



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

## CURSOS INSTITUCIONALES

# DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE

## TEMA

### PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS

Del 2 al 16 de octubre de 2002

## ***APUNTES GENERALES***

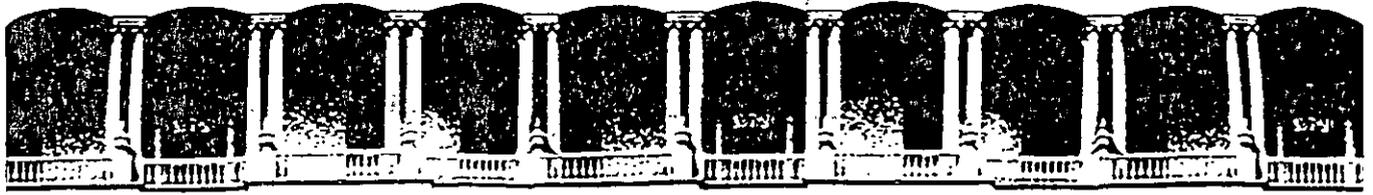
EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**I N D I C E**

	<b>PAG.</b>
<b>GENERALIDADES SOBRE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO.....</b>	<b>1</b>
<b>MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA.....</b>	<b>22</b>
<b>COMPRESIÓN DE REDES.....</b>	<b>57</b>
<b>TEORÍA DE NODOS.....</b>	<b>68</b>
<b>INSTRUCCIONES DE USO MICROSOFT PROJECT 98.....</b>	<b>85</b>
<b>PRIMAVERA PROJECT PLANNER SURETRAK PROJECT MANAGER.....</b>	<b>97</b>
<b>NORMATIVIDAD: LEY DE OBRAS PÚBLICAS.....</b>	<b>109</b>
<b>NORMATIVIDAD: REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS.....</b>	<b>114</b>



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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

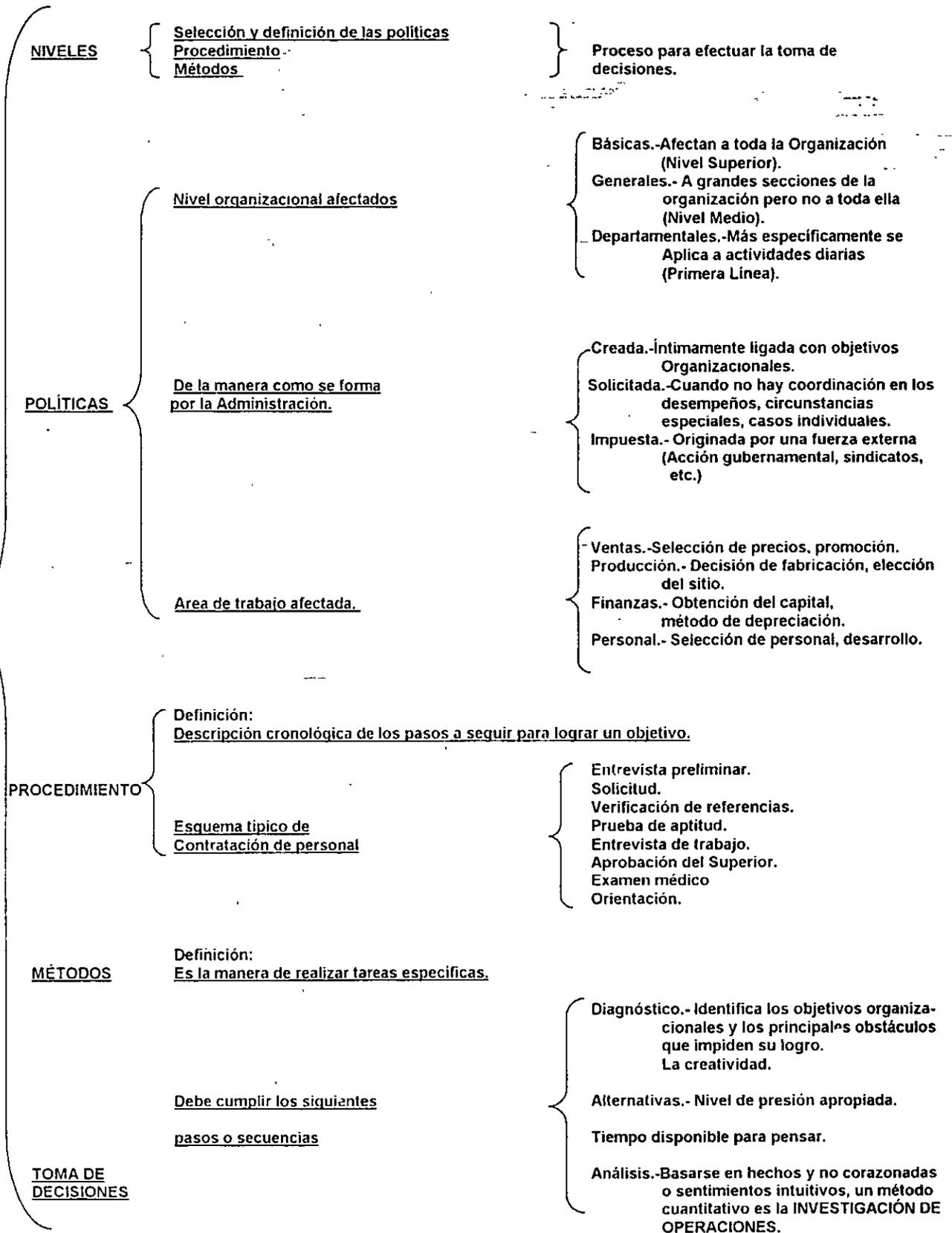
## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

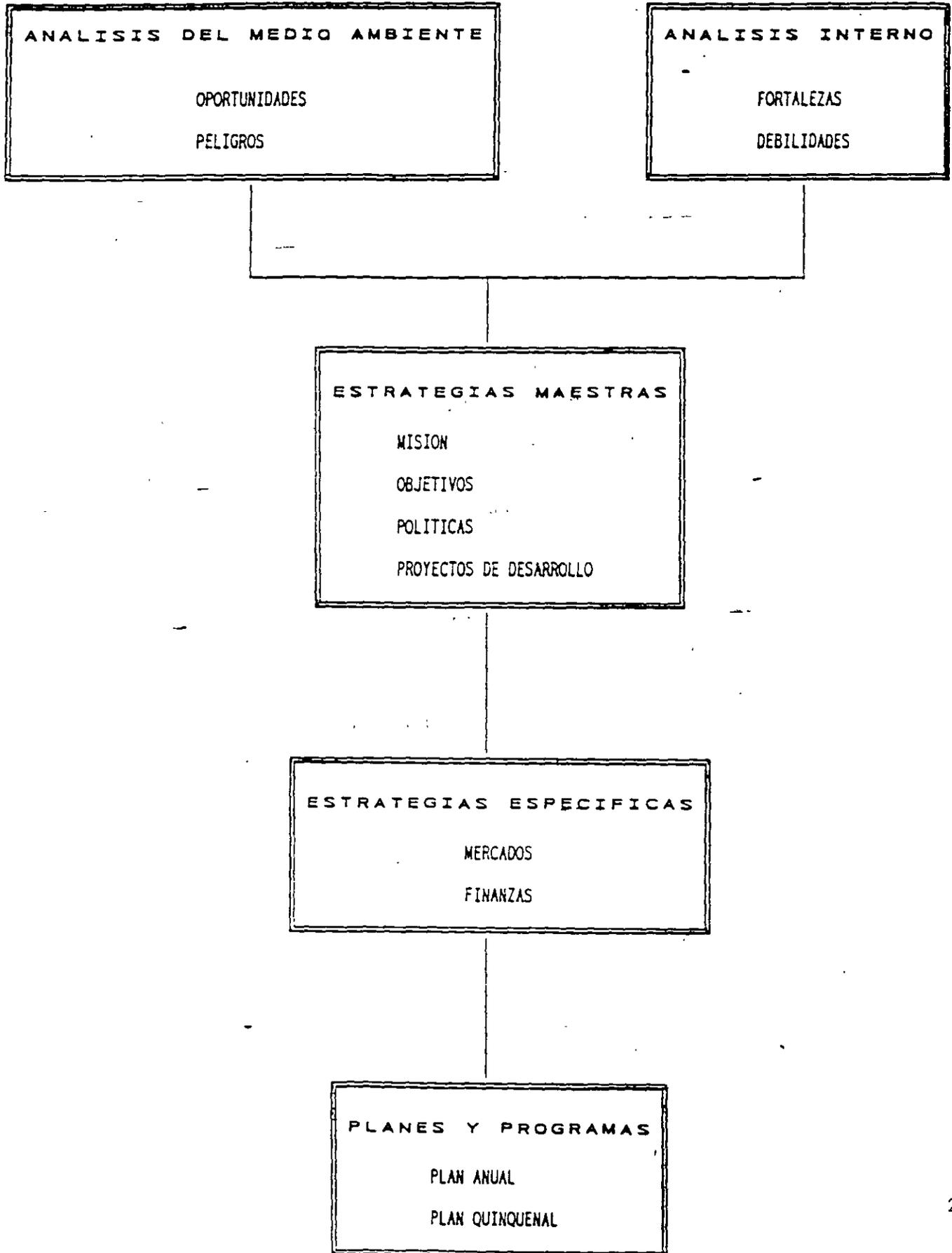
## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

PLANEACION



# METODOLOGIA PARA PLANEACION ESTRATEGICA



# CALIDAD TOTAL O REINGENIERIA

Centro de Calidad Total de Concamin

Una de las tendencias empresariales que se está manejando reiteradamente es la **Reingeniería**, la cual por lo espectacular de los resultados que ha mostrado en algunas empresas, ya se rumora que es el sustituto del **Proceso de Calidad Total**.

Una definición actual del **Proceso de Calidad Total** es la siguiente: "es una estrategia de negocios que de forma sistemática y guiada por un buen liderazgo, ayuda a la empresa a ofrecerle continuamente valor para el cliente, a optimizar el proceso productivo y a desarrollar el potencial humano de la empresa". El gran problema surge, cuando no han podido transformar en la empresa, la filosofía de la calidad total en una estrategia efectiva de negocios y además de fracasar en su intento, se han "vacunado" contra dicho concepto.

En cuanto a la **Reingeniería**, podemos mencionar que es "la revisión fundamental o el rediseño radical de proceso para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez". La **Reingeniería** se encarga de cuestionar lo establecido, no en ¿cómo lo podemos hacer mejor?, sino en ¿por qué hacemos esto?, se basa en un cambio radical en la forma de hacer el trabajo y se orienta a rediseñar los procesos en base a las expectativas del cliente. Bajo estas dos definiciones se puede anotar lo siguiente:

- \* El proceso de **Calidad Total** es una estrategia de negocios que se basa en un aumento de ventas por medio de la creación continua de valor para el cliente, de la reducción de costos y áreas que no agregan valor y de desarrollar al personal de la empresa para que los dos puntos anteriores sean sostenibles. Todo bajo el liderazgo de la dirección general y una buena estructura de soporte.
- \* La **Reingeniería** es un cambio de tercer orden (hablamos de un cambio de primer orden cuando sólo se motiva al personal, de segundo orden cuando hay un cambio de procedimiento y de tercer orden cuando ■ hay cambio de estructura). La **Reingeniería** es una herramienta de negocios muy poderosa, pero tan solo es eso, una herramienta.
- \* El proceso de **Calidad Total** se apoya en herramientas tan poderosas como la **Reingeniería**, pero también en otras igualmente poderosas como el despliegue de la función de calidad, los métodos Taguchi o el justo a tiempo.

# "ADMINISTRACION DEL CONOCIMIENTO"

## Un camino hacia la sobrevivencia empresarial

Conferencia impartida por Luis Ledezma  
REDII, Red Humana Inteligente

El mundo está cambiando, y lo que en el pasado contribuyó al éxito de una empresa... No le servirá en el futuro.

Actualmente son tres los conceptos que están cambiando el curso de la historia:

- 1) Una nueva fuente de riqueza: CONOCIMIENTO
- 2) Tecnología de cambio: DIGITALIZACION
- 3) Tecnología de comunicación: INTERNET

Claros ejemplos de negocios de conocimiento son:

- El agua: ¿Quién iba a pensar que el agua embotellada se venda más cara que el refresco e incluso que el petróleo?
- Encarta: La mejor enciclopedia del mundo ¡No esta impresa en hojas! Y además se actualiza a diario
- Domino's: La empresa más grande del mundo dedicada al negocio de Pizzas, lo que en realidad vende, es su servicio de entrega.

Además nos encontramos ante un nuevo entorno económico:

- El 70% del valor de las cosas es algo intangible (Ideas, Información y Creatividad)
- La riqueza se produce a través de la representación de objetos (ARMAZON: ¿Quién puede competir contra una librería que no existe?)
- La administración del conocimiento (KM por su nombre en inglés), ya no es una moda y cada vez son más las empresas que cuentan con un Chief Knowledge Officer.

Enfrentamos nuevos retos:

- Antes lo importante eran los bienes tradicionales: instalación, equipo y capital.
- Ahora son los bienes de conocimiento: personas e información

Así llegamos a un punto central. El valor del conocimiento, que es intangible y lo relacionamos con:

- Capital intelectual
- Organizational Learning

Con esto lo que haces es vender información y conocimiento que se traduce en una ventaja competitiva para quien lo posee  
Por ejemplo un Chip para Pentium III tiene un costo de producción de \$12, y se vende en \$100 (dolares)

Llegamos pues a una conclusión

"EL CONOCIMIENTO HACE LA DIFERENCIA ENTRE POBREZA Y RIQUEZA"

Y obtuvimos la formula del conocimiento

Conocimiento = información + análisis + seguimiento + creatividad

Ahora bien, ¿Qué diferencia existe entre información y conocimiento? y para responder un ejemplo

Información: 5688722 un número que no sabemos qué representa

Conocimiento: 568-87-22 podemos establecer relaciones y con esto, dar una interpretación a la información, es decir "Es un número telefonico, de la Profeco"

Y con las nuevas tecnología de información, tenemos el problema de que hay demasiada información y poca resulta realmente útil. Se llega pues a tres cuestiones principales:

- No sé lo que no sé
- No sé lo que necesito saber
- No sé quien lo sabe

Entonces requerimos de un proceso continuo para identificar, registrar y hacer accesible todo el conocimiento de valor, basado en la experiencia, que una organización necesita para utilizarlo

Entendemos pues que los tres tipos de conocimiento que existen en una organización son:

- a) Conocimiento tácito: Es aquel que resulta difícil de transferir de manera escrita pero que genera una ventaja a esa persona. Es como cuando un chef no está pero deja la receta de un platillo y aunque la sigas al pie de la letra, al "sazón" no es lo mismo. Este tipo de conocimiento se presenta en un 80%
- b) Conocimiento explícito: Es aquel que está estructurado y se traduce en documentos

Ing Oscar E. Martínez Jurado abril 2000

- c) Conocimiento potenciado: Es el derivado de aquellos datos que una vez analizados pueden ser explícitos

Se encuentra disponible para la organización

Y lo que debemos buscar es comprender ¿por qué hacemos lo que hacemos de esa manera y no de otra?  
Y ¿Cómo se transmite el conocimiento?, además de crear un "mapa de talentos" de la organización, en el cual tengamos plenamente identificados a las personas, sus habilidades, conocimientos, experiencia, así como en qué son los mejores

Debemos buscar convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito (a través de metodologías, como el Ciclo de Kolb o el ciclo de Nonaka), e ir creando una "Memoria corporativa".

Y como meta, podemos fijarnos el ser una Organización Inteligente que sigue el 1/2/3  
Con la mitad de recursos, hacer el doble y ganar tres veces más

## MEDICION DEL CONOCIMIENTO (CAPITAL INTELECTUAL)

La reflexión sobre los recursos humanos resulta indispensable hoy día debido a la incertidumbre que se vive en todos los terrenos, donde la creatividad para la toma de decisiones cobra especial relevancia por lo acelerado de los cambios y la complejidad de las situaciones, así como por una variación de paradigmas respecto de los recursos humanos.

Las conceptualizaciones en este sentido obedecen tanto al contexto sociocultural como a los avances de las ciencias sociales. Son dos las vertientes de pensamiento, una tradicional y otra, la más reciente, moderna. Estas visiones cobran importancia en tanto representan diferentes maneras de administrarlas en beneficio de las organizaciones.

### VISION TRADICIONAL

En la que se manejan dos conceptos distintos con puntos de coincidencia.

El hombre racional-económico. Las teorías representativas de este modelo son las expresadas por Adam Smith, Taylor y McGregor, quienes plantearon que el individuo sólo busca la satisfacción de sus propios intereses, por lo que los incentivos económicos son los únicos que lo mueven, pues "es por naturaleza perezoso y pasivo". Así las empresas deben controlarlos, pues a su vez tienen en sus manos las recompensas. De acuerdo con ello, los sentimientos del ser humano son irracionales, por lo que resulta imprescindible el peso de las organizaciones.

El hombre social. Los estudios más representativos son los de Hawthorne, dirigidos por Elton Mayo, cuyos resultados plantean que en la conducta de las personas intervienen otros factores no considerados hasta entonces con la influencia de los grupos y las relaciones interpersonales. Así, concluye que al hombre lo motivan las necesidades sociales, por lo tanto su comportamiento surge de una interrelación entre los grupos a los que pertenecen y que proporcionan al individuo una fuente de seguridad. Si bien este criterio anexa el factor social, se cree que el individuo sólo actúa por influencias externas.

### VISION MODERNA DE LOS RECURSOS HUMANOS

Su referente inmediato está en los descubrimientos de la física cuántica, en la cual la certidumbre de los conocimientos anteriores se hizo trizas. Durante mucho tiempo, se pensó la realidad en terminos de variables al estudiar según sus propiedades de independencia o dependencia, tratándolas separadamente y bien delimitadas. Pero, la realidad no es así; para entenderla es necesario cambiar

la visión anterior -variar el paradigma- y mirar las interrelaciones existentes, los múltiples factores que la producen y la presencia de contradicciones, entre otros factores importantes. Basado en este cambio, la concepción del ser humano se modificó, en principio se consideró como un sujeto autorrealizable, y posteriormente como complejo.

El hombre que se autorrealiza. Este concepto parte de la idea de que las personas tienen necesidad de usar sus capacidades y aptitudes, por lo que buscan en el trabajo la forma de expresarlas. No obstante, se ven limitadas por el alto grado de formalización, especialización y especificación de las actividades. Este planteamiento reconoce la existencia de una serie de necesidades que van desde las básicas hasta las de autorrealización. Se reconoce que el hombre

requiere un cierto grado de autonomía en el desarrollo de sus actividades para expresar o aplicar sus capacidades y aptitudes, al contribuir así al cumplimiento de los objetivos de la organización.

El hombre complejo. Este planteamiento es el más integral y considera que ninguna de las concepciones mencionadas explican por sí solas el comportamiento complejo del ser humano, sino que retoma los anteriores y añade la necesidad de considerar las diferencias individuales, o al menos las de los grupos de la organización.

A partir de esta visión, que implica un cambio de paradigma sobre los recursos humanos, se ha reconocido que son estratégicos por excelencia para el desarrollo organizacional. Los recursos humanos se ven ahora como capital intelectual de la organización.

La idea de este tipo de capital es considerar a los individuos como principal fuente de valor, pues los seres humanos poseen conocimientos, habilidades, aptitudes y experiencias. El factor humano (FH), por su utilización eficiente de los elementos mencionados, se valora como el punto medular para la creación de una verdadera ventaja competitiva y como eje de cualquier sistema de respuestas eficientes.

La ventaja de considerar al FH de esta manera radica en que es la verdadera fuerza competitiva de una organización, porque son las personas quienes crean, innovan y manejan la información, y por lo tanto constituyen la fuente de conocimientos y riqueza de la organización.

El capital intelectual (CI) se refiere al material intelectual aprovechable para crear valor o riqueza y se relaciona con la educación, experiencia, conocimientos, valores y actitudes de aquellos que integran el núcleo estable de la organización. Gira alrededor de conocimientos explícitos que son

capaces de agregar un valor económico y se genera por la interrelación entre el capital humano, el estructural y el del cliente (Stewart, 1998).

En síntesis, el CI debe considerarse como un activo dinámico que permite alcanzar una ventaja fundamentada en la capacidad de aprendizaje de los individuos y su capacidad de socializar dicho conocimiento. Se basa en un aprendizaje continuo originado en los existentes internos y externos de la organización, que permite transferir e integrar el bagaje, habilidades y aptitudes de los individuos al ejecutar sus tareas y en la realización de las actividades organizacionales.

El CI es mucho más que lo expuesto anteriormente. Por un lado, es lo que está en las cabezas de los empleados o capital humano, por el otro, lo que queda en la organización cuando los empleados se van a sus casas, o capital estructural. Este último, a su vez, se subdivide en enfoque al cliente, al proceso, a la renovación y al desarrollo. Otra clasificación puede ser capital de la gente -hacia el cliente-, capital de los vínculos -procesos-, capital de procesos empresariales -renovación- y capital de desarrollo empresarial. Cada empresa podrá clasificarlo de acuerdo con su estrategia de administración.

Toda la organización debe administrarse su CI. Para ello, debe saber con qué clase de personal cuenta, cuáles son sus conocimientos, habilidades, experiencias, potencialidades y educación. Estos datos sobre el personal de la organización son indispensables para ubicarlos en los puestos, actividades y tareas en las que puedan desarrollarse y sentirse a gusto. En la medida en que el personal se sienta bien, el resultado final será una mejora insuperable en la organización. Por otro lado, la organización debe desarrollar estrategias para socializar los diversos tipos de conocimientos explícitos al resto del personal de la organización y brindar capacitación de acuerdo con las necesidades detectadas del personal y de la organización. Para llevar a cabo lo anterior, se requiere el diseño de un sistema para medir y administrar al CI.

#### REFERENCIAS

- Brooking, Annie. "El Capital Intelectual. El principal activo de las empresas del tercer milenio". Edit. Paidós, España, 1996.  
Stewart T. "La Nueva Riqueza de las Organizaciones. El Capital Intelectual". Edit. Garnica, Argentina, 1998.

## EMPRESAS DE CLASE MUNDIAL

En esta última década, las profundas transformaciones que se han sucedido mundialmente han repercutido de manera contundente en la tradicional manera de establecer relaciones comerciales.

Hoy, para ocupar un lugar competitivo en el mundo de los negocios, una empresa, sea productora o prestadora de servicios, debe convertirse en lo que actualmente se conoce como *empresa de clase mundial*, requisito exigido no solamente para participar del mercado internacional sino inclusive para competir en el mercado local, en México como en cualquier otro país.

Una *empresa de clase mundial* es aquella que tiene la capacidad de dirigir y llevar a cabo sus operaciones más allá de sus fronteras de origen, ofreciendo al mercado sus productos o servicios cumpliendo con los estándares internacionales de competitividad; y mejor aún, convirtiendo esos productos o servicios en estándar por sí mismos. El logro de ello, conquistar la categoría de *empresa de clase mundial*, requiere de la integración de un buen número de cualidades y conceptos específicos:

Vocación de servicio

Flexibilidad

Competitividad

Minimización de pérdidas o desperdicio de recursos

Red de conexiones

Atención al factor humano

### VOCACION DE SERVICIO

Conceptualmente se puede decir que servicio es satisfacer las necesidades del cliente; luego entonces, la empresa de clase mundial debe saber e inclusive anticipar, cuáles son tales necesidades y preferencias, su economía y finanzas, sus costumbres y cultura; debe convertirse, en fin, en experta en el negocio de ese cliente.

### FLEXIBILIDAD

La velocidad con que a la fecha se dan las comunicaciones, entre otras cosas, ha dado a las empresas la capacidad de adaptarse de forma inmediata a las condiciones cambiantes del entorno internacional. Ahora, una empresa de estructura rígida y con resistencia al cambio tiene sus días contados, aún en su mercado local. En cambio, estar en la vanguardia, contar con los mecanismos y políticas adecuadas para adaptarse sin pérdida de tiempo y responder con flexibilidad y prontitud a los requerimientos del entorno, es condición *sine qua non* para aspirar a ser una empresa de clase mundial.

### COMPETITIVIDAD

Se debe tener un alto nivel de competitividad, además de tener la capacidad para cumplir

con los requerimientos de certificaciones internacionales de calidad y las exigencias de leyes ecológicas, en cualquier parte del mundo y en el momento que así se requiera. Para ello, la empresa que aspira a lograr y mantener tal nivel implanta programas de mejora continua y de actualización tecnológica. La tecnología de punta no es tan sólo una frase en el vocabulario de sus ejecutivos, la empresa de clase mundial es una gran promotora y consumidora de los avances tecnológicos más convenientes para su mercado. La inversión que hace en este renglón, además de permitirle tal categoría, le reporta grandes beneficios.

#### MINIMIZACIÓN DE PERDIDAS O DESPERDICIO DE RECURSOS

El máximo aprovechamiento de los recursos (financieros, humanos, materiales, naturales y tiempo) es otro de los renglones a los que da primordial atención la empresa en cuestión. Establecer los más acuciosos programas de control de calidad ya no es suficiente; ahora, tales programas deben ir acompañados de minuciosos mecanismos de control que puedan cuantificar, con toda precisión, las pérdidas o desperdicio de recursos, que permitan conocer las causas que las provocan y crear las condiciones para evitarlas al máximo, situación que hará a la empresa de clase mundial, más eficiente y competitiva.

#### RED DE CONEXIONES

Por otra parte, la toma de decisiones en este tipo de empresa se basa en el uso inteligente de la información.

Los avances tecnológicos en informática han traído grandes ventajas al mundo actual, pero también una avalancha de información. Tener la capacidad para discernir y obtener conocimiento e información útil de ese mar de datos, es una habilidad de la empresa de clase mundial; con toda la información inteligentemente seleccionada y aplicando los métodos de la prospectiva, la empresa de hoy logra anticipar los sucesos económicos, políticos, sociales y tecnológicos que pueden gestarse en su entorno y obtener, así, el mejor aprovechamiento de ello.

Esta red de conexiones o contactos incluye la participación de personas con cualidades muy específicas; ejecutivos con una capacidad de observación y comprensión más allá de las diferencias entre países y culturas, del comportamiento humano.

En el terreno de tales recursos humanos, la red requiere de *Integradores*, ejecutivos de mente abierta que vean más allá de las diferencias entre países y culturas; *Diplomáticos*, representantes que resuelvan los conflictos entre personas de determinadas regiones, logrando encontrar soluciones aceptables que permitan mantener los productos o servicios dentro de los estándares mundiales y, *Portadores*, que trasladen, eficazmente, lo mejor de la producción y el conocimiento mundial de un país a otro.

