGA EN EL CENTRO DEL CLARO  
 305-1980 AGREGADOS PARA CONCRETO, DESCRIPCION DE  
 SUS COMPONENTES MINERALES NATURALES.

**CONTROL DE COSTOS Y AVANCES DE OBRA**

A  
D  
I  
N  
I  
S  
T  
R  
A  
C  
I  
O  
N

PLANEACION

- Componentes:**
- Identificación de los OBJETIVOS
  - Formulación de PROGRAMAS (Caja Gral. para la Toma de Decisiones).
- Clasificación**
- a) Según Nivel Administrativo
  - b) Según su Formación
  - c) Según Función Empresarial.
- PROCEDIMIENTOS: Secuencia de pasos para lograr un objetivo
  - METODOS: Manera de realizar un paso del procedimiento

ORGANIZACION

- Determinación de actividades
- Agrupación de actividades
  - En base a:
  - 1.- La función empresarial
  - 2.- No. de personas
  - 3.- Producto
  - 4.- Territorio, etc.
- Asignación de autoridad y responsabilidad "Área Ideal"
  - Centralización
  - Descentralización.
- Identificación de actividades
  - Línea: Relación directa con el logro de los objetivos.
  - Asesoría: Relación indirecta con el logro de los objetivos.
- Conocimiento de la organización informal.

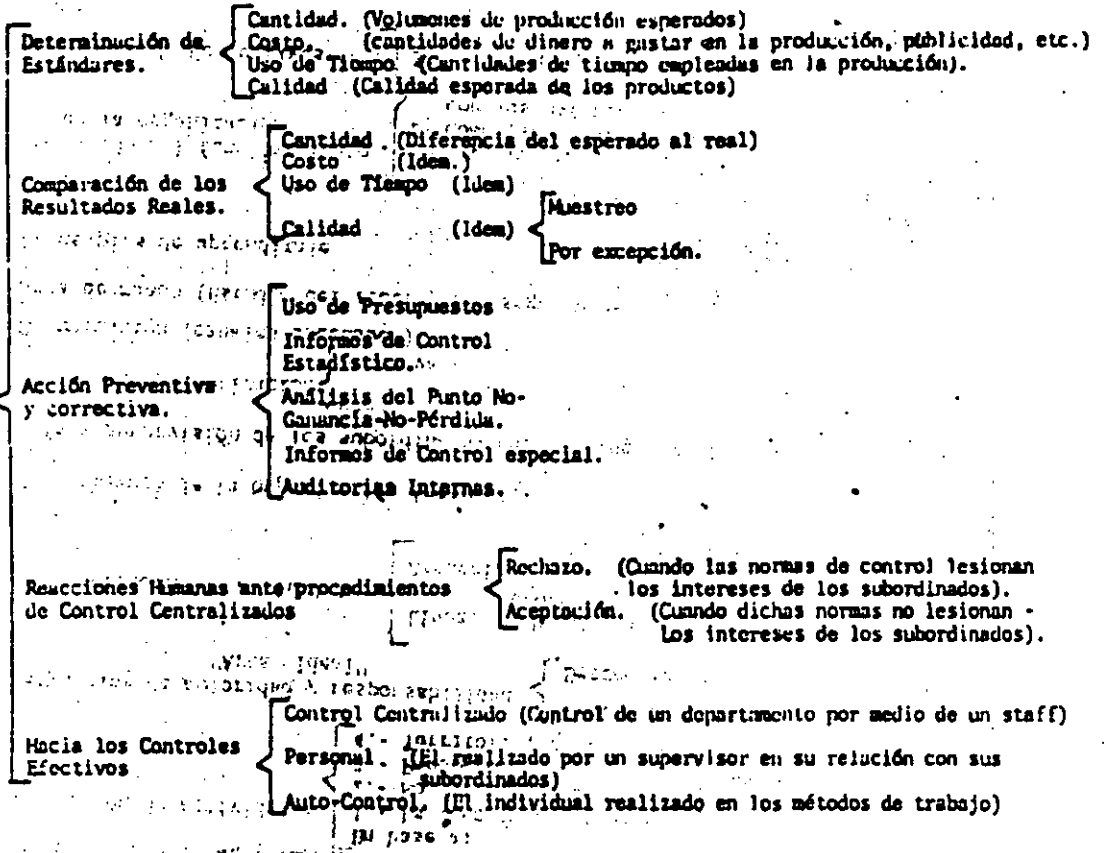
DIRECCION

- Guía y supervisión de los subordinados para el logro de las metas.
- Estudio de la motivación
  - positiva
  - negativa
- Comunicación (canales adecuados)
- Área de mando (Estudio del líder y sus seguidores)
- Principios de aprendizaje
  - Puntos estratégicos de control.
  - Tipos: Cantidad
  - Costo
  - Uso del tiempo
  - Calidad

CONTROL

- Evaluación del funcionamiento de la organización
  - 1º Establecer estándares
  - 2º Comparación de lo real con los estándares
- Aplicación de Correctivos
  - 3º Tomar la acción correctiva
  - Presupuestos
  - Informes de control
  - Análisis puntos de equilibrio.

CONTROL



EL CONTROL

ES EL PROCESO QUE DETERMINA QUE SE ESTÁ LLEVANDO A CABO UNA ACTIVIDAD VALORIZÁNDOLA Y SI ES NECESARIO APLICANDO MEDIDAS CORRECTIVAS, DE MANERA QUE LA EJECUCIÓN ESTE DE ACUERDO CON LO PLANEADO.

LA COMPARACIÓN ENTRE LO EJECUTADO Y LO PLANEADO CONSTITUYE LA BASE DEL CONTROL.

LA DETERMINACIÓN DE UNA ESTANDAR O PATRON ES EL PRIMER PASO A SEGUIR, YA QUE ES CONDICIÓN DE UN CONTROL.

PRINCIPIO DE CONTROL. PARA QUE UN CONTROL SEA EFECTIVO DEBE CUBRIR Y REGULAR EL FUNCIONAMIENTO PLANEADO. ES DECIR, SE DEBE BUSCAR Y LOGRAR QUE LA ACTIVIDAD ESTE DE ACUERDO CON LO PLANEADO.

**C) TOMA DE DECISIONES**

ES LA CLAVE DE UNA PLANEACION EXITOSA EN TODOS LOS NIVELES. IMPLICA TRES FASES:

- .) DIAGNOSTICO
- .) DESCUBRIMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS
- .) ANALISIS

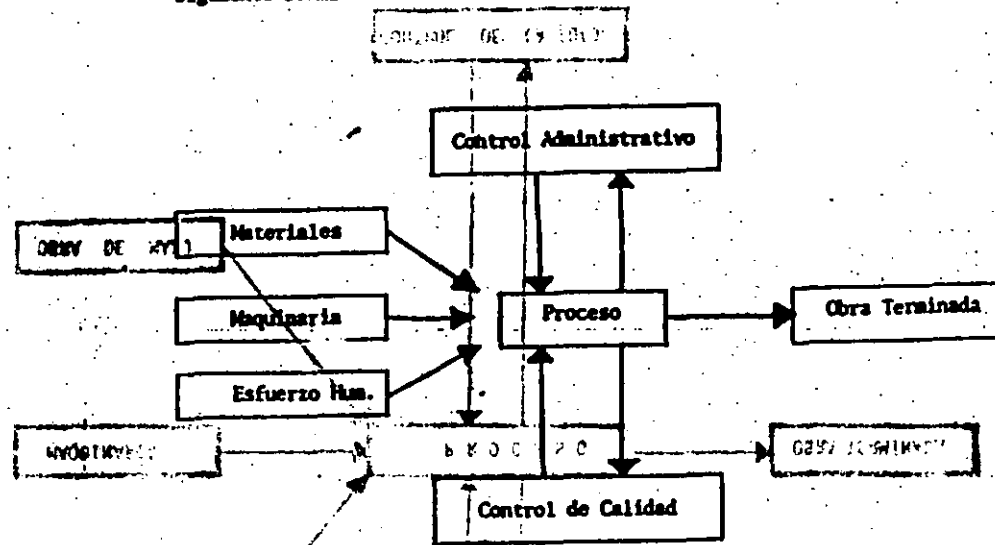
LA FUNCION DEL DIAGNOSTICO ES IDENTIFICAR Y ESCLARECER EL PROBLEMA. IMPLICA ESTABLECER LOS PRINCIPALES OBSTACULOS.

UNA VEZ ESTABLECIDO EL DIAGNOSTICO, ESTA FASE ES SEGUNDA POR EL DESCUBRIMIENTO DE CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCION.

ES IMPORTANTE SENALAR QUE EXISTEN MARCADAS DIFERENCIAS EN LAS PERSONAS EN LO RELATIVO A PENSAMIENTO CREATIVO. INFLUYE ADEMAS LA PRESSION DEL MOMENTO Y EL FACTOR TIEMPO.

EL ENFOQUE PARA LA TOMA DE DECISIONES ES EL EL ANALISIS DE HECHOS, LO CUAL IMPLICA IDENTIFICAR Y ENUMERAR LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS RELACIONADAS CON CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS.

Puede pues representarse la construcción con sus controles en la siguiente forma:

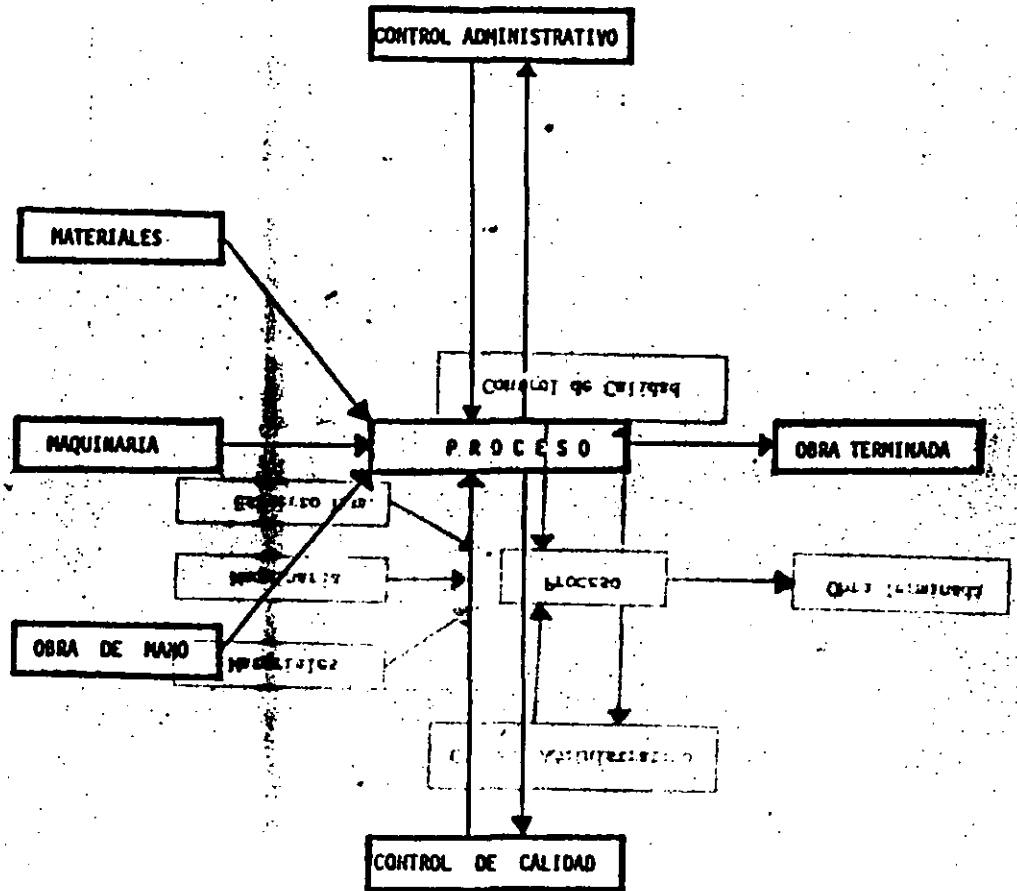


## PROCESO CONSTRUCTIVO

El Control es el Sistema de Alarma del Proceso Constructivo.

Un Sistema de Alarma avisa cuando algo no marcha de acuerdo con lo previsto.

Por ejemplo: Una alarma de alta temperatura de un motor, -  
avisa cuando la temperatura alcanza un cierto límite.

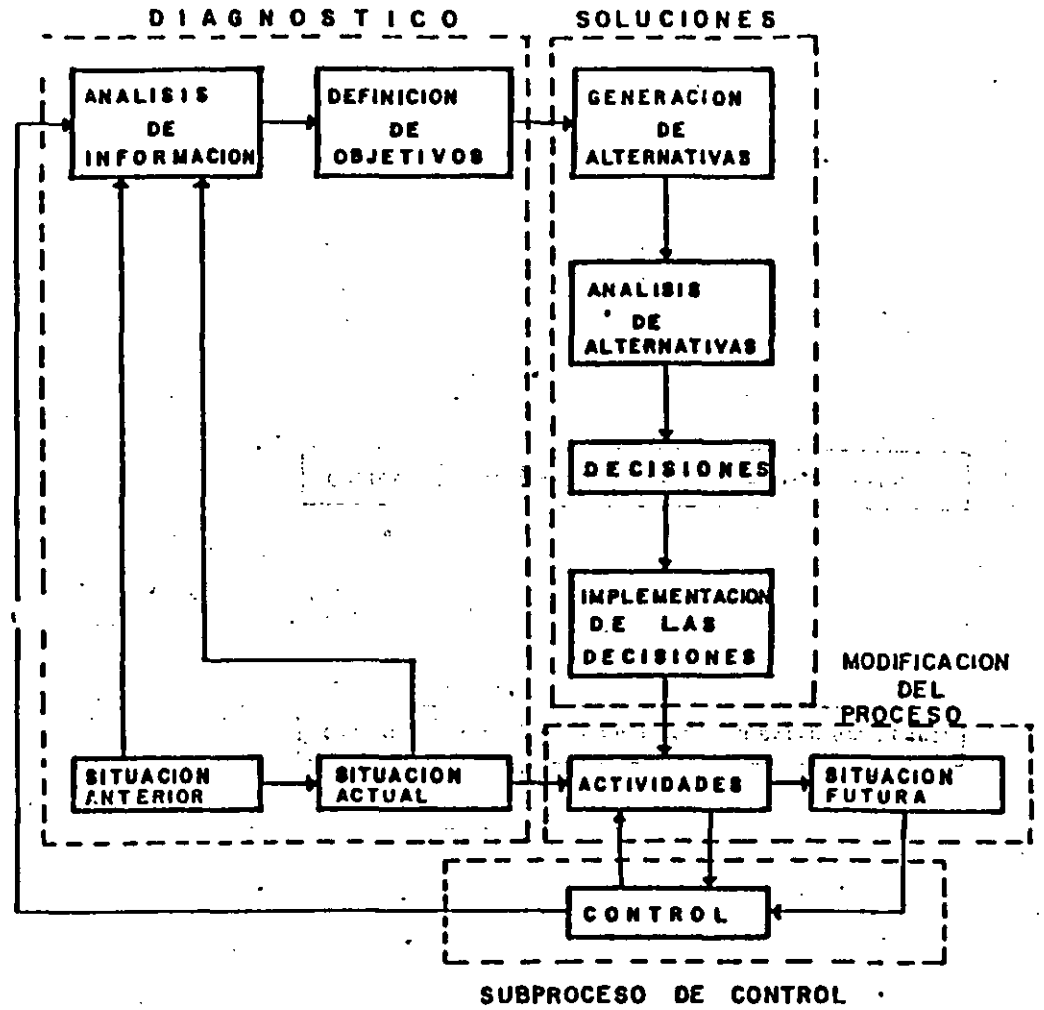
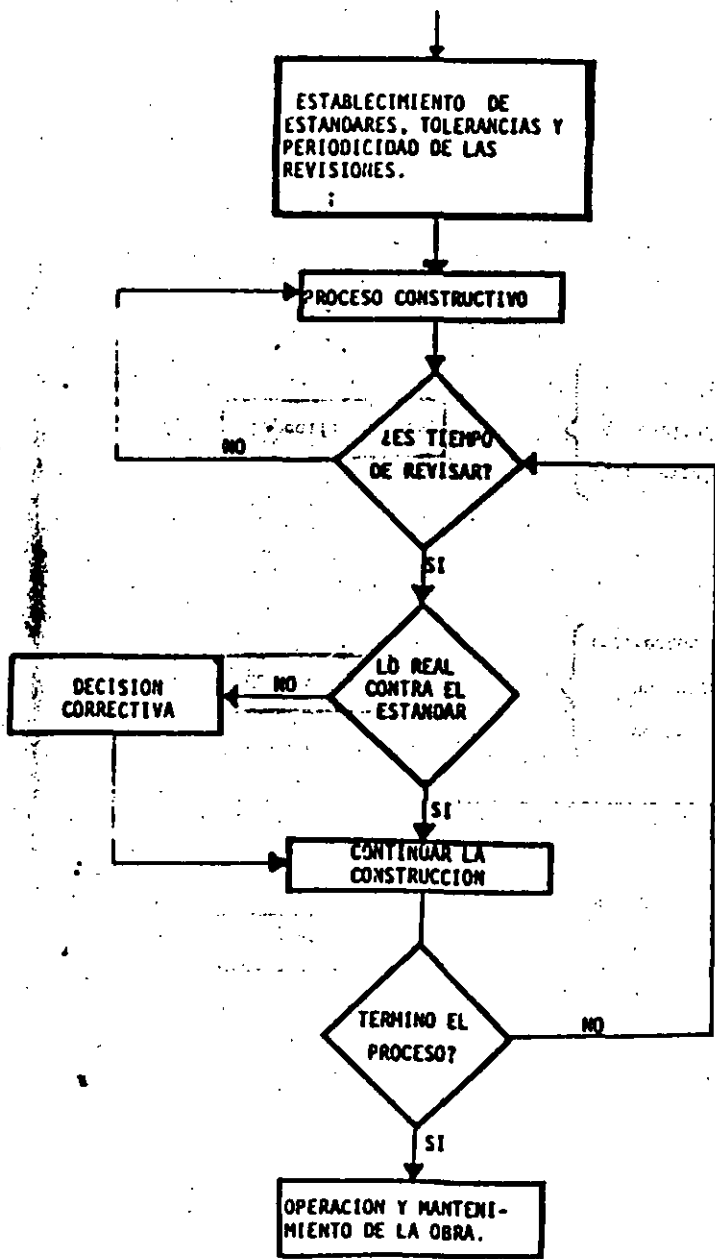


AVS  
 A DEBE CONTROLAR LOS RESULTADOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO  
 constructivo los resultados no están de acuerdo con lo planificado  
 El sistema de alarma de temperatura es el ejemplo de un  
 sistema de alarma que indica un momento a la acción tomada  
 por el sistema de control y mantenimiento que indica  
 el momento en que existen diferencias en el control cuando con una buena planeación  
 el descubrimiento de errores y eliminación de acciones  
 que a su vez está en función de ciertos objetivos.  
 El sistema de alarma de temperatura es un ejemplo de un sistema de  
 control que indica un momento a la acción tomada por el sistema de control y mantenimiento que indica  
 el momento en que existen diferencias en el control cuando con una buena planeación