#### ATENCIÓN AL FACTOR HUMANO

Una empresa de clase mundial pone especial cuidado en la selección y capacitación de

su personal. Primordialmente contrata personas creativas con capacidad para definir sus tareas con amplia visión y con la suficiente madurez para asumir la responsabilidad que conlleva trabajar de esa manera, estimula su actualización y les proporciona las herramientas para ello; promueve entre su gente una actitud emprendedora y comprometida y fomenta su comunicación en base a relaciones honestas y abiertas.

Otra de las características fundamentales es el estímulo y promoción al trabajo en equipo, y ya no simplemente en grupo, donde la sinergia es mínima. En sus equipos de trabajo, esta empresa procura rodearse de *Pensadores*, que son ejecutivos especialistas en la creación de nuevos conocimientos basándose en conceptos e ideas innovadoras; *Realizadores*, profesionistas con alta capacitación tecnológica y temperamento, que por su preparación y habilidades son capaces de cumplir con los más altos niveles de calidad y productividad; y *Promotores*, que son especialistas en transacciones comerciales y poseen un profundo conocimiento de las diferencias culturales entre los países.

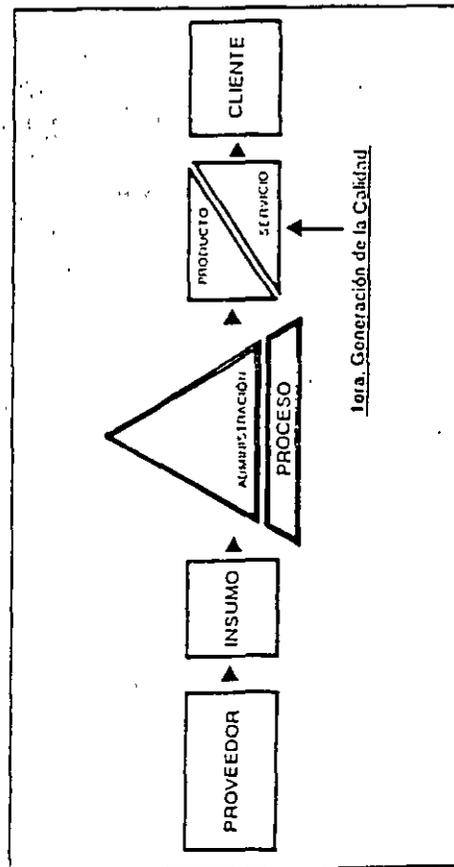
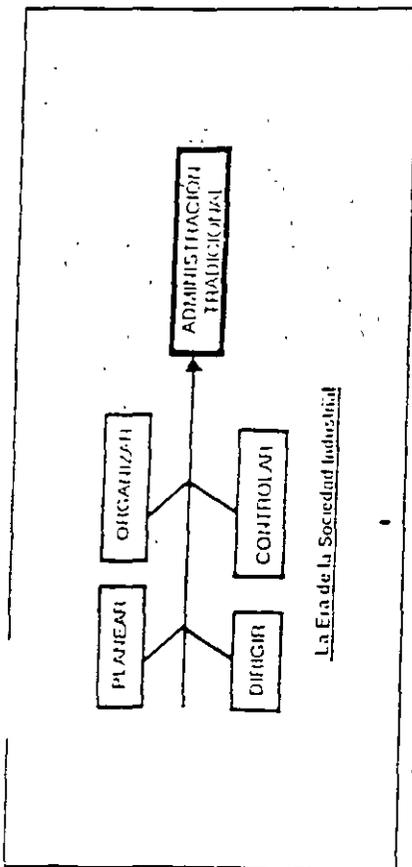
Podríamos decir, a manera de conclusión, que con el conocimiento que da la información, la ventaja de anticiparse a los cambios del entorno a través de la prospectiva y los beneficios que brinda la red de conexiones y el sistema estructurado de toma de decisiones en donde el factor humano es primordial, la empresa de clase mundial es capaz de diseñar el futuro que desea y programar inteligentemente los pasos necesarios para llegar en el tiempo y en el lugar deseados.

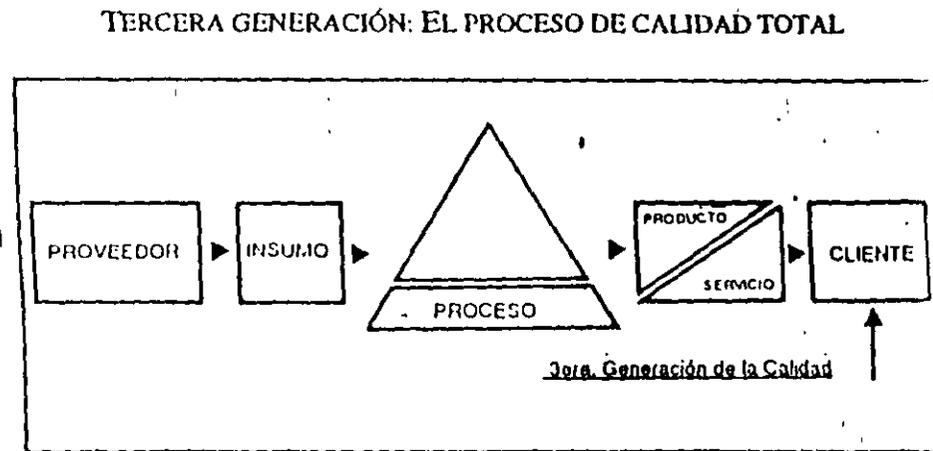
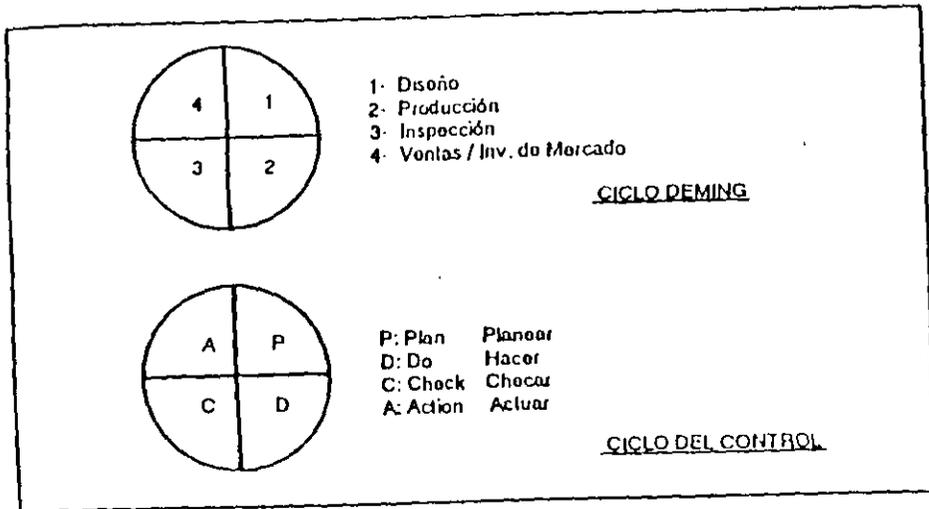
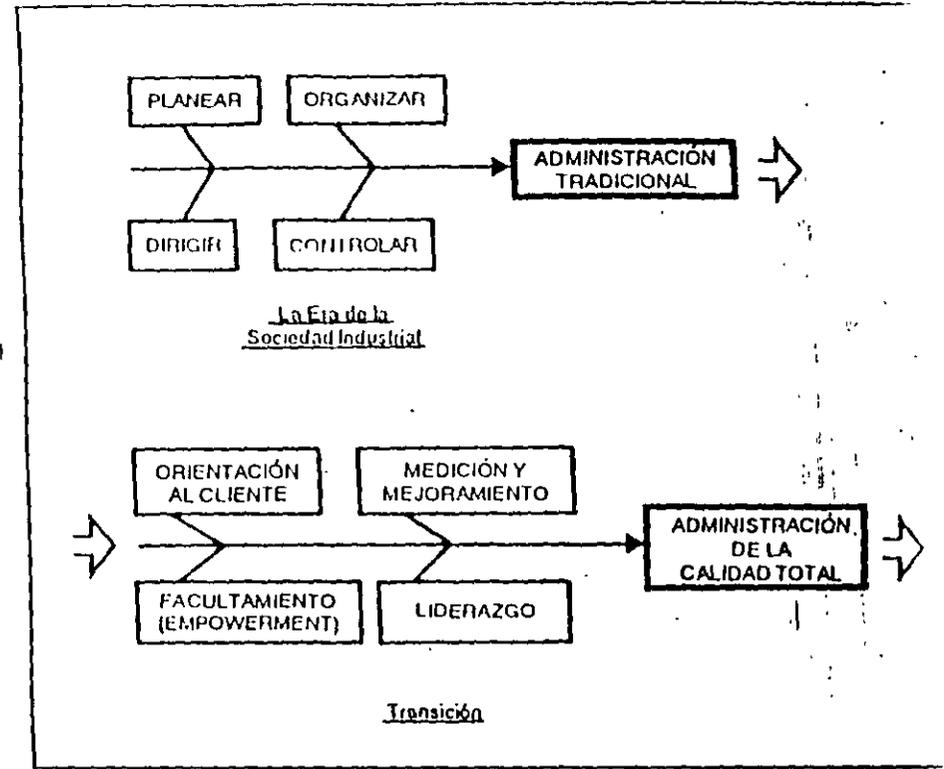
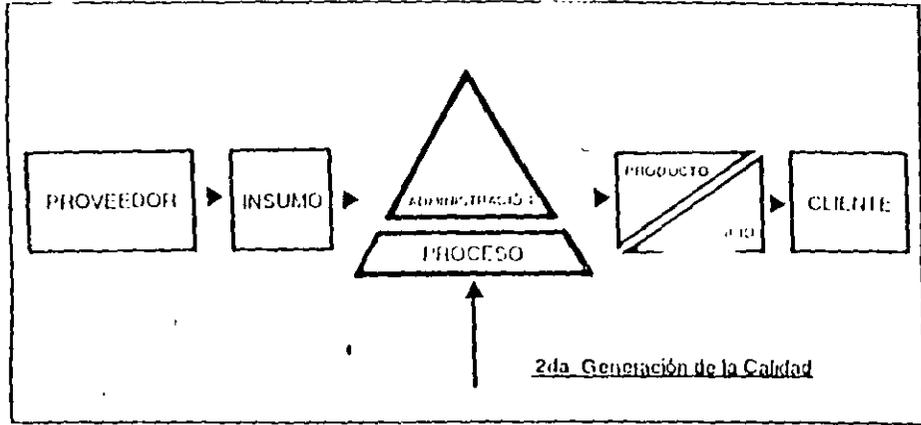
#### EJEMPLO DE EMPRESA MEXICANA DE CLASE MUNDIAL

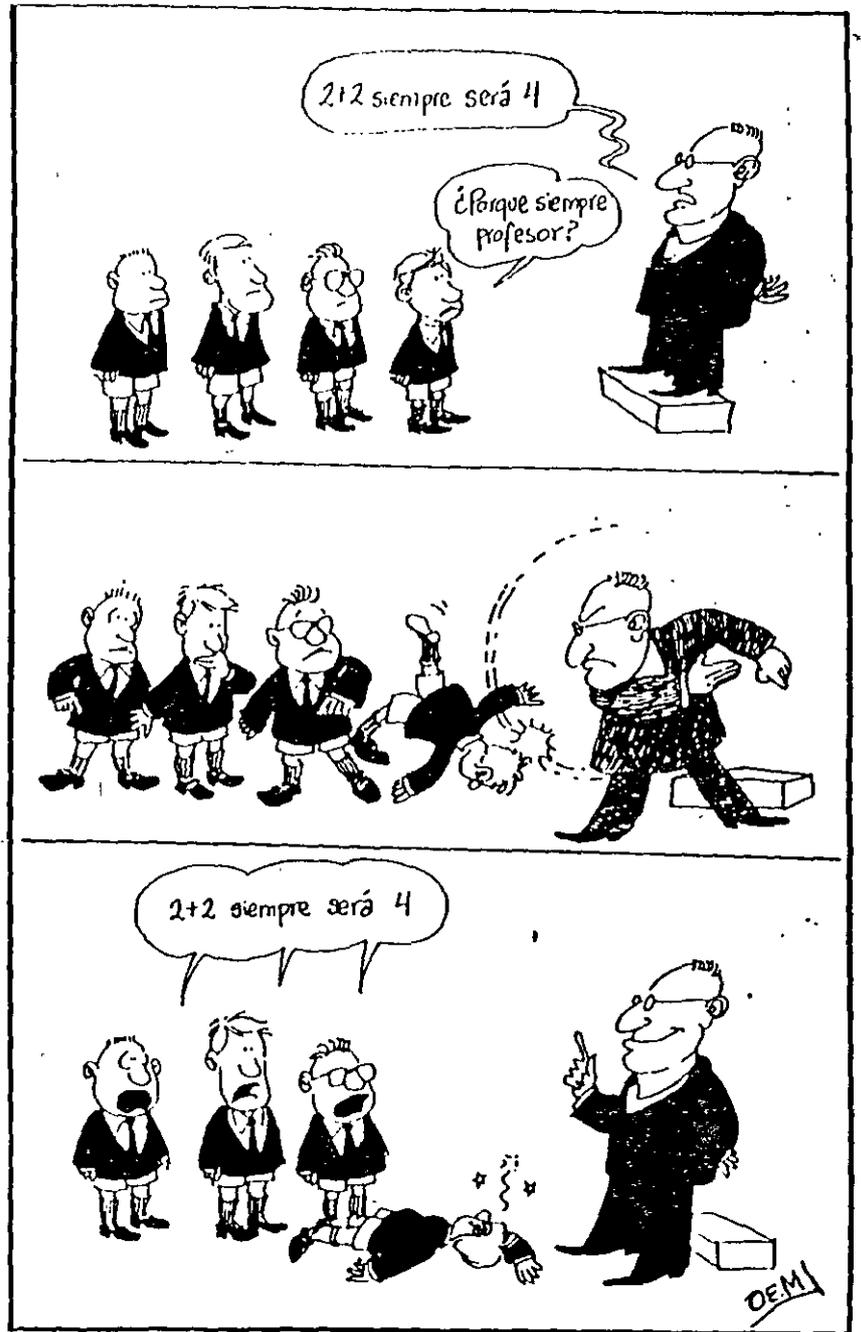
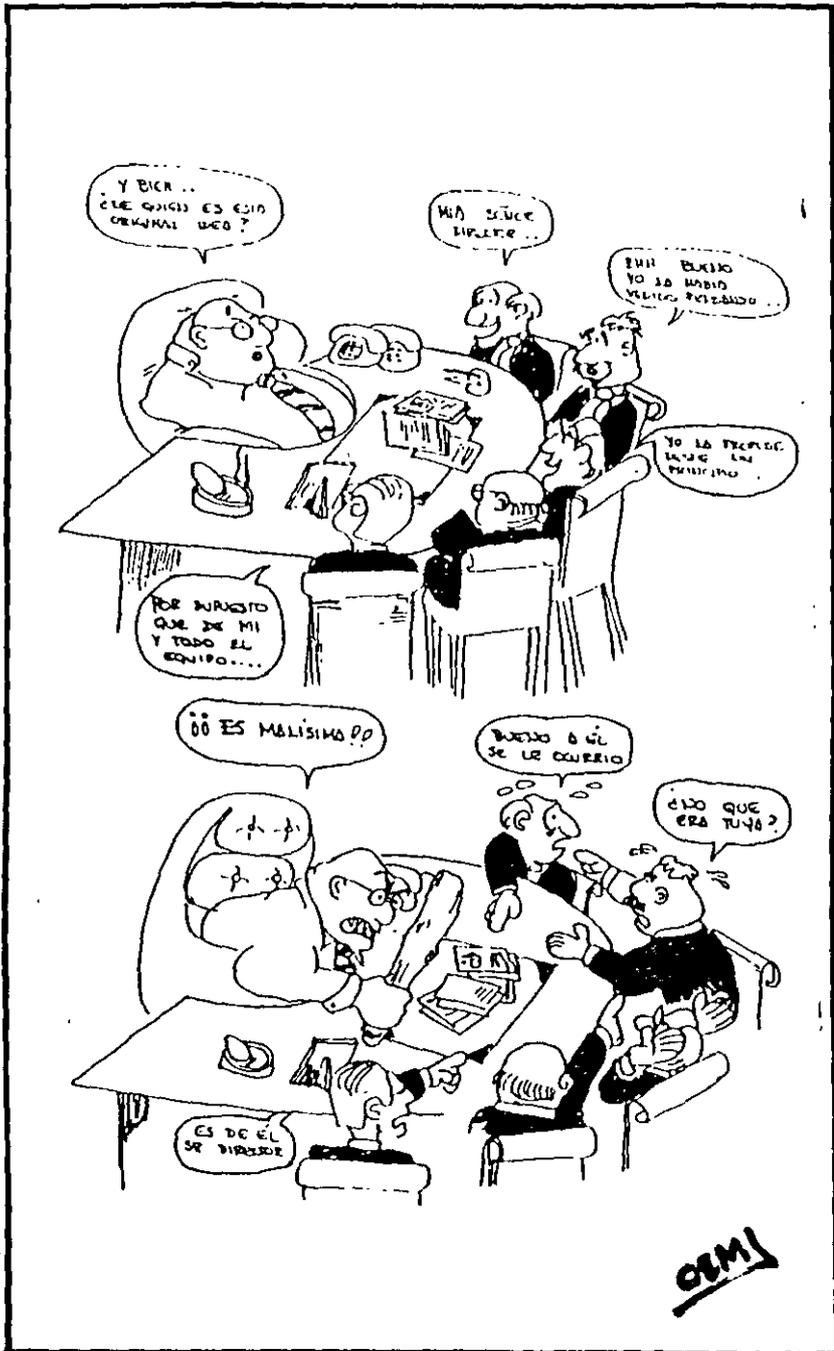
ICA, ha sido por tradición y destino, una empresa de vocación internacional. Cabe recordar que en 1966, a menos de 20 años de su constitución, ya se encontraba construyendo carreteras en Centro y Sud América, que en los siguientes veinte años prosiguió construyendo en esta parte del continente hidroeléctricas, aeropuertos, avanzados sistemas de riego, gasoductos y entre otras cosas más el Metro de Santiago de Chile, y que en la última década ha llegado a contar con 14 oficinas en el extranjero y construye en un total de 22 países en tres continentes. Ahora, fiel a esta vocación, sin alejarse por un solo momento de su visión, ICA es una empresa de clase mundial.

**Tabla 2. Diferencias entre mejora de los procesos y reingeniería, comparadas con 9 puntos de referencia.**

	<u>Mejora de procesos</u>	<u>Reingeniería de procesos</u>
NIVEL DE CAMBIO	Gradual.	Radical.
PUNTO DE INICIO	Proceso existente.	"Una hoja en blanco".
FRECUENCIA DE CAMBIO	Continuo.	Una sola vez.
TIEMPO REQUERIDO PARA GRANDES RESULTADOS	Largo.	Corto.
PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL	De abajo hacia arriba.	De arriba hacia abajo.
ALCANCE	Limitado dentro de las funciones.	Amplio e interfuncional.
RIESGO	Moderado.	Alto.
HABILITADOR BÁSICO	Control estadístico del proceso.	Tecnología de la información.
TIPO DE CAMBIO	Cultural	Cultura/estructural.