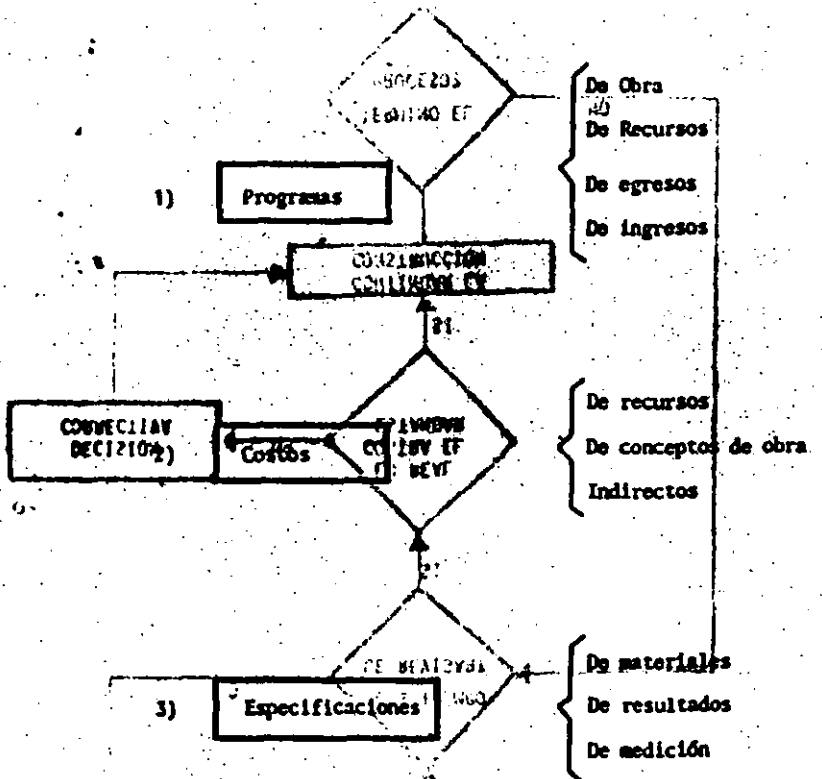
- ( ) ALARMA
- ( ) DESCOBRIMIENTO DE LOS ERRORES
- ( ) DIAGNOSTICO



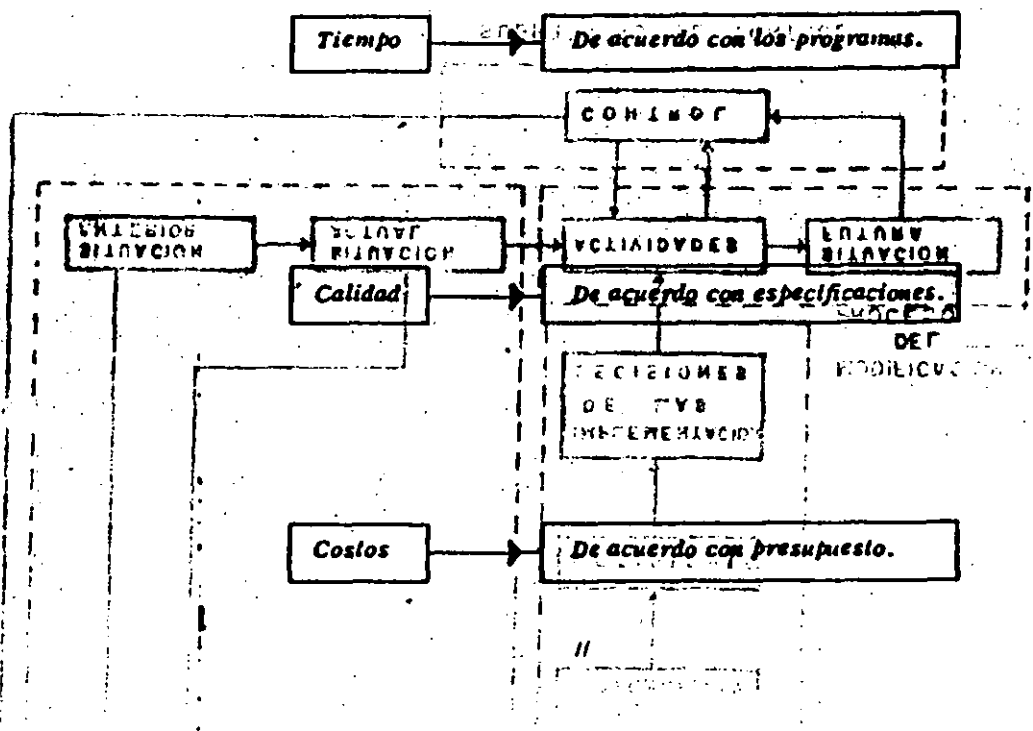
DIAGRAMA DE FLUJO



¿ Qué hay que planear ?

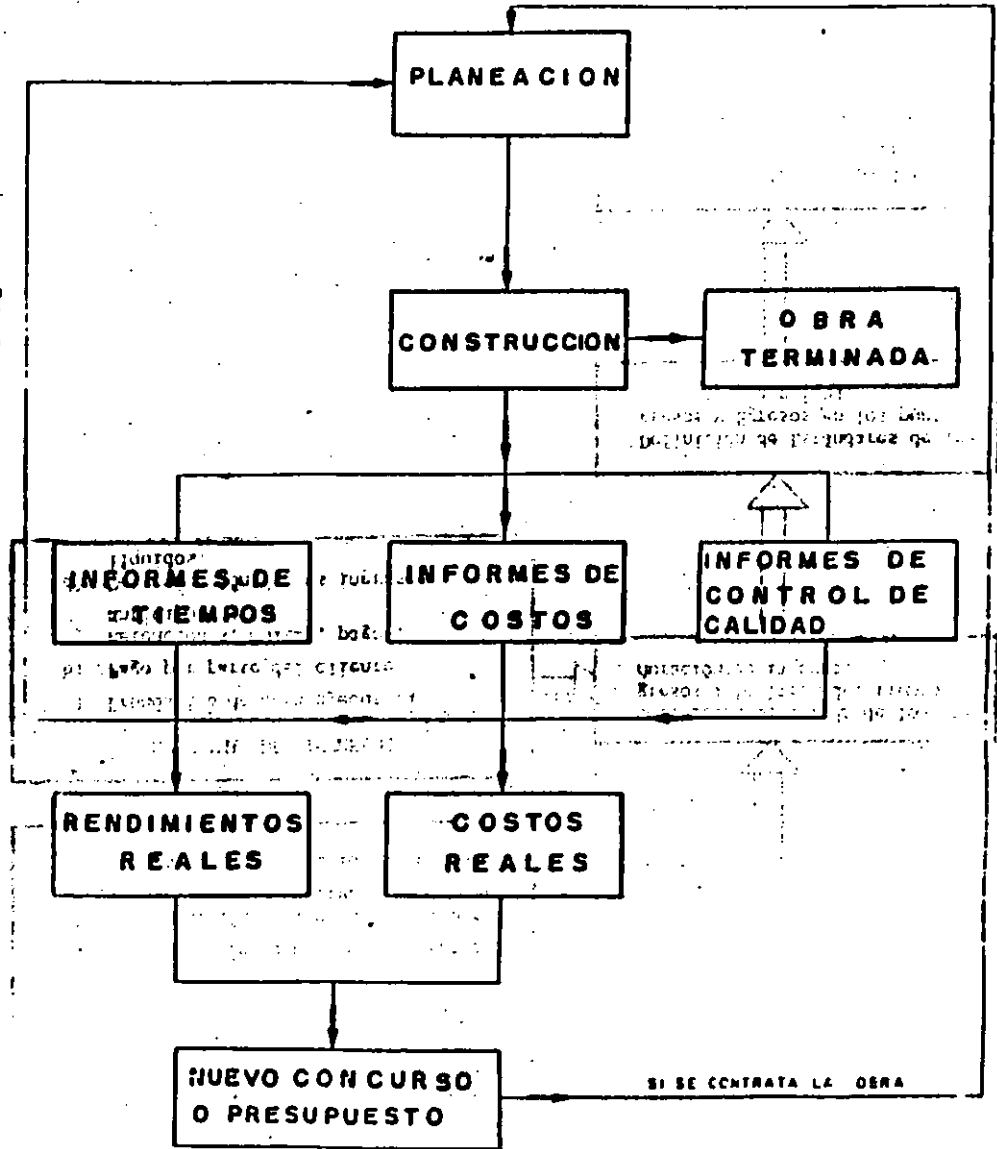
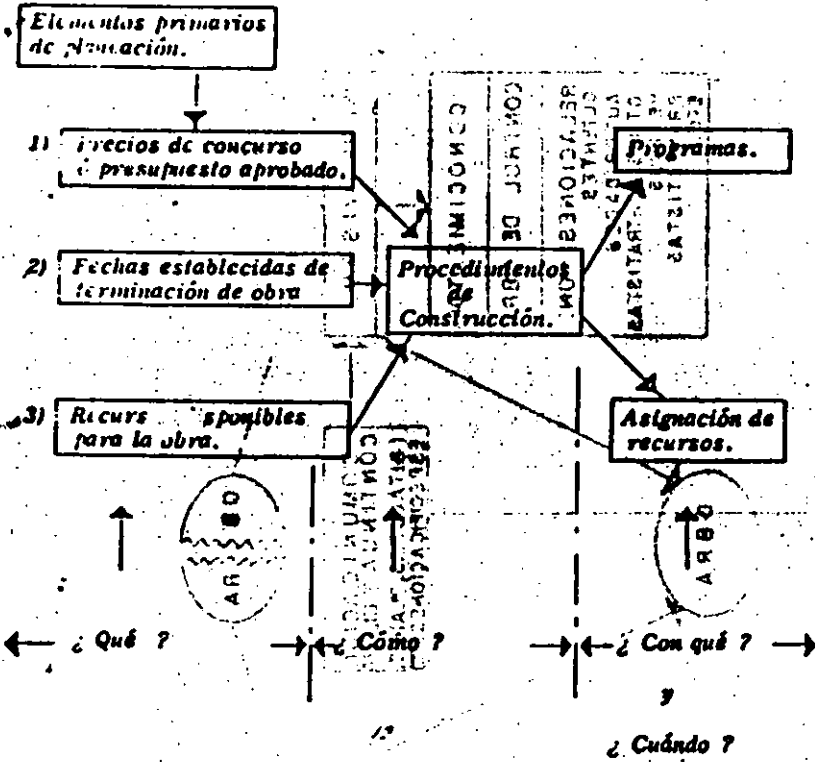


¿ Qué hay que controlar ?

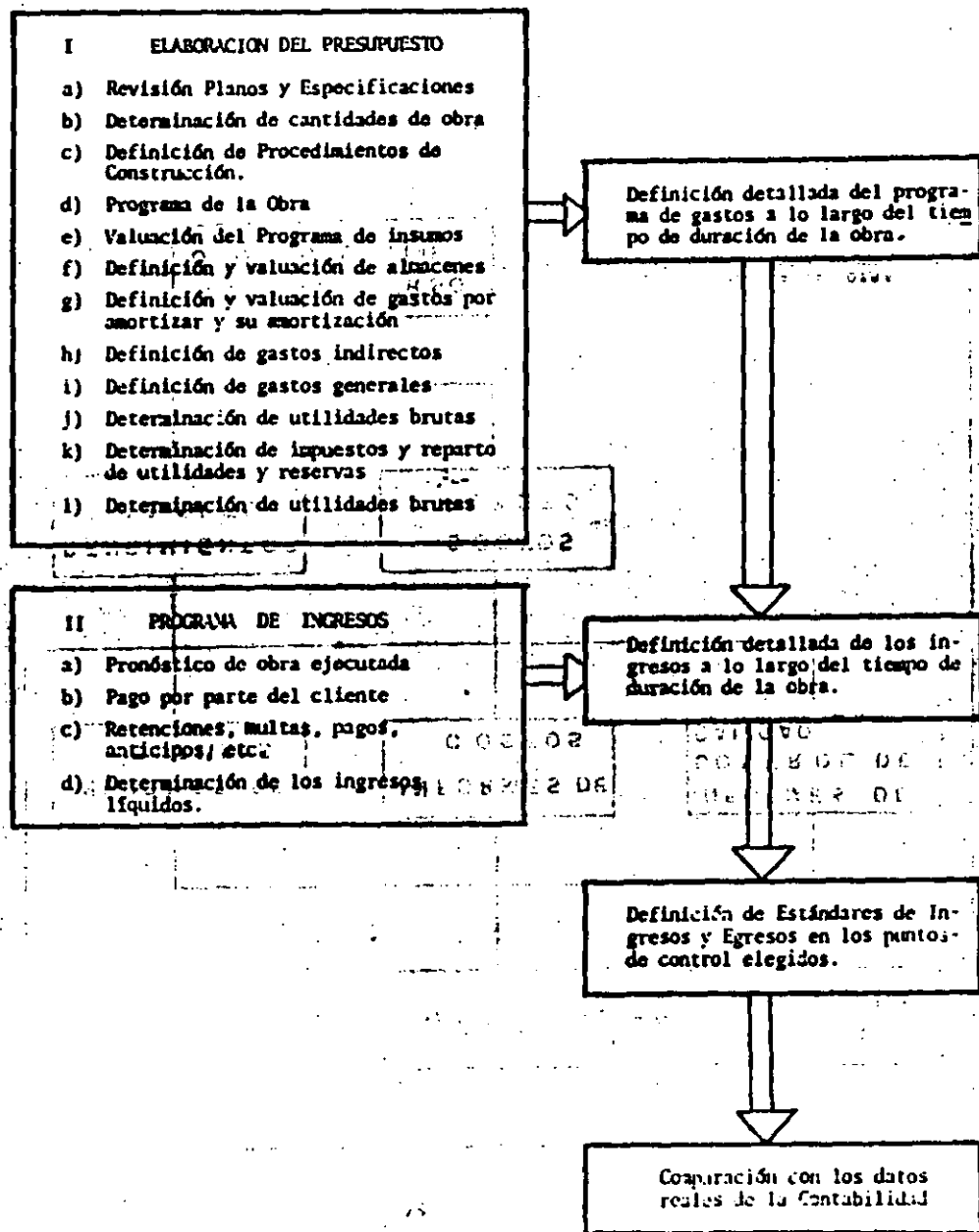
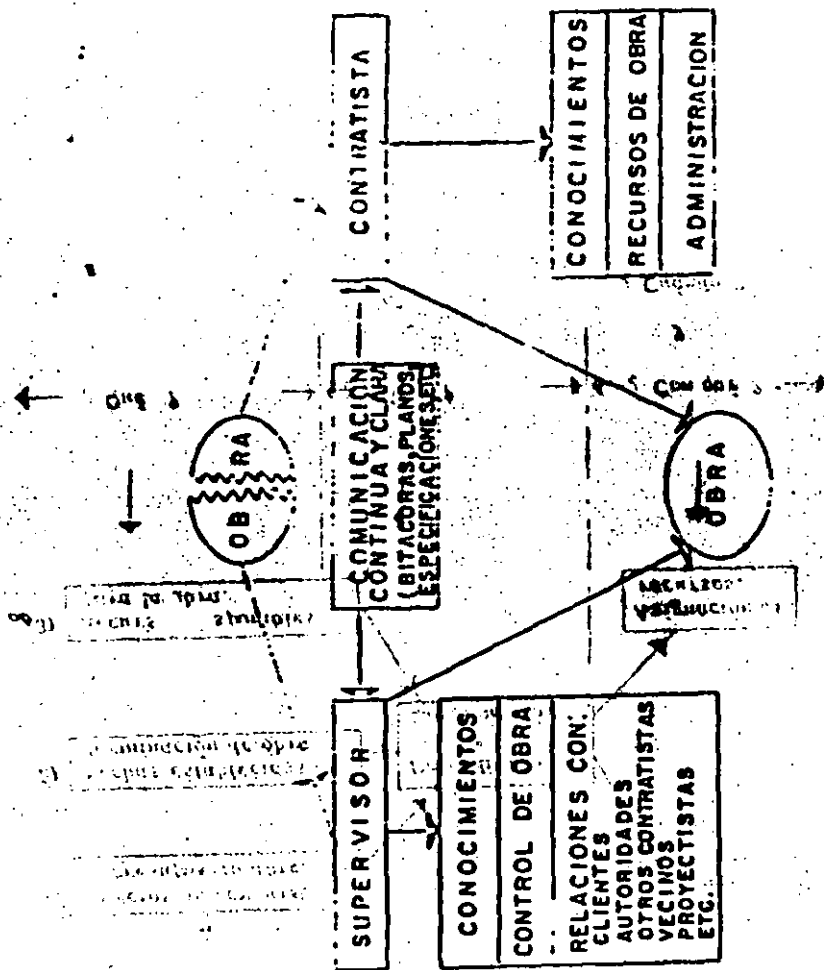


# FLUJO DE INFORMACION

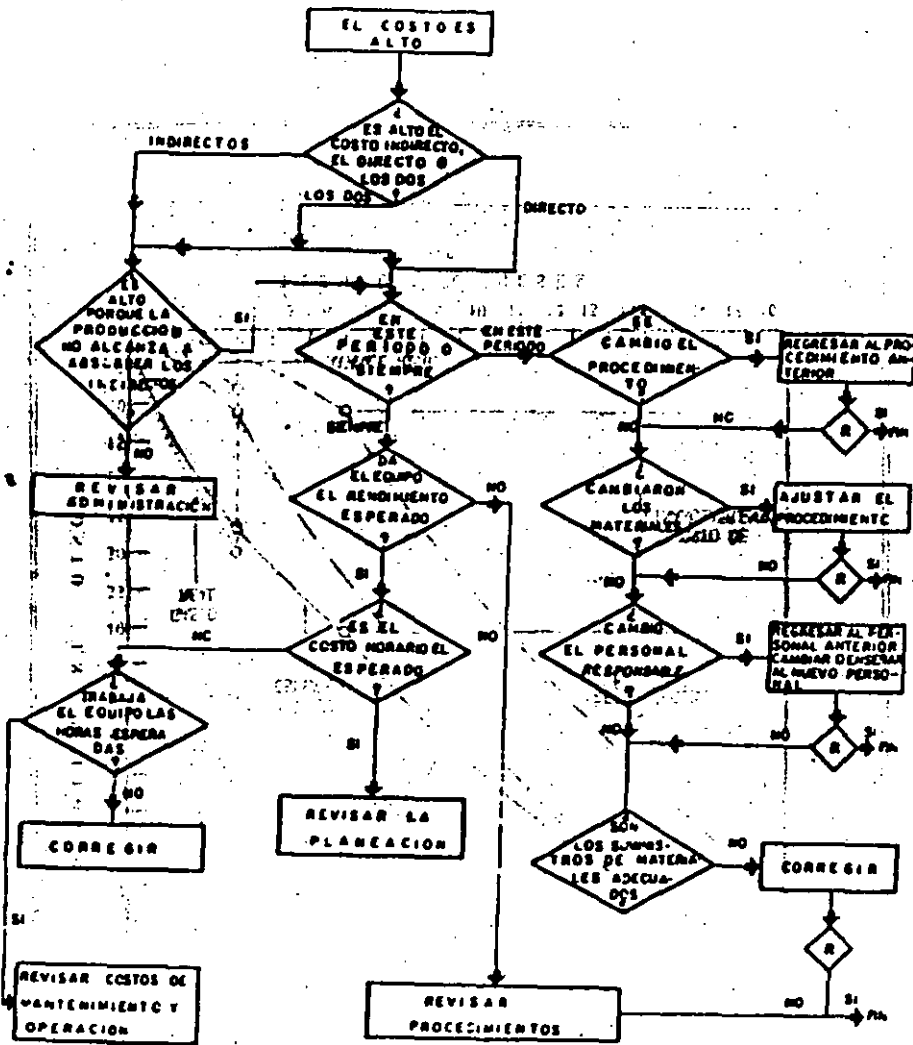
## ¿ Cómo planear ?



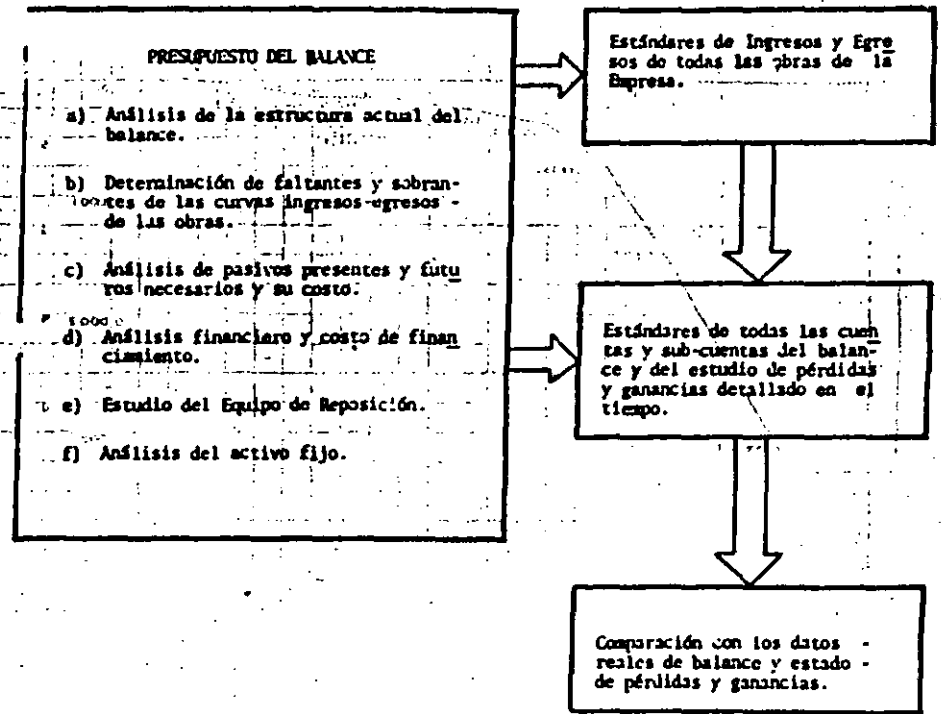
El control presupuestal a nivel de obra podría definirse como sigue:

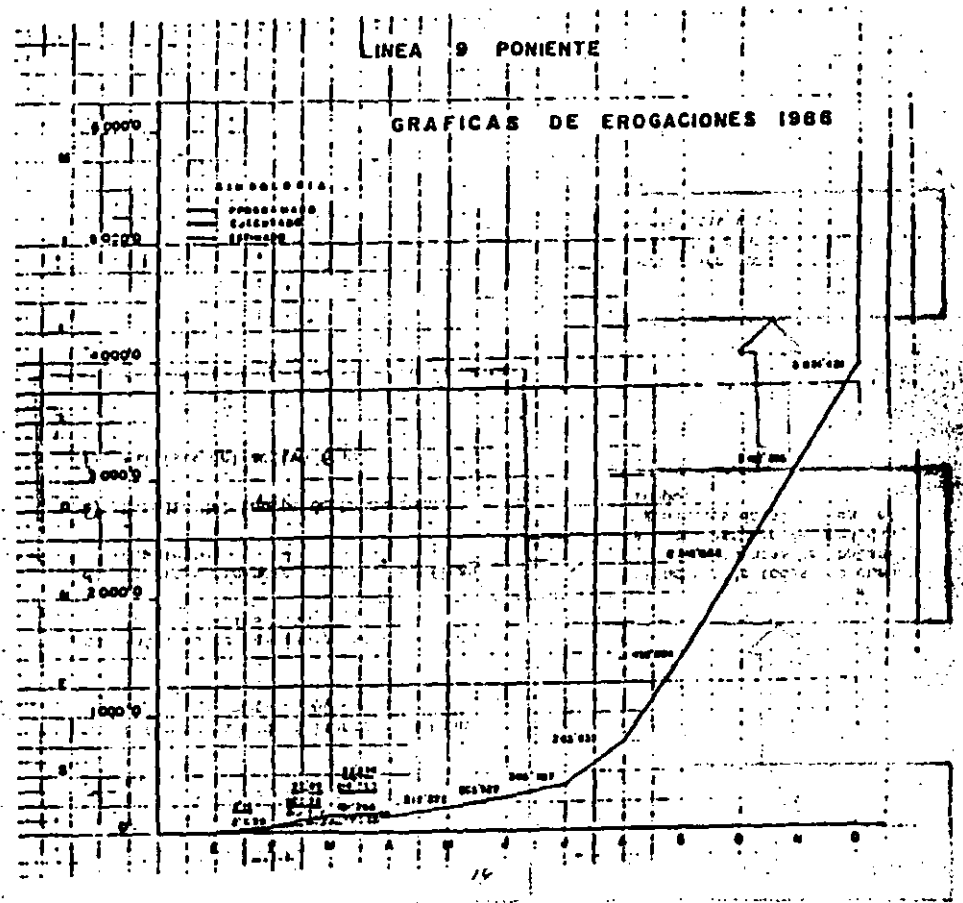
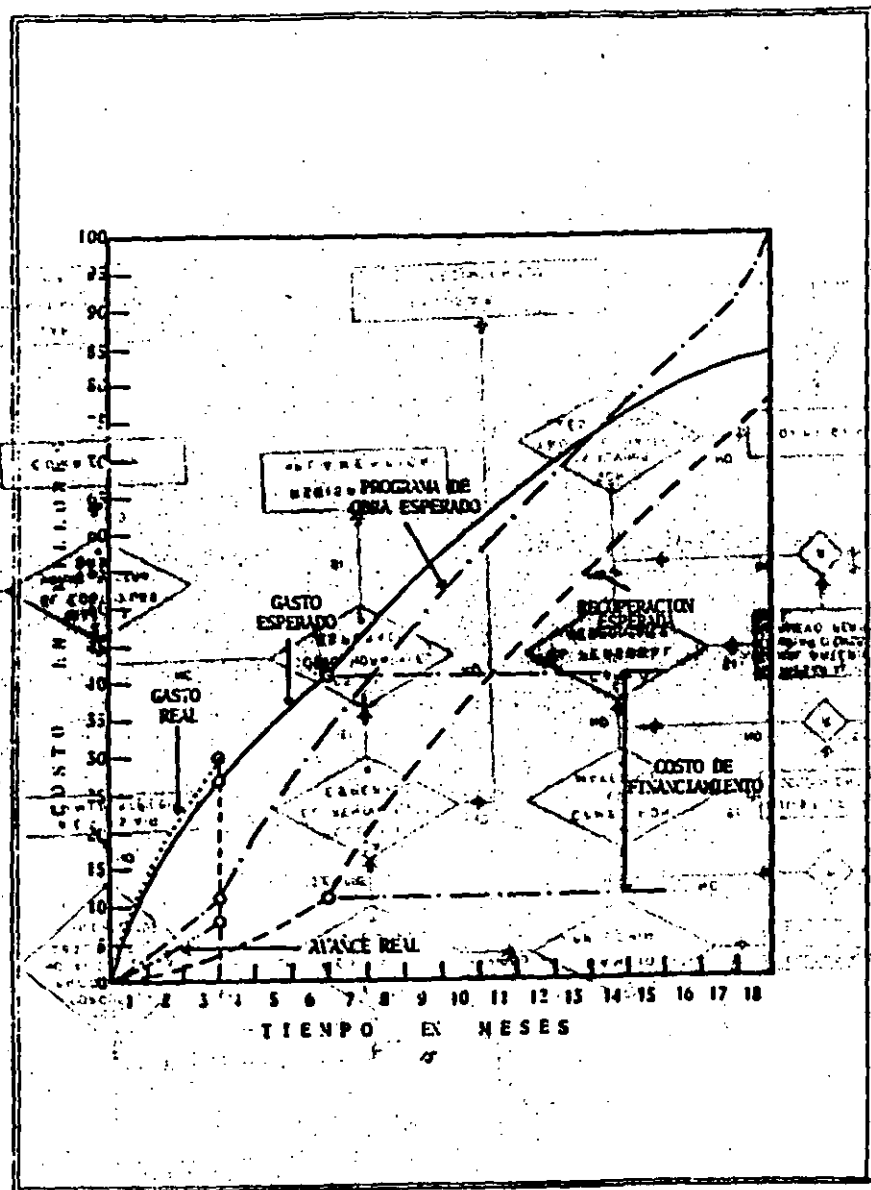


## 2-) DE COSTOS



El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así :





SISTEMAS DE CONTROL

1) Control de Programas:

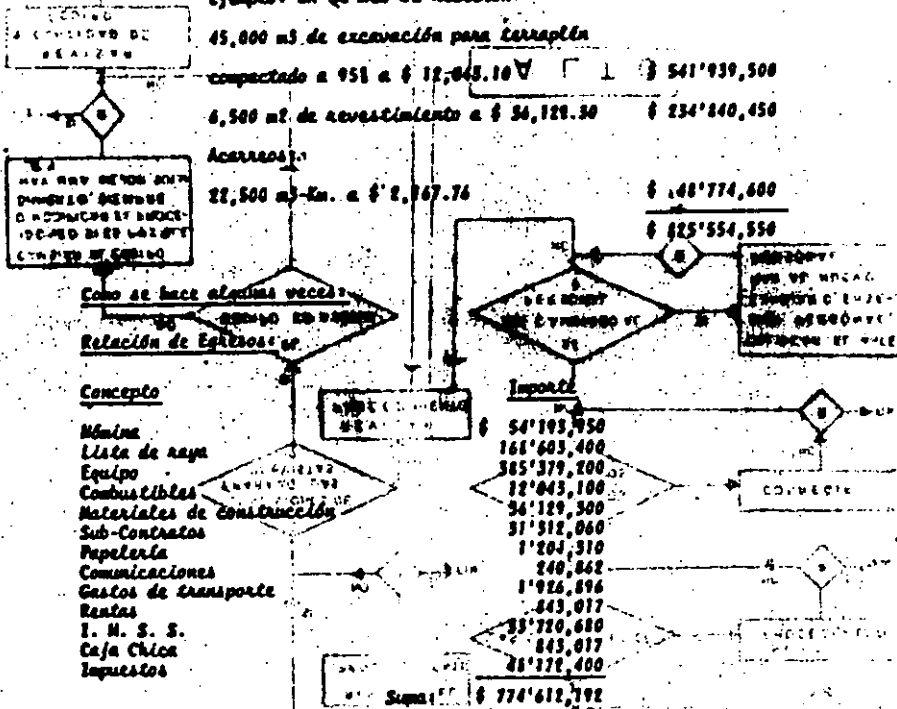
C. P. M., PERT, Compresión de redes, etc.

2) Control de Costos:

Control administrativo por conceptos de obra.

Ejemplo: En el mes se hicieron:

- 45,000 m<sup>3</sup> de excavación para terraplén compactado a 95% a \$ 12,045.10  $\nabla$   $\square$  541'939,500
- 6,500 m<sup>3</sup> de revestimiento a \$ 36,129.30  $\square$  234'840,450
- Acarreos: 22,500 m<sup>3</sup>-Km. a \$ 2,167.76  $\square$  48'774,600



Concepto

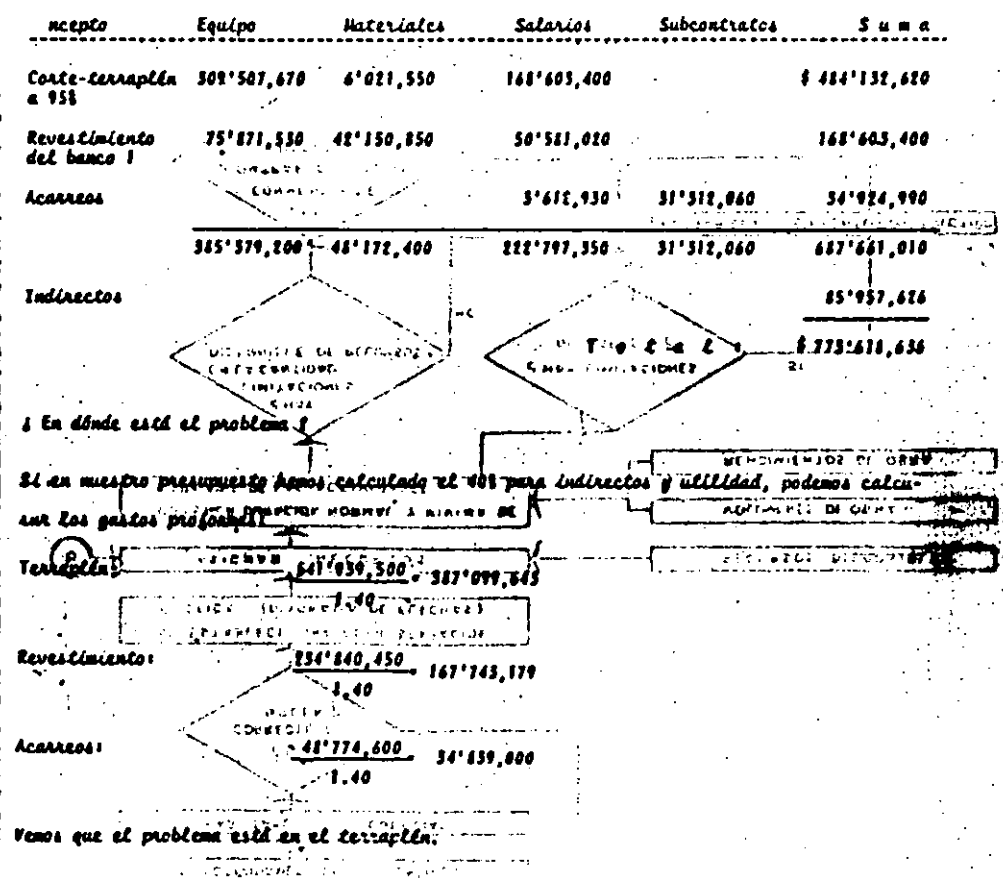
- Máquina
- Lista de rayo
- Equipo
- Combustibles
- Materiales de Construcción
- Sub-Contratos
- Papelería
- Comunicaciones
- Gastos de transporte
- Rentas
- I. M. S. S.
- Caja Chica
- Impuestos

Concepto	Importe
Máquina	\$ 541'939,500
Lista de rayo	168'603,400
Equipo	385'379,200
Combustibles	12'045,100
Materiales de Construcción	36'129,300
Sub-Contratos	31'512,060
Papelería	1'204,310
Comunicaciones	240,862
Gastos de transporte	1'926,896
Rentas	843,017
I. M. S. S.	33'720,680
Caja Chica	843,017
Impuestos	48'772,400
<b>Suma</b>	<b>\$ 774'612,192</b>

Indubitablemente el resultado no es bueno, ¿ en dónde está la falla ?

Con estos datos no es posible deducirlo.

Si llevamos control administrativo por conceptos de obra, haríamos esto:

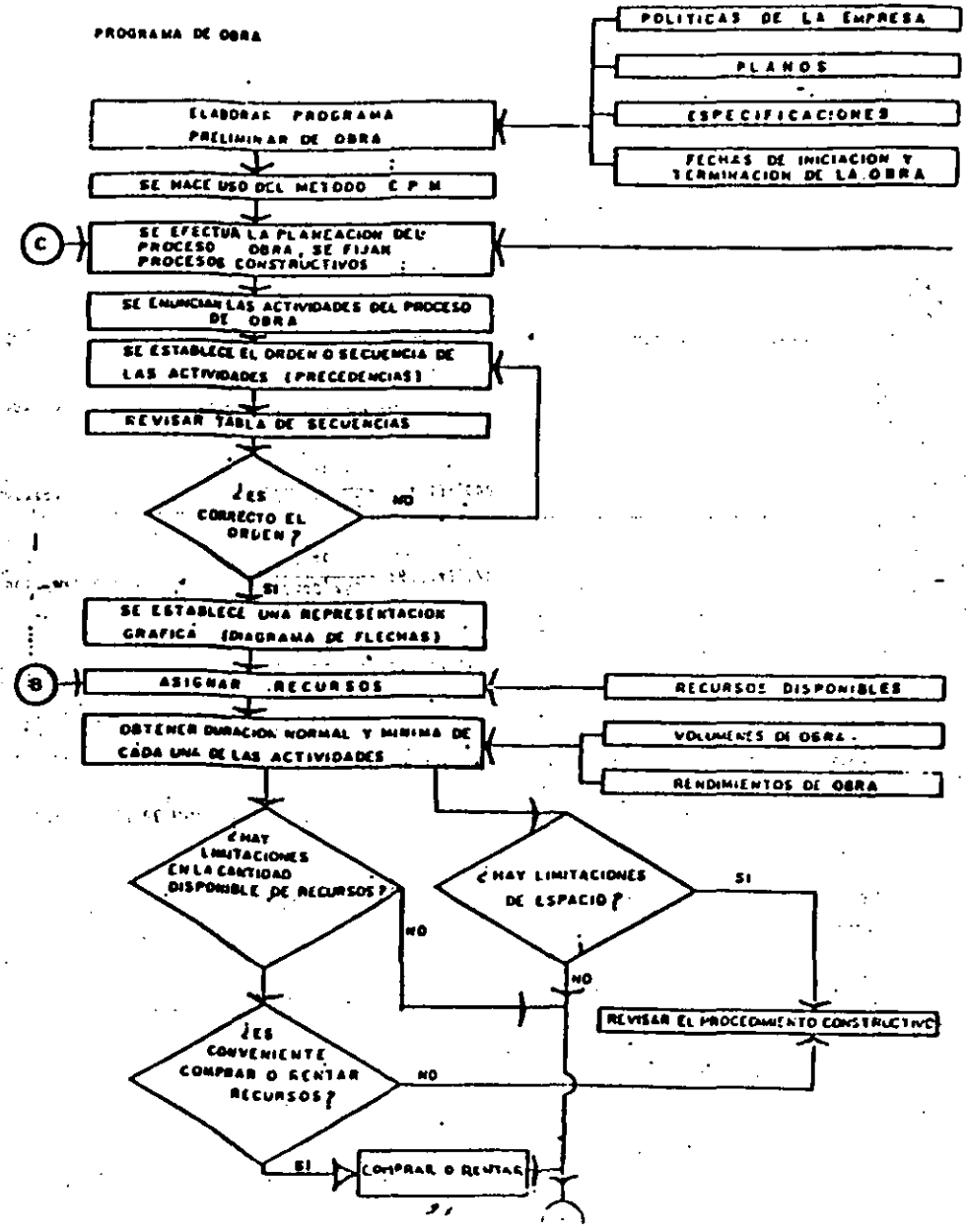
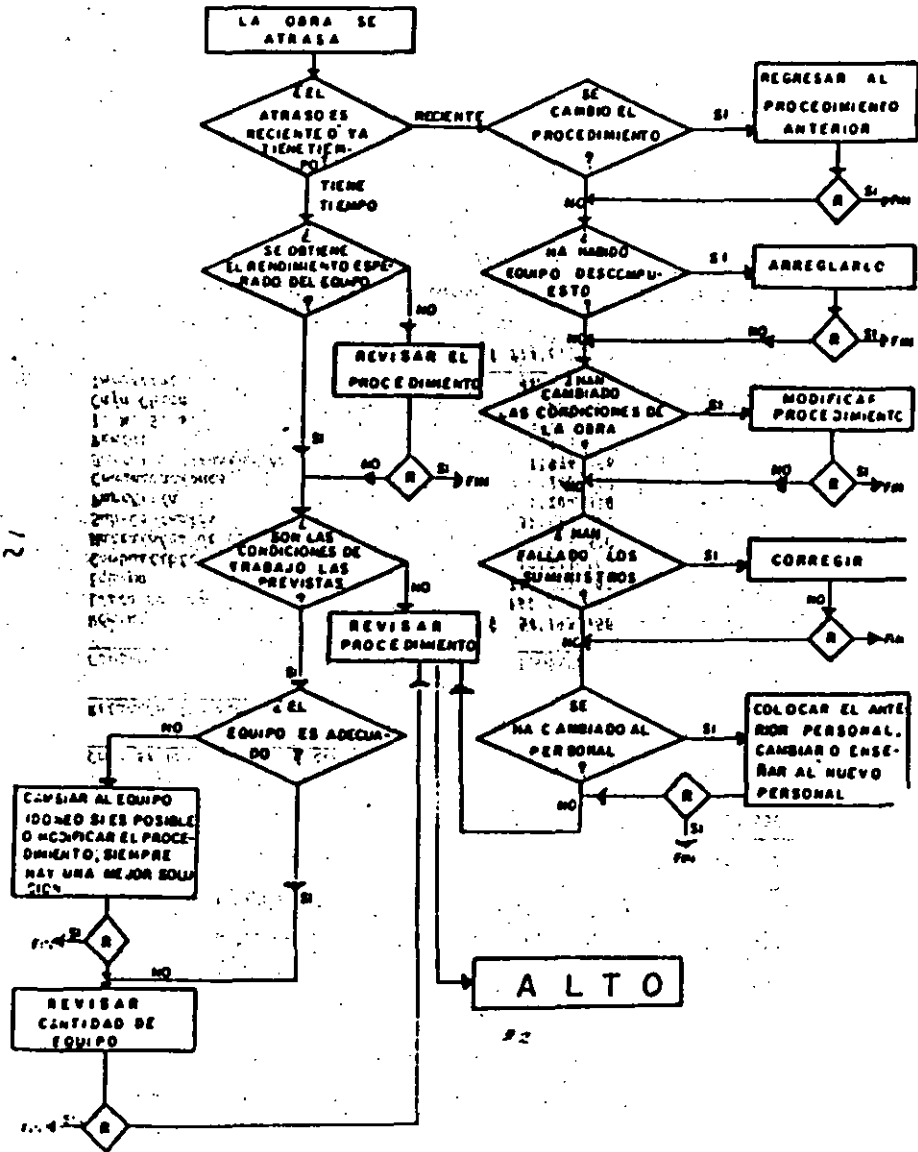