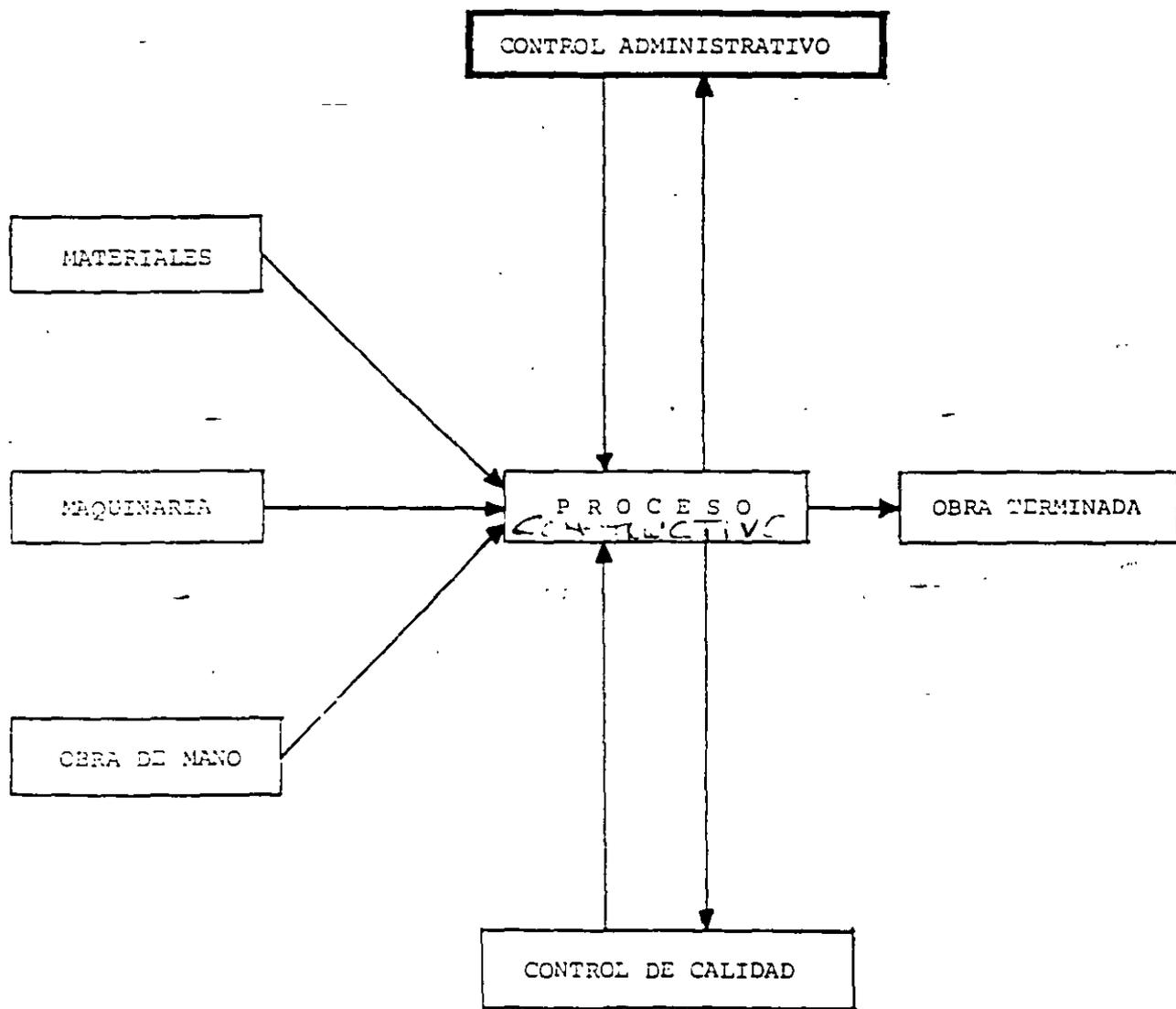






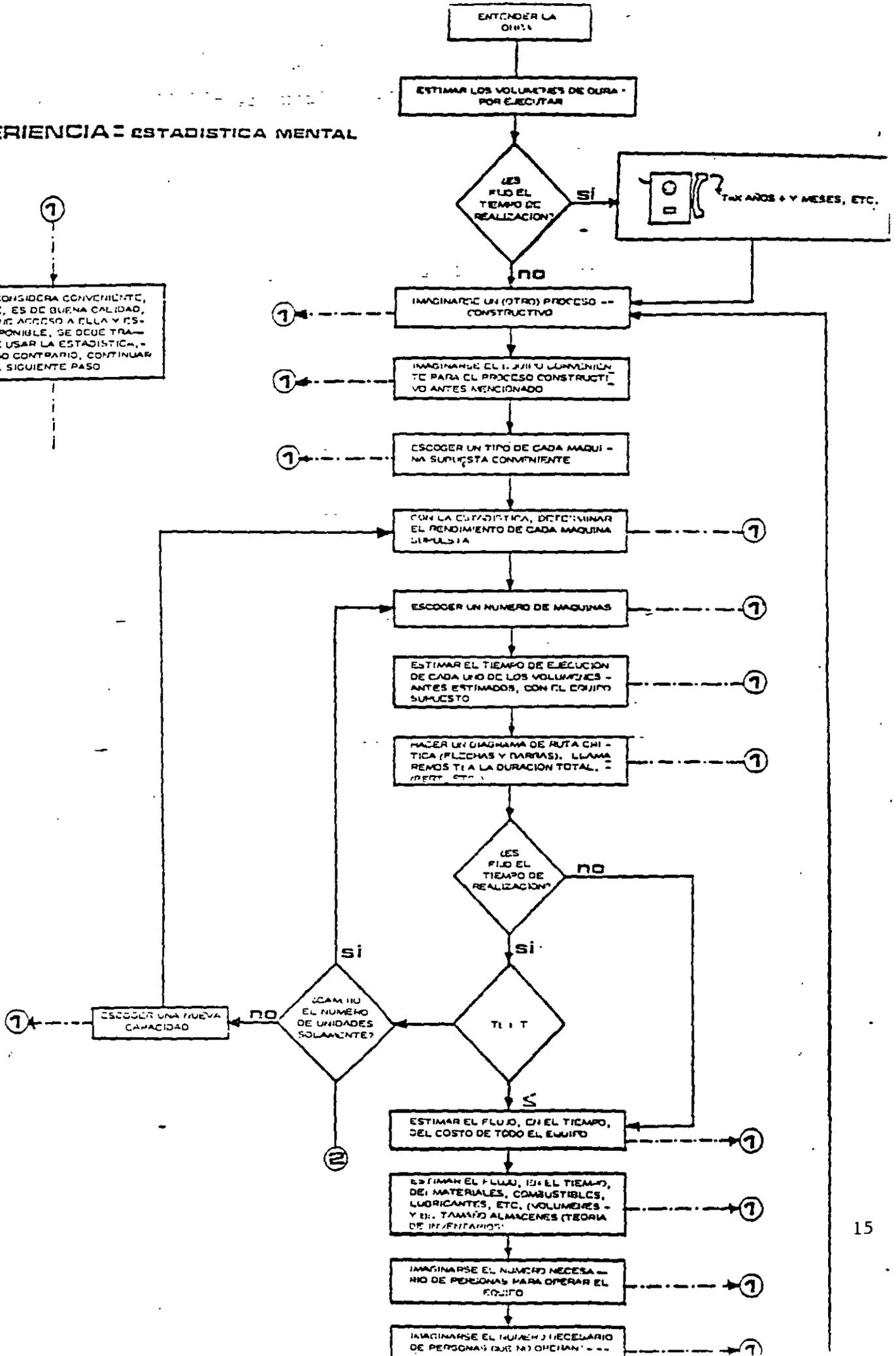


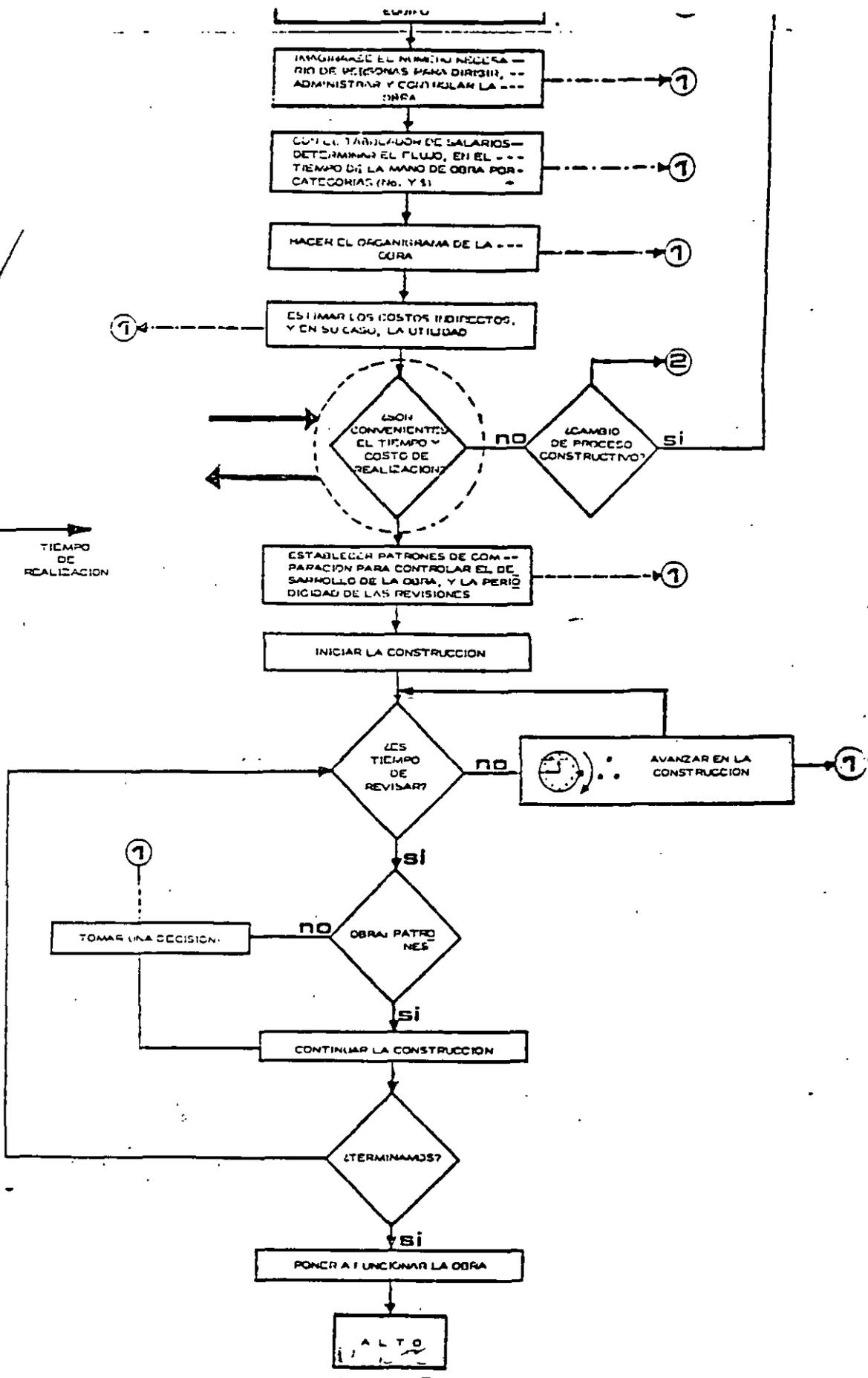
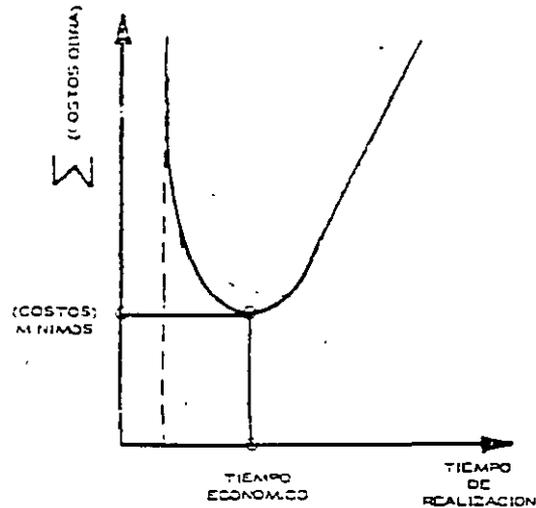
PROCESO CONSTRUCTIVO



EXPERIENCIA = ESTADISTICA 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 ESTADISTICA. EN CASO CONTRARIO, CONTINUAR CON EL SIGUIENTE PASO

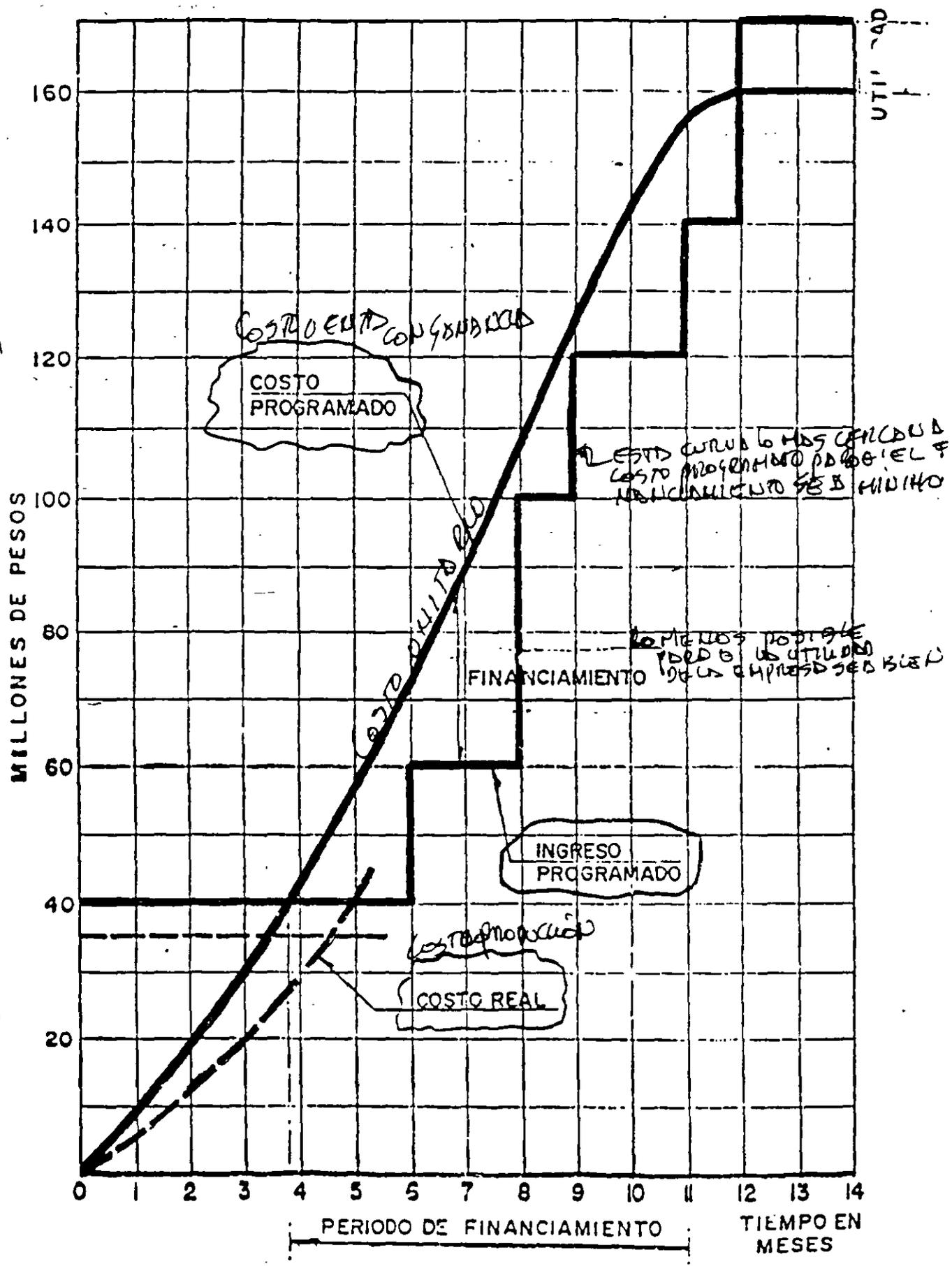




IR EN LOS INCREMENTOS SIN O SOBRE LOS INCREMENTOS Y LOS DIRECTOS.

LA UTILIDAD SOBRE DIRECTO E INDIRECTO SOLO.

COSTO UNITARIO: COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO SIN UTILIDAD



PROGRAMADO COSTO REAL

GRAFICA TIEMPO-COSTO DE EJECUCION

Un doctor y un abogado,  
y además un ingeniero,  
que salieron de este mundo  
con pasajes para el Cielo,  
solicitaron entrada  
todos tres a un mismo tiempo,  
recibiólos en la puerta  
el encargado, San Pedro,  
que al escuchar la visita  
se caló los espejuelos.

Tocó el turno al abogado  
que hizo un discurso muy bueno,  
muy florido y convincente,  
con argumentos de peso,  
y al terminar entregó  
un extenso documento  
con mil y tantos POR CUANTOS  
y un POR TANTO, que San Pedro,  
sin más preguntas ni encuestas  
le abrió la puerta del Cielo.  
Y después del abogado,  
tocóle el turno al galeno  
que empezó de esta manera:  
"Yo soy el Doctor Veneno"...  
no hizo más que comenzar  
y le interrumpió San Pedro;

"Con eso basta, doctor,  
a usted ya le conocemos;  
me ha enviado mucha gente  
y es muy justo, desde luego,  
que su decidida ayuda  
reciba su justo premio".  
Y sin mediar más palabras  
entró también en el Cielo.

El ingeniero, que estaba  
naciendo el turno tercero,  
observando los detalles  
de la bóveda del Cielo,  
fue interrumpido en su estudio  
cuando le llamó San Pedro:

"Y a usted ¿qué se le ofrece?  
y contestó el ingeniero:  
"He venido por aquí  
a ver si consigo empleo".  
"Aquí no hay trabajo, amigo,  
vaya a buscarlo al Infierno".

Le sonó tan familiar  
la respuesta al ingeniero  
que en seguida contestó:  
"Donde quiera yo lo acepto  
si yo he pasado en el mundo  
por sitios peores que esos".

Ante tal contestación  
se quedó San Pedro lelo  
y le preguntó en seguida:  
"¿Su profesión, caballero?"  
"¿Mi profesión, sí, señor,  
pues... yo soy un ingeniero".  
"¡Ah, bueno!" San Pedro dijo,  
"ahora sí, ya le comprendo,  
¿usted es de esos peritos?..."  
"No señor, mucho lo siento,  
ingeniero simplemente,  
no soy perito ni experto".  
"Entonces, amigo mío  
en verdad no le comprendo;  
y ¿qué es lo que hace usted  
para llamarse ingeniero?  
Y por fortuna, en seguida  
recordó sin gran esfuerzo  
la definición que había  
aprendido en otro tiempo:  
"Los principios matemáticos  
aplico a los elementos  
para utilizar las fuerzas  
latentes del Universo".  
"¡Pues vaya a aplicar sus cálculos  
a las pallas del Infierno!"  
"Bien, señor, fué la respuesta,  
en verdad, se lo agradezco,  
pues los trabajos difíciles  
son siempre los que prefiero".  
Y terminó, pues el diálogo  
y el hombre se fué contento  
y el Santo quedó admirado  
y más que admirado, lelo.

Y después de éste incidente  
no transcurrió mucho tiempo  
sin que algo anormal pasara  
en el Reino de los Cielos.  
Los que estaban en la Gloria  
pedían pases a San Pedro  
para fijar residencia  
en terrenos del Infierno.  
Los que venían de la Tierra,  
después de ver ambos reinos  
se decidían casi siempre  
por el antro de los fuegos  
de donde ya no salían  
los gritos de los internos.  
Tales rumores llegaron  
hasta oídos de San Pedro  
que se sorprendió al notar  
que se despoblaba el Cielo.  
Ante tal anomalía comisionó,  
un mensajero para investigar el  
y dar informe completo. (caso

El informe deseado  
llegó como al mes y medio  
y éste se transcribe aquí  
directamente del pliego:

"Infierno a veinte de mayo  
del año de mil novecientos...  
A mi buen Santo y Señor,  
con el debido respeto  
procedo a rendir a usted  
mi informe sobre el Infierno.  
Pues bien, le debo informar,  
que llegó aquí, no hace tiempo  
un hombre a quien todos llaman  
a secas, el ingeniero.  
Este hombre, si no es el Diablo,  
está bien cerca de serlo,  
pues ha transformado todo  
por arte de encantamiento.  
En enormes artefactos  
ha acorralado los fuegos  
y usa de ellos la energía  
en máquinas e instrumentos  
para crear luz y fuerza  
y convertir ésta en hielo.  
Ha hecho parajes fríos,  
templados, húmedos, secos,  
parajes de primavera  
y otros de constante invierno;  
ha horadado las montañas,  
ha contenido los vientos,  
ha salvado los abismos  
con puentes de extremo a extremo,  
ha construido ciudades  
y jardines y paseos...  
y en fin, es un paraíso  
lo que antes era el Infierno,  
a tal punto que, Señor  
yo no vuelvo para el Cielo  
le presento mi renuncia  
y en el Infierno me quedo".

# Diplomado "FORMACION INTEGRAL DE RESIDENTES DE OBRA"

## Curso: Planeación, Programación y Control de Obras

Algunas páginas web que se recomienda acceder para consulta o como fuentes de información (incorporarlas a la agenda personal):

<a href="http://www.cmic.org">www.cmic.org</a>	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
<a href="http://www.espacios.com">www.espacios.com</a>	Publicación mensual "Espacios de Construcción"
<a href="http://www.directorio.delaconstruccion.com.mx">www.directorio.delaconstruccion.com.mx</a>	Directorio especializado
<a href="http://www.imcyc.com">www.imcyc.com</a>	Accesar Publicación bimestral Constru-mercado
<a href="http://www.primavera.com">www.primavera.com</a>	Software especializado
<a href="http://www.welcom.com">www.welcom.com</a>	Software especializado
<a href="http://www.opus.com.mx">www.opus.com.mx</a>	Software especializado
<a href="http://www.neodata.com.mx">www.neodata.com.mx</a>	Software especializado
<a href="http://www.campeonplus.com.mx">www.campeonplus.com.mx</a>	Software especializado
<a href="http://www.prisma.com.mx">www.prisma.com.mx</a>	Software especializado
<a href="http://www.ddemesis.com.mx">www.ddemesis.com.mx</a>	Software especializado
<a href="http://www.icacomercializadora.com.mx">www.icacomercializadora.com.mx</a>	Equipo de construcción en venta
<a href="http://www.virtuozō.com.mx">www.virtuozō.com.mx</a>	Fotogrametría, Topografía y mediciones digitales
<a href="http://www.paneles-covintec.com.mx">www.paneles-covintec.com.mx</a>	Panel Grupo Covimex
<a href="http://www.sili.com.mx">www.sili.com.mx</a>	Plantas de tratamiento de aguas negras. Prefabricadas
<a href="http://www.jenser.com.mx">www.jenser.com.mx</a>	Accesorios para instalaciones hidráulicas-sanitarias

### Exposiciones a las que no se debe faltar en lo que resta del año:

Expo Comdex México 2001  
WTC México  
15 al 18/mayo/2001  
[www.comdex.com.mx](http://www.comdex.com.mx)

Expo Cihac 2001  
WTC México y Exhibimex San Pedro de los Pinos  
18 al 23/octubre/2001  
[www.cihac.com.mx](http://www.cihac.com.mx)

Expo Eléctrica Nacional ACOM 2001  
Centro de Negocios y Comercio de la Cd.  
de México  
Morelos # 67 Col. Juárez  
24 al 27/julio/2001  
[www.expoelectricanacional.com](http://www.expoelectricanacional.com)

## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

RUTA CRITICA AL ALCANCE DE TODOS  
MARIO SCHJETNAN DANTAN  
UNAM

METODO DE LA RUTA CRITICA Y SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCION  
JAMES M. ANTILL Y RONALD W. WOODHEAD  
EDITORIAL LIMUSA

DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA (TOMO I)  
PLANEACION DE OPERACIONES APLICADAS (TOMO II)  
ASIGNACION Y PROGRAMACION DE RECURSOS (TOMO III)  
DR. R. L. MARTINO  
EDITORIA TECNICA, S.A.

METODO DEL CAMINO CRITICO  
CATALYTIC CONSTRUCTION COMPANY  
EDITORIAL DIANA

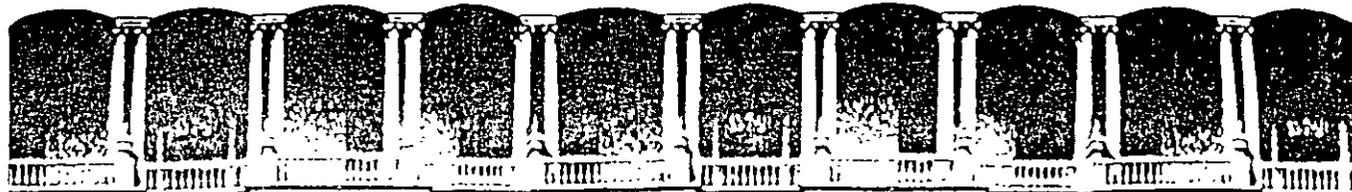
METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROCESOS  
MELCHOR RODRIGUEZ CABALLERO  
EDITORIAL LIMUSA

INGENIERIA DE COSTOS Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
AHUJA-WALSH  
EDICIONES ALFAOMEGA

APUNTES DE RUTA CRITICA (PLANEACION Y CONTROL DE OBRAS)  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM

APUNTES DE PLANEACION Y CONTROL DE OBRA  
JOSE CASTRO ORVAÑANOS  
UAM-AZCAPOTZALCO

LAS 7 HELICOIDES DEL EXITE DE IAPCA



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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

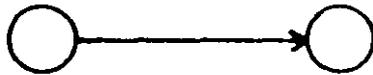
## METODO DE LA RUTA CRITICA

El método de la ruta crítica tiene como elementos básicos un diagrama y una ruta crítica. El diagrama está formado por eventos y actividades.

El evento es un momento dentro del proceso constructivo que no consume tiempo ni recursos, representa a la iniciación o a la terminación de una actividad. Deben los eventos sucederse en una secuencia lógica y se representan por medio de círculos:

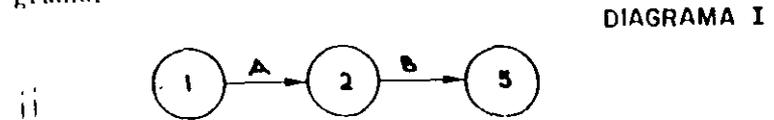


La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos. Se representa por una flecha; queda, por tanto, enmarcada entre dos eventos:



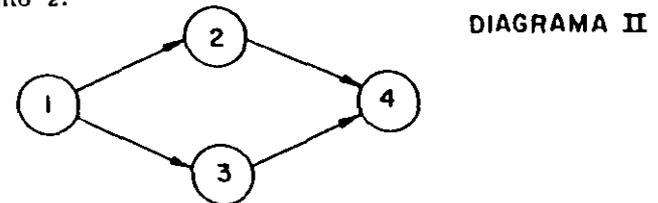
Una actividad ficticia es aquella que no consume tiempo ni recursos y se representa por : -----> y se usa, solamente, para expresar restricciones que define el proceso constructivo, como son las dependencias entre actividades.

El conjunto de actividades constituye una cadena y el conjunto de cadenas, ligadas entre sí, constituye la red o diagrama:



Los eventos que siguen inmediatamente a otro se llaman eventos subsecuentes. Lo mismo sucede con las actividades: En el diagrama I la actividad B es subsecuente de la actividad A, significa además que para que pueda ejecutarse B, tiene que haberse ejecutado A.

Los eventos que están inmediatamente antes de otro evento se llaman antecedentes o precedentes, lo mismo sucede con las actividades; en el diagrama I el evento 1 es precedente del evento 2.



En el diagrama II el evento 1 es precedente de los eventos 2 y 3.

Dependencia de las actividades. - En el diagrama II la actividad 2-4 depende de la actividad 1-2 y la 3-4 de la actividad

1-3. Las actividades 1-2 y 1-3 no dependen de ninguna actividad. La actividad 1-2 es precedente a la actividad 2-4 y ésta es subsiguiente de la 1-2.

En una actividad la longitud de la flecha no representa ni su duración ni el volumen de la obra. La flecha representa algo que tiene que ser realizado. El origen de la flecha representa el principio de la actividad y la punta representa su terminación.

Para preparar un diagrama de flechas se deben contestar tres preguntas básicas sobre cada actividad específica:

- Qué actividades preceden inmediatamente a la ejecución de ésta?
- Qué actividades deben llevarse a cabo inmediatamente después de realizar ésta?
- Qué actividades pueden realizarse al mismo tiempo que ésta?

Hay ocasiones en que dos actividades que parten de un mismo evento han de realizarse inmediatamente antes de una misma actividad y por lo tanto llegan al mismo evento:

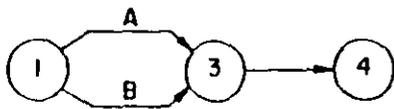


DIAGRAMA III

Esta notación no la usaremos por no ser conveniente para el cálculo de la red. Tiene el inconveniente de que al nombrar la actividad 1-3 no sabemos si nos referimos a la actividad A ó a la B.

En este caso podemos hacer uso de las actividades ficticias y el diagrama nos quedaría de la siguiente manera:

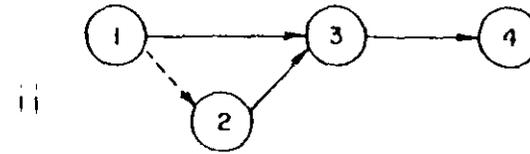


DIAGRAMA IV

Las actividades ficticias se introducen para indicar la secuencia lógica en que se encadenan las actividades.

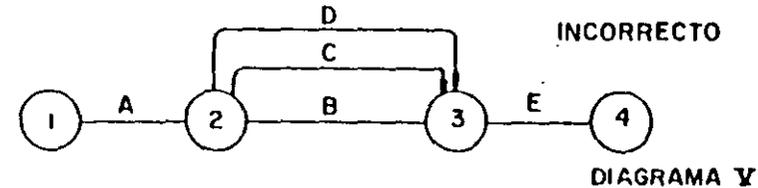


DIAGRAMA V

Lo correcto sería :

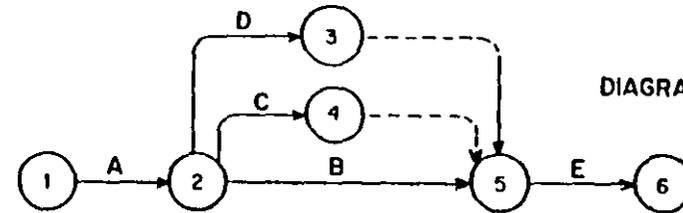


DIAGRAMA VI

En este diagrama las actividades ficticias se colocaron después de las actividades 2-3 y 2-4; en el diagrama VII se han colocado antes, su significado es el mismo.

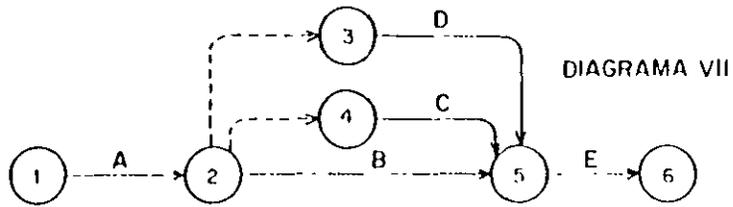


DIAGRAMA VII

Cada actividad se representa sólo con una flecha, sin embargo un trabajo puede dividirse en varias etapas; por ejemplo: si tenemos un terreno cuyas dimensiones son considerables y queremos construir una bodega en ese lugar, no es necesario excavar todo el terreno y después empezar a colar la plantilla para recibir la cimentación. Podríamos dividir el terreno en tres partes iguales a, b y c de tal manera que al término de la excavación en a se inicie el colado de la plantilla en a y la excavación en b al mismo tiempo, y así sucesivamente. El diagrama quedaría de la siguiente manera:

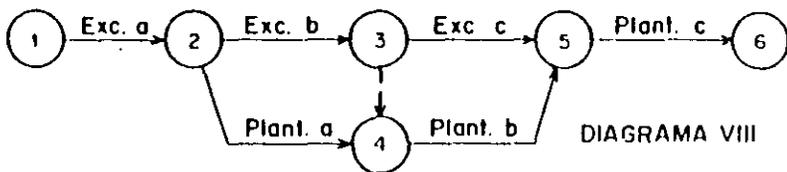


DIAGRAMA VIII

Este trabajo podría representarse de varias maneras, como podemos ver en los diagramas siguientes:

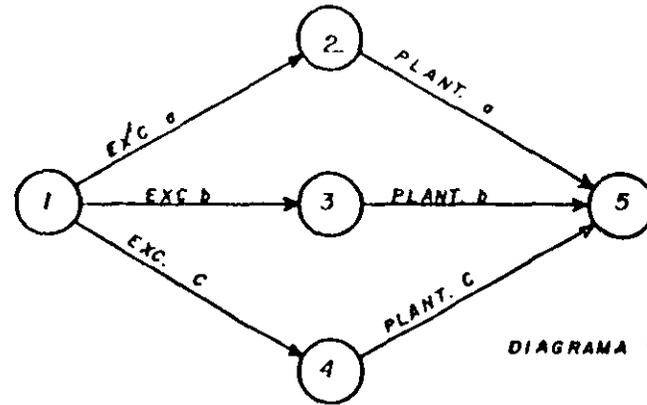


DIAGRAMA VIII. a

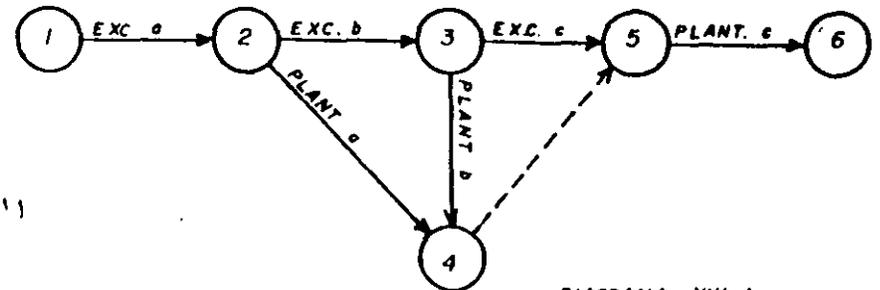


DIAGRAMA VIII. b

El siguiente diagrama indica que la actividad 3-4 no debe iniciarse hasta que las actividades 1-3 y 2-3 se hayan ejecutado:

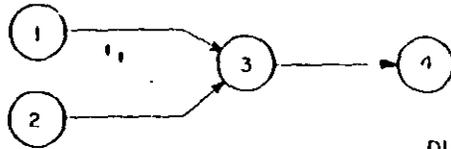
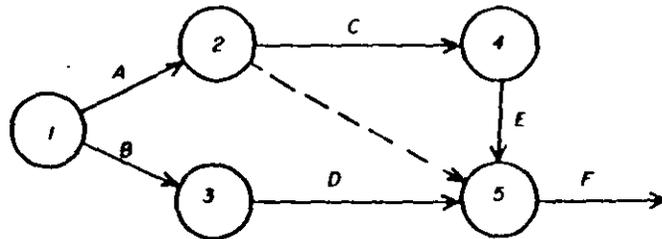


DIAGRAMA IX

Considérese el siguiente ejemplo:



A y B no dependen de nada

C depende de A

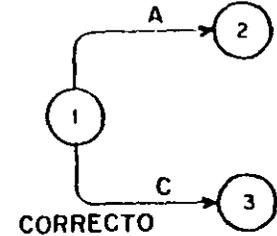
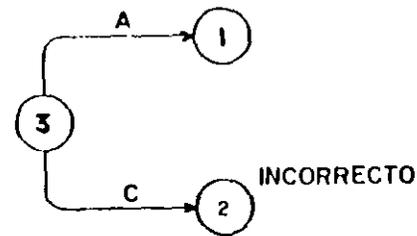
D depende de B

E depende de C

F depende de C, D, E.

Los eventos hay que numerarlos de tal manera que el número del evento inicial, corresponda a un numeral menor

que el del evento final.



Notación :

Si consideramos la actividad 0-1 (Diagrama XII), tenemos que

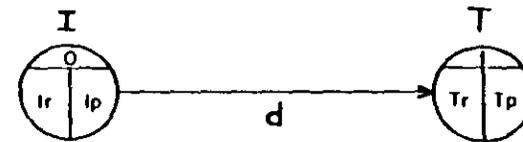


DIAGRAMA XII

En la parte superior del círculo se coloca el número que corresponde a cada evento y en la parte inferior de la flecha la duración de la actividad que corresponda.

**DEFINICIONES:**

- Ip : Tiempo de iniciación más próximo de la actividad
- Ir : Tiempo de iniciación más remoto de la actividad
- Tp : Tiempo de terminación más próximo de la actividad.
- Tr : Tiempo de terminación más remoto de la actividad.
- d : Duración de la actividad.
- I : Evento inicial.
- T : Evento final.

Tiempo de iniciación más próximo de cada actividad.

Para encontrar el tiempo de iniciación más próximo de cada actividad se requieren tres cosas:

1. - La fecha de iniciación del proyecto.
2. - La relación en secuencia de las actividades del proyecto, hasta llegar a la actividad que nos ocupa.
3. - La duración de cada actividad del proyecto, que en cadena anteceden a la actividad que se analiza.

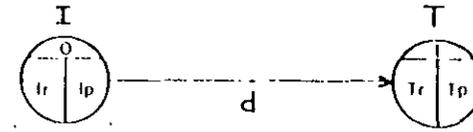


DIAGRAMA XII

En la parte superior del círculo se coloca el número que corresponde a cada evento y en la parte inferior de la flecha la duración de la actividad que corresponda.

**DEFINICIONES:**

- Ip : Tiempo de iniciación más próximo de la actividad
- Ir : Tiempo de iniciación más remoto de la actividad
- Tp : Tiempo de terminación más próximo de la actividad.
- Tr : Tiempo de terminación más remoto de la actividad.
- d : Duración de la actividad.
- I : Evento inicial.
- T : Evento final.

Tiempo de iniciación más próximo de cada actividad.

Para encontrar el tiempo de iniciación más próximo de cada actividad se requieren tres cosas:

1. - La fecha de iniciación del proyecto.
2. - La relación en secuencia de las actividades del proyecto, hasta llegar a la actividad que nos ocupa.
3. - La duración de cada actividad del proyecto, que en cadena anteceden a la actividad que se analiza.

La fecha de iniciación del proyecto puede representarse por el "tiempo cero" y luego desarrollar números con relación a ésta base.

Las relaciones de secuencia de todos los trabajos quedan completamente determinadas de manera lógica y expuestas en el diagrama de flechas.

La duración o medida del tiempo se estima de acuerdo con el método constructivo que se vaya a utilizar.

Si tenemos el siguiente diagrama:

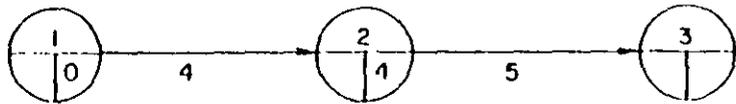


DIAGRAMA XIII

El Ip de la actividad 2-3 se calcula  $0 + 4 = 4$ , que a su vez sería el Tp de la actividad 1-2.

Cuando a un evento concurren varias actividades el Ip que debemos tomar es el de mayor valor:

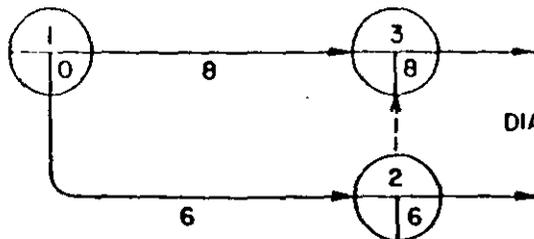


DIAGRAMA XIV

Las actividades ficticias se manejan como si fueran trabajos reales con una duración nula.

Tiempo de terminación más remoto de cada actividad

Si tenemos calculados todos los Ip de un diagrama y vemos que el Ip correspondiente al último evento es X, conocemos la duración del proceso. Para el último evento se acepta que  $Ip = Tr$

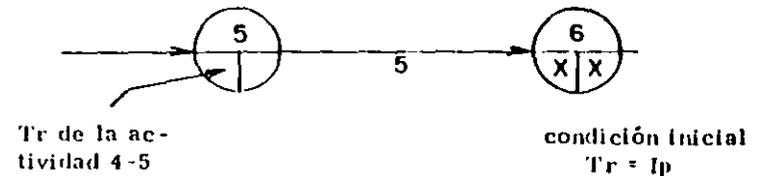


Diagrama XV

El Tr de la actividad 4-5 se calcula  $Tr$  menos  $d$ , por lo tanto  $Tr - X - 5$ .

Todos los demás  $Tr$  del diagrama se calculan de la misma forma yendo del último evento hasta el primero. Si de un evento parten dos o más actividades, al venir efectuando el cálculo de los  $Tr$  tendremos dos o más  $Tr$  para un solo evento. Debemos de escoger el de menor valor de todos ellos.

En el diagrama XVI podremos darnos cuenta del cálculo de una red y de los  $Ip$  y  $Tr$  que se escogen cuando a un evento concurren dos o más actividades.

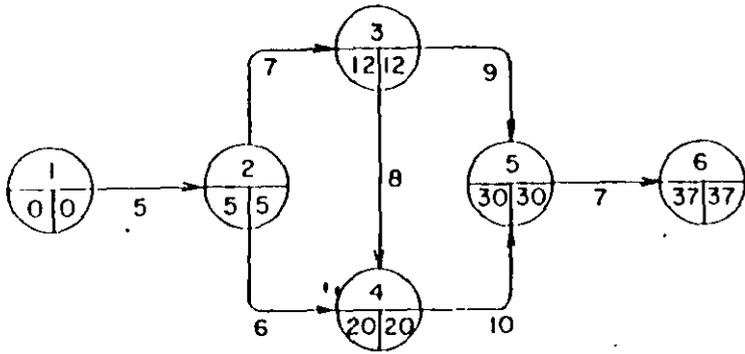
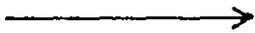
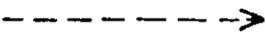


Diagrama XVI

En este ejemplo el Tr de la actividad 2 - 3 tiene dos valores:  $30 - 9 = 21$  y  $20 - 8 = 12$ . Se escoge el menor de ellos, que es 12.

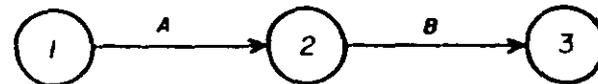
Si aceptamos que la red es un modelo gráfico de un proyecto, habremos de buscar la mayor semejanza posible entre estos. También el proyecto puede considerarse como un sistema, en el que cada actividad a su vez es un sub-sistema, de aquí se deduce que, -- puede un proyecto representarse en distintos niveles detalle.

**RESUMEN:**

- Evento:  Significa iniciación o terminación de una actividad.
- Actividad:  Consume tiempo y recursos, significa la ejecución de una labor.
- Actividad ficticia:  No consume tiempo ni recursos, sirve para expresar -- secuencia lógica.

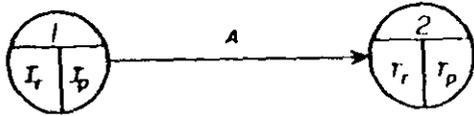


**Cadena de actividades :**



- $\xrightarrow{A}$  Es precedente de  $\xrightarrow{B}$
- $\xrightarrow{B}$  Es subsecuente de  $\xrightarrow{A}$
- $\xrightarrow{B}$  Depende de  $\xrightarrow{A}$
-  Evento final de  $\xrightarrow{A}$
-  Evento inicial de  $\xrightarrow{B}$

Para cada caso de programación, las condiciones (recursos, restricciones, etc.) nos darán una red diferente.



Si 2 fuera el evento final:  
 $T_r = T_p$

Ejemplo:

Construya la red para:

a y b no dependen de nada

c depende de a

d depende de b

e depende de b

f depende de c

g depende de d

h depende de e

j depende de h

i depende de f, g, j

En el diagrama siguiente podremos apreciar qué actividades son críticas:

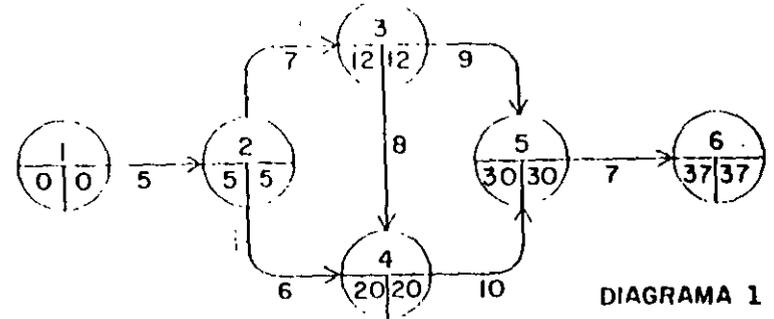


DIAGRAMA 1

Son dos las condiciones que nos determinan si una actividad es crítica :

1. - Los dos valores del evento inicial y del final de una actividad deben ser idénticos tanto en el evento inicial como en el final de la actividad.
2. - La diferencia entre  $T_r - I_p$  debe ser igual a la duración de la actividad.

Todas las actividades del diagrama tienen tanto en su evento inicial como en el final los dos valores repetidos, por lo tanto, cumplen con la primera condición y es necesario analizar si todas cumplen también con la segunda:

La actividad 1-2 tiene una duración de 5 días y si obtenemos la diferencia entre los dos eventos vemos que 5 menos cero es igual a 5, que es igual a la duración, por lo tanto la actividad 1-2 es CRITICA.

En la actividad 2-3,  $d = 7$  y  $12$  menos  $5$  es igual a  $7$ , así que la actividad 2-3 también es CRITICA.

La actividad 2-4 con una duración igual a  $6$  tiene una diferencia de  $20$  menos  $5$  que es igual a  $15$ : Es diferente a la duración, por lo tanto, ésta actividad no es crítica.

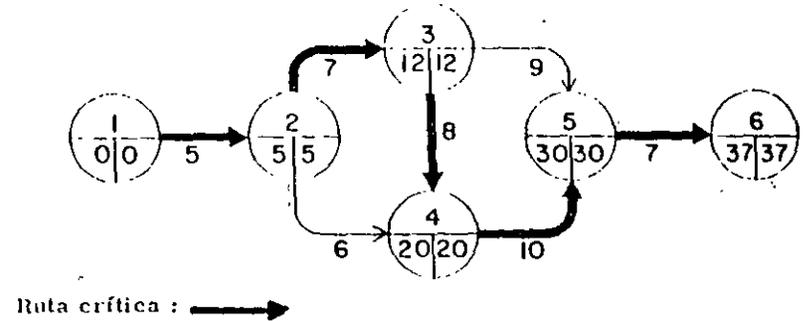
La actividad 3-4 tiene una diferencia de  $8$  que es igual a su duración. La actividad es CRITICA.

En la actividad 3-5, la duración es de  $9$  días y  $30$  menos  $12$  es igual a  $18$ , que es diferente a la duración, por lo que no es actividad crítica.

La actividad 4-5 con una duración de  $10$  días y una diferencia de  $30$  menos  $20$  que es igual a la duración también es una actividad CRITICA.

La actividad 5-6 con  $7$  días de duración y una diferencia de  $37$  menos  $30$  también es CRITICA.

Todo éste conjunto de actividades críticas constituyen la RUTA CRITICA, que al indicarla en el diagrama nos quedaría :



De éste diagrama conocemos los  $I_p$  y los  $T_r$  :

Actividad	duración	$I_p$	$T_r$
1-2	5	0	5
2-3	7	5	12
2-4	6	5	20
3-4	8	12	20
3-5	9	12	30
4-5	10	20	30
5-6	7	30	37

$I_r$  y  $T_p$  se calculan con las siguientes fórmulas:

$$I_r = T_r - d$$

$$T_p = I_p + d$$

Las actividades no críticas tienen varios tipos de holguras; las principales son la holgura total y la holgura libre.

**HOLGURA TOTAL:** Es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración del proyecto.

**HOLGURA LIBRE:** Es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen.

La Holgura total se calcula con la diferencia de los tiempos remotos menos los tiempos próximos :

$$H_T = Tr - Tp = tr - lp$$

La Holgura libre se calcula directamente del diagrama de flechas con la siguiente fórmula :

$$H_L = Tp - lp - d$$

Las actividades críticas no tienen holguras y en consecuencia hay que ponerles mucha atención ya que retrasándose una de ellas, como no tienen holgura, retrasa todo el proyecto.

Nuestra tabla de holguras quedaría:

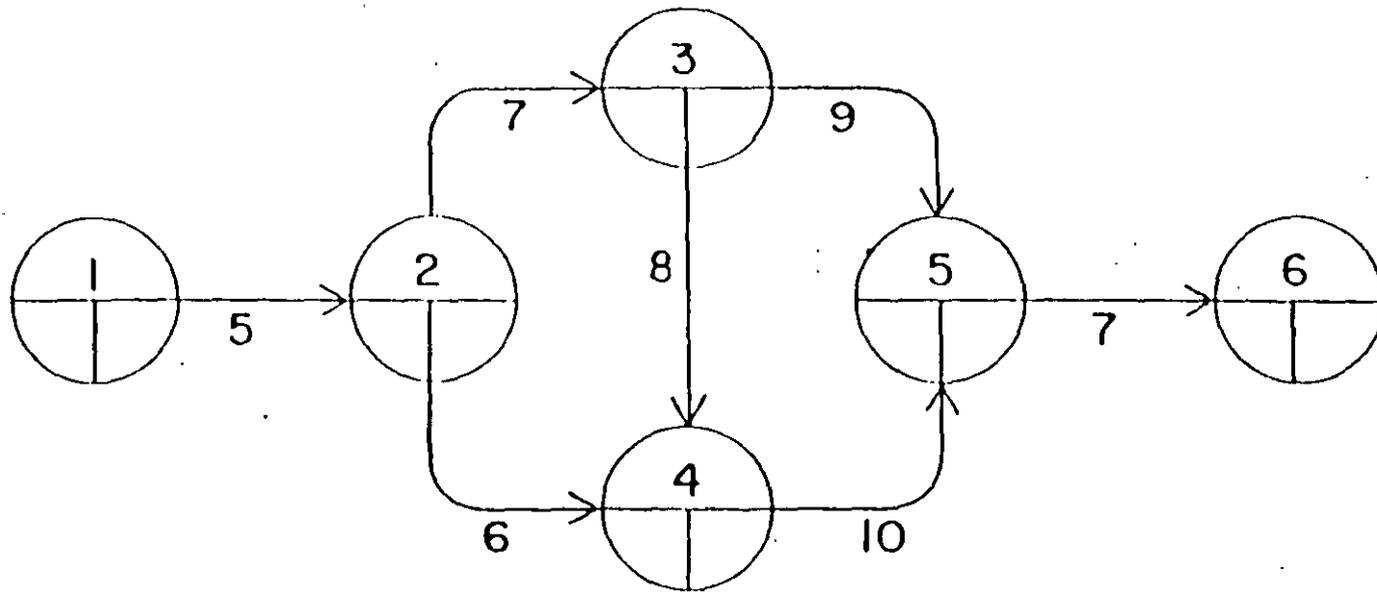
Actividad	duración	del diagrama			del diagrama			del diagrama		
		lp	lr=Tr-d	lp=Ip+d	Tr	H <sub>T</sub> =Tr-Tp	H <sub>L</sub> =Tp-lp-d			
1-2	5	0	0	5	5	0	5-0-5 = 0			
2-3	7	5	5	12	12	0	12-5-7 = 0			
2-4	6	5	14	11	20	9	20-5-6 = 9			
3-4	8	12	12	20	20	0	20-12-8 = 0			
3-5	9	12	21	21	30	9	30-12-9 = 9			
4-5	10	20	20	30	30	0	30-20-10=0			
5-6	7	30	30	37	37	0	37-30-7 = 0			

EJERCICIOS

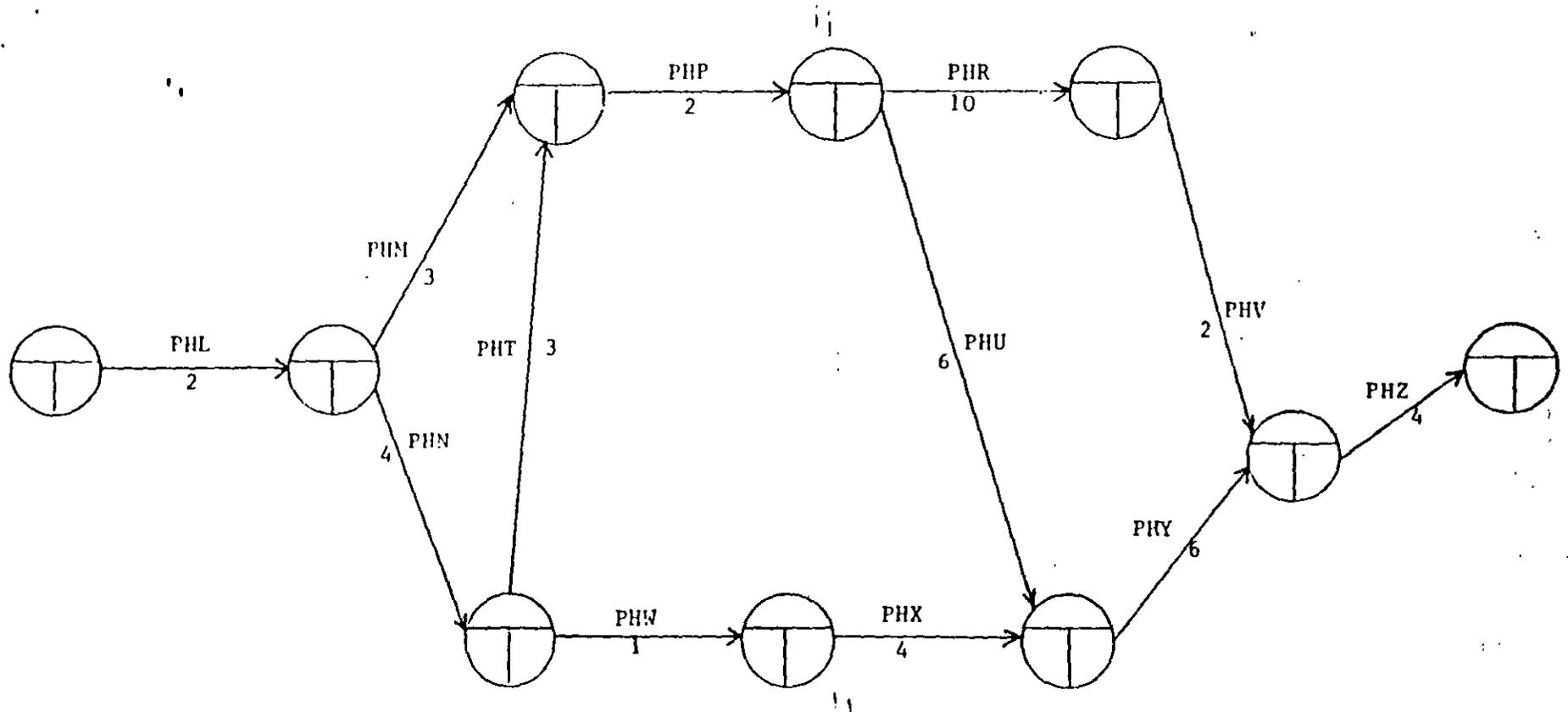
## EJERCICIOS

*Para todos los casos relación en forma de Red de Actividades cada descripción.*

- 1.- Tanto J como K deben estar terminadas antes de poder iniciar L y M.
- 2.- N y P deben estar terminadas antes de iniciar R, sin embargo T puede iniciarse tan pronto P esté terminada y es independiente de N.
- 3.- En una obra determinada, la actividad V depende de L, M y N; y a la vez las actividades R y T dependen solo de N.
- 4.- La primer actividad de un Proyecto es K. L y M no pueden empezar mientras K no ha sido terminada, pero pueden hacerse en forma simultánea. L debe estar terminada antes de iniciar N. M antecede a R. Ambos N y R deben terminarse antes de iniciar P. El Proyecto se termina cuando P ha sido completada.
- 5.- B y C empiezan después de A. D y E empiezan cuando B ha sido terminada. F, H y L empiezan cuando C ha sido terminada. J y K no pueden empezar hasta que L ha sido terminada. M no puede empezarse hasta que E, F y J han sido terminadas. N empieza cuando H, K y M han sido terminadas. D debe terminarse antes de iniciar F, H y L.
- 6.- B y C empiezan cuando la actividad inicial A ha sido terminada. D y E siguen a B. F sigue a C. B debe terminarse para poder iniciar F. D debe terminarse para iniciar M. E debe terminarse para iniciar H. H se inicia cuando la actividad M ha sido terminada. J no puede empezar mientras E y F no hayan sido terminadas, y debe terminarse antes de iniciar K. K y H deben terminarse antes de iniciar la actividad final L. J y M no tienen relación entre sí.
- 7.- Las actividades A y B no dependen de nada. C depende de A. D y E son subsecuentes de B. F sigue de C. D es precedente de H. J depende de E, y es precedente de K. L es la actividad final y es subsecuente de F, H y K.