Concepto	Equipo	Materiales	Salarios	Subcontratos	Suma
Corte-terraplén a 95%	308'507,670	6'021,550	168'603,400		\$ 484'132,620
Revestimiento del banco 1	75'871,530	42'150,850	50'581,020		168'603,400
Acarreos			3'612,930	31'512,060	34'924,990
<b>Indirectos</b>	<b>385'379,200</b>	<b>48'172,400</b>	<b>222'797,350</b>	<b>31'512,060</b>	<b>687'661,010</b>
<b>Indirectos</b>					<b>85'957,676</b>
<b>Suma</b>					<b>\$ 774'612,636</b>

Vemos que el problema está en el terraplén.

Esto se puede hacer por supuesto por operaciones de conceptos para ubicar el problema con más precisión.

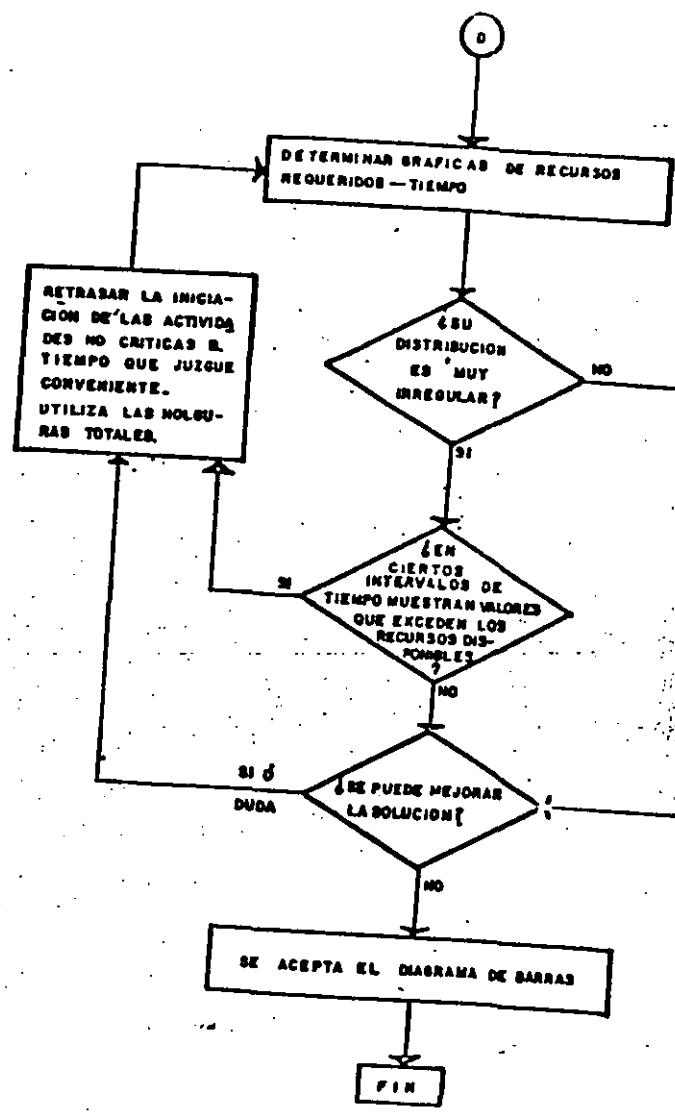
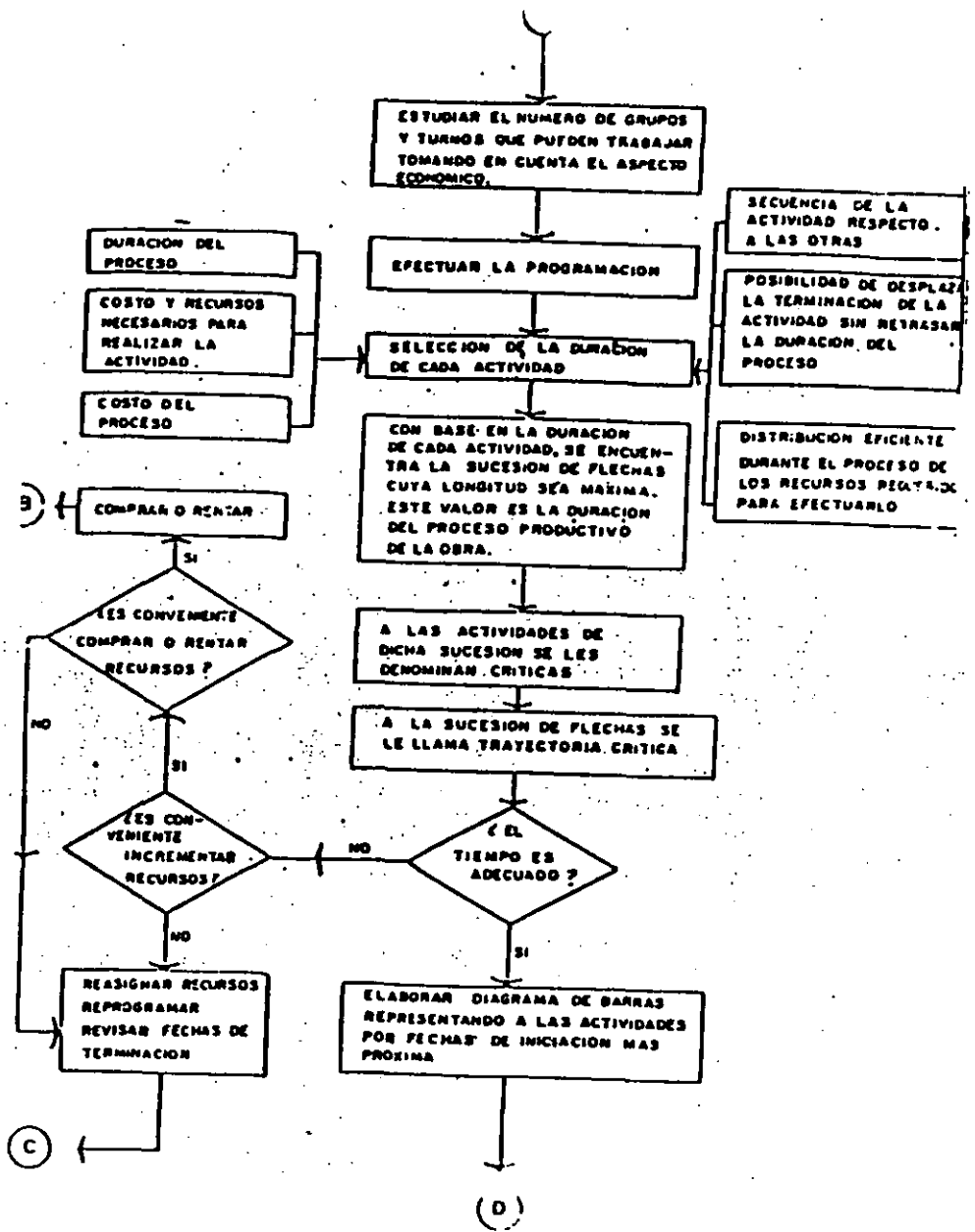
### 3.-) DE PROGRAMACION



- POLITICAS DE LA EMPRESA
- PLANOS
- ESPECIFICACIONES
- FECHAS DE INICIACION Y TERMINACION DE LA OBRA

- RECURSOS DISPONIBLES
- VOLUMENES DE OBRA
- RENDIMIENTOS DE OBRA





Durante la construcción de una carretera, podemos llevar el control del tiempo de ejecución de las actividades, de la siguiente manera:

a) Establecimiento de estándares.

Teniendo como base los volúmenes de obra, los recursos por emplear y la interrelación de los trabajos por desarrollar, es posible dibujar un esquema que represente la duración y orden de las actividades que, en forma simplificada, integran la construcción del camino (ver figura).

En este diagrama, hemos señalado mediante barras, la duración estimada en semanas, para la terminación de cada una de las actividades; lo cual constituye el estándar contra el que habremos de comparar.

b) Verificación o comparación de lo real contra el estándar.

Establecida la periodicidad de nuestras revisiones, señalaremos sobre el mismo diagrama los avances reales obtenidos en obra, verificando que se apeguen a lo programado. Si en alguna actividad detectamos un atraso significativo, habremos de tomar una medida correctiva que impida un mayor atraso, tanto en la actividad que estamos analizando, como en las actividades con las que se interrelaciona.

c) Acción correctiva cuando aparezcan desviaciones.

Observando el diagrama, encontramos que la actividad 3 (estructuras de drenaje) se encuentra atrasada conforme al programa original; por lo que es necesario revisar y corregir los aspectos relacionados con ella, tales como cantidad y calidad de la obra de mano, pro-

cedimiento constructivo, supervisión, tiempo efectivo de trabajos, etc.

d) Mejoramiento de los estándares.

Con base en la experiencia que se vaya acumulando en cada obra, podremos realizar nuestros programas con un rango de seguridad mayor y más pegados a la realidad en cuanto a los tiempos empleables en la ejecución de las actividades del proyecto.

Los ejemplos anteriores, aunque expuestos de una manera simple, nos dan idea del mecanismo a seguir durante el proceso de control, a la vez que destacan su importancia en la consecución de los objetivos fijados.

Otro ejemplo de este tipo de control, lo tenemos en la gráfica de Costo - Tiempo, la cual nos muestra el programa de obra y gastos esperados, así como la recuperación correspondiente. Al ir avanzando en la construcción, iremos señalando los resultados reales, y tomando las medidas correctivas pertinentes cuando observemos desviaciones.

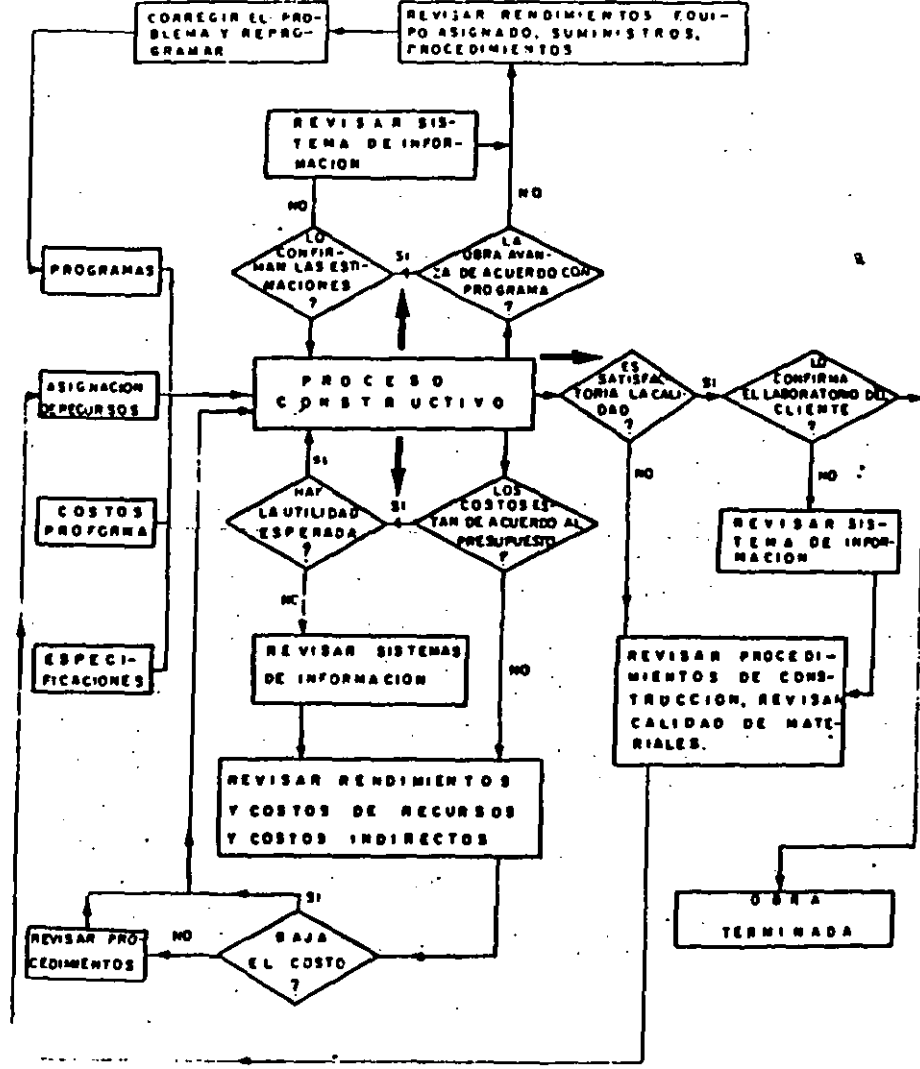
PROGRAMA DE OBRA

■ Adelanto estimado  
 ▨ Adelanto Real

El número después del adelanto real indica el porcentaje de trabajo en la fecha del reporte. Las fechas mostradas son por fines de semana.

O.P.O.	OPERACION	CANTIDAD UNIDAD	TIEMPO SEMANA	MES				N.O.V.					
				ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE		
1	LIMPIEZA A LA OBRA	TERR	1	1									
2	LIMPIEZA Y INSERTEZADO	16	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	ESTRUCTURAS DE PZA.	7	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	TERRAPLEN	103,000	26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	PAVIMENTO DE CONCRETO HOMOGENEO	51,990	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	LIMPTEZA Y SALIDA DE OBRA	TODO	2										

COMO MANEJAR FLUJO DE INFORMACION



## INTRODUCCION

ES Y HA SIDO SIEMPRE PREOCUPACION DE LAS ORGANIZACIONES GRANDES Y PEQUEÑAS, EL OBTENER EN FORMA CONSTANTE Y OPORTUNA, INFORMACION VERAZ QUE LES PERMITA TOMAR DECISIONES DE OPERACION. UNA CONSTRUCTORA, AL CONSTITUIRSE COMO UNA ORGANIZACION DINAMICA, REQUERIRA INFORMACION QUE LE PERMITA JUZGAR EL DESARROLLO DE CADA UNA DE SUS OBRAS, PREVEER SU CAPITALIZACION Y CRECIMIENTO Y ESTABLECER LA PLANEACION A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

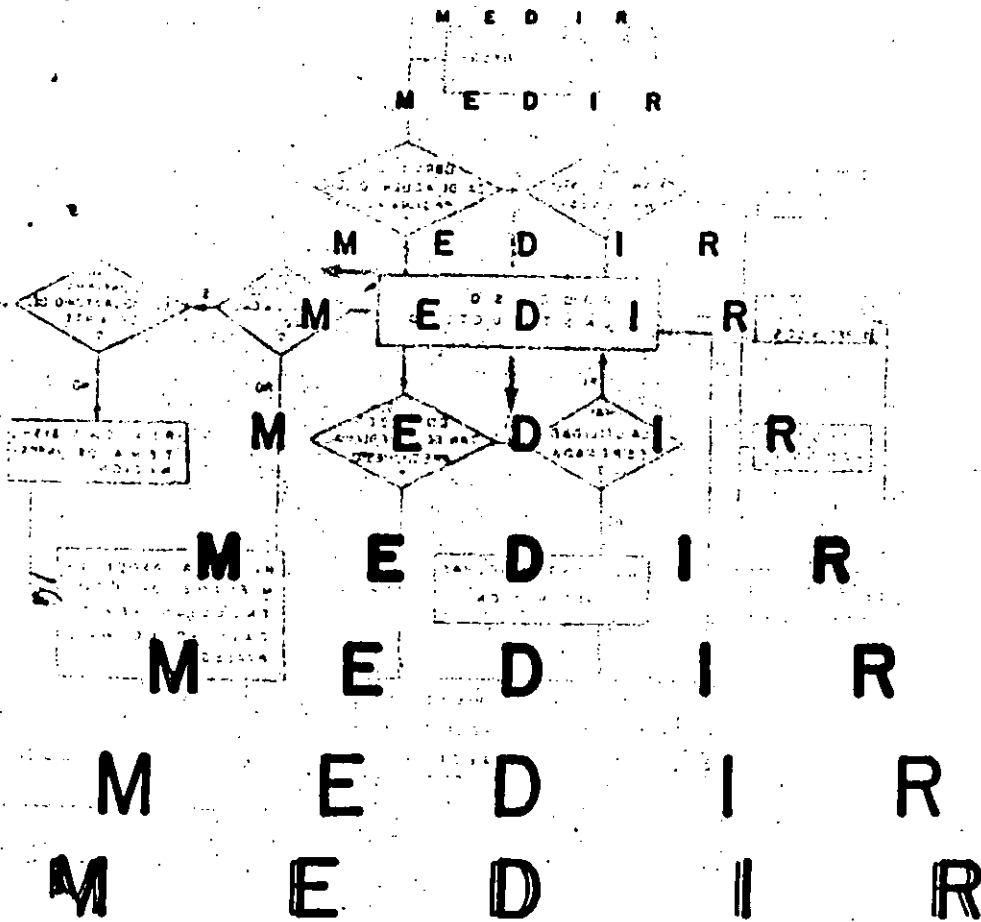
EL OBJETIVO DE ESTA PRESENTACION ES DAR A CONOCER ALGUNOS CONTROLES INTERNOS, QUE EN LOS ULTIMOS TIEMPOS HAN PERMITIDO UN CRECIMIENTO GLOBAL A VELOCIDAD DE AVANCE DEL ESTADO QUE GUARDAN LAS OBRAS, Y QUE CONSIDERAMOS SERAN DE SUMA UTILIDAD PARA LAS CONSTRUCTORAS.