Desarrollo de un Proyecto Habitacional en la Cd. de Toluca  
Método de la Ruta Crítica



Duración total del Proyecto:

Actividades críticas:

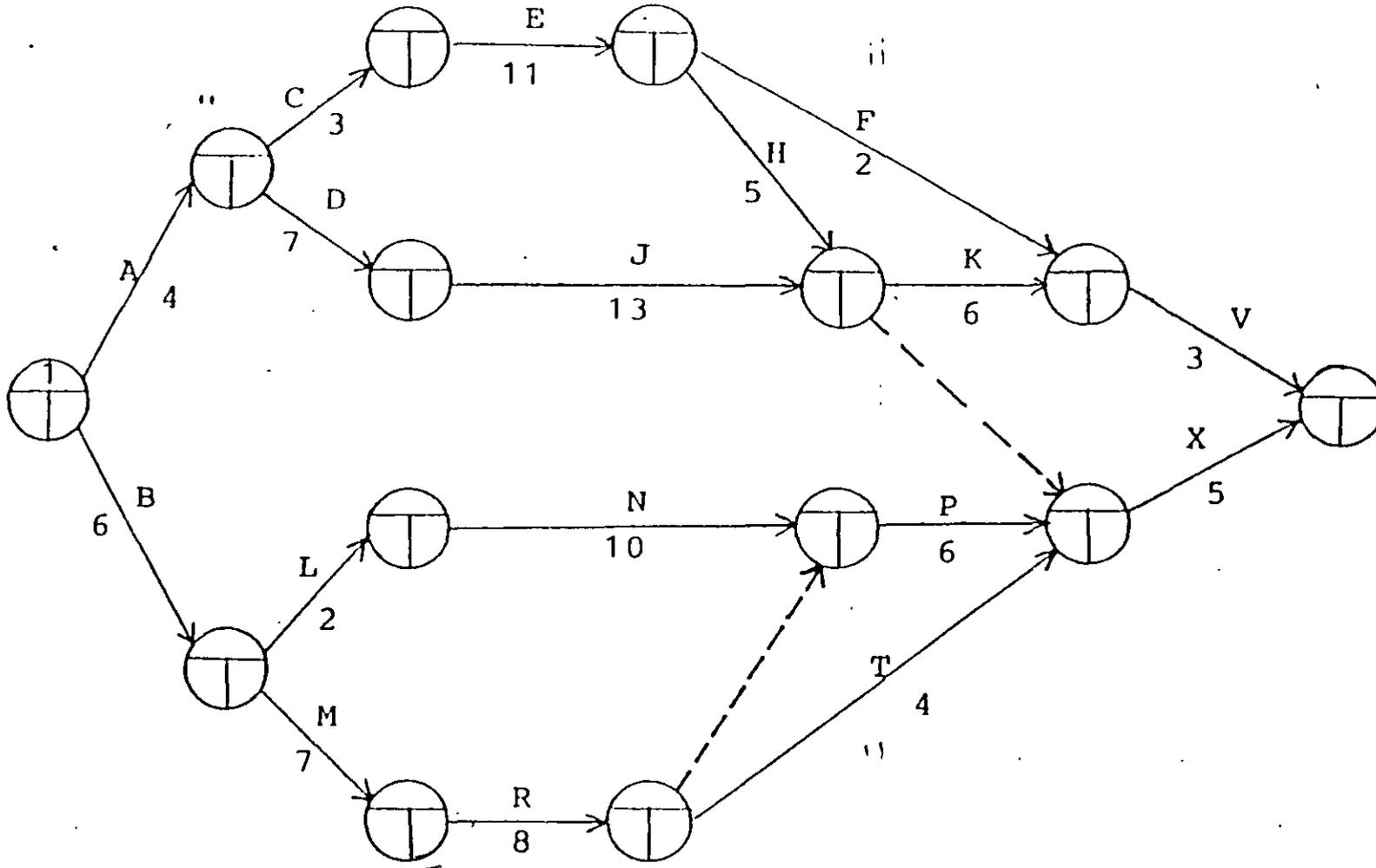
Fecha de inicio:

Fecha de terminación:

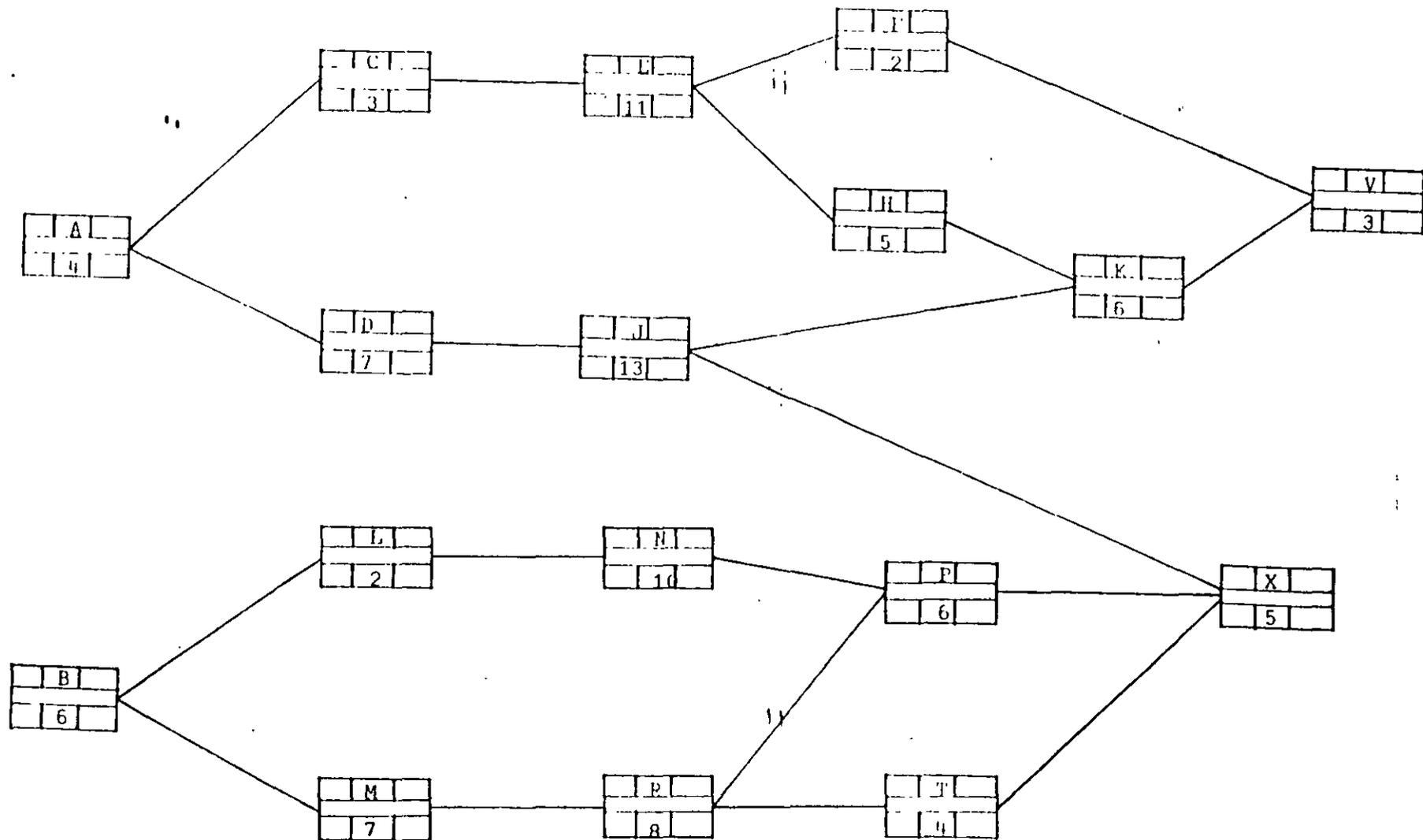
Fecha de entrega:

E J E R C I C I O

APLICAR EL METODO DE LA RUTA CRITICA A LA SIGUIENTE RED DE ACTIVIDADES:



RED EQUIVALENTE POR EL METODO DE TEORIA DE NODOS.











PROYECTO. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

		KA	KB	KC	KD	KE	KF	KH	KL	KM	KN	KP	KR	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	DURACION
		Contrato	Rec. preliminar	Levantamiento topográfico	Sel. de No de Sondeos de Expl. Equipo, etc.	Loc. de Sondeos de Expl.	Sel. y Loc. Sondeos Cont.	Envío de equipo, personal, etc.	Coloc. de piezómetros y bancos de nivel	Sondeos de exploración	Sondeos de muestreo continuo	Prop. Índice (PI) muestras alteradas	Prop. Índice (PI) muestras inalteradas	Ensayes de consolidación	Ensayes triaxiales	Gráficas P.I. de muestras alteradas	Gráficas P.I. de muestras inalteradas	Gráficas de consolidación	Gráficas triaxiales	Estudio	Elaboración de la memoria	Cálculo del costo del estudio	Retiro del equipo	Entrega del estudio	
KA	Contrato																							2	
KB	Rec. preliminar	X																						1	
KC	Levantamiento topográfico		X																					4	
KD	Sel. de No de Sondeos de Expl., Equipo, etc			X																				1/2	
KE	Loc. de Sondeos de Expl.				X																			1/2	
KF	Sel. y Loc. Sondeos Cont.										X													1/2	
KH	Envío de equipo, personal, etc.						X																	2	
KL	Coloc. de piezómetros y bancos de nivel							X	X												X			1	
KM	Sondeos de exploración								X			X												4	
KN	Sondeos de muestreo continuo											X	X	X								X		2	
KP	Prop. Índice (PI) muestras alteradas											X												1/2	
KR	Prop. Índice (PI) muestras inalteradas											X				X								1/2	
KT	Ensayes de consolidación																X							1	
KU	Ensayes triaxiales																	X						1	
KV	Gráficas P.I. de muestras alteradas																		X					1	
KW	Gráficas P.I. de muestras inalteradas															X								1	
KX	Gráficas de consolidación															X	X							1	
KY	Gráficas de triaxiales																		X					1/2	
KZ	Estudio																		X					1/2	
LA	Elaboración de la memoria																			X	X			1	
LB	Cálculo del costo del estudio																						X	1/2	
LC	Retiro del equipo																					X		1	
LD	Entrega del estudio																						X	1/2	

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNA BODEGA  
ALTERNATIVA 1

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

		AA. Proyecto	AB. Trámite	AC. Bodega	AD. Acondicionamiento de terreno	AE. Excavación	AF. Cimentación	AH. Relleno	AJ. Pisos	AK. Columnas	AL. Fabr. y entr. de estruc. de acero	AM. Montaje de estructura de acero	AN. Instalación eléctrica	AP. Muros	AR. Aplanados	AT. Techo de lámina	AU. Fabricación y entrega de herrería	AV. Herrería	AW. Vidrios	AX. Pintura	AY. Detalles	DURACION
AA.	Proyecto		x	x	x						x						x					4
AB.	Trámite		x			x																6
AC.	Bodega		x			x																3
AD.	Acondicionamiento de terreno					x																7
AE.	Excavación						x															9
AF.	Cimentación							x		x												12
AH.	Relleno								x					x								8
AJ.	Pisos																	x				15
AK.	Columnas													x								5
AL.	Fabr. y entr. de estruc. de acero											x										19
AM.	Montaje de estructura de acero												x			x						10
AN.	Instalación eléctrica													x								7
AP.	Muros														x							10
AR.	Aplanados															x						4
AT.	Techo de lámina																			x		9
AU.	Fabricación y entrega de herrería																	x				26
AV.	Herrería																					11
AW.	Vidrios																				x	3
AX.	Pintura																					3
AY.	es																					9

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNA BODEGA  
ALTERNATIVA 2

Ing. Oscar C. Martínez Jurado

		ACTIVIDADES INMEDIATAS SIGUIENTES		ACTIVIDADES INMEDIATAS PRECEDENTES	
		A	B	C	D
		A Proyecto	B Trámite	C Bodega	D Acondicionamiento de terreno
A	Proyecto		x	x	x
B	Trámite				x
C	Bodega				x
D	Acondicionamiento de terreno				
E1	Excavación al 50 %				x
E2	Excavación al 100 %				x
F1	Cimentación al 50 %				x
F2	Cimentación al 100 %				x
H1	Relleno al 50 %				x
H2	Relleno al 100 %				x
J1	Pisos al 50 %				x
J2	Pisos al 100 %				x
K1	Columnas al 50 %				x
K2	Columnas al 100 %				x
L1	Fabr. y entr. de estruc. de acero al 50 %				x
L2	Fabr. y entr. de estruc. de acero al 100 %				x
M1	Montaje de estructura de acero al 50 %				x
M2	Montaje de estructura de acero al 100 %				x
N1	Instalación eléctrica al 50 %				x
N2	Instalación eléctrica al 100 %				x
P1	Muros al 50 %				x
P2	Muros al 100 %				x
R1	Aplanados al 50 %				x
R2	Aplanados al 100 %				x
T1	Techo de lámina al 50 %				x
T2	Techo de lámina al 100 %				x
U1	Fab. y entrega de herreria al 50 %				x
U2	Fab. y entrega de herreria al 100 %				x
V1	Herreria al 50 %				x
V2	Herreria al 100 %				x
W1	Vidrios al 50 %				x
W2	Vidrios al 100 %				x
X1	Pintura al 50 %				x
X2	Pintura al 100 %				x
Y	Detalles				x
	DURACION				

# DESARROLLO DE LOS METODOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

## 1.- DIAGRAMA DE BARRAS (GANTT)

La preparación de un programa de trabajo para la ejecución de un proyecto de cualquier naturaleza, no constituye ninguna novedad. El programa de trabajo se acostumbra hacer, con mayor o con menor detalle, antes del inicio de todo proceso.

La única herramienta generalmente usada hasta los años 60 para la preparación de un programa de trabajo, era el llamado "diagrama de barras" o "diagrama de Gantt". Como es bien sabido, este diagrama se forma como sigue:

- a) Se determina cuáles son los trabajos o actividades principales del proceso.
- b) Se hace una estimación de la duración efectiva de cada actividad.
- c) Se representa cada actividad mediante una barra recta cuya longitud es, a cierta escala, la duración efectiva de la actividad.
- d) Se hace una lista de las actividades, de manera que a cada actividad corresponda un renglón de la lista, y, estableciendo un orden de ejecución de las actividades, se sitúa la barra que representa a cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos, que se coloca en la misma dirección de los renglones y que es común a todas las actividades.
- e) Se convierte la escala de tiempos efectivos en una escala de "días de calendario", haciendo coincidir el origen de la escala con la fecha de inicio del proceso. Se ajustan enseguida las posiciones de las barras que representan a las actividades, teniendo en cuenta los días no laborables (días de descanso y días festivos), y el estado probable del tiempo en las diferentes épocas del año, si dicho factor tiene importancia en la ejecución del proceso. El diagrama resultante es el diagrama de barras para el proceso.
- f) Si la fecha de terminación del proceso resulta satisfactoria, se acepta el diagrama de barras. En caso contrario, recurriendo al criterio y experiencia del personal que prepara el diagrama se desplazan las barras hacia el origen de la escala de tiempos, y

se reducen las longitudes de algunas de ellas

#### DEFICIENCIAS DEL DIAGRAMA DE BARRAS COMO METODO DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL

La elaboración del diagrama de barras para un proceso puede complementarse para obtener mayor información respecto a la forma de ejecutarlo. Con este fin, algunas personas han ideado simbolismos realmente ingeniosos. Sin embargo, el diagrama de barras así preparado, considerado como método de planeación, programación y control, presenta las siguientes deficiencias básicas:

- a) Debido a la dificultad para representar la secuencia de ejecución de un gran número de actividades, solo es posible descomponer el proceso en actividades principales (de origen, volumen o significación para el proceso). La planeación y programación de las actividades "menores" (que integran a las actividades principales), se deja a juicio del personal directivo secundario, encargado de la realización material del proceso. Dicho personal, decide qué hacer a medida que se presenta la necesidad de iniciar o terminar alguna actividad, y, frecuentemente, solo se limita a considerar dicha actividad aisladamente, y no las relaciones de ella con el resto de las actividades del proceso. Por otra causa, el personal directivo principal de la empresa que ejecuta el proceso, para poder coordinarlo, tiene que supervisar constantemente su realización en el sitio mismo donde se lleva a cabo, es decir, se requiere intervención continua del personal directivo principal (continuous management)
- b) La secuencia de ejecución de las actividades del proceso se determina durante la fase de programación, analizando cada actividad y estimando qué partes de las otras actividades deben estar terminadas para iniciar la actividad en cuestión. Consecuentemente, la duración del proceso resulta una cantidad arbitraria. Además, se mezclan la planeación y la programación del proceso
- c) No es posible decidir qué actividades controlan la duración del proyecto; es decir, todas las actividades son aparentemente de igual importancia para definir su duración. Este hecho provoca que cuando alguna de las actividades principales incluidas en el programa se retrasa un cierto tiempo, se tengan únicamente dos soluciones posibles: a) Retrasar la terminación del proceso un tiempo estimado, o b) Acelerar todas las actividades para tratar de compensar el retraso, y cumplir con el programa. Este último criterio se

emplea también, cuando, por alguna causa, es conveniente reducir la duración del proceso a partir del tiempo programado.

- d) Por la imposibilidad de asegurar la fecha de terminación de cada actividad, en algunos procesos en que las condiciones meteorológicas son de importancia, se corre el riesgo de que ocurran lluvias o nevadas intensas, antes de terminar algunas actividades a las que pueden producir perjuicios serios.
- e) Cuando el diagrama de barras elaborado es el único medio para hacer la planeación y la programación de un proceso, es imposible prever con cierta seguridad los recursos (material, personal, equipo, capital, etc.) requeridos para realizarlo. Este hecho provoca, con frecuencia, que el proceso se retrase por no tener los recursos en el tiempo que dura la ejecución del proyecto, puede ser muy irregular: en ciertas épocas se necesitan grandes cantidades de recursos, y en otras, cercanas a ellas, algunos de dichos recursos pueden no requerirse. Como resultado de esta situación puede suceder: a) Que se tenga una cantidad innecesaria de material almacenado, b) Que se tenga equipo desocupado, c) Que haya necesidad de despedir personal que tal vez se requiera posteriormente. Estos hechos, evidentemente, incrementan el costo de ejecución del proyecto, y son inconvenientes.

#### VENTAJAS DEL USO DE DIAGRAMA DE BARRAS

El diagrama de barras como representación de un programa es, sin duda, una herramienta muy útil, ya que en él se muestran objetivamente las duraciones, y las fechas de inicio y de terminación posibles, para cada actividad en que se considera dividido el proyecto. Posteriormente, se utilizará el diagrama de barras para mostrar los resultados de los otros métodos que se describirán, sobre todo como lo que conocemos bajo el nombre de Programa de Obra. Se empleará también para determinar la distribución en el tiempo, de los recursos requeridos para ejecutar el proceso.

#### 2.- METODO DE LA RUTA CRITICA (CPM) Y PERT

Reconociendo las deficiencias del método tradicional para la planeación, programación y control, en los últimos años de la década de los 50 se desarrollaron dos métodos: a) Método

de la Ruta Crítica (Critical Path Method o CPM-Method), y b) Metodo PERT (Program Evaluation and Review Technique)

El método de la Ruta Crítica, al que en lo sucesivo se designara con el nombre CPM o MRC, fue desarrollado en los Estados Unidos a principio de 1957 por Morgan R. Walker, entonces miembro del departamento de ingeniería de la compañía E. I. DuPont de Nemours & Co, y por James E. Kelley, Jr., entonces investigador de la Compañía Remington Rand

El método CPM se puso a prueba por primera vez en el periodo 1957-1958, en la construcción de una planta química para la compañía DuPont, con un valor estimado de \$10,000,000 dolares. Los resultados fueron excelentes. A partir de entonces, la compañía DuPont ha utilizado el método CPM para la construcción de nuevas plantas, para la modernización de plantas existentes, y como método general de planeación, programación y control

Desde 1958, el número de aplicaciones del método CPM que se han hecho en Estados Unidos y Canadá, a problemas de muy diversa naturaleza (industrial, comercial, militar, ingenieril de cualquier clase, etc.), es realmente sobresaliente

En México, el método CPM ha sido usado por diversos organismos: desde 1961, por la Dirección General de Construcción de Edificios, Secretaría de Obras Públicas, con magníficos resultados. A partir del año 1962, la Comisión Federal de Electricidad lo adoptó para la planeación, programación y control de las grandes obras de electrificación que se realizan en el país. Lo mismo sucede con todas las empresas de la Industria de la Construcción

El método PERT fue desarrollado en los Estados Unidos en el año 1958 por un grupo de consultores de la firma Booz, Allen y Hamilton de Chicago, Ill, a solicitud de la "Special Projects Office" de la Marina de los Estados Unidos. Este método se creó para controlar el programa para el proyecto Polaris; dicho programa se descompuso en 23 partes, que contenían aproximadamente 3,000 actividades o trabajos. Se afirma que la utilización del método PERT en este proyecto, permitió acortar en dos años la duración del mismo.

Actualmente en los Estados Unidos, el Ejército, la Marina y la Fuerza Aérea exigen la utilización del método PERT a todos los contratistas que realizan trabajos para ellos. Numerosas empresas privadas emplean también el método PERT.

En México, el método se ha empleado poco y no con el carácter probabilístico con que fue concebido, sino como método equivalente al CPM.

#### BASIS DE LOS METODOS CPM Y PERT

En seguida se hace una breve descripción de los fundamentos (bases) de los métodos CPM y PERT, y de los análisis que pueden efectuarse con ellos. En los temas subsiguientes se tratarán con detalle los métodos y los análisis.

- a) Consideración separada de la planeación y la programación.
- b) Descomposición de la planeación en dos fases: 1) Actividades principales, 2) Secuencia de ejecución.
- c) Representación de un plan mediante una gráfica de flechas.
- d) Para el método CPM se hace una estimación de la duración, en base a la experiencia o a un cálculo por: procedimiento de construcción, recursos disponibles, volumen de obra, calidad, condiciones de la localidad donde se ejecuta la obra o rendimientos.
- e) Para el método PERT, consideración de la duración de una actividad como variable aleatoria, y estimación de tres duraciones para cada actividad: optimista ( $D_{op}$ ), más probable ( $D_{pr}$ ) y pesimista ( $D_{pe}$ ); mediante los cuales se ajusta una distribución conveniente de densidad de probabilidad para la duración de la actividad. Calculándose el tiempo medio con la relación:  $D_m = (D_{op} + 4D_{pr} + D_{pe}) / 6$
- f) Análisis de la forma como aumenta el costo de una actividad al reducir su duración (duración media en el método PERT).
- g) Análisis de los recursos (materiales, personal, equipo, capital, etc.) requeridos para cada duración (duración media en el método PERT) posible de cada actividad.
- h) Métodos pertinentes de la rama de las matemáticas conocida con el nombre de Programación Lineal.
- i) Para el método PERT, métodos estadísticos.

ANALISIS BASICO DE LOS METODOS CPM Y PERT

Una vez hecha la representaci3n de un plan para un proceso constructivo mediante una grafica de flechas, se hace el analisis de tiempos o programacion del mismo. En este analisis se supone que la longitud de cada flecha en el diagrama es: a) En el m3todo CPM, una duraci3n seleccionada (de acuerdo con algun criterio) para la actividad correspondiente, b) En el m3todo PERT, la duraci3n media de la actividad correspondiente. Con base en estas longitudes, se encuentra la sucesi3n de flechas cuya suma de longitudes es m3xima. Este valor es la duraci3n (media, si se utiliza el m3todo PERT) del proceso constructivo en cuesti3n. Las actividades de dicha sucesi3n se denominan cr3ticas, y a la sucesi3n se le llama Ruta Cr3tica.

Del analisis b3sico precedente se encuentra que, salvo las actividades cr3ticas, las otras actividades de un proceso constructivo, pueden disponer de cierto tiempo para retrasar su terminaci3n sin retrasar la duraci3n del proceso. A este tiempo se le llama "holgura total" de la actividad. El conocimiento de las holguras totales para las actividades no cr3ticas, es de gran utilidad para fijar sus tiempos de m3nimo de manera que los recursos requeridos para ejecutar el proceso no excedan, en ningun tiempo durante la ejecuci3n del proceso, a los recursos disponibles.

En el m3todo PERT, adem3s, es posible determinar las probabilidades de que se pueda terminar un determinado grupo de actividades, o el proceso en conjunto, en un tiempo dado.

GRAFICAS Y ANALISIS QUE PUEDEN HACERSE UTILIZANDO LOS RESULTADOS DEL ANALISIS BASICO DE LOS METODOS CPM Y PERT

Utilizando los resultados del analisis b3sico de los m3todos CPM y PERT, es posible elaborar un diagrama de barras, representando a las actividades en orden de holgura total creciente. A partir de este diagrama y con base en los analisis de recursos requeridos para cada actividad y para cada duraci3n (media, en el m3todo PERT), es posible determinar las gr3ficas recursos requeridos vs. tiempo para todo el proceso en cuesti3n. Primeramente se supone que todas las actividades se inician tan pronto como sea posible. Se elaboran las gr3ficas recursos requeridos-tiempo, y si dichas gr3ficas muestran una distribuci3n muy irregular, o si en ciertos intervalos de tiempo muestran valores que exceden a los recursos disponibles, se retrasa la iniciaci3n de las actividades no cr3ticas, utilizando sus holguras totales, el tiempo que se juzgue conveniente. Se vuelven a trazar las gr3ficas. Si la distribuci3n constante de recursos es satisfactoria, se acepta el diagrama de barras correspondiente. De

lo contrario, se repite el procedimiento anterior. Despu3s de varios tanteos, este analisis puede se1alar la imposibilidad de realizar el proceso constructivo en cuesti3n, en la duraci3n resultante y con los recursos disponibles.

Si la duraci3n del proceso constructivo, determinada como la longitud de la trayectoria cr3tica, excede la duraci3n deseada, hay necesidad de acelerar algunas actividades cr3ticas. El n3mero de combinaciones posibles de duraciones "reducidas" de estas actividades, puede ser infinito. Por otro lado, al reducir una duraci3n de una actividad cr3tica, puede cambiar la trayectoria cr3tica; es decir, actividades que no eran cr3ticas, se convierten en cr3ticas, y viceversa. La decisi3n respecto a la forma de expeditar el proceso constructivo, puede ser a base de que el costo directo sea m3nimo. El problema de determinar la forma de expeditar el proceso para lograr costo directo m3nimo, es un problema de Programaci3n Lineal param3trica.

Superponiendo a la grafica de costo directo vs. duraci3n, la grafica de costo indirecto vs. duraci3n, se encuentra que la grafica de costo total vs. duraci3n, tiene un m3nimo. es decir, que hay una duraci3n del proceso para la cual el costo total es m3nimo. A dicha duraci3n corresponde un cierto programa, y una cierta distribuci3n de recursos requeridos a lo largo del tiempo que dura el proceso.

APLICACION DE LOS METODOS CPM Y PERT AL CONTROL

Los m3todos CPM y PERT permiten determinar la forma como var3an las holguras totales de las actividades de un proceso constructivo, por efecto de un retraso de cualquier actividad, provocado por alguna o algunas situaciones imprevistas. Conociendo estos tiempos, y por lo tanto las actividades (cr3ticas) que determinan la nueva duraci3n del proceso, pueden tomarse medidas para compensar el retraso resultante, si lo hay. La atenci3n, naturalmente, se debe enfocar a las nuevas actividades cr3ticas y a aquellas con holguras totales peque1as.

El analisis de los recursos requeridos para realizar el programa modificado, se hace de acuerdo con lo dicho en el inciso anterior.

VENTAJAS DE LOS METODOS CPM Y PERT

De la descripci3n general que precede, se deduce que los m3todos CPM y PERT de

Ing. Oscar E. Mart3nez Jurado

planeación, programación y control, tienen las siguientes ventajas principales:

- a) Permiten descomponer un proceso constructivo en actividades de diferentes ordenes de importancia, y organizar la planeación, programación y ejecución de un proceso de acuerdo con esta composición.
- b) Permiten coordinar eficientemente el trabajo de los diferentes organismos involucrados en cada una de las partes de un proceso, durante las fases de planeación, programación y ejecución del proceso.
- c) Permiten utilizar eficientemente la experiencia del personal directivo de los diferentes organismos responsables de un proceso, para elaborar en conjunto un plan maestro, que puede incluir todas las actividades del proceso.
- d) Permiten determinar cuales son las actividades de un proceso que controlan su duración (actividades críticas) y las holguras o márgenes de tiempo disponibles para retrasar la terminación de las otras actividades, sin retrasar la terminación del proceso.
- e) Permiten determinar la forma de expeditar un proceso para lograr costo directo mínimo.
- f) Permiten determinar de antemano con la precisión que se desee, los recursos (materiales, personal, equipo, capital, etc.) requeridos en cualquier momento durante la ejecución del proceso.
- g) Permiten comparar planes y programas alternativos para un mismo proceso, o para una misma parte de él, y seleccionar el que mejor se adapte a las condiciones propias de la empresa o institución encargada de ejecutar el proceso o la parte en cuestión.
- h) Permiten analizar el efecto de cualquier situación imprevista, y de tomar medidas correctivas eficientes.
- i) Permiten que el personal directivo principal de un proceso solo tenga que intervenir cuando ocurre alguna situación imprevista (management by exception).

- j) Permiten deslindar las responsabilidades de los diferentes organismos encargados de un proceso o de una parte de él.
- k) Permiten hacer sustituciones de personal directivo en cualquier momento, sin trastornar la ejecución de un proceso o de una parte de él.
- l) Permiten encausar la experiencia adquirida en la ejecución de procesos constructivos similares, y por lo tanto, la elaboración de planes "standard".
- m) Permiten comparar ordenadamente los datos supuestos con los valores reales de ejecución, y determinar el efecto de las desviaciones. Dicha comparación sirve además, como base para la elaboración de los datos para procesos similares que tengan que realizarse en el futuro.

### 3.- TEORIA DE NODOS

La notación de las flechas en la práctica se considera por muchos obsoleta, aún cuando en la actualidad en nuestro país todavía es usada por "desarrolladores de software" y por "consultores en Ruta Crítica". Los primeros la usan porque les facilita su trabajo y los segundos, porque dicha notación implica varios problemas que hacen difícil el uso del método en obra, lo que hace necesaria su presencia y justifica su contratación; además de que es costumbre que en las licitaciones de obra pública, en nuestro país, se pida la entrega de un Programa de Obra en base al MRC.

La Teoría de Nodos es un método derivado del MRC, es su perfeccionamiento, y se empezó a desarrollar a principios de la década de los 80.

La notación de nodos por su sencillez y porque elimina los problemas que se presentan en la notación de flechas, es la más recomendada en la actualidad, ya que no requiere del uso de actividades ficticias y concentra toda la información de las actividades en los nodos, sin eliminar nada, como en el caso del MRC. Es un método más gráfico y simple, por lo que es de mayor aceptación y entendimiento. A la fecha es el método que más se utiliza en el software que se encuentra disponible comercialmente.

## COMENTARIOS IMPORTANTES

TODOS LOS PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS QUE SE UTILIZAN EN INGENIERÍA, DEPENDEN DE ALGUNA SUPOSICIÓN BÁSICA FUNDAMENTAL Y DE ALGUNOS MÉTODOS APROXIMADOS, RACIONALMENTE APLICADOS. LA MEDIDA DE LA EXACTITUD DE TALES PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS ES LA CONFIABILIDAD CON QUE PUEDEN EMPLEARSE LOS RESULTADOS.

LOS MÉTODOS DE LA RUTA CRÍTICA Y DE TEORÍA DE NODOS, SON UNAS TÉCNICAS DE TOMAS VALIOSAS PARA EL PROYECTISTA (AUN CUANDO SU USO SE DEBE TENER EN ESTE PUNTO), YA QUE EL ENCARGADO DE OBRA TENDRÁ UN PLAN MUCHO MÁS EXACTO A PARTIR DEL CUAL PODRÁ REALIZAR SU TRABAJO. PERO SERÍA MUCHO MÁS VALIOSO SI EL PROCEDIMIENTO SE LLEVARA MÁS ALLÁ, CON EL FIN DE INVESTIGAR LOS EFECTOS DE UNA COMPRESIÓN, PARA OBTENER ASÍ LA SOLUCIÓN ÓPTIMA. EL ESFUERZO ADICIONAL QUE SOLO SE JUSTIFICA, QUIZA, EN LOS TRABAJOS GRANDES, DONDE SE OBTIENE UNA BENEFICIO EXTRA A LA UTILIDAD.

LA VERACIDAD DE LA PLANEACIÓN ES FUNCIÓN DIRECTA DE LA EXPERIENCIA DE QUIEN LA REALIZA, AUNQUE ESTO EN LA ACTUALIDAD SE HA VISTO SUPERADO POR EL HECHO DE MANEJAR FORMATOS QUE NOS PERMITEN PEDIR A LA GENTE DE EXPERIENCIA SU COLABORACIÓN (ARCHIVO HUMANO DE VIVENCIAS).

LOS ELEMENTOS DE QUE DISPONE EL ENCARGADO DE LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS SON CADA VEZ MÁS ABUNDANTES

- Computadoras (hardware) con diversos programas (software)
- Nuevas técnicas de representación gráfica

SIN EMBARGO, NO DEBE PERDERSE DE VISTA QUE LA PARTE ESENCIAL DEL PROCESO ES EL SER HUMANO, QUIEN DEFINE LA ESTRATEGIA A SEGUIR Y TOMA EN TODO MOMENTO, LAS DECISIONES QUE LLEVAN GUIANDO AL OBJETIVO FIJADO. EN OTRAS PALABRAS, LA COMPUTACIÓN AYUDA INDUDABLEMENTE A ACELERAR EL PROCESO DE CÁLCULO Y PERMITE, POR TANTO, ANALIZAR MÁS

RÁPIDAMENTE ALTERNATIVAS, PERO LAS COMPUTADORAS NO PUEDEN REALIZAR POR SI SOLAS EL TRABAJO DE PLANEACIÓN Y CONTROL.

LA TOMA DE DECISIONES ES LA CLAVE DE UNA PLANEACIÓN EXITOSA EN TODOS LOS NIVELES E IMPLICA TRES FASES

- 1) Diagnóstico
- 2) Generación de Alternativas
- 3) Análisis

LA FUNCIÓN DEL DIAGNÓSTICO ES IDENTIFICAR Y ESCLARECER EL PROBLEMA. IMPLICA ESTABLECER CLARAMENTE CUÁLES SON LOS PRINCIPALES OBSTÁCULOS. UNA VEZ REALIZADO EL DIAGNÓSTICO, SE DEBE SEGUIR CON LA GENERACIÓN DE CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCIÓN.

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

SIEMPRE HAY QUE RECORDAR QUE LA CREATIVIDAD ES UNA ACTITUD MENTAL QUE NOS MUEVE A PRODUCIR IDEAS NUEVAS O A RELACIONAR IDEAS VIEJAS EN FORMA NOVEDOSA.

EL ENFOQUE PARA LA TOMA DE DECISIONES ES 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 SISTEMA DE ALARMA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

EL CONTROL NOS PERMITE SABER CUANDO, DENTRO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, LOS RESULTADOS NO ESTÁN DE ACUERDO CON LO PLANEADO.

# La Planeación como el "Sistema Eje" para el Control y la Administración de Proyectos

---

Proyecto:

*Una asignación de recursos dirigida hacia el logro de un objetivo específico y de acuerdo con un enfoque planeado y organizado.*



# La Planeación como el "Sistema Eje" para el Control y la Administración de Proyectos

---

Gerencia de Proyectos:

La planeación, organización, dirección y control de los recursos requeridos para alcanzar un objetivo específico, una sola vez, en una fecha definida y dentro de un presupuesto determinado.

*Los proyectos hacen que las cosas sucedan. Ya sea que involucren el lanzamiento de un nuevo producto al mercado, la construcción de infraestructura o la realización de un evento, los proyectos que terminan con éxito van permitiendo que las organizaciones "Sistema Eje" para el Control y la Administración de Proyectos*



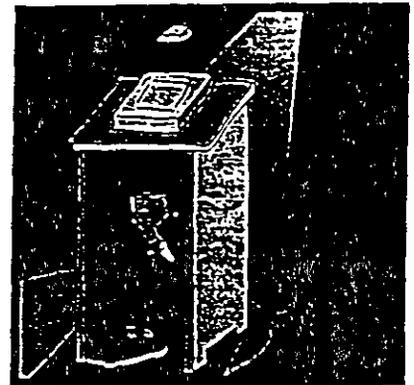
# La Planeación como el "Sistema Eje" para el Control y la Administración de Proyectos

---

"Primer Ley" de la Administración de Proyectos:

*Pocos proyectos han sido completados a tiempo, en presupuesto y con el mismo equipo que los inició.*

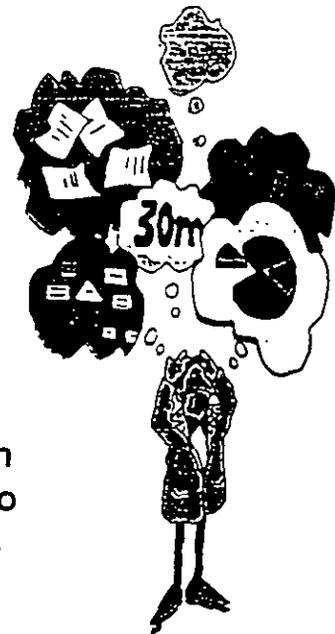
*Los suyos no serán una excepción.*



## La Gerencia de Proyectos Como Apoyo a las Organizaciones (I)

---

- ✓ Administrar proyectos es diferente a administrar empresas debido a que, por definición, los proyectos son de "una sola vez" y con un principio y terminación específicos.
- ✓ Para que una organización sea exitosa debe saber planear, desarrollar y controlar sus proyectos; es decir, "hacer que las cosas sucedan".
- ✓ Algunas personas piensan que los proyectos son tan complicados que para su control se requiere un "genio con inspiración" o un sofisticado laboratorio científico. Otras ven a la gerencia de proyectos como un ejercicio inútil que incluye gráficas elegantes, informes voluminosos y juntas interminables.



# La Gerencia de Proyectos Como Apoyo a las Organizaciones (II)

---

- ✓ La realidad es que, sin importar la visión que se tenga de lo que es la gerencia de proyectos, aún los mal administrados terminan ..... de alguna manera. No siempre a tiempo. No siempre en presupuesto. No siempre con los estándares de excelencia deseados .....
- ✓ Sin embargo, el peor escenario es el más frecuente. Aquel en que la organización está consciente de que el proyecto está fuera de rumbo o retrasado pero no puede actuar con decisión debido a que no tiene una imagen clara de porqué el proyecto está a la deriva, quién es el responsable de "destrabarlo" o qué se debe hacer para reenfocarlo.



## El Medio Ambiente en que se Desarrollan los Proyectos (I)

---

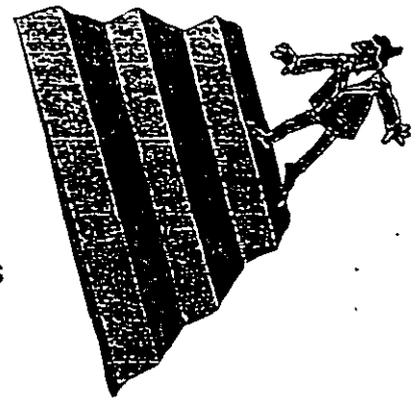
- Globalización
- Velocidad del Cambio Tecnológico
- Adelgazamiento de las Organizaciones ("Downsizing")
- Reingeniería de Procesos
- "Empowerment"
- Énfasis en la Satisfacción de los clientes



# El Programa de Actividades es más que un Diagrama de Barras (I)

---

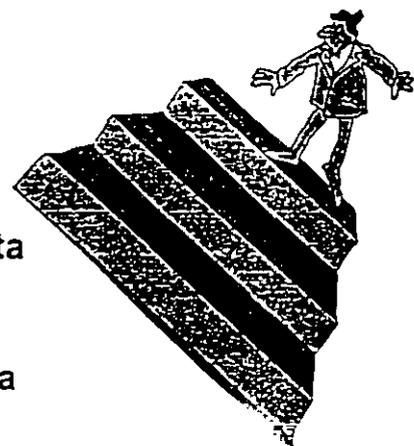
- ◆ Desde un punto de vista técnico un proyecto está integrado por eventos clave ("milestones") y tareas o actividades. Las actividades son las unidades de trabajo requeridas para alcanzar un producto terminado ("milestone").
- ◆ La programación de un proyecto es el proceso mediante el cual se definen qué actividades deberán llevarse a cabo, cuándo deberán hacerse y los recursos necesarios para su realización.
- ◆ La planeación de un proyecto y la programación de sus actividades constituyen los aspectos fundamentales para administrarlo y controlarlo adecuadamente.



# El Programa de Actividades es más que un Diagrama de Barras (II)

---

- ◆ Para un gerente de proyecto el término: "programa de actividades" tiene un significado específico. Desde su perspectiva, un programa no lo es a menos que incluya el detalle de todas las actividades que se necesitan realizar para completar el proyecto; estimaciones realistas de la duración de cada actividad y; finalmente, un análisis cuidadoso de las relaciones que se dan entre las actividades.
- ◆ Esos elementos permiten contestar "qué debe hacerse" y cuándo; qué se necesita y quién tiene que hacerlo. El programa constituye un plan de trabajo y un modelo realista del proyecto, así como una referencia para el análisis de cambios.



# El Programa de Actividades es más que un Diagrama de Barras (III)

---

- ◆ Un verdadero control de proyectos implica un gran nivel de detalle y, por lo tanto, un importante número de actividades.
- ◆ El programa de actividades de un proyecto, la planeación inicial y el avance de su cumplimiento son elementos insustituibles para lograr una comunicación clara y objetiva entre todos los participantes.
- ◆ Los proyectos de alta complejidad pueden controlarse mediante su partición en varios sub-proyectos, asignándoles responsables y, posteriormente, integrándolos en un "Programa Maestro".



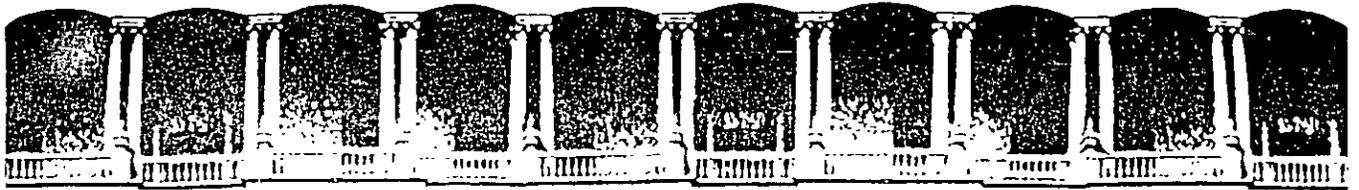
## Una Estrategia Exitosa Para el Control y la Administración de Proyectos

---

*La gerencia de proyectos requiere la administración tanto de los sistemas físicos como de las personas. Lo primero implica los detalles técnicos de la planeación y el control.*

*La administración de equipos de trabajo requiere el conocimiento de la cultura organizacional y de las relaciones humanas.*





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

# **CURSOS INSTITUCIONALES**

## **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

### **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

## COMPRESION DE REDES

La compresión de redes es el proceso de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de la ruta crítica.

El costo directo se forma de la suma de los costos de materiales, mano de obra y de maquinaria y el costo indirecto es una función directa del tiempo de duración del proyecto.

Cuando la duración de un proyecto se acorta, el costo aumenta, si la parte del costo asociada a los recursos aumenta más que lo que se disminuye la asociada con el tiempo. Si la duración del proyecto aumenta, también puede ocurrir que el costo aumente, si la parte del costo asociada con el tiempo crece más que lo que se disminuye la parte asociada a los recursos. También, cuando el control del proyecto es deficiente pueden aumentarse los costos considerablemente por efecto de recursos que no se utilizan adecuadamente.

Cuando una actividad se ejecuta en un tiempo normal, se dice que dicha actividad tuvo una duración normal. En cambio, cuando la duración de una actividad se acorta hasta su duración límite, se dice que esa actividad tiene una duración de premura.

La duración de premura se obtiene de igual manera que la duración normal, o sea, volumen/rendimiento, pero con la utilización de un mayor número de recursos que aunque aumentan la producción, el rendimiento de cada máquina o el del personal, disminuye, por lo que aumenta el costo.

El gasto que nos cuesta reducir una actividad por cada unidad de tiempo, una vez conocidas las duraciones y costos normales y de premura, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por unidad de tiempo acortada} = \frac{\text{Costo de premura} - \text{Costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{Duración de premura}}$$

### Procedimiento para la compresión

Las compresiones las haremos directamente en nuestra red o diagrama, y si queremos acortar nuestro proyecto en un día o más, lo haremos en la ruta crítica y dentro de ésta escogeremos la actividad de menor costo por día acortado.

Para reducir el proceso se escogen actividades de la ruta crítica debido a que no tienen holgura y cualquier reducción de tiempo en alguna de esas actividades se refleja en la duración total del proyecto.

Hay que tener cuidado de que al comprimir una actividad no vaya a desaparecer la ruta crítica original. En el proceso de compresión pueden producirse varias rutas críticas.

Si queremos acortar más tiempo el proyecto y ya tenemos la ruta crítica original y otra más formada por la última compresión, la siguiente reducción deberá hacerse simultáneamente y por el mismo número de días en actividades de ambas rutas críticas.

Una actividad no se puede acortar más allá de su duración límite o de premura.

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*

Al comprimir una actividad, el nuevo costo del proyecto se determina:

$$\text{COSTO } n = \text{COSTO } n-1 + \text{COSTO/día } n \times \text{No. días acortados}$$

Cuando se desea realizar un proceso productivo en el menor tiempo posible, es común efectuar todas las actividades del proceso en el menor tiempo posible, es decir, en condiciones límites. Esta manera de proceder conduce a un incremento innecesario del costo del proceso; - pues como se ha visto deben acelerarse las actividades que producen acortamientos de tiempo. Hay actividades que no es útil acortar pero que de hacerlo incrementan el costo.

En base a lo anterior, podemos decir lo siguiente:

- La duración mínima de un proceso productivo, resulta cuando todas las actividades en la o las RUTA(S) CRITICA(S) tienen duraciones de premura.
- Existe una infinidad de combinaciones de las duraciones de las actividades de un proceso, para las cuales la duración de éste es la mínima.
- El costo máximo de ejecución de un proceso cuando la duración de éste es la mínima, resulta de efectuar todas las actividades en condiciones límites de premura.
- Las duraciones posibles de proceso se encuentran entre la duración mínima y la duración normal.

Para la explicación del proceso, proponemos el siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos un proyecto representado por el siguiente diagrama:

DIAGRAMA DE FLECHAS

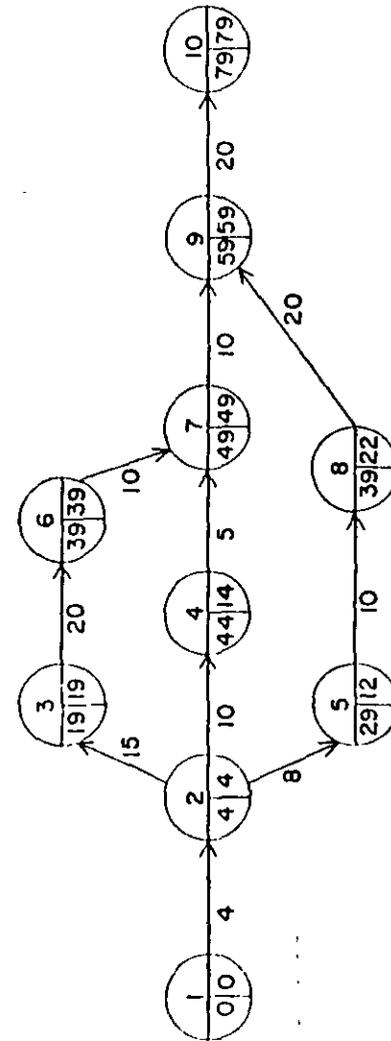


TABLA DE DURACIONES Y COSTOS

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	Pesos/día
1-2	4	2	100	400	150
2-3	15	10	50	150	20
2-4	10	5	20	100	16
2-5	8	5	20	80	20
3-6	20	10	30	150	12
4-7	5	3	15	105	45
5-8	10	5	5	20	3
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	10
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			850	2535	

n=normal p=premura

Costo para terminar la obra en condiciones normales de 79 días :

$$C_n = \$ 850.00$$

La suma de los costos de premura de todas las actividades constituye el costo de ruptura :

$$C_r = \$ 2 535.00$$

Necesitamos acortar nuestro proyecto 30 días por necesidades del cliente, por lo tanto escogemos una de las

actividades críticas que salga más bajo su costo por acortar un día, por ejemplo la actividad 6-7.

Si acortamos la actividad 6-7 en un día nuestro costo aumentaría :

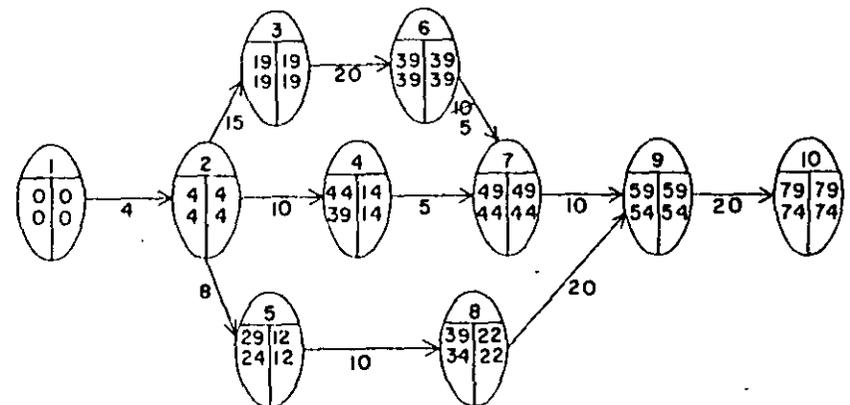
$$C = 850.00 + 4.00 \times 1 = \$ 854.00$$

La compresión.- Si la actividad 6-7 la acortamos a su límite, o sea, cinco días :

$$\text{Costo del proyecto} = 850.00 + 4.00 \times 5 = \$ 870.00$$

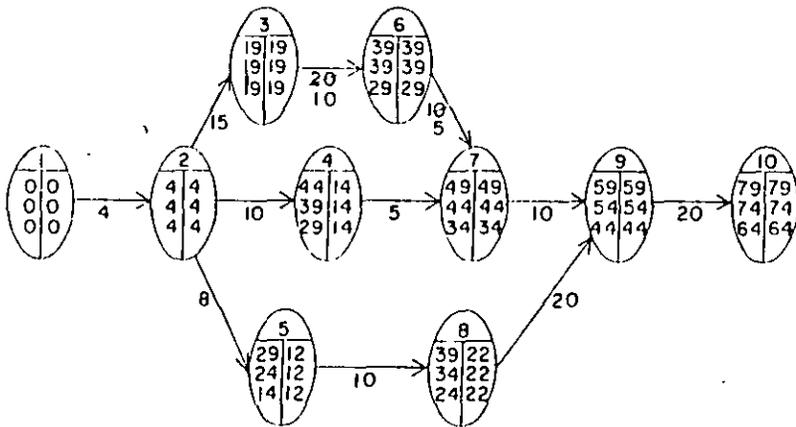
Esta actividad ya no podemos acortarla más pues ya llegó a su duración de premura.

La compresión la representaremos en el diagrama de flechas de la siguiente manera :

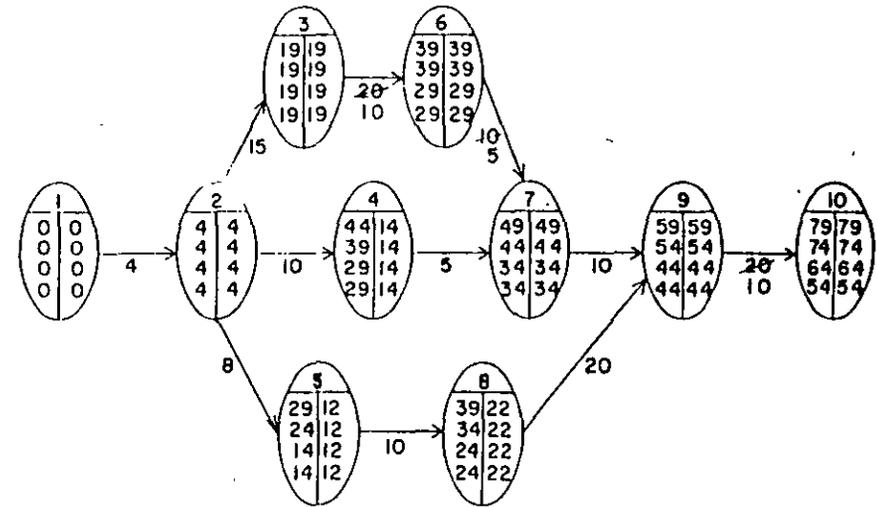


2da. compresión. - La actividad 3-6 puede reducirse 10 días.

El diagrama quedaría :

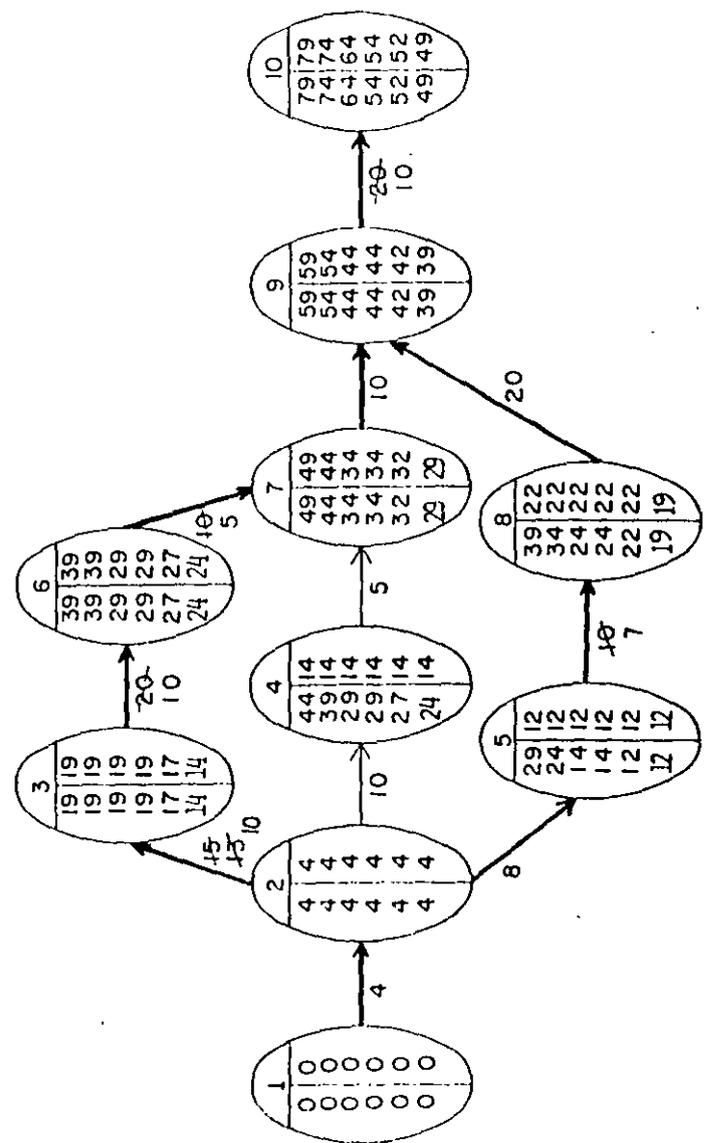
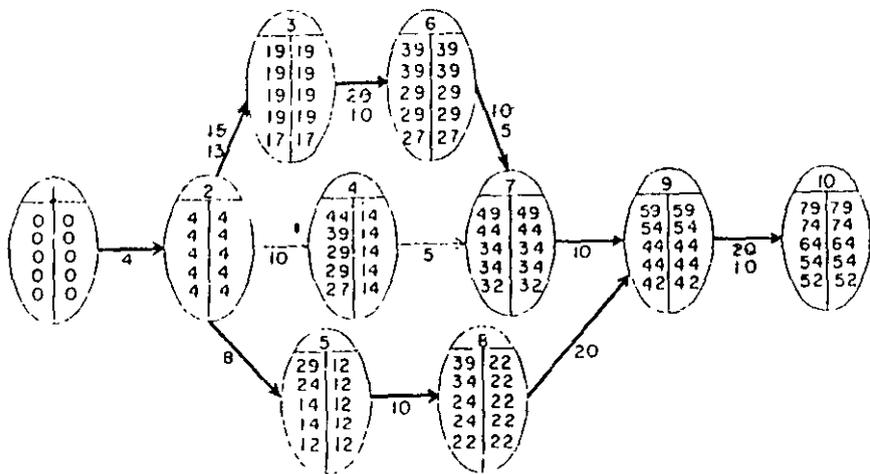


3era. compresión. - Hemos conseguido la duración de premura de las actividades críticas 6-7 y 3-6. Ahora tenemos, que hay otras dos actividades críticas cuyo costo por día acordado es el más bajo de las actividades críticas que quedan, y escogeremos la actividad 9-10 ya que si comprimimos la 2-3 en 5 días se afectaría la ruta crítica original y tendríamos otra; por lo tanto comprimiremos la 9-10 en 10 días:



4ta. compresión. - Comprimiremos la actividad 2-3 en 2 días para no alterar la ruta crítica original.