### 1.- CONTROLES INTERNOS.

#### A) INFORME SEMANAL DE AVANCE

DICHO INFORME SE MUESTRA EN LA FIGURA 1, Y EN ELLA HEMOS SEÑALADO 8 PUNTOS BASICOS QUE EXPLICAREMOS A CONTINUACION.

EN EL PUNTO SEÑALADO 1, APARECERA EL LOGOTIPO DE LA CONSTRUCTORA.



EN EL PUNTO SEÑALADO COMO NUMERO 2, SE DARA EL DATO SEMANAL DE AVANCE PARCIAL Y ACUMULADO, ENTENDIENDO COMO -- AVANCE EL VOLUMEN DE OBRA QUE PUEDE CERTIFICARSE EN CUALQUIER MOMENTO. ESTE DATO PODRA SER APROXIMADO DURANTE EL MES, PERO DEFINITIVAMENTE CORRESPONDERA A UNA ESTIMACION CERTIFICADA AL FINAL DE UN PERIODO DE TIEMPO QUE NO DEBERA EXCEDER A 30 DIAS CALENDARIO.

SE HAN DEJADO SOLO TRES RENGLONES PARA LOS DIVERSOS FRENTES DE TRABAJO, SIN EMBARGO SE PODRAN ESTABLECER EL NUMERO DE RENGLONES QUE SEA CONVENIENTE PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE OBRA.

CON EL NUMERO 3, APARECEN LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LAS ESTIMACIONES DE LAS OBRAS, EN LA COLUMNA SE DARA EL DATO PARCIAL Y ACUMULADO DE ESTE CONCEPTO. EN LOS RENGLONES DE ESTIMACION SE ASENTARAN LOS DATOS CORRESPONDIENTES AL VALOR DE LAS ESTIMACIONES QUE SE CERTIFICARON EN LA SEMANA Y SERA OBLIGACION DE LAS OBRAS ACOMPAÑAR UNA COPIA DE DICHA ESTIMACION AL INFORME SEMANAL DE AVANCE, SI POR CUALQUIER RAZON VOLUNTARIA DEL RESIDENTE, NO SE PUDIERA ENVIAR COPIA DE LA ESTIMACION CERTIFICADA, NO DEBERAN LLENARSE LA COLUMNA Y RENGLONES CORRESPONDIENTES. QUEDA ESTABLECIDO QUE LA ESTIMACION CERTIFICADA DEBERA CUMPLIR CON TODOS LOS REQUISITOS LEGALES (FIRMAS, SELLOS, REGISTROS, ETC.) DE UN DOCUMENTO QUE PUEDE SER NEGOCIADO CON EL CLIENTE O CON UNA INSTITUCION DE CREDITO. SERA VALIDA LA PRE-ESTIMACION, SIEMPRE Y CUANDO ESTO SIGNIFIQUE UN INGRESO SANO PARA LA CONSTRUCTORA.

EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA 1, APARECE EL CONCEPTO DE ESTIMACION COMPANIA. DICHA ESTIMACION SERA EL COMPROMISO MINIMO DE LA ESTIMACION REAL QUE CERTIFICARA EL CLIENTE Y LA PRESENTARA LA OBRA SOLO CUANDO SE TENGA PROBLEMA DE PRECIOS UNITARIOS, CONTRATOS, FIRMAS, ETC. Y

SEA IMPOSIBLE OBTENER UNA ESTIMACION CON VALOR REAL. SIN EMBARGO, LOS VOLUMENES QUE EN ELLA APAREZCAN SERAN INVARIABLES PUESTO QUE CORRESPONDERAN AL AVANCE DE OBRA.

EL NUMERO 4 SE REFIERE AL INGRESO Y PARA FINES PRACTICOS SON VALIDOS LOS CONCEPTOS QUE SE HAN EXPUESTO PARA LAS ESTIMACIONES, ES DECIR, CUALQUIER PROMESA O SUPOSICION DE PAGO, DEBERA DESCARTARSE DEL INFORME SEMANAL DE AVANCE Y SERA NECESARIO ANEXAR COPIA DEL DOCUMENTO DEL INGRESO.

PARA FINES DE FINANCIAMIENTO SE CONSIDERAN COMO INGRESOS LOS ANTICIPOS POR UNA PARTE Y POR OTRA, EL VALOR DE LAS ESTIMACIONES MENOS LA AMORTIZACION DE LOS ANTICIPOS Y MENOS EL FONDO DE GARANTIA.

DEBERA INDICARSE EN LOS RENGLONES A QUE ESTIMACION O CONCEPTO CORRESPONDE EL INGRESO, CON OBJETO DE UBICAR CLARAMENTE EL ORIGEN DEL MISMO.

TANTO EN CASO DE LAS ESTIMACIONES COMO EN EL DE LOS INGRESOS, SE UTILIZARA LA PARTE TRASERA DE LA FORMA SI EL ESPACIO ES INSUFICIENTE PARA INFORMAR SOBRE ESTOS CONCEPTOS.

CON EL NUMERO 5 SE IDENTIFICA EL DATO DEL COSTO DE OBRA, MISMO QUE SERA PROPORCIONADO EN LA FORMA MAS PRECISA POSIBLE Y DEBERA SER CONGRUENTE TANTO CON LOS RECURSOS (RECURSOS, MATERIALES, EQUIPO, ETC.) QUE LA CONSTRUCTORA LE HA PROPORCIONADO A LA OBRA, COMO CON LOS SALDOS DE ESTOS RECURSOS EN BANCOS, ALMACENES, PASIVOS (DATOS QUE APARECEN SEÑALADOS CON EL NUMERO 6). ES NECESARIO POR TANTO QUE LOS COSTOS DE OBRA, SALDOS EN BANCOS, ALMACENES Y PASIVOS, SE CONOZCAN AL DIA, PUESTO QUE SON VALORES INCIS-

ENSABLES PARA EL CONTROL DE LAS OBRAS. DEBE SER MOTIVO DE UNA LLAMADA DE ATENCION O INCLUSO DE UNA SEPARACION DEFINITIVA, EL HECHO DE QUE UN ALMACENISTA O DE QUE UN ADMINISTRADOR NO CONOZCA ESTOS DATOS CON PRECISION.

LOS RENGLONES INDICADOS CON EL NUMERO 7 SE REFIEREN AL CONTRATO. ESTOS RENGLONES DEBERAN SER LLENADOS CON LOS DATOS QUE SE TENGAN AL PRINCIPIO DE LA OBRA Y POSTERIORMENTE MODIFICARSE AL FIRMARSE NUEVAS ANPLIACIONES, ORDENES DE TRABAJO, O CONVENIOS. DEBERAN SER LLENADOS SIEMPRE CON EL RESPALDO DE UNA COPIA DE LA ULTIMA ANPLIACION O DEL ULTIMO CONTRATO.

CON EL NUMERO 8, APARECE LA SOLICITUD DE REMESA SEMANAL FORMANDO PARTE DEL INFORME EN UN ANEXO QUE PUEDE DESPRENDERSE FACILMENTE DEL MISMO. SE ESTIMA QUE SI EL GERENTE DE LA CONSTRUCTORA CONOCE COMO SE ENCUENTRA EL AVANCE, COMO SE ENCUENTRA EL COSTO DE OBRA, COMO SE ENCUENTRAN LOS SALDOS DE BANCOS, LOS SALDOS DE ALMACEN Y LOS PASIVOS DE OBRA, PODRA TENER ELEMENTOS SUFICIENTES PARA APROBAR O DESAPROBAR LA REMESA SOLICITADA EN DICHA SEMANA. DE AHI QUE CONSIDEREMOS IMPORTANTE QUE ESTE ANEXO SE HAYA DENTRO DEL INFORME SEMANAL DE AVANCE. UNA VEZ APROBADO EL MONTO DE LA REMESA, DICHO ANEXO PODRA DESPRENDERSE, TURNANDOSE AL DEPARTAMENTO CORRESPONDIENTE PARA EL ENVIO A LA OBRA DEL EFECTIVO O DE LA ORDEN DE PAGO CORRESPONDIENTE.

#### OBJETIVOS.

DADO QUE TODAS LAS OBRAS ARRANCAN CON UNA PROGRAMACION BASICA, SE HA VISTA QUE RESULTA VENTAJOSO PARA LA CONSTRUCTORA EL CONTAR CON LOS OBJETIVOS DE OPERACION DE CADA UNA DE SUS OBRAS (FIG. 2). EL CONJUNTO PERMITE ESTA-

BLECER NO SOLO LAS NECESIDADES ECONOMICAS Y MATERIALES DE CADA UNA DE LAS OBRAS, SINO TAMBIEN, LAS NECESIDADES DE LA CONSTRUCTORA, PUESTO QUE PERMITEN CONSOLIDAR VOLUMENES DE OBRA, FLUJOS DE CAJA Y UTILIDADES A CORTO Y MEDIANO PLAZO.

SE CONSIDERAN OBJETIVOS DE OBRA LOS SIGUIENTES:

- ✓.) DEL AVANCE
- .) DE LA ESTIMACION
- ✓.) DEL INGRESO
- ✓.) DEL COSTO DE OBRA
- .) DEL FINANCIAMIENTO
- .) DE REMESA
- .) DE UTILIDAD

CONSIDERANDOS QUE SERAN BASICOS SOLO TRES: EL DE AVANCE, EL DE INGRESO Y EL DE COSTO DE OBRA, PUESTO QUE LOS DEMAS SERAN CONSECUENCIA DE LOS MISMOS.

#### C) INFORME DE CONTRATOS.

DICHO INFORME SE PRESENTA EN LA FIGURA 3, EN DONDE SE HAN SEÑALADO 4 COLUMNAS QUE SE CONSIDERAN BASICAS:

- 1.- CONTRATO POR EJERCER. VOLUMEN DE OBRA CONTRATADO QUE NO SE HA EJECUTADO A LA FECHA.
- 2.- VELOCIDAD DE AVANCE. VOLUMEN DE OBRA PROMEDIO EJECUTADO EN LAS ULTIMAS 8 SEMANAS
- 3.- EJECUTADO POR CONTRATAR. VOLUMEN DE OBRA YA EJECUTADO QUE NO HA SIDO CONTRATADO.
- 4.- POR EJECUTAR SIN CONTRATO. VOLUMEN DE OBRA CONOCIDO QUE SE TIENE QUE EJECUTAR POR COMPROMISO CON EL CLIENTE, PERO DEL CUAL NO SE TIENE CONTRATO.

ESTE INFORME DE CONTRATO SE PROPONE QUINCENAL O MENSUAL, DEPENDIENDO DEL VOLUMEN DE OBRA QUE SE MANEJE Y DE LAS CONDICIONES DE CADA UNA DE LAS EMPRESAS.

### D) INFORME DE ESTIMACIONES.

EN LA FIGURA 4, SE SEÑALAN 3 COLUMNAS QUE SE CONSIDERAN IMPORTANTES PARA EL BIEN CONTROL ADMINISTRATIVO DE LAS OBRAS:

- 1.- AVANCE ACUMULADO. VOLUMEN DE OBRA EJECUTADA POR LA CONSTRUCTORA Y QUE DEBE CERTIFICAR CON EL CLIENTE POR MEDIO DE LA ESTIMACION.
- 2.- AVANCE NO ESTIMADO. VOLUMEN DE OBRA AUN NO ACEPTADA POR EL CLIENTE AL MOMENTO DEL INFORME O DEL CUAL SE CARECE DE UN DOCUMENTO LEGAL ( ESTIMACION CERTIFICADA ).
- 3.- AVANCE POR OBRAR. VOLUMEN DE OBRA ESTIMADO O NO, CUYO VALOR DA LA IDEA APROXIMADA DE LA RESERVA ECONOMICA DE LA CONSTRUCTORA, MISMA QUE SE COMPARA AL CLIENTE A LA BREVEDAD POSIBLE.

AL IGUAL QUE EL INFORME DE CONTRATOS SE SUGIERE QUE EL INFORME DE ESTIMACIONES SE LLEVE QUINCENAL O MENSUALMENTE, DEPENDIENDO DE LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA.

### E) PROFORMA DE RESULTADOS.

ESTA FORMA APARECE EN LA FIGURA 5, Y SUSTITUYE TEMPORALMENTE A LAS CARATULAS DE OBRA QUE SE DEBEN PROCESAR EN LA MISMA OBRA O EN LA OFICINA CENTRAL SE BASA EN QUE LA OFICINA CENTRAL CONOCE DE ANTEMANO LOS RECURSOS DES-

TINADOS A LA OBRA Y PUEDE CUANTIFICAR EN FORMA MUY APROXIMADA EL COSTO DE ESTA, MAS Y CUANDO EN EL INFORME SEMANAL DE AVANCE PUEDE CONOCER LOS SALDOS DE BANCOS, ALMACENES Y PASIVOS REPORTADOS POR LA OBRA.

EN DICHO PROFORMA APARECEN ADEMAS LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LAS ESTIMACIONES, LOS INGRESOS Y EL AVANCE, LO CUAL UNA VEZ ESTIMADO EL COSTO INCLUYENDO OFICINA CENTRAL, NOS PERMITE ESTIMAR LA DIFERENCIA REAL ( ESTIMACION-COSTO ), EL FINANCIAMIENTO ( COSTO-INGRESOS ) Y EL RESULTADO PROBABLE HASTA ESE MOMENTO ( AVANCE-COSTO ).

EN EL RENGLON CARATULA SE VAN ASENTANDO LOS DATOS REALES UNA VEZ QUE ESTOS SEAN OBTENIDOS POR OFICINA CENTRAL O POR LA OBRA ( O AMBAS ), Y SE PUEDE, CON EL DATO DE CONTABILIDAD CENTRAL, REVISAR EL COSTO DE OBRA DE QUINCENAS O MESES POSTERIORES A LA FECHA DEL ULTIMO CIERRE CONTABLE.

EL CARGO DE OFICINA CENTRAL DEPENDERA DE CADA UNA DE LAS OBRAS, EL INDIRECTO CON EL QUE OPERA, EL FINANCIAMIENTO ESPECIFICO DE LA OBRA, IMPUESTOS, ETC.

### F) INFORME DEL FINANCIAMIENTO

DICHO INFORME SE PRESENTA EN LA FORMA 6, SIENDO LAS COLUMNAS MAS IMPORTANTES LAS SIGUIENTES:

- 1.- FINANCIAMIENTO. QUE RESULTA DE SACAR LA DIFERENCIA ENTRE EL INGRESO ACUMULADO DE LA OBRA Y EL COSTO ESTIMADO DE LA MISMA ( CONTABLE O DE PROFORMA CARATULA; EL PRIMERO QUE SE TENGA ).
- 2.- AVANCE DEL MES. POR OBRA, QUE PERMITE HACER UNA COMPARACION DEL FINANCIAMIENTO AL AVANCE DEL MES QUE PUEDE PROVOCAR UNA REDUCCION EN LA VELOCIDAD DE OBRA O UNA ACELE-

RACION EN LA PRESENTACION Y COBRO DE LAS ESTIMACIONES.

C) PROGRAMA MENSUAL DE EROGACIONES.

EN LA FIGURA 7, APARECE EL CONCENTRADO DE LOS PROGRAMAS DE EROGACIONES POR CADA UNA DE LAS OBRAS. SE OBSERVA QUE EXISTEN DOS COLUMNAS POR CONCEPTO, LO QUE PERMITE TAMBIEN OBTENER EL CONCENTRADO DE LOS RECURSOS APROBADOS. SE TIENEN OTRAS COLUMNAS COMO SON LAS DE AVANCE PROGRAMADO, INGRESOS (PROBABLES) Y ESTIMACIONES (PROBABLES). LO QUE AYUDA A OBTENER EL POSIBLE FLUJO DE CAJA DEL MES. REUNIDOS LOS DATOS DE TODAS LAS OBRAS, SERA POSIBLE ESTABLECER LAS NECESIDADES REALES DE FINANCIAMIENTO DE LA CONSTRUCTORA. ES OBVIO QUE ESTA INFORMACION ESTARA INTIMAMENTE LIGADA CON LA QUE SE PRESENTO EN OBJETIVOS.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. SE PRESENTAN A CONSIDERACION DE USTEDES COMO UNA HERRAMIENTA QUE LES PERMITIRA MAYOR CONTROL DE SUS OBRAS.
2. AUN Y CUANDO SUS RESULTADOS HAN SIDO MUY SATISFATORIOS, ESTAN SUJETAS A PERFECCIONAMIENTO. ES DE HACER NOTAR QUE SI LA INFORMACION QUE PROPORCIONAN LAS OBRAS NO ES DEL TODO CONFIABLE, LA INFORMACION INTERNA SERA UN PODEROSO INDICADOR DEL ESTADO DE GUARDA LA OBRA; SIN EMBARGO, HASTA ESTE MOMENTO NO SE TIENE UNA FORMA DE DETECTAR LOS PASIVOS DE OBRA, SALVO LA HONRADEZ DEL ADMINISTRADOR. DEBERAN ESTUDIARSE EN LO FUTURO PROXIMO, SISTEMAS QUE PERMITAN DETECTAR LAS VARIANTES QUE SE PRESENTEN ENTRE LOS RECURSOS NECESARIOS, LOS RECURSOS UTILIZADOS Y LOS RECURSOS FACILITADOS A LA OBRA, COMO UN PASO--

REMESA SEMANAL 8  
 PROY. : \_\_\_\_\_  
 OBRA : \_\_\_\_\_  
 SEMANA : \_\_\_\_\_

INFORME SEMANAL DE AVANCE PERIODO : \_\_\_\_\_  
 FORMULO : \_\_\_\_\_  
 FECHA : \_\_\_\_\_  
 PROY. : \_\_\_\_\_ OBRA : \_\_\_\_\_

FRENTE INFORME ANTERIOR	AVANCE		ESTIMACION		INGRESO		COSTO DE OBRA		S A L D O S	
	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	TEVA ACUMULADO SEMANA	BANCOS	ALMACEN DE FONDOS
		2		3		4		5		6
ACUMULADO DEL MES										

	EXISTENTE	PROGRAMADO
1- HONORARIOS Y VIAJES		
2- LISTA DE MARCHA Y COSTALES		
3- SALARIO DE ADMINISTRACION		
4- IMPUESTOS		
5- MATERIALES Y FLETES MATERIA		
6- SUBCONTRACTOS		
7- MANO DE OBRA Y FLETES MANO		
TOTAL L.		