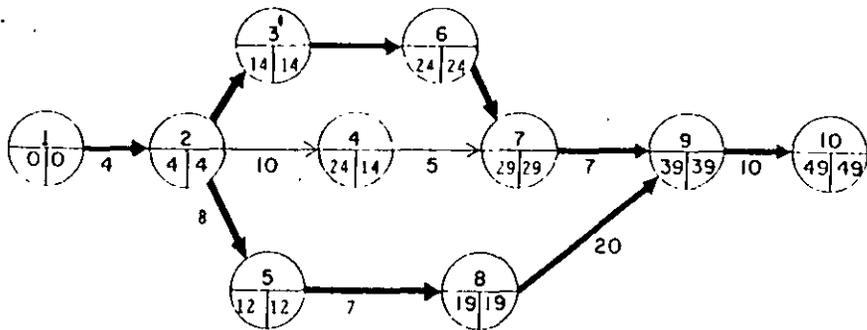
En esta compresión no se afecta la ruta crítica original, pero se forma otra en la cadena 1-2-5-8-9-10, como veremos ver en el diagrama:



Sta. compresión. - Nos faltan 3 días para reducir nuestro proyecto en los 30 días que acordamos con el cliente. La actividad 2-3 la podemos comprimir en esos 3 días pero como ya tenemos otra ruta crítica, debemos reducir también en 3 días alguna actividad de ella para no alterar ninguna de las dos.

Por lo tanto, comprimirémos simultáneamente las actividades 2-3 y 5-8 en tres días. En esta compresión - la actividad 2-3 quedará totalmente comprimida. El diagrama nos quedaría :

Por lo tanto, con cinco compresiones llegamos a tiempo que necesitábamos. La compresión de la red se ha terminado, según se ha pedido, y el diagrama final que ha quedado es :



Para una duración de 49 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de ---- \$ 850.00 hasta \$ 1,299.00

COSTO DE PREMURA = \$ 1,299.00

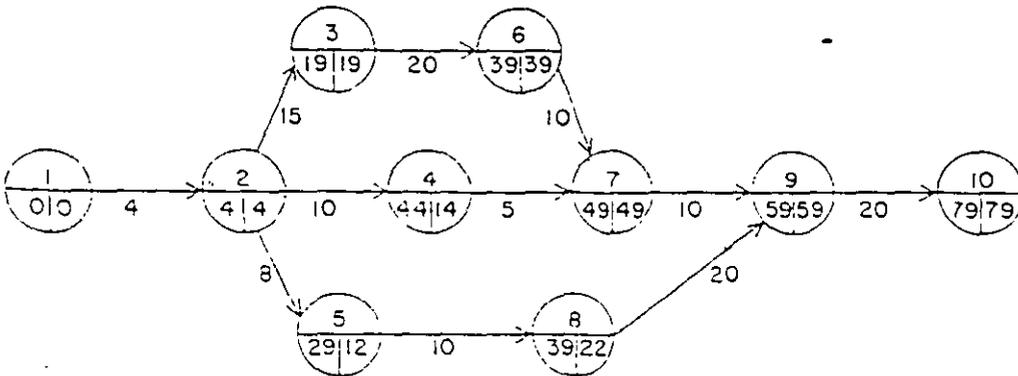
A este costo también se le llama costo de ruptura, porque aunque siguiéramos acortando la duración de otras actividades, aumentaríamos el costo sin lograr reducciones en el tiempo.

TABLA DE COMPRESIONES

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 5 días	$850 \div 4 \times 5$	870	$79 - 5 = 74$
3-6	2a. 10 días	$870 \div 12 \times 10$	990	$74 - 10 = 64$
9-10	3a. 10 días	$990 \div 20 \times 10$	1190	$64 - 10 = 54$
2-3	4a. 2 días	$1190 \div 20 \times 2$	1230	$54 - 2 = 52$
2-3 y 5-8	5a. 3 días	$1230 \div 20 \times 3 \times 3$	1299	$52 - 3 = 49$

E J E M P L O

Utilizando el Método de la Ruta Crítica como herramienta de control, en el avance de obras (utilizando Compresión de Redes).



R.C. = 1-2, 2-3, 3-6, 6-7, 7-9, 9-10

A partir del diagrama anterior obtenemos la siguiente tabla.

Actividad	Durac.	Ini.Pro.	Ter.Pro.	Ini.Remota	Ter.Remota	H.T.
1-2	4	0	4	0	4	0
2-3	15	4	19	4	19	0
2-4	10	4	14	34	44	30
2-5	8	4	12	21	29	17
3-6	20	19	39	19	39	0
4-7	5	14	19	44	49	30
5-8	10	12	22	29	39	17
6-7	10	39	49	39	49	0
7-9	10	49	59	49	59	0
8-9	20	22	42	39	59	17
9-10	20	59	79	59	79	0

Después de 45 días hábiles el informe de la obra es el siguiente:  
(día 45)

Actividad	comenzó	% Avance
1-2	2	100
2-3	6	100
2-4	20	100
2-5	18	100
3-6	29	80
4-7	40	50
5-8	33	80

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*

Proyección de las fechas de terminación más probable.

- Actividad: 3-6

días de trabajo:  $45 - 29 = 16$

% avance = 80%

80 --- 16

100 --- X = 20

Fecha de terminación =  $29 + 20 = 49$  (más temprana)  
o de iniciación para la siguiente actividad.

- Actividad: 4-7

días de trabajo:  $45 - 40 = 5$

% avance: 50%

50 --- 5

100 --- X = 10

Fecha de terminación:  $40 + 10 = 50$  (más temprana)

- Actividad: 5-8

días de trabajo:  $45 - 33 = 12$

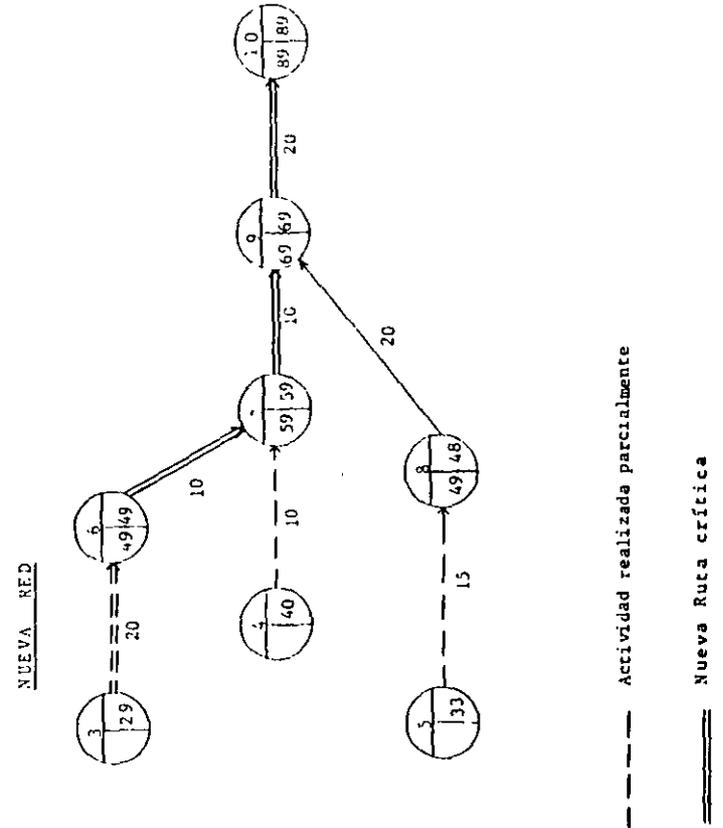
% avance: 80%

80 --- 12

100 --- X = 15

Fecha de terminación:  $33 + 15 = 48$  (más temprana)

El resultado que se obtiene en la red después de incluir estos resultados es el siguiente:



*Iny Oscar E. Martínez Jurado*

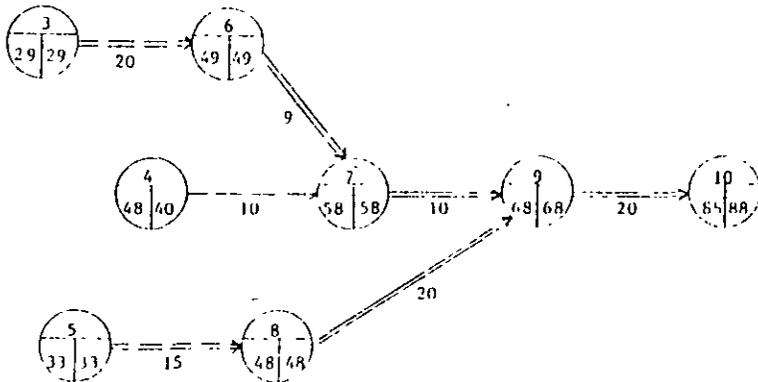
Como se puede observar, el proyecto se ha retrasado con respecto a la planeación inicial (estándar) por 10 días  $(89 - 79) = 10$ .

Se procede a tomar las medidas de corrección necesarias para hacer que el proyecto termine en la fecha señalada, lo cual se logra comprimiendo la red.

Tabla de Duraciones y Costos

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	$\Delta c/\Delta t$
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	10
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			610	1530	

1a. Compresión: comprimir la actividad 6-7; 1 día lo que hará aparecer 2 rutas críticas.



Costo adicional = 4 unidades

2a. Compresión.

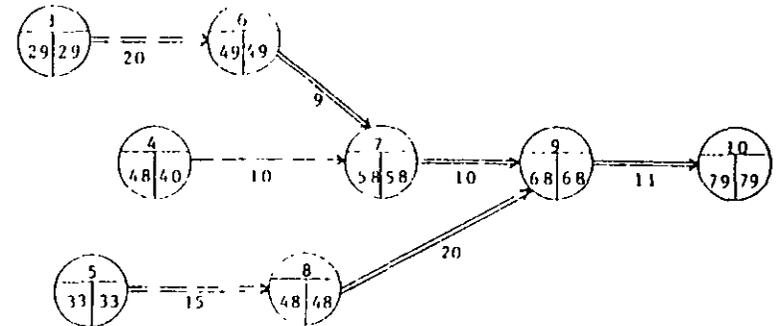
Dado que hay dos Rutas Críticas la compresión se puede obtener de dos formas:

a) Comprimir 6-7 ó 7-9 con 8-9  
Costo =  $4 + 30 = 34/\text{día}$

b) Comprimir únicamente 9-10  
Costo =  $20/\text{día}$

Mejor b)

Comprimir la actividad 9-10, 9 días.



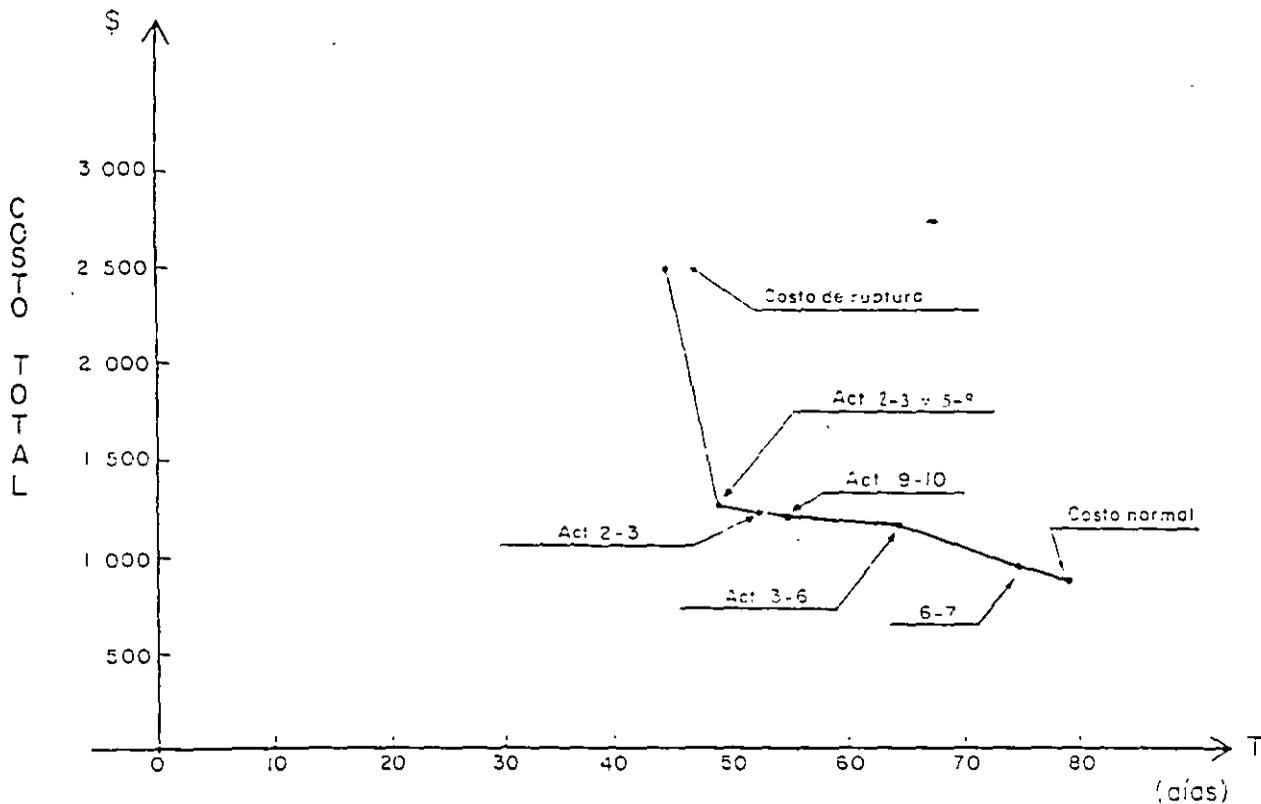
Costo adicional:  $20 \times 9 = 180$  unidades.

Tabla de Compresiones

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 1 día	$610 + 4 \times 1$	614	$89 - 1 = 88$
9-10	2a. 9 días	$610 + 20 \times 9$	794	$88 - 9 = 79$

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

COSTO TOTAL-DURACION

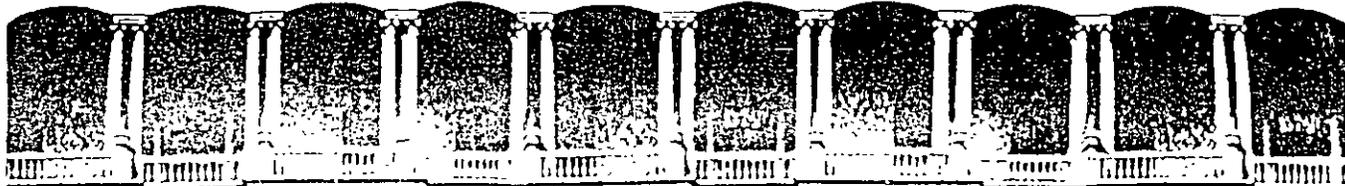


Para una duración de 79 días, obtenemos por medio de la comparación de redes un aumento en el costo de --- \$ 610.00 hasta \$ 794.00

Costo adicional Total = 180 + 4 = 184

CON EL EJEMPLO SE VE EL USO DEL M.R.C. COMO HERRAMIENTA DE CONTROL EN EL AVANCE DE OBRAS.

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*



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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

# TEORIA DE NODOS

En resumen, puede afirmarse que los problemas que se presentan cuando se usa la notación de las flechas (MRC), se derivan de la presencia de las actividades ficticias, y que éstas al no existir en la notación de nodos, nos los eliminan. Por lo anterior, en adelante ya sólo se usará la notación de nodos.

## CALCULO Y REPRESENTACION DEL PROGRAMA DE OBRA

Para el cálculo manual de la red, será necesario usar la convención siguiente:

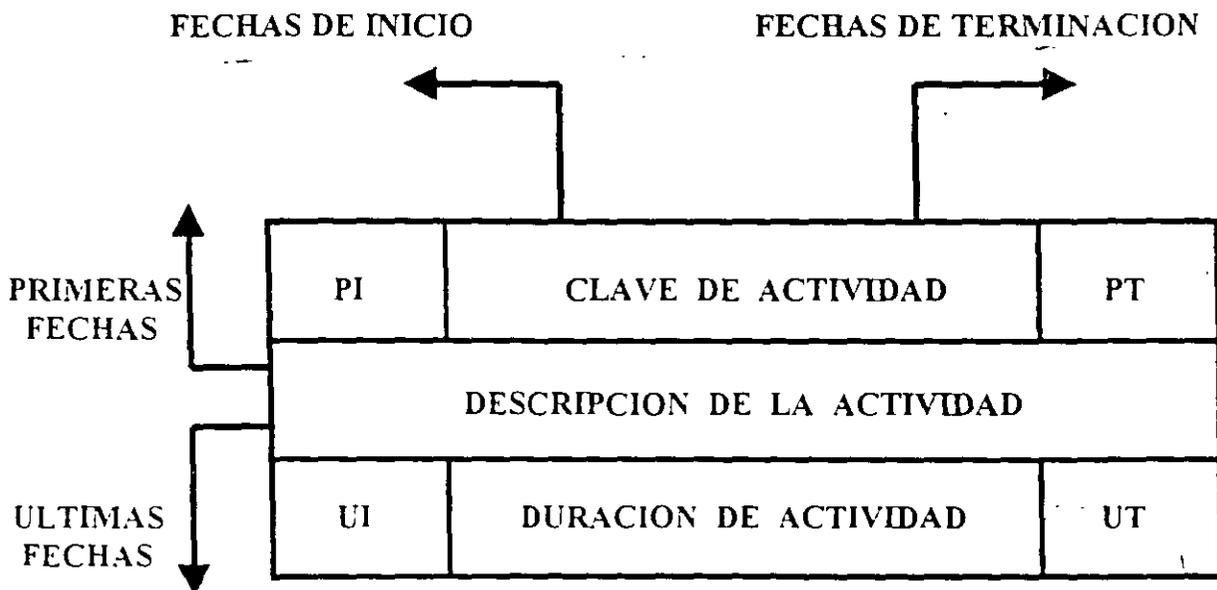


Fig. 1

PI Primera fecha de Inicio

PT Primera fecha de Terminación

UI Ultima fecha de Inicio

UT Ultima fecha de Terminación

Es recomendable distinguir fácilmente en la red las actividades que sean suministros, para lo cual pueden representarse de la siguiente manera

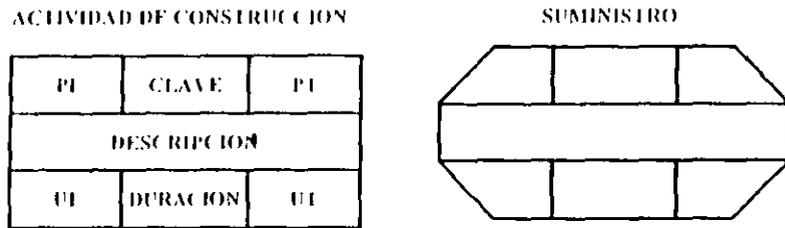


Fig 2

Si una actividad específica B esta precedida por n actividades A<sub>i</sub> y a ésta le siguen m actividades C<sub>i</sub> el calculo numerico de la red se realizara segun las siguientes fórmulas

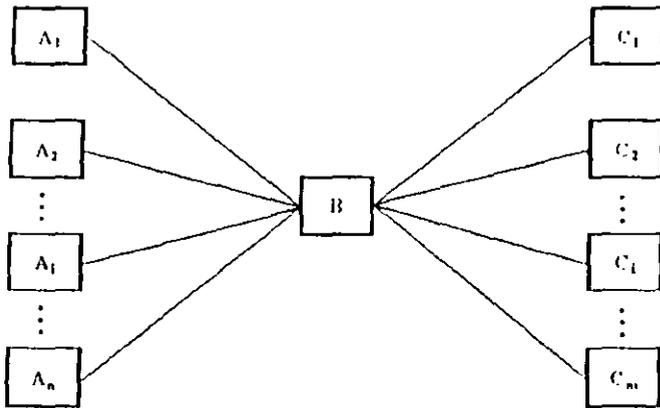


Fig 3

$$(PI)_B = \text{mayor } (PI)_{A_i}$$

$$(PI)_B = (PI)_B + (\text{duración})_B$$

$$(UI)_B = (UI)_B - (\text{duración})_B$$

$$(UI)_B = \text{menor } (UI)_{C_i}$$

Las duraciones de las actividades deberán calcularse con base en los recursos con que se contará en la obra y con los rendimientos que de ellos se esperan

Para el ejemplo del tendido de la tubería que se ha venido desarrollando, las duraciones calculadas para cada actividad son las siguientes

ACTIVIDADES 1 y 3      Excavación por tramo de 120 m  
(A - B ó B - C)

Recurso	1 oficial + 4 peones = 1 cuadrilla
Rendimiento	4 peones x 5 m <sup>3</sup> / día x peón = 20 m <sup>3</sup> /día
Duración	120 m <sup>3</sup> / 20 m <sup>3</sup> /día = 6 días
Costo	(\$225 + 4 x \$ 150) / 20 m <sup>3</sup> = \$ 41.25/m <sup>3</sup>

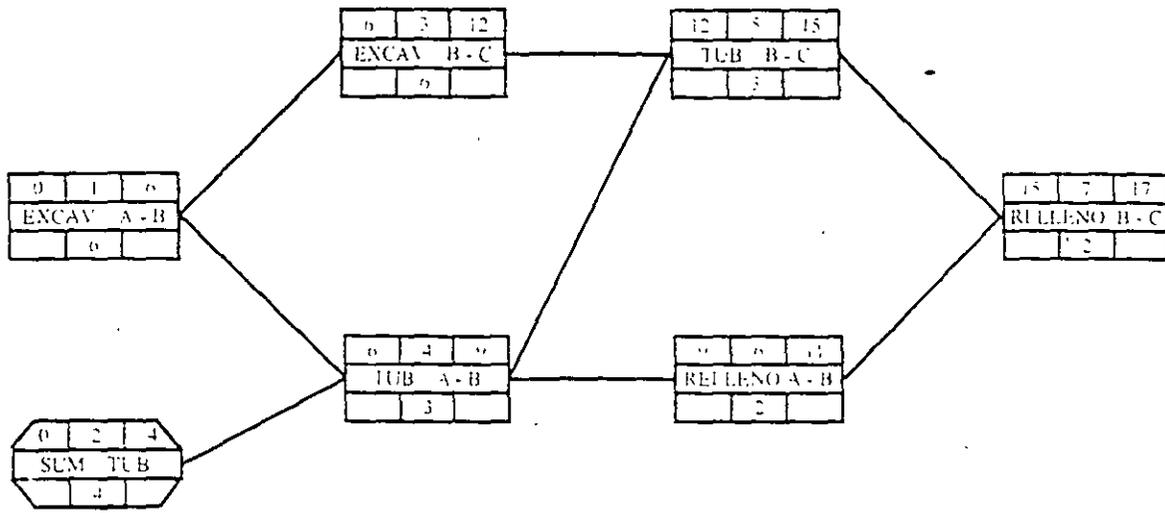
ACTIVIDADES 4 y 5      Colocacion de tubería por tramo de 120 m  
(A - B ó B - C)

Recurso	1 oficial + 1 peón = 1 pareja
Rendimiento	40 m / pareja x día = 40 m/día
Duración	120 m / 40 m/día = 3 días
Costo	(\$225 + \$150) / 40 m = \$9.40/m

ACTIVIDADES 6 y 7      Relleno por tramo de 120 m  
(A - B ó B - C)

Recurso	1 oficial + 4 peones = 1 cuadrilla
Rendimiento	4 peones x 15 m <sup>3</sup> / día x peón = 60 m <sup>3</sup> /día
Duración	120 m <sup>3</sup> / 60 m <sup>3</sup> /día = 2 días
Costo	(\$225 + 4 x \$ 150) / 60 m <sup>3</sup> = \$ 14.60/m <sup>3</sup>

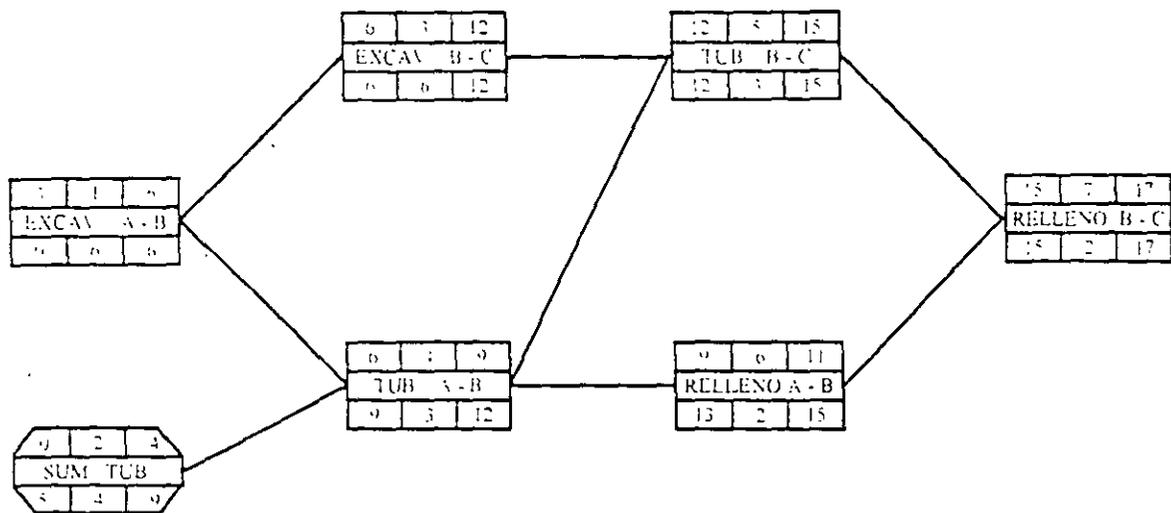
El cálculo de la red se hará con estas duraciones a partir de las actividades que no tienen ningún precedente, obteniéndose las primeras fechas de inicio y terminación



Duración Total del Proyecto 17 días

Fig. 4

A continuación se calcularán las últimas fechas de inicio y terminación partiendo de la última actividad de la red, para lo cual se hará coincidir su primera y su última fecha de terminación (el proceso es opuesto al del cálculo de las primeras fechas)



Duración Total del Proyecto, 17 días

Fig. 5

Por definición, la **holgura total** de una actividad es el lapso de tiempo que puede posponerse la terminación de dicha actividad, sin que se modifique la fecha de terminación de la obra, su valor será la diferencia entre su primera y su última fecha de terminación

Al analizar la actividad 2 de la figura 5 (suministro de tubería) se podrá observar que de los días que tiene de holgura total ( $HT = 9$ ) - ( $PT = 4$ ) = 5 días, solo dos días puede posponerse su terminación sin afectar a ninguna otra actividad. A partir de allí, aunque se puede seguir posponiendo dicha terminación sin modificar la fecha de terminación de la obra, si se modificaran los inicios de algunas actividades subsiguientes.