ESTIMACION (ES) No. (S) : 3 CORRESPONDIENTE  
 AL CONTRATO No. (S) : \_\_\_\_\_ RESPECTIVAMENTE  
 (NO SE DEBE PONER ESPEROS EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE A NO SER ASI EN LA FECHA DE LA ESTIMACION (S))

INGRESO CORRESPONDIENTE A: ARTÍCULO No. (S) : 4 ESTIMACION No. (S) : \_\_\_\_\_ FRENTE A CUENTA (S) : OTROS (S) : \_\_\_\_\_  
 No. (S) : \_\_\_\_\_ DEL CONTRATO No. (S) : \_\_\_\_\_ RESPECTIVAMENTE.  
 (NO SE DEBE PONER ESPEROS EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE A NO SER ASI EN LA FECHA DE LA ESTIMACION (S))

CONTRATO No. : 7 CONTRATADO ACUMULADO : \_\_\_\_\_  
 FECHA DE CONTRATO O DE LA ÚLTIMA AMPLIACION : \_\_\_\_\_  
 ANEXAS ESTAN, NO CERTIFICADA (ESTIMACION COMPLETA) EN LA CARTA SEMANA DEL MES, SINO EN EL CASO DE QUE NO SE TENIA ESTIMACION CERTIFICADA.

\_\_\_\_\_  
 GERENTE DE CONSTRUCCION



ADICIONAL PARA VISUALIZAR POSIBLES PASIVOS NO REGISTRADOS.

3.- LA INFORMACION QUE SE OBTENGA DE ESTAS FORMAS REPRESENTA LA PARTE INFORMAL DE LA CONTABILIDAD DE LA CONSTRUCCION Y ES UN REFLEJO A VELOCIDAD DE OBRA DE LOS ESTADOS FINANCIEROS.

GERENCIA \_\_\_\_\_  
 OBRA \_\_\_\_\_  
 PARA EL AÑO \_\_\_\_\_

TABLA DE OBJETIVOS MENSUALES

CONCEPTO \_\_\_\_\_

CONCEPTO	ACUM DIC.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ACUMULADOS	
														ANUAL	TOTAL
Perf. P/N	P														
Acum. R	A														
Enero	P														
Febrero	A														
Marzo	P														
Abril	A														
Mayo	P														
Junio	A														
Julio	P														
Agosto	A														
Sep.	P														
Octubre	A														
Nov.	P														
Dic.	A														

PR - Progreso      P - Parcial  
 R - Real            A - Acumulado

## INFORME DE CONTRATOS

GERENCIA : \_\_\_\_\_

FECHA AL \_\_\_\_\_

1988.

PROY.	O B R A	MORTO CONTRATADO	FECHA ULTIMA AMPLIACION O CONTRATO	AVANCE ACUMULADO	CONTRATADO POR EJERCER	VELOCIDAD DE AVANCE	EJECUTADO POR CONTRATAR	POR EJECUTADO SIN CONTRATO
					1	2	3	4
TOTAL :								

FIG. 3

## INFORME DE ESTIMACIONES

GERENCIA : \_\_\_\_\_

FECHA AL \_\_\_\_\_

1988.

PROY	O B R A	AVANCE ACUMULADO AL :			FECHA ULTIMA ESTIMACION	AVANCE NO ESTIMADO	AVANCE SOBRE ESTIMADO	INGRESO ACUMULADO	AVANCE POR COBRAR
		AVANCE ACUMULADO	AL :	ESTIMADO ACUM. AL					
				1					3
AVANCE DEL MES					TOTAL				

FIG. 4

## PROFORMA DE RESULTADOS

PROY.: \_\_\_\_\_ OBRA: \_\_\_\_\_ CONTRATO ACUM.: \_\_\_\_\_  
 GERENCIA: \_\_\_\_\_ JEFE DE PROYECTO: \_\_\_\_\_

C O N C E P T O	DATO	MES DE:	MES DE:	MES DE:	MES DE:	MES DE:	MES DE:
	MES ANTERIOR						
ESTIMACION ACUMULADA							
INGRESO ACUMULADO							
AVANCE ACUMULADO							
REMESAS							
MATERIALES							
SUBCONTRATOS							
EQUIPO							
COSTO BRUTO							
CARGO OFICINA CENTRAL	8% ( ) 10% ( ) OTRO ( )						
COSTO ESTIMADO							
CARATULA	CONTABILIDAD OBRA						
AJUSTE	ALMACEN PASIVO DE OBRA P.						
DIF. REAL (ESTIM. - COSTO)							
FINANCIAMIENTO (COSTO - INGR.)							
DIF. PROBABLE (AVANCE - COSTO)							

**FIG. 5**

## INFORME DEL FINANCIAMIENTO

GERENCIA: \_\_\_\_\_ FECHA AL: \_\_\_\_\_

PROY.	O B R A	AVANCE ACUMULADO	INGRESO ACUMULADO	COSTO ESTIMADO	FINANCIA- MIENTO.	AVANCE DEL MES	FONDO DE GARANTIA
<b>TOTAL :</b>							

**FIG. 6**

**PROGRAMA DE EROGACIONES MENSUALES**

GERENCIA DE CONSTRUCCION: \_\_\_\_\_ DIRECCION DE CONSTRUCCION: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PROY.	O B R A	AVANCE PROGRAM	M E S						DE	EQUIPO	EGRESO	INGRESOS		ESTIMACIONES	
			REMESA		MATS.		SUPPORT.					PROG.	TECN.	PROG.	TECN.
			100%	APR.	100%	APR.	100%	APR.				100%	APR.	100%	APR.
<b>TOTALES :</b>															

FIG. 7

SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

- .) PLANEACION
- .) CONTROL DE CALIDAD COMO SISTEMA
- .) RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR RESPECTO A LA CALIDAD
- .) ORGANIZACION Y OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD
- .) CONTROL DE CALIDAD DEL CLIENTE
- .) PENALIZACION

153

## PLANEACION

LA PLANEACIÓN SE COMPONE DE LA SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS POLÍTICAS, PROCEDIMIENTOS Y METODOS NECESARIOS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS NECESARIOS DE LA ORGANIZACIÓN.

### A) POLITICAS

SIRVEN PARA INDICAR LA ESTRATEGIA GENERAL POR MEDIO DE LA CUAL SE LOGRARÁN LOS OBJETIVOS.

LAS POLÍTICAS SE HAN DEFINIDO COMO DECLARACIONES GENERALES O CONOCIMIENTOS QUE GUÍEN LA TOMA DE DECISIONES DE LOS SUBORDINADOS EN LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS DE UNA EMPRESA. ES NECESARIO QUE ESTAS DECLARACIONES SE PONGAN POR ESCRITO Y SIRVAN TAMBIÉN COMO GUIA AMPLIA Y GENERAL.

PUEDEN CLASIFICARSE EN:

- .) BÁSICAS
- .) GENERALES
- ) DEPARTAMENTALES

SIN EMBARGO, EN BASE A COMO SE FORMAN, SE CLASIFICAN COMO:

- .) CREADAS
- .) SOLICITADAS
- .) IMPUESTAS

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

PROCEDIMIENTO: ENUMERA LA SECUENCIA CRONOLÓGICA DE PASOS QUE DEBEN DARSE PARA LOGRAR UN OBJETIVO.

METODO: ESPECIFICA COMO SE REALIZA UN PASO DEL PROCEDIMIENTO.

UNA DESCRIPCIÓN DE COMO DEBE REALIZARSE UNA SERIE DE TAREAS, CUANDO Y POR QUIEN, SE CONSIDERA UN PROCEDIMIENTO

EL MÉTODO SE REFIERE A LA MANERA DE REALIZAR TAREAS ESPECÍFICAS.

C) TOMA DE DECISIONES

ES LA CLAVE DE UNA PLANEACIÓN EXITOSA EN TODOS LOS NIVELES. IMPLICA TRES FASES:

- .) DIAGNOSTICO
- .) DESCUBRIMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS
- .) ANÁLISIS

LA FUNCIÓN DEL DIAGNÓSTICO ES IDENTIFICAR Y ESCLARECER EL PROBLEMA. IMPLICA ESTABLECER LOS PRINCIPALES OBSTÁCULOS.

UNA VEZ ESTABLECIDO EL DIAGNOSTICO, ESTA FASE ES SEGUNDA POR EL DESCUBRIMIENTO DE CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCIÓN.

ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE EXISTEN MARCADAS DIFERENCIAS EN LAS PERSONAS EN LO RELATIVO A PENSAMIENTO CREATIVO. INFLUYE ADEMÁS LA PRESIÓN DEL MOMENTO Y EL FACTOR TIEMPO.

EL ENFOQUE PARA LA TOMA DE DECISIONES ES EL EL ANÁLISIS DE HECHOS, LO CUAL IMPLICA IDENTIFICAR Y ENUMERAR LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS RELACIONADAS CON CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS.

## EL CONTROL

ES EL PROCESO QUE DETERMINA QUE SE ESTÁ LLEVANDO A CABO UNA ACTIVIDAD VALORIZÁNDOLA Y SI ES NECESARIO APLICANDO MEDIDAS CORRECTIVAS, DE MANERA QUE LA EJECUCIÓN ESTE DE ACUERDO CON LO PLANEADO.

LA COMPARACIÓN ENTRE LO EJECUTADO Y LO PLANEADO CONSTITUYE LA BASE DEL CONTROL.

LA DETERMINACIÓN DE UNA ESTANDAR O PATRON ES EL PRIMER PASO A SEGUIR, YA QUE ES CONDICIÓN DE UN CONTROL.

PRINCIPIO DE CONTROL. PARA QUE UN CONTROL SEA EFECTIVO DEBE CUBRIR Y REGULAR EL FUNCIONAMIENTO PLANEADO. ES DECIR, SE DEBE BUSCAR Y LOGRAR QUE LA ACTIVIDAD ESTE DE ACUERDO CON LO PLANEADO.

LOS ESTANDARES MAS UTILIZADOS SON:

- .) CANTIDAD
- .) CALIDAD
- .) TIEMPO
- .) COSTO

LA DETERMINACION DEL VOLUMEN ESPERADO DE PRODUCCIÓN DEFINE UN ESTÁNDAR DE CANTIDAD

EL ESPECIFICAR LAS SUMAS DE DINERO QUE INTEGRAN LA EROGACIÓN, DEFINE UN ESTÁNDAR DE COSTO.

EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PROGRAMA A SEGUIR CONSTITUYE UN ESTÁNDAR DE TIEMPO

DEFINIR LAS TOLERANCIAS QUE SE PUEDEN ESPECIFICAR EN LA REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES IMPLICA UN ESTÁNDAR DE CALIDAD.

LAS VARIACIONES ENTRE LO EJECUTADO Y LO PLANEADO ES LO QUE SE CONOCE COMO PRINCIPIO DE EXCEPCIÓN. DONDE DICHO PRINCIPIO ES VÁLIDO, PUEDE COLOCARSE UN PUNTO ESTRATÉGICO DE CONTROL.

## DISPOSITIVOS DE CONTROL

UNA VEZ ESTABLECIDOS LOS ESTÁNDARES Y SUS MEDICIONES, LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL SERÁN LOS SIGUIENTES:

PRESUPUESTO

INFORMES ESTADÍSTICOS DE CONTROL

ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO ( NO PÉRDIDAS. NO GANANCIAS ).

REPORTES ESPECIALES DE CONTROL

AUDITORÍA INTERNA

LOS DISPOSITIVOS QUE TIENEN QUE VER CON ANÁLISIS FINANCIEROS, COSTOS Y FLUJO DE FONDOS SON EL PRESUPUESTO Y EL PUNTO DE EQUILIBRIO.

EL DISPOSITIVO QUE SE ELABORA RELACIONADO CON EL PRINCIPIO DE EXCEPCIÓN ES EL DE REPORTES ESPECIALES DE CONTROL.

LOS DISPOSITIVOS QUE SE REALIZAN EN ÁREAS EXTENSAS Y EN FORMA PERIÓDICA SON LA AUDITORIA INTERNA Y LOS INFORMES ESTADÍSTICOS.

PRIMERO, PARA REALIZAR UN CONTROL EFECTIVO, SERÁ PROPORCIONAR AYUDA A LOS DEPARTAMENTOS EN SU ESFUERZO POR ALCANZAR LOS NIVELES ACORDADOS EN COMÚN .

EL DEBER DE LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS SERÁ LA DE PROPORCIONAR A CADA UNO DE LOS NIVELES DE LA EMPRESA LA INFORMACIÓN RELATIVA A SUS FUNCIONES PARA QUE PUEDA UTILIZARLA -- ÚADAMENTE.

EL SUBSISTEMA DEBERÁ DAR CUENTA AL SISTEMA INMEDIATO SUPERIOR, PRESENTANDO TANTO LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS COMO LAS SOLUCIONES PARA RESOLVERLOS. DE ESTA FORMA SE EVITA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS ESPECIALES DE CONTROL QUE LO HACEN COSTOSO, CAPACITANDO A SU VEZ A TODOS LOS NIVELES PARA INTRODUCIR LAS SOLUCIONES QUE DEN COMO RESULTADO LOS OBJETIVOS PROPUESTOS.



## SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROL DE LA ACTUACION HUMANA.

PORQUE FOMENTA EL SENTIDO DE RESPONSABILIDAD Y BRINDA UNA CIERTA LIBERTAD EN LA ELECCION DE LOS METODOS DE TRABAJO Y ESTRATEGIAS A SEGUIR EL SISTEMA DE CONTROL IDEAL ES EL AUTOCONTROL.

EL EXITO DE LOS SISTEMAS SE BASA EN QUE SEAN ACEPTADOS -- POR LOS INDIVIDUOS A QUIENES SE APLICA.

LOS ESTUDIOS DE COMPORTAMIENTO HUMANO INDICAN QUE EL HOMBRE RECHAZA LOS CONTROLES GENERALMENTE.

EL RECHAZO SE DEBE A QUE:

- .) EL CONTROL TIENDE A ROMPER LA IMAGEN PROPIA DE LA PERSONA.
- .) NO SE ACEPTAN LOS OBJETIVOS DE LA EMPRESA
- .) LOS ESTANDARES EXIGIDOS SON DEMASIADO ALTOS
- .) SIMPLE DISGUSTO POR EL CONTROL

ES, POR LO TANTO, NECESARIO QUE EL INDIVIDUO ACEPTE EL CONTROL COMO UN MEDIO PARA CORREGIR SUS DEFICIENCIAS HACIENDOLE SENTIR QUE LOS OBJETIVOS DEL CONTROL VALEN LA PENA.

## PLANEACION GENERAL DE LA OBRA.

- .) ALCANCE DEL CONTRATO
- .) PROGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES
- .) PROGRAMA COLATERALES

MANO DE OBRA  
MATERIALES  
SUBCONTRATOS  
MAQUINARIA Y EQUIPO

- .) PUNTOS DE EQUILIBRIO
- .) EVALUACION DE LOS PROGRAMAS DE EROGACION
- .) EVALUACION DE LOS PROGRAMAS DE INGRESOS
- .) CASH FLOW
- .) PROGRAMA FINANCIERO

29

## PLANEACION DEL CONTROL DE CALIDAD

NECESIDAD DE LA PLANEACION. PUEDE DECIRSE QUE SI NO SE PLANEAN LOS PROCESOS DE CONTROL, NO SE ESTÁ REALMENTE OPTIMIZANDO EN FUNCIÓN DE LA ECONOMÍA. EN FUNCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD RESULTA OBVIO: EL NÚMERO DE PRUEBAS POR UNIDAD PUEDE VARIAR TANTO COMO LA ECONOMÍA DE LA OBRA LO PERMITA.

### ESTUDIO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES:

DICHO ESTUDIO CONSTITUYE EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL INGENIERO QUE DISEÑA Y EL QUE CONSTRUYE. ES, POR TANTO, INDISPENSABLE QUE EL INGENIERO CONSTRUCTOR CONOZCA DETALLADAMENTE DICHAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES.

### NECESIDADES PARA EL CONTROL DE CALIDAD:

1. EXISTENCIA DE UN LABORATORIO
2. ORGANIZACIÓN QUE REALICE LAS PRUEBAS: EXTERNA O INTERNA
3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

DE NADA SERVIRÁ TENER UN MAGNÍFICO CONTROL DE CALIDAD SI ESTE NO SIRVE PARA TOMAR LAS DECISIONES OPORTUNAS QUE PERMITAN MEJORAR LA ECONOMÍA DE LA OBRA.

## EL CONTROL DE CALIDAD COMO SISTEMA

A LA REVISIÓN DE LA CALIDAD DE LA OBRA EN TODAS SUS PARTES SE LE LLAMA CONTROL DE CALIDAD.

LA PLANEACIÓN DE UN BUEN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD IMPLICA DEFINIR CON TODA PRECISIÓN LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN QUE PERMITAN SATISFACER EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA. P. EJ. TIPO DE CIBRA Y SU GEOMETRÍA, EQUIPO DE PRODUCCIÓN, DOSIFICADORA DE CONCRETO, ETC.

### CUALIDADES DE CONTROL DE CALIDAD:

1. LOS CONTROLES DEBEN REFLEJAR LA NATURALEZA Y LAS NECESIDADES DE LA ACTIVIDAD.
2. LOS CONTROLES DEBEN INDICAR RAPIDAMENTE LAS DESVIACIONES. A ÚLTIMAS FECHAS LOS PROCEDIMIENTOS ELECTRÓNICOS DE PRQ CESAMIENTO CONSTITUYE UNA VALIDA HERRAMIENTA PARA LOGRAR SISTEMAS DE CONTROL DE RESPUESTA RÁPIDA.
3. LOS CONTROLES DEBEN MIRAR HACIA ADELANTE. LO CUAL SIGNIFICA QUE MEDIANTE LOS CONTROLES DEBEN PREDECIRSE LAS CONSECUENCIAS DE LAS DESVIACIONES.
4. LOS CONTROLES DEBEN SEÑALAR LAS EXCEPCIONES Y LOS PUNTOS ESTRATÉGICOS. PARA PODER APRECIAR LAS DESVIACIONES SIGNIFICATIVAS EN LA CALIDAD, ES INDISPENSABLE QUE LOS CONTROLES SEAN ENTERAMENTE CONGRUENTE CON EL PROGRAMA DE OBRA ACEPTADO Y SE ELABOREN MEDIANTE UN ANÁLISIS DE LAS SECUENCIAS DE OPERACIONES POR REALIZAR ( P. EJ. RUTA CRÍTICA ).

- 31
1. LOS CONTROLES DEBEN SER OBJETIVOS
  2. LOS CONTROLES DEBEN SER FLEXIBLES
  7. LOS CONTROLES DEBEN REFLEJAR EL SISTEMA DE ORGANIZACIÓN  
ES INDISPENSABLE QUE LOS CONTROLES PROVEAN A CADA EJECU  
TIVO DE UNA INFORMACIÓN CONGRUENTE CON SUS RESPONSABILI  
DADES.
  8. LOS CONTROLES DEBEN SER ECONÓMICOS. DEBEN PROPORCIONAR-  
LA INFORMACIÓN INDISPENSABLE.
  9. LOS CONTROLES DEBEN SER COMPRENSIBLES.
  10. LOS CONTROLES DEBEN INDICAR UNA ACCIÓN CORRECTIVA.

## RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR

### RESPECTO A LA CALIDAD.

LA RESPONSABILIDAD ESTA DEFINIDA EN EL CONTRATO Y SUS ANE-  
XOS.

LA APLICACIÓN DE UN CONJUNTO DE REGLAS CON OBJETO DE UNIFI-  
CAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES, DE-  
SU TÉCNICA DE FABRICACIÓN Y ENSAYOS, SE CONOCE COMO NORMA-  
LIZACIÓN Y ESTABLECE EL GRADO DE RESPONSABILIDAD DEL CONS-  
TRUCTOR EN LA COMPRA Y APLICACION DE DICHS PRODUCTOS .

ES SIEMPRE RECOMENDABLE Y ÚTIL ESTABLECER EL ALCANCE DE LAS  
ESPECIFICACIONES, EJEMPLIFICANDO DE SER POSIBLE LAS POSI-  
BLES ALTERACIONES DE UN CONTRATO.

EVITAR EN LA INTERPRETACIÓN DEL MISMO FRASES COMO: " DE --  
ACUERDO CON LAS MEJORES PRÁCTICAS DE LA INGENIERIA "; " O-  
BRA DE MANO DE PRIMERA CALIDAD "; ETC. POR LO TANTO, ES NE-  
CESARIO ESCRIBIR FRASES QUE EXPRESEN CON CLARIDAD LA INTEN-  
CIÓN DEL CONTRATO.

## ORGANIZACION Y OPERACION DEL SISTEMA

### DE CONTROL DE CALIDAD.

EN GENERAL SE RECOMIENDA QUE EL CONTROL DE CALIDAD ESTE CENTRALIZADO Y SEA INDEPENDIENTE DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN.

ES IMPORTANTE DISEÑAR LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE PERMITAN TENER A CADA PRODUCTOR INFORMADO SOBRE LA CALIDAD DE LA OBRA QUE ESTA REALIZANDO.

MIENTRAS MAS ALTA SEA LA JERARQUÍA DE LA PERSONA A LA QUE SE ENTREGA EL INFORME EN EL ORGANIGRAMA, MENOS DETALLE DEBERÁ ENTREGARSE, SUPUESTO QUE LAS DECISIONES CORRESPONDEN A LOS GRUPOS INFERIORES DE LA ORGANIZACIÓN.

EL COSTO DE UNA DECISIÓN ATRASADA ES EXPONENCIAL CON RESPECTO AL TIEMPO. SI LA COMUNICACIÓN ES OPORTUNA Y SE CORRIGE EL ERROR, LA PÉRDIDA ECONÓMICA SERÁ SIEMPRE MENOR.

## CONTROL DEL CLIENTE

LO IDEAL ES QUE EXISTA UN SOLO CONTROL SUPERVISADO POR EL CLIENTE YA QUE AL TENER DOS CONTROLES ACTUANDO SOBRE LA MISMA OBRA ES MUY FRECUENTE QUE LOS DATOS NO COINCIDAN Y SE DETERIOREN LAS RELACIONES CON LA SUPERVISIÓN.

UN PROCEDIMIENTO QUE PUEDE EVITAR PROBLEMAS ES QUE SE HAGA CARGO DEL CONTROL UN LABORATORIO DE RECONOCIDA CAPACIDAD TÉCNICA, AJENO AL CONSTRUCTOR Y AL DUEÑO.

## **C O N T R O L**

- **ES EL MANEJO ADECUADO PARA OBTENER LO QUE SE ESTIPULO DE ANTEMANO.**
- **ES LA OBTENCION DE LO PLANEADO.**
- **ES LA ORIENTACION DE LOS SUCEOS HACIA UN FIN PREDETERMINADO.**
- **ES LA CONTINUA COMPARACION DE RESULTADOS CON LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS, Y REALIZANDO LAS CORRECCIONES NECESARIAS Y ADECUADAS.**
- **LO REAL Y LO HISTORICO DEBEN DE ENSAMBLAR.**

CONTROL

PRESUPUESTAL

PRODUCCION

CALIDAD

FINANCIERO

CONTABILIDAD

MERCADO

VENTAS

ESTADOS FINANCIEROS

ESTIMACIONES

SUMINISTROS

PERSONAL

MAQUINARIA

MATERIALES

MANO DE OBRA

FINANCIAMIENTOS

PRESTAMOS

GASTOS  
COBROS  
COMPRAS

COMPETENCIA

DEMANDA

MAYOREO  
MENUDEO

ACTIVOS

PASIVOS

## **CONTROLADORES**

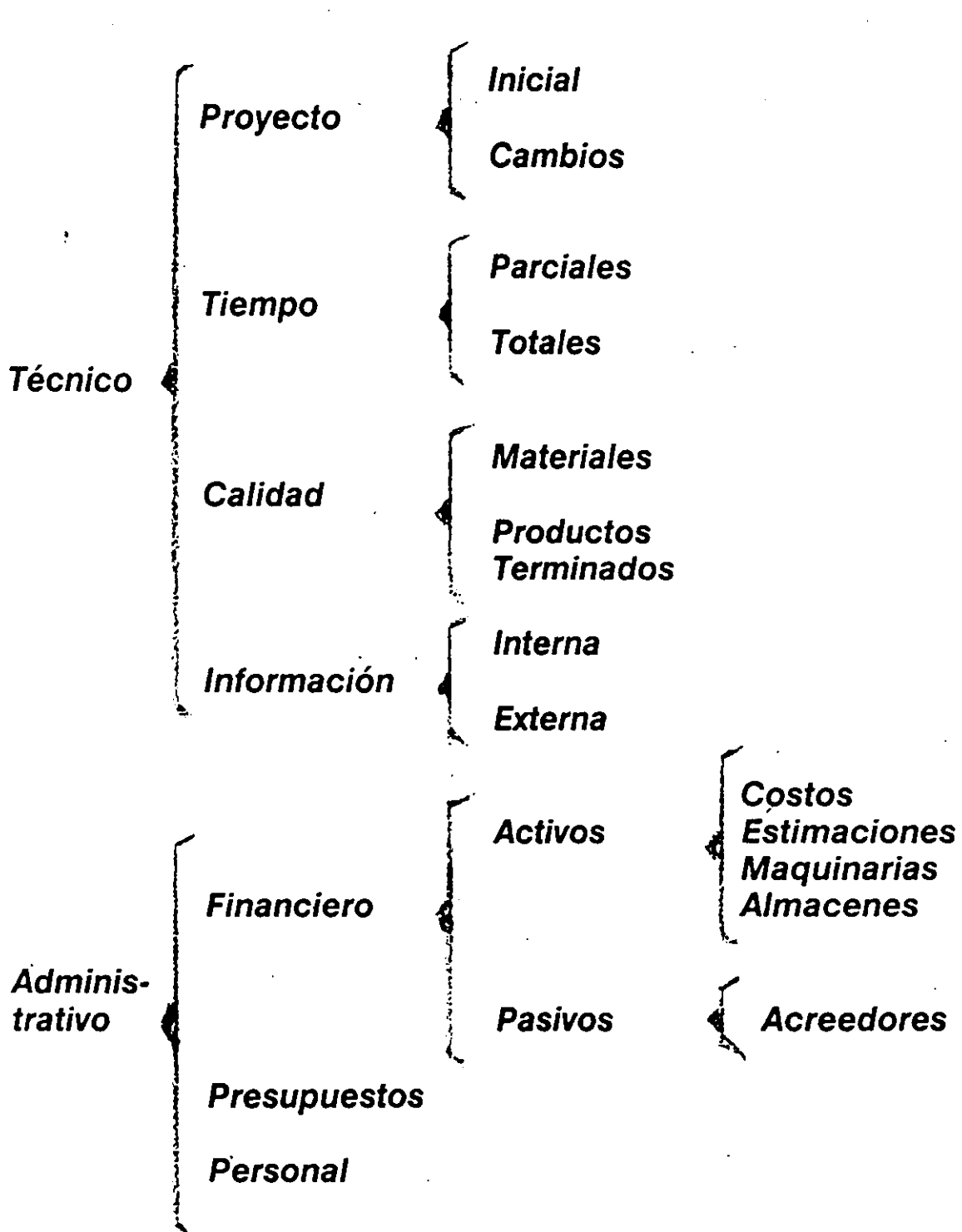
**Los que hacen que las cosas sucedan.**

**Los que ven acontecer a las cosas.**

**Los que no saben lo que pasa.**

**Los que no quieren saber lo que sucede.**

CONTROL

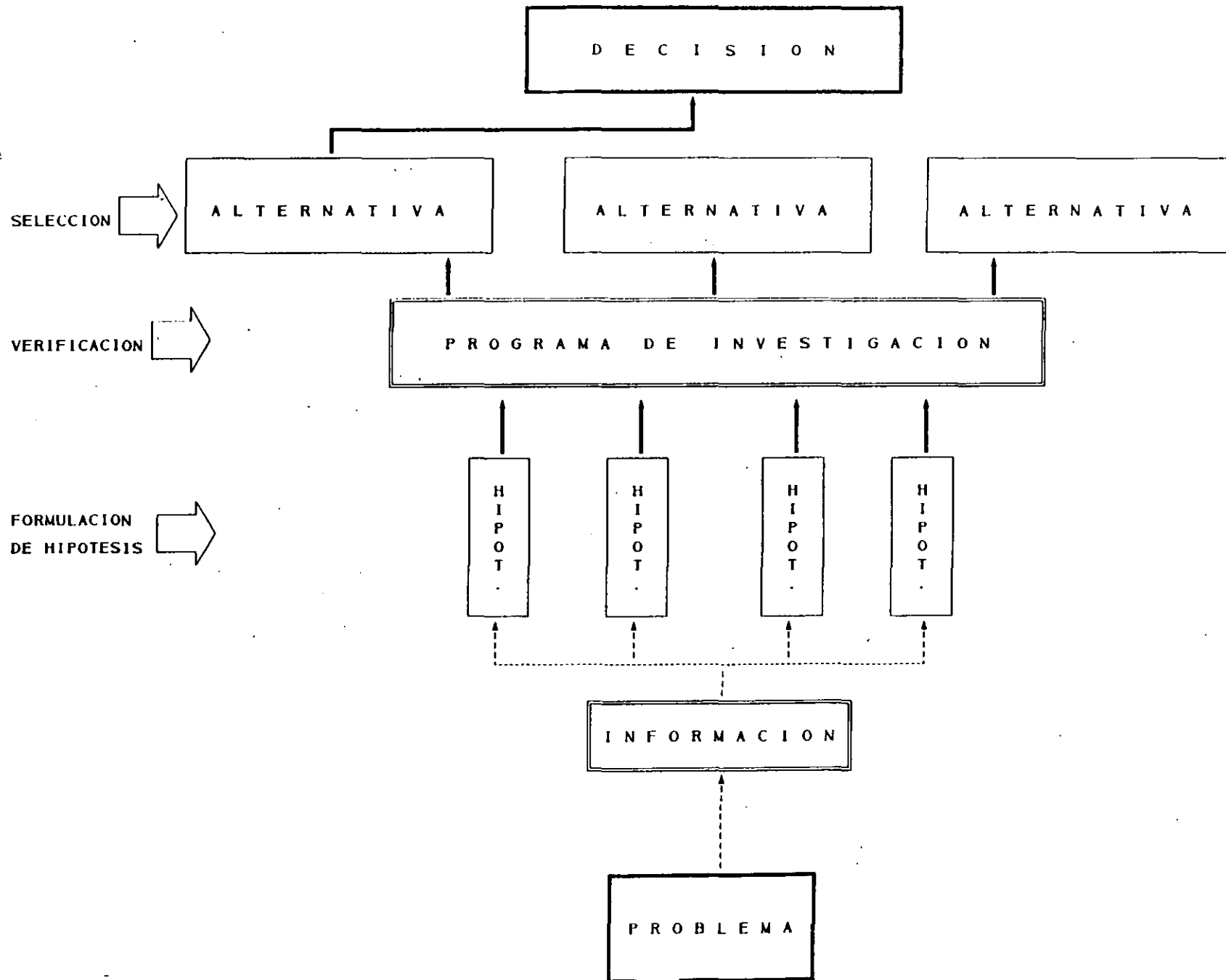




## VARIABLES

- OBRA ADICIONAL
  - CAMBIOS SOBRE PROYECTO
  - RETRASO DE MATERIAL
  - RECHAZO DE MATERIAL EN OBRA
  - OBRA FUERA DE ESPECIFICACION
  - FALLAS EN REPORTES DE AVANCE
  - INTERFERENCIA EN OBRAS
  - RETRASO DE PAGOS PARCIALES
  - SUSPENSION DE OBRA
  - COSTOS DE PRECONSTRUCCION Y POSTCONSTRUCCION
- PROYECTO  
CALIDAD

PROCESO DE TOMA DE DECISIONES



## DECISIONES

### PASOS

- A) CONOCIMIENTO PROFUNDO Y COMPLETO DE LAS NECESIDADES MANIFIESTAS, QUE TRAE COMO CONSECUENCIA UNA SOLUCION MAS DEPURADA DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS-SOLUCION.
- B) TOMAR TODAS LAS ALTERNATIVAS POSIBLES O CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCION.
- C) ANALISIS DE TODAS LAS ALTERNATIVAS POSIBLES.
- D) COMPARAR ESTOS POSIBLES CURSOS DE ACCION.
- E) TOMAR UNA DECISION DEFINITIVA QUE VAYA GUIADA AL OBJETIVO PROPUESTO.

MODELOS  
(REPRESENTACIONES)

PRINCIPALES TIPOS DE MODELOS  
USADOS POR LOS INGENIEROS

FISICOS

ESQUEMATICOS

GRAFICOS

MATEMATICOS

SIMULACION

FISICA

ANALOGICA

DIGITAL

PARTICIPATIVA  
(SE APLICA A TODAS LAS  
FORMAS DE SIMULACION)

NO COMPETITIVA

COMPETITIVA  
(DE JUEGOS)

PRINCIPALES FORMAS EN  
QUE LOS INGENIEROS  
EMPLEAN LOS MODELOS

CONCEPCION  
DE IDEAS

PARA  
INSTRUCCION

PARA  
COMUNICACION

PARA  
CONTROL

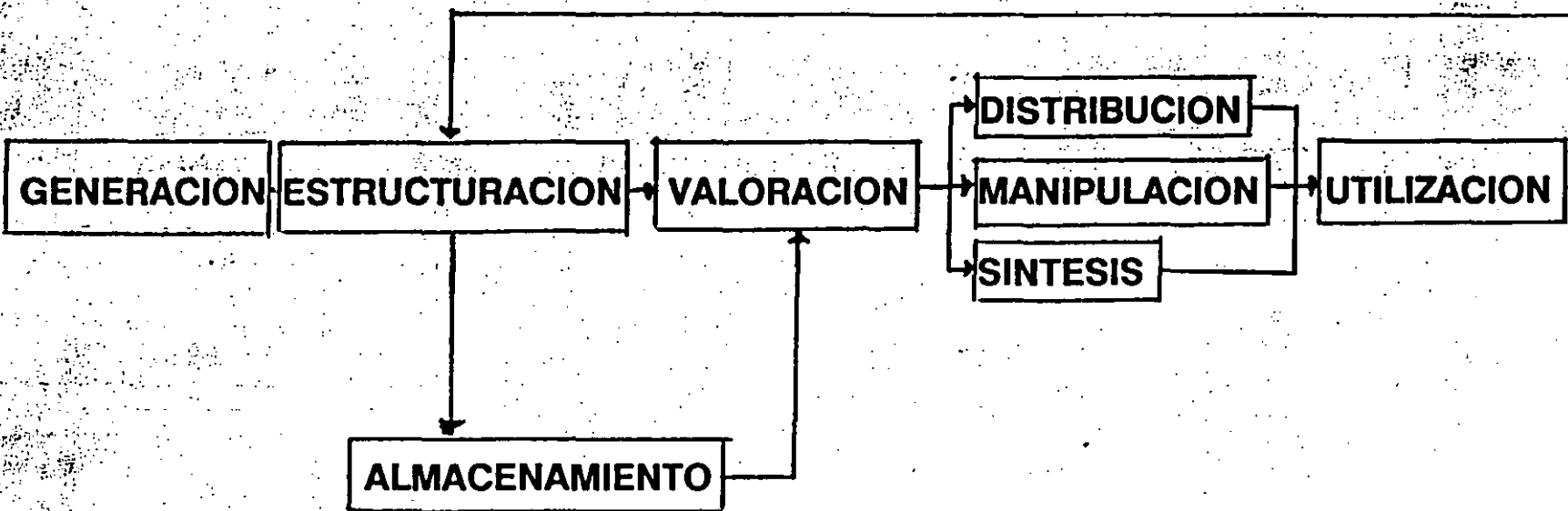
PARA  
PREDICCION

PROCEDIMIENTO BASICO PARA  
DESARROLLAR MODELOS  
PARA PREDICCION

¿COMO DEBEN VERSE  
LAS DISCREPANCIAS  
ENTRE LOS MODELOS Y  
LOS OBJETOS REALES?

8

**INFORMACION**



## INFORMACION PARA CONTROL DE LA EJECUCION.

### DIARIO DEL SUPERVISOR.

#### CONTENIDO:

- 1) Llamadas telefónicas hechas o recibidas y resumen de lo tratado, incluyendo informes, compromisos o acuerdos.
- 2) Registro de cualquier trabajo o material que no corresponda a los planos o las especificaciones, y acción tomada.
- 3) Descripción breve de cualquier otro problema o evento anormal que haya ocurrido durante el día, incluyendo falta de actividad y medidas adoptadas.
- 4) Ordenes dadas por escrito al representante del contratista, nombre de éste y hora en que se entregaron.
- 5) Condiciones imprevistas observadas por el Supervisor que puedan causar demora en los trabajos del contratista.
- 6) Cuando el contratista esté ejecutando trabajos extraordinarios por obstrucciones imprevistas en el subsuelo, hágase un conteo cuidadoso del personal y el equipo en el sitio, indicando su ocupación. Indíquese el personal o equipo ocioso por causa de la obstrucción.
- 7) Registro de lo tratado con el contratista en el sitio, así como los acuerdos, concesiones, o compromisos hechos por cualquiera de las partes.
- 8) Anótese los errores de campo, cualquiera que sea el causante, e indíquese su efecto probable.

- 9) Anótese el nombre de la obra en la parte superior de cada página.
- 10) Firme cada anotación diaria y anote su cargo, inmediatamente después del último renglón de la anotación.

#### INSTRUCCIONES.

- 1) Usese una libreta de pastas duras, como las usadas por los topógrafos.
- 2) Las páginas deben numerarse consecutivamente con tinta, sin omitir ningún número intermedio.
- 3) No deben hacerse borraduras. En caso de error, simplemente táchese la información incorrecta y en seguida anote la correcta.
- 4) No debe desprenderse o cortarse ninguna de las hojas. Para anular una página crúccela con una X grande y márquela "anulada".
- 5) Debe informarse todos los días y deben aparecer todos los días de calendario. Cuando no se ejecute trabajo en un día anótese "no se trabajó", o algo equivalente. Es conveniente registrar las condiciones del clima en los días no trabajados.

## FOTOGRAFIAS DE LA OBRA.

- a) Para relaciones públicas.
- b) Para registro de avance y control de obra.
- c) Fotografía intermitente.
- d) Identificación de las fotografías.
  - 1) Fecha (y hora si es necesario)
  - 2) Dirección en que fué tomada.
  - 3) Identificación del objeto y comentarios sobre detalles.
  - 4) Número consecutivo.
  - 5) Nombre o iniciales del fotógrafo.
- e) Fotografías previas a la ejecución de trabajos.
- f) Selección de equipo fotográfico.
- g) Técnicas de fotografía.



## ACTAS DE JUNTAS.

Una junta debidamente planteada y enfocada a conseguir un objetivo es el medio más rápido y seguro para transmitir los términos de lo requerido a un grupo de individuos. Esta actividad sin la modulación adecuada puede ser o muy larga o complicada, o muy frecuente, desvirtuando la importancia y éxito de lo que se pretende. Las juntas podrán ser de diferente carácter, por ejemplo:

- 1) Informativa.
- 2) Para tomar decisiones.
- 3) Para entrenamiento.
- 4) De coordinación.

Cualquiera que sea el enfoque, la junta se deberá anunciar debidamente y no menos importante serán los resultados obtenidos los cuales se registrarán en el Acta correspondiente. A continuación entre otros datos no menos interesantes se delinean las formas de la Orden del día sencilla y para uso generalizado, así como el Modelo de forma de acta deberá formularse y que estará a cargo del Secretario de Actas en funciones.

Las normas más detalladas para proceder en este aspecto, se ilustra en las hojas subsecuentes.

## JUNTAS DE COMUNICACION Y COORDINACION.

La mejor parte del éxito o fracaso en la construcción de un proyecto depende de la habilidad del Gerente para coordinar las diferentes entidades involucradas en el mismo. Esta capacidad de coordinación, a su vez, depende en buena parte de la comunicación que se establece en las juntas de trabajo.

El Gerente de Construcción es el conductor de estas reuniones. De acuerdo con las técnicas que use para conducirlas, podrá o no lograr sus objetivos. Para ello es indispensable planear las juntas.

Una junta es el medio más rápido y seguro de transmitir información a un grupo de individuos; puede ahorrar al Gerente de Construcción mucho tiempo que se desperdiciaría en el envío y la contestación de numerosas memoranda y oficios. Una junta puede reducir las tensiones y resolver los conflictos entre diferentes individuos. Quizá lo más importante es que en una junta se puede aprovechar y reunir el pensamiento y los conocimientos de muchos individuos, para lograr la mejor solución a los problemas que se presenten.

A menudo se pasa por alto el elemento de motivación que puede resultar de una junta. Hay claras indicaciones de que las juntas tienden a crear actividades de solidaridad entre los participantes, y otros beneficios psicológicos.

A pesar de sus beneficios potenciales, las juntas tienden a ser demasiado largas o demasiado complicadas o demasiado frecuentes. Las razones para que muchas de ellas no tengan éxito pueden ser dos:

- a) La junta nunca debería haberse llevado a cabo.
- b) La junta era necesaria, pero no se llevó a cabo en forma adecuada.

Se deduce que el Gerente de Construcción puede obtener beneficio de las juntas identificando aquellas que son necesarias, y tomando medidas para asegurar que la junta se realice de tal manera que logre su objetivo. Las juntas pueden ser de cuatro tipos:

- 1) Junta informativa.
- 2) Junta para tomar decisiones.
- 3) Junta para entrenamiento.
- 4) Junta de coordinación.

## B I T A C O R A .

### OFICIAL:

Dependiendo de la obra a ejecutar en ocasiones las disposiciones de ley impresas en el Reglamento de Construcción establecen el llevar el diario de la obra un libro bien definido y debidamente protocolizado por las Autoridades del ramo, a este libro por sus funciones la costumbre lo denominó BITACORA, nombre que en rigor corresponde a un diario de navegación. Esta sería pues la BITACORA OFICIAL, en caso de que para la obra exista tal disposición.

### INTERNA:

La costumbre ha establecido que el récord más importante del trabajo ejecutado en obra con todas sus variantes, disposiciones, desajustes, cumplimiento e incumplimiento queda asentado en la BITACORA. En esta debe aparecer un registro completo de todo lo que ocurre en el proyecto, por ejemplo: Fecha de registro, Clima, progreso general, eventos no usuales, accidentes, conferencias telefónicas, instrucciones especiales a el contratista, instrucciones especiales del Propietario de la Obra y/o de las Oficinas Centrales y/o disposiciones de las Autoridades Gubernamentales; todos estos datos deberán ser cuidadosa y brevemente asentados. Como podemos ver la BITACORA viene a ser la base de la preparación de reportes y correspondencias. En el caso de controversia con el Contratista y hasta llegado el caso nunca deseable de litigio, la BITACORA suministra la historia y detalles de las circunstancias y debidamente registrada la corte la admite como evidencia.

La experiencia acumulada en la ejecución de obras de gran envergadura han permitido la recopilación de los datos que se consignan en las hojas siguientes; lo descrito en ellas no es teórico ni tentativo, es el resultado del registro de resultados.

## BITACORA DE OBRA.

### 1) DIRECCION Y SUPERVISION DE LA OBRA.

1.1) El propietario, en ejercicio de sus facultades, girará instrucciones a la Constructora para la ejecución de los trabajos a través de la Supervisión.

Estas instrucciones están contenidas en planos, especificaciones y programas.

1.2) La Supervisión se compromete a que la obra quedará de acuerdo a planos, especificaciones y programas. Para ello queda facultada para dictar las disposiciones a la Constructora que conduzcan a la ejecución de los trabajos en los términos señalados.

1.3) Se establece que estas instrucciones serán giradas por escrito y anotadas en la bitácora de la obra, invariablemente se turnará copia de las notas de bitácora al Gerente del Proyecto y será entregada al Residente de la obra de que se trate.

El Gerente del Proyecto es el único facultado para llevar a cabo modificaciones a planos, especificaciones y programas.

Estas modificaciones serán anotadas en la bitácora de dirección y pueden originarse por iniciativa del Gerente o a solicitud de la Supervisión.

La Supervisión se compromete a proponer a la Gerencia todas aquellas modificaciones que en alguna forma redunden en beneficio del proyecto.

1.4) De lo anterior, se desprende que existirán dos bitácoras:

- a) Bitácora de Dirección o Bitácora "A"
- b) Bitácora de Supervisión o Bitácora "B"

La primera será llevada por el Gerente del Proyecto y contendrá:

- a) Constancia de entrega de instrucciones generales a la Supervisión contenida en planos, especificaciones y programas. Estas se complementarán con la instrucción de inicio de obra.
- b) Aprobación de modificaciones a las instrucciones generales, ya sea que hayan sido propuestas por la Supervisión u originadas por el Gerente del Proyecto.
- c) Observación a la Supervisión en aquellos casos en que el Gerente del Proyecto lo estime pertinente.

Esta bitácora será llevada por el Superintendente (del Propietario) y solamente tendrán validez aquellos libros que éste funcionario haya autorizado.

Tendrán acceso a ella el Superintendente por parte del propietario y el Supervisor, quienes acreditarán sus firmas en la primera hoja útil del libro.

La custodia de esta bitácora será responsabilidad del Superintendente.

Existirá una sola bitácora para cada compañía supervisora, según la designación de ellas que el Gerente del Proyecto determine.

De cada hoja de este libro se destinará una copia a la Supervisión.

#### BITACORA 'B' O DE SUPERVISION.

El uso de esta bitácora quedará sujeto al reglamento que al efecto expida la Supervisión y que será aprobado por el Gerente del Proyecto. De cualquier forma, en él habrá de estipularse que la primera copia de cada hoja será entregada al propietario, representando para estos efectos por el Residente de la Obra.

Este libro se destina para establecer la relación Constructora-Supervisión anotará las instrucciones necesarias para que la obra pueda ejecutarse de acuerdo a las instrucciones del propietario.

Cuando la Supervisión gire instrucciones a la constructora por cualquier otro medio, deberá enterar de ellas al Superintendente.

La Supervisión queda facultada para tomar las decisiones de campo que le permitan el ejercicio de sus funciones.

La obra deberá ser ejecutada en los plazos previstos, con la calidad especificada y tendrá a la máxima economía. La Supervisión deberán contar con planos, especificaciones y programas, lo que denominaremos información básica que le será proporcionada por el Gerente del Proyecto, y de cada entrega habrá un registro en la bitácora "A".

Se considera complementario de lo anterior el catálogo de conceptos de obra y sus alcances, para efectos de cuantificaciones.

La Supervisión se compromete a estudiar todas aquellas acciones que redunden en beneficio de la obra. Si los alcances de estas acciones modifican el contenido de la instrucción denominada básica o cualquier otra instrucción particular que la Gerencia haya dictado, deberá invariablemente recabarse la autorización de ésta.

Es compromiso de la Supervisión no modificar por cuenta propio el contenido de la información básica. Si hubiera necesidad de modificarla, deberá contar con la aceptación escrita en bitácora "A" de la Gerencia, quien será la única facultada para ello.

Las modificaciones a la información básica para todos aquellos asuntos cuyo alcance sea para una obra específica, deberán presentarse para su atención al Superintendente.

El Gerente del Proyecto decidirá la aceptación de las proposiciones de la Supervisión y podrá, a su vez, girar por cuenta propia, modificaciones de esa índole cuya implantación queda a cargo de la Supervisión, siempre y cuando la instrucción haya sido registrada en bitácora "A".

1.5) Queda a cargo de la Supervisión la cuantificación de volúmenes de obra ejecutada, esta cuantificación será semanal y servirá de base para la estimación mensual. Se hará de acuerdo con los catálogos establecidos, los que, como ya se dijo, forman parte de la información básica.

Las cuantificaciones serán entregadas al Superintendente en el día, hora y lugar que éste señale, de acuerdo al programa que al efecto, se señale, aceptadas mediante firma por la constructora y avaladas por la Supervisión.

Queda a juicio de la Supervisión y del Gerente del Proyecto, el establecimiento de otros canales de comunicación, siempre y cuando se haya cumplido la instrucción anterior.

La Supervisión se compromete a informar a satisfacción de la Gerencia, todo lo relacionado con cuantificaciones, siempre que se le requiera. Para ello deberá conservar los números generadores y demás documentación que se estime necesario para archivo específico, información que estará a disposición de la Gerencia.

BIBLIOGRAFIA: SUPERVISION Y CONTROL DE OBRAS  
(CONTROL TECNICO)  
ING. CARLOS PONCE RAMOS  
ING. JOSE FCO. PONCE CORDOBA  
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO  
CENTRO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL

COMPUTACION PRIMER MODULO  
LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA  
DEL SUPERVISOR



## LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DEL SUPERVISOR

### 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 supervisora, 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

Como representante del propietario del proyecto en el sitio de la obra, el Supervisor es responsable de vigilar que el trabajo se realice conforme a los requerimientos de los planos y las especificaciones. Esto, sin embargo no le da el derecho de interferir con las operaciones del Contratista o interrumpirlas, sin razon grave.

Para desarrollar su trabajo el supervisor debe familiarizarse completamente con los planos y especificaciones a los que el contratista debe apegarse, debiendo revisarlos frecuentemente. El Supervisor debe ser capaz de reconocer si el trabajo a su cuidado cumple con los requerimientos del contrato.

Como parte del equipo de construcción, el Supervisor debe propiciar el avance de obra. Debe conocer el programa de obra y saber si el trabajo que supervisa encaja dentro del programa completo.

Para poder iniciar su labor el Supervisor debe contar en principio con los elemento siguientes:

Proyecto y Especificaciones

Precios Unitarios

Presupuesto

Programa

Escalacion de Precios

Entrega física de campo

Contrato de Obra

Documentación Adicional.

Con toda esta información el Supervisor estará en posibilidades de iniciar sus trabajos, conociendo como ya dijimos los planos y especificaciones, programa de obra y demás características de la obra.

Debera planear adecuadamente los siguientes controles:

Control de Estimaciones

Control de Generadores

Control de Tramites adicionales

Control de planos y Modificaciones al proyecto

Control de Programas de obra

Control de Documentación

Archivo de la obra

Bitácoras de obra

Para evaluar la adquisición de equipo de cómputo se deben dar los siguientes pasos:

IDENTIFICAR LAS FUNCIONES QUE CONVIENE AUTOMATIZAR

DEFINIR UN ESQUEMA GLOBAL DE AUTOMATIZACION

ANALIZAR LAS ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACION

DETERMINAR LA FORMA DE APLICACION DE LA COMPUTADORA

Las diferentes alternativas de automatización se pueden resumir en las siguientes:

El uso de sistemas ya instalados.

El desarrollo de paquetes con un fin específico

El uso de paquetes comerciales

El uso de sistemas mixtos.

Cuando se decide por el uso de alguna alternativa se debe tomar en cuenta el tipo de computadora adecuado al sistema seleccionado y analizar la relación beneficio costo que trae consigo el uso de la computadora como herramienta de apoyo del supervisor.

#### 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 formula:

$$\text{AVANCE TEORICO} = \frac{(\text{FECHA DE CORTE} - \text{FECHA DE INICIO})}{(\text{FECHA DE TERMINACION} - \text{FECHA INIC})}$$

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.	FECHA DE INICIO REAL	FECHA DE TER PROG	AVANCE TEORICO	AVANCE \$/FECHAS	AVANCE REAL	DESVIACION TEORICA	DESVIACION REAL	RENDIMEN REAL	CANTIDAD POR EJECUT	DIAS NECESARIOS	FECHA REAL
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	02-Sep-90	09-Sep-90	04-Sep-90	11-Sep-90	100.00%	100.00%	50.00%	-50.00%	-50.00%	0.08	4.43	57	26-Dec-90
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	05-Sep-90	11-Sep-90	05-Sep-90	11-Sep-90	100.00%	100.00%	25.00%	-75.00%	-75.00%	0.04	6.64	167	15-Apr-91
1429	EMBASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	07-Sep-90	13-Sep-90	07-Sep-90	13-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	-100.00%	-100.00%	0.00	7.93	6	05-Nov-90
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	09-Sep-90	15-Sep-90	09-Sep-90	15-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	-100.00%	-100.00%	0.00	15.86	6	05-Nov-90
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	ML	41.6	11-Sep-90	15-Sep-90	11-Sep-90	15-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	-100.00%	0.00	41.60	4	03-Nov-90
1426	CONCRETO F'c = 150	M3	1.19	16-Sep-90	18-Sep-90	16-Sep-90	18-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	-100.00%	0.00	1.19	2	01-Nov-90



ANEXO NUM 2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	AVANCE % ANTERIOR	AVANCE REAL	CANTIDAD POR EJECUT	PRECIO UNITARIO	OBRA EJECUTADA	IMPORTE ESTIMACION
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

**COMPUTACION SEGUNDO MODULO  
ANALISIS DE PRESUPUESTOS**

# OBJETIVOS

ESTABLECER LOS ELEMENTOS BASICOS DES-  
DE EL PUNTO DE VISTA DE LA SUPERVI-  
SION DE OBRAS PARA UN ADECUADO ANALI-  
SIS DE PRESUPUESTOS Y COSTOS UNITARIOS



**PRESUPUESTO**

**APROXIMADO**

**ANALITICO**

**ASIGNANDO  
RECURSOS**

# PRESUPUESTO ANALITICO

SE CALCULA SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS  
DE LA LEY DE OBRA PUBLICA

$$P.O. = C.D. + C.I. + F + U + C.A.$$

DONDE:

C.D. = COSTO DIRECTO

C.I. = COSTO INDIRECTO

F = FINANCIAMIENTO

U = UTILIDAD

C.A. = CARGOS ADICIONALES

CARGOS ADICIONALES

S.P.P. ----- 0.5 %

SUPERVISION - 3.0 %

ICIC ----- 0.2 %

OBS ----- 1.0 %

**PRESUPUESTO  
APROXIMADO  
+/- 10 A 20 %**

**A) COSTE HISTORICOS INDEXADO**

$$Pa = Po \times FP \times \frac{Ia}{Io}$$

**Pa:** PRECIO ACTUALIZADO  
**Po:** PRECIO ORIGINAL DBASE  
**FP:** FACTOR DE PONDERRACION  
DE INSUMOS  
**Ia:** INDICE RETUAL  
**Io:** INDICE ORIGINAL

**B) TABULADORES DE PRECIOS  
OFICIALES Y PARTICULARES**

# PRESUPUESTO ASIGNANDO RECURSOS

SE ANALIZAN LOS CONCEPTOS DE OBRA MAS IMPORTANTES, (LEY DE PARETO) AGRUPANDO SEGUN EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO ESCOGIDO Y LOS VOLUMENES POR EJECUTAR

PARA UNA REVISION RAPIDA PODEMOS AYUDARLOS DE ALGUNAS RELACIONES ENTRE CIERTOS CONCEPTOS, POR EJEMPLO:

CONCEPTO	PARAMETROS	
	MINIMO	MAXIMO
1. MUROS/RECUBRIMIENTOS		0.5 M <sup>2</sup> /M <sup>2</sup>
2. LOSA/PISOS		1.0 M <sup>2</sup> /M <sup>2</sup>
3. CIMBRA EN ZAPATAS/CONCRETO EN ZAPATAS	1	3 M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>
4. CIMBRA EN CONTRATRASES/CON. EN CONT	12.5	17.5 M <sup>2</sup> /M <sup>2</sup>
5. CIMBRA LOSAS TAPA CIMENT/CONCRETO	5	10 M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>
6. CIMBRA EN COLUMNAS/CONCRETO EN COL.	6	15 M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>
7. CIMBRA EN TRABES/CONCRETO EN TRABES	7	16 M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>
8. CIMBRA EN LOSAS/CONCRETO EN LOSAS	5	12.5 M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>



# EJEMPLO DE RELACION ACERO/CONCRETO

## ELEMENTO

## CANTIDAD KG/M3

ZAPATA AISLADA	60
ZAPATA CORRIDA	60
CONTRATABES	150
DADOS	200
TRABES DE LIGA	150
TIPOTE	37
COLUMNAS	200-350
TRABES	150-200
LOSAS DE 0.10 M	60
LOSA RETICULAR	100-150
PANELES Y FALDONES	60
ESTRUCTURAS METALICAS QUE SOPORTAN	
RECUADRO DE LAMINA	25-35 KG/M2 SEGUN CLASE
COLUMNAS METALICAS	5-7 KG/M2

# II. EL COSTO INDIRECTO

## MÉTODOS DE CÁLCULO

1. EXPERIENCIA DE LA EMPRESA  
(COSTOS HISTÓRICOS)

2. DE ACUERDO CON UN PROGRAMA  
DE NECESIDADES

# II. EL FINANCIAMIENTO

CALCULO DEL FLUJO  
DE EFECTIVO

PROGRAMA DE OBRA  
CON MONTOS MENS.

% ANTICIPOS

PERIODO DEL PAGO  
DE ESTIMACIONES

TASA DE INTERES

## IV. UTILIDAD

SE CONSIDERA COMO UN PORCENTAJE DE LA SUMA DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES

## V. CARGOS ADICIONALES

SE CONSIDERA TAMBIEN COMO UN PORCENTAJE DE TODOS LOS CONCEPTOS ANTERIORES INCLUYENDO LA UTILIDAD