De lo anterior se deduce que la holgura total de una actividad está integrada por dos partes: la **holgura libre**, que es el lapso de tiempo que puede posponerse la terminación de una actividad sin modificar el inicio de ninguna otra actividad y la **holgura con interferencia**, que es el tiempo que puede posponerse la terminación de una actividad sin modificar la fecha de terminación de la obra, aunque sí se alteren los inicios de algunas actividades subsiguientes. Algebráicamente, lo anterior puede expresarse como

$$(HT)_B = (HL)_B + (HI)_B$$

en donde

$(HL)_B$  holgura libre de la actividad B

$(HI)_B$  holgura libre con interferencia de B

Si definimos como **holgura particular** a la diferencia entre la  $(PT)_B$  y la  $(PT)_A$  (siempre será entre dos actividades específicas relacionadas directamente entre sí), habremos descrito el significado de los cuatro tipos de holgura que maneja el MRC

Por razones de facilidad en el manejo de la red, se ha decidido escribir sobre la línea de dos actividades, el valor de su holgura particular. Cuando ese valor es igual a cero, habrá que identificar ese caso con una doble raya tal como aparece a continuación

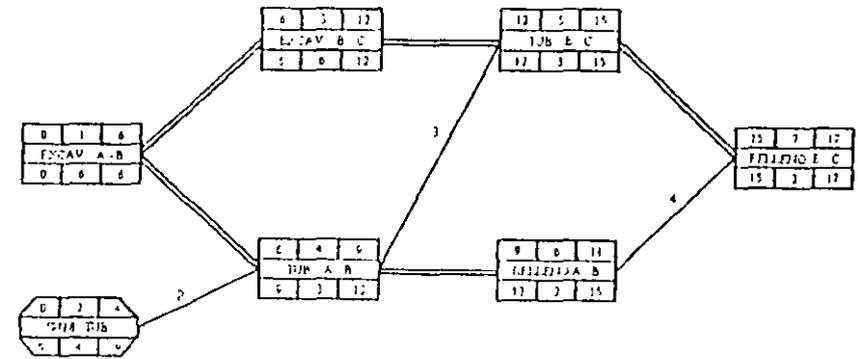


Fig. 6

Al contar con esta información se puede calcular la holgura libre de cualquier actividad como la menor holgura particular que sale de dicha actividad

$$(HL)_B = \text{menor } (HP)_{nA}$$

Si definimos como **ruta o camino crítico** al conjunto de actividades que definen la fecha de terminación de una obra será lo mismo decir, que la Ruta Crítica estará formada por el conjunto de actividades que no tienen holgura (actividades críticas)

Si en la red de la figura 6 identificamos una serie de actividades unidas ininterrumpidamente por doble raya (holgas particulares = 0), esa sera precisamente la Ruta Critica de la red, la que debera marcarse con triple raya

De esta manera, la red totalmente terminada aparecera de la siguiente forma

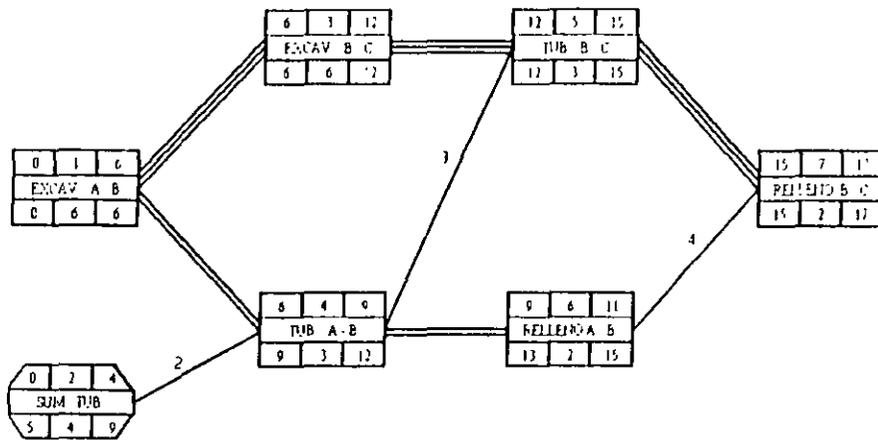


Fig. 7

Desde luego que en todas las actividades que pertenecen a la Ruta Critica, la primera y ultima fecha de terminacion concidirán, ya que sus holgas totales necesariamente serán nulas

Para diversas circunstancias, la representación en barras de la información que proporciona el Método de la Ruta Critica es sumamente útil, para lo cual se ha propuesto la siguiente convención

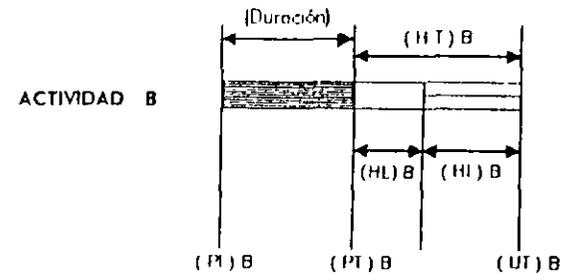


Fig. 8

Para ilustrar lo anterior, se muestra el siguiente programa de barras que corresponde a la red de la figura 7

Si se vacían los recursos que se piensan utilizar en la obra en el diagrama de barras respectivo se obtendrían los programas "colaterales" de obra tal como aparece a continuación (aunque solo se muestra el programa de personal en idéntica forma se obtendrían los otros programas colaterales, tales como el de equipo, de necesidades y compras, etc.)

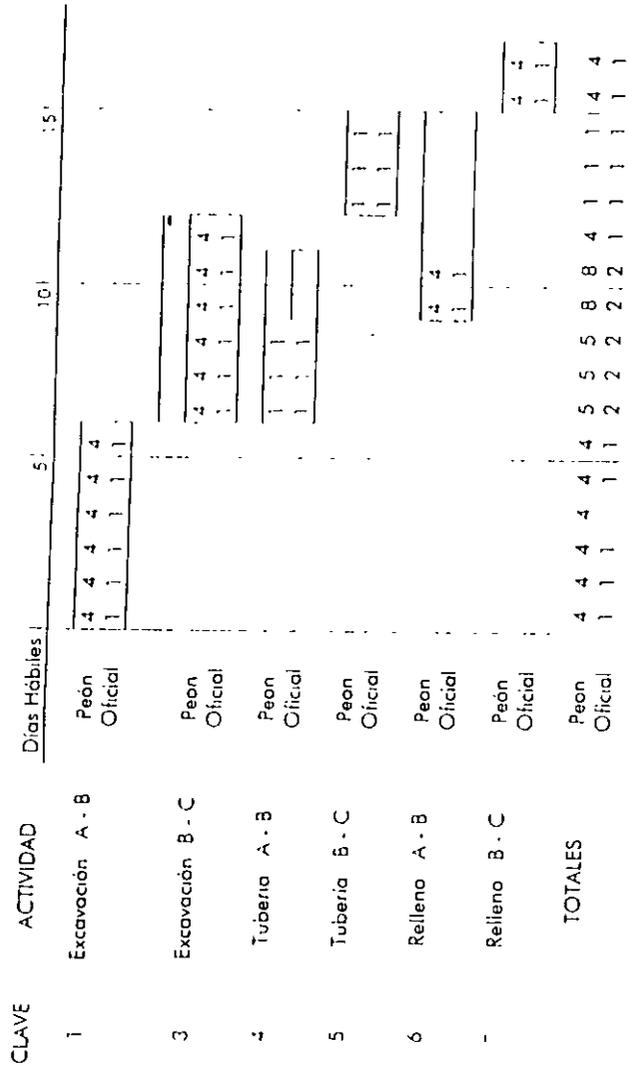


Fig. 9

Ing Oscar F. Martínez Izquierdo - Resumen general de las memorias de P. P. y C.

Al observar los totales de la figura anterior, es fácil detectar la necesidad de redistribuir recursos para evitar problemas en la obra y minimizar los costos directos, ya que es imposible disponer de distintas cantidades de personal en determinadas fechas.

En general, puede decirse que es aconsejable eliminar los aumentos y las disminuciones frecuentes de los recursos necesarios, haciendo la distribución de dichos recursos lo más uniforme posible en el tiempo.

El conocimiento de las holguras es de gran valor y utilidad para hacer esta redistribución de recursos en una forma racional.

La red y el diagrama de barras, ya habiendo redistribuido los recursos, aparece en las figuras 10 y 11.

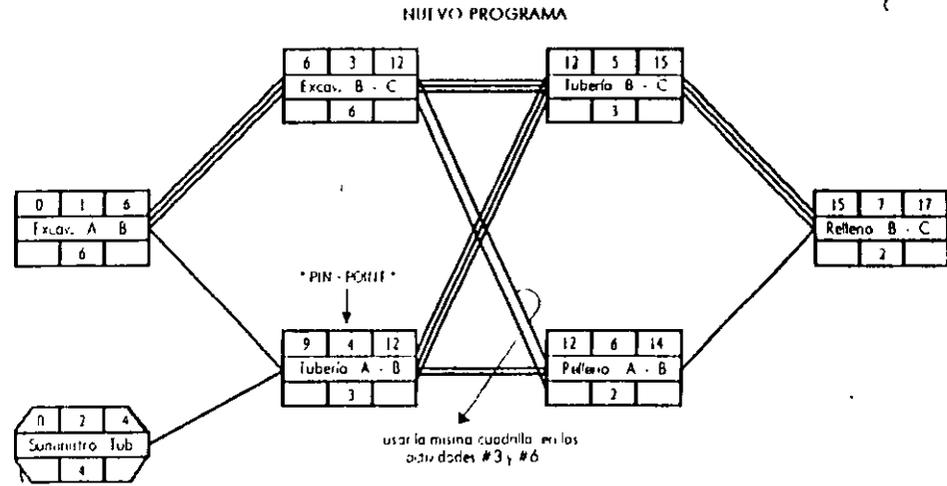


Fig. 10

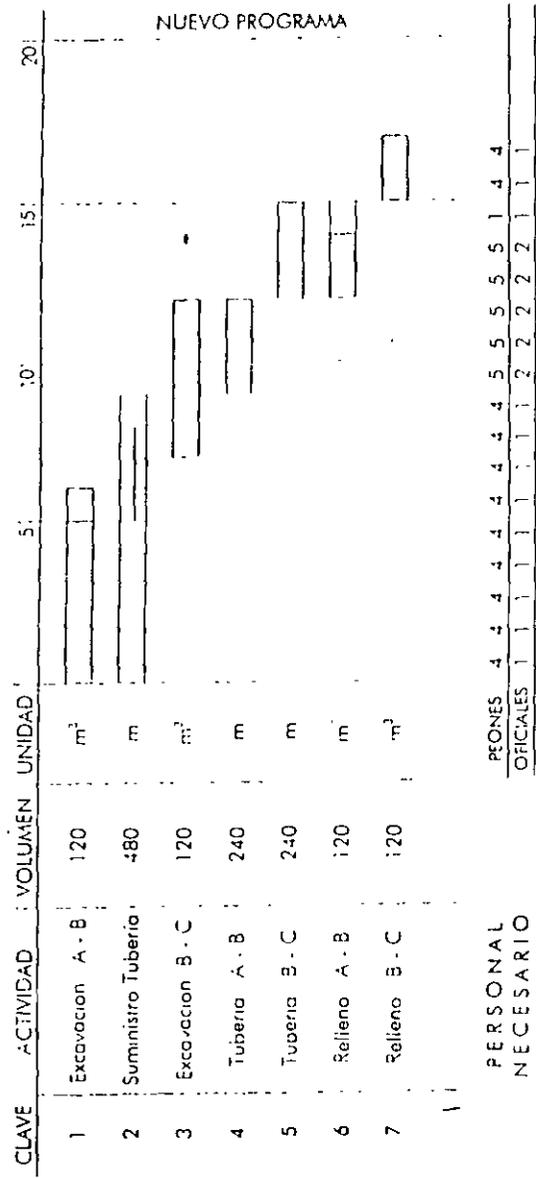


Fig. 11

Nota. Habria que ocupar a la cuadrilla de terraceria (1 OFICIAL + 4 PECONES) en algun otro trabajo el dia 15 o pensar en que en la realidad si se fraccionaran las actividades, por lo que la actividad 7 seria adelantarse 1 dia

CURVA COSTO - TIEMPO MINIMO

Si se considera que los costos indirectos de una obra, son prácticamente constantes, podemos graficar la relacion tiempo-costo de la siguiente manera.

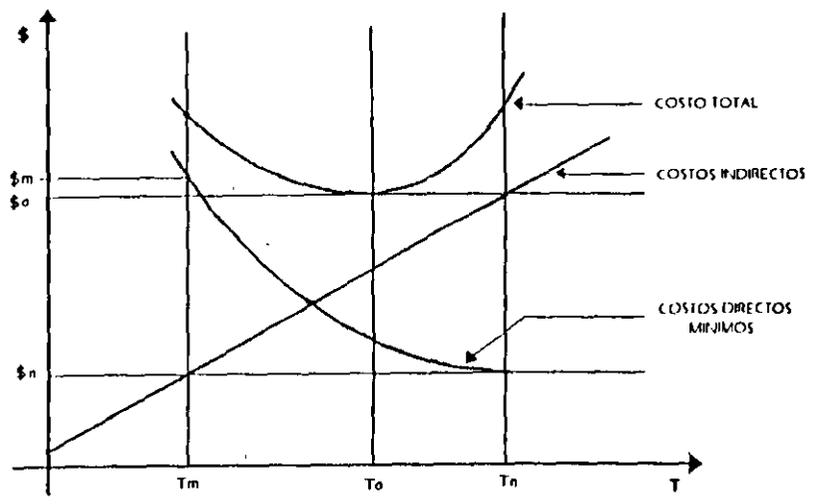


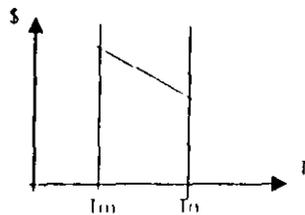
Fig. 12

- en donde
- Tn = (tiempo normal) tiempo de realizacion de la obra, en donde el costo directo es minimo (\$n)
  - Tm = (tiempo minimo) tiempo menor en que fisicamente es posible realizar la obra suponiendo que se tienen recursos ilimitados disponibles y que no interesa el importe del costo correspondiente
  - To = (tiempo optimo) tiempo de realizacion de la obra, en donde el costo total es minimo (\$o)

Esta parte del Método de la Ruta Crítica versa sobre la forma de obtener la curva costo directo mínimo o expresado en otras palabras como comprimir la red en la forma más económica.

La hipótesis que se introduce en esta etapa consiste en suponer una variación lineal costo-tiempo para cada una de las actividades de la red, cosa que estrictamente no se cumple en la realidad.

#### HIPOTESIS



#### REALIDAD

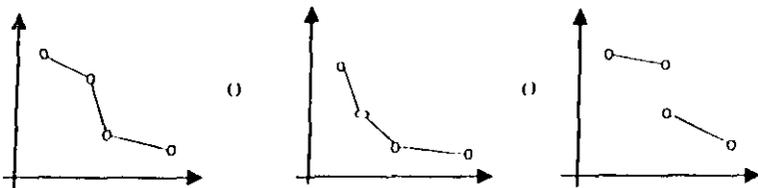


Fig. 13

El proceso de compresión de la red es un proceso altamente iterativo y tedioso de hacer manualmente, por lo que muchas personas limitan su aplicación para los casos en que se utiliza la computadora.

Por otra parte, la experiencia ha demostrado que en la realidad el uso de la computadora en la aplicación de esta fase del MRC es prácticamente inútil, no solo por las implicaciones de la hipótesis introducida (fig. 13), sino por la imposibilidad de obtener la información que requiere la máquina: los  $T_n$  y  $T_m$  de cada una de las actividades de la red con sus respectivos costos.

Sin embargo, la metodología que se usa en esta etapa es muy valiosa en su aplicación manual, ya que conduce al constructor a toma de decisiones racionales y realistas, al no perder la noción de las limitaciones que implican la hipótesis del método, ni tampoco las situaciones reales de disponibilidad de recursos en un momento dado.

La metodología para la obtención de la curva costo directo mínimo-tiempo, consiste en modificar alguna(s) actividades de la red, siguiendo la secuencia que se escribe a continuación:

#### a) Identificación de alternativas

Para lograr acortar la duración de la obra será necesario identificar las actividades críticas cuyas duraciones puedan variarse, y que el valor de las modificaciones que se hagan coincida con la variación de la nueva fecha de terminación de la obra.

#### b) Selección de la alternativa más conveniente

De las alternativas identificadas, según se describe en el párrafo anterior, se debe seleccionar la más económica. Si se cumpliera la hipótesis introducida, esta alternativa sería la que tuviera menor incremento de costo en la unidad de tiempo acortada.

#### c) Determinación del acortamiento de la alternativa

El último paso del proceso, consistirá en determinar el acortamiento de la alternativa seleccionada, y esto se hará tomando en cuenta las dos restricciones siguientes:

El tiempo mínimo de realización de la alternativa

Que la alternativa no deje de ser crítica

Una vez que se hayan llevado a cabo los tres pasos descritos, se volverá a repetir el proceso  $n$  veces, partiendo cada vez de la red resultante en cada caso. Esto implica necesariamente que en cada paso existirán otras alternativas que habrá que identificar y manejar en forma semejante a como se describió anteriormente.

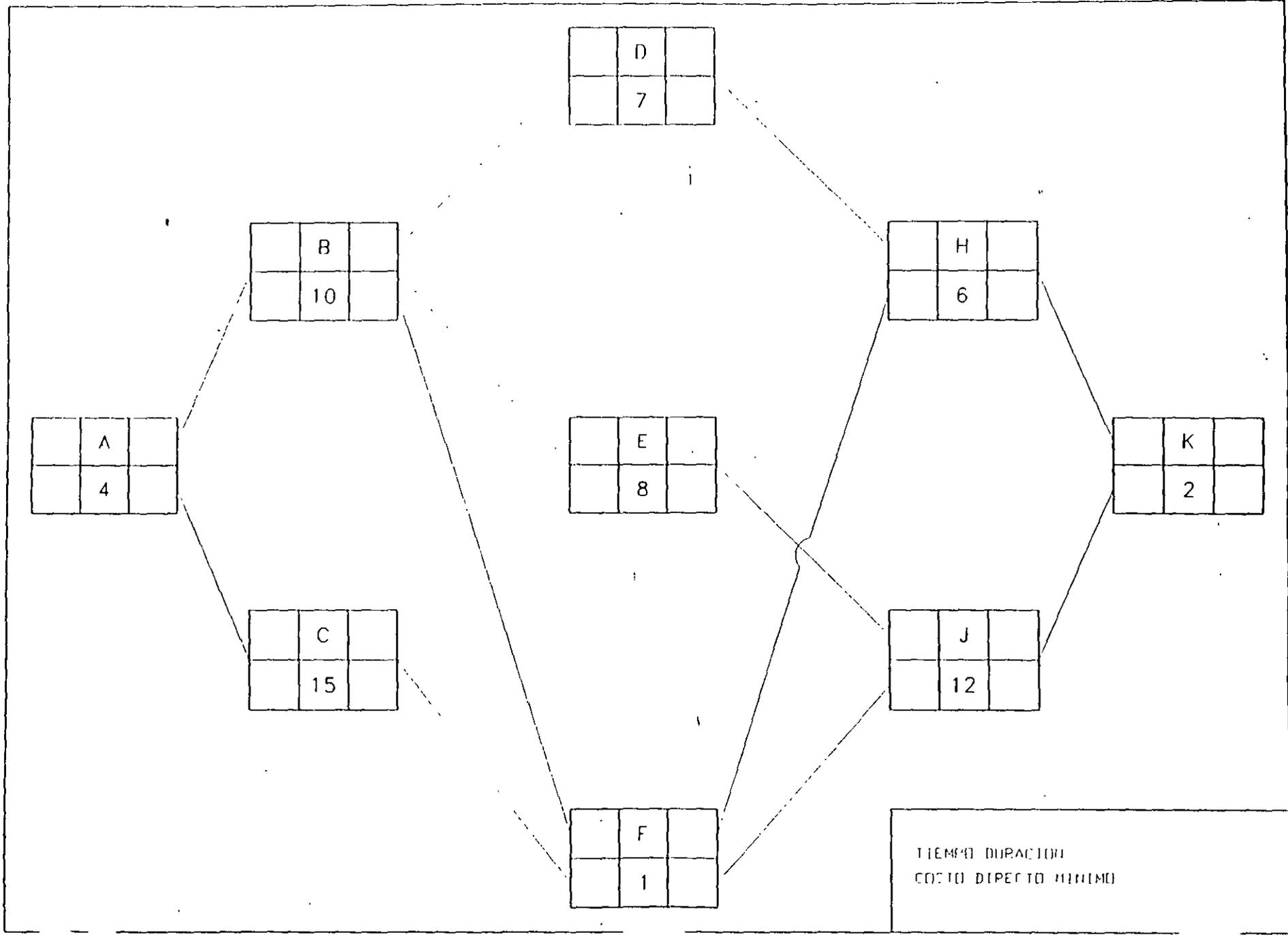
TABLA DE TIEMPOS Y COSTOS ASOCIADOS (NORMAL Y PREMURA)

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*

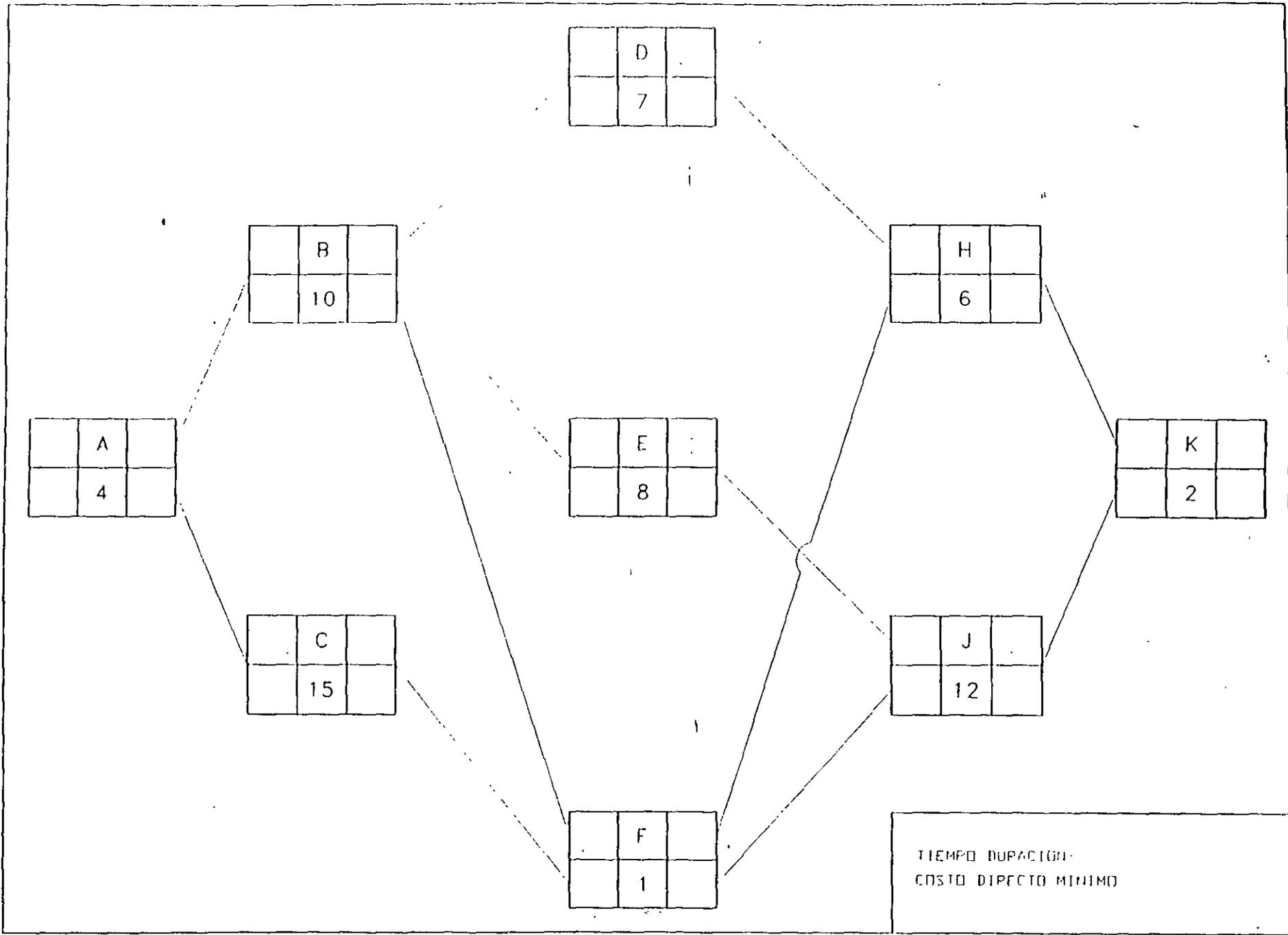
Actividad	Actividades Subsecuentes	Tiempo Normal Tn (semanas)	Costo Normal Cn (miles de \$)	Tiempo Premura Tp (semanas)	Costo Premura Cp (miles de \$)	Acortado ▲\$ / ▲t
A	B y C	4	500	3	530	
B	D, E y F	10	320	7	380	
C	F	15	280	13	320	
D	H	7	290	6	300	
E	J	8	260	5	350	
F	H y J	1	200	1	200	
H	K	6	280	4	360	
J	K	12	220	11	230	
K	-	2	240	2	240	

Suma \$ 2,590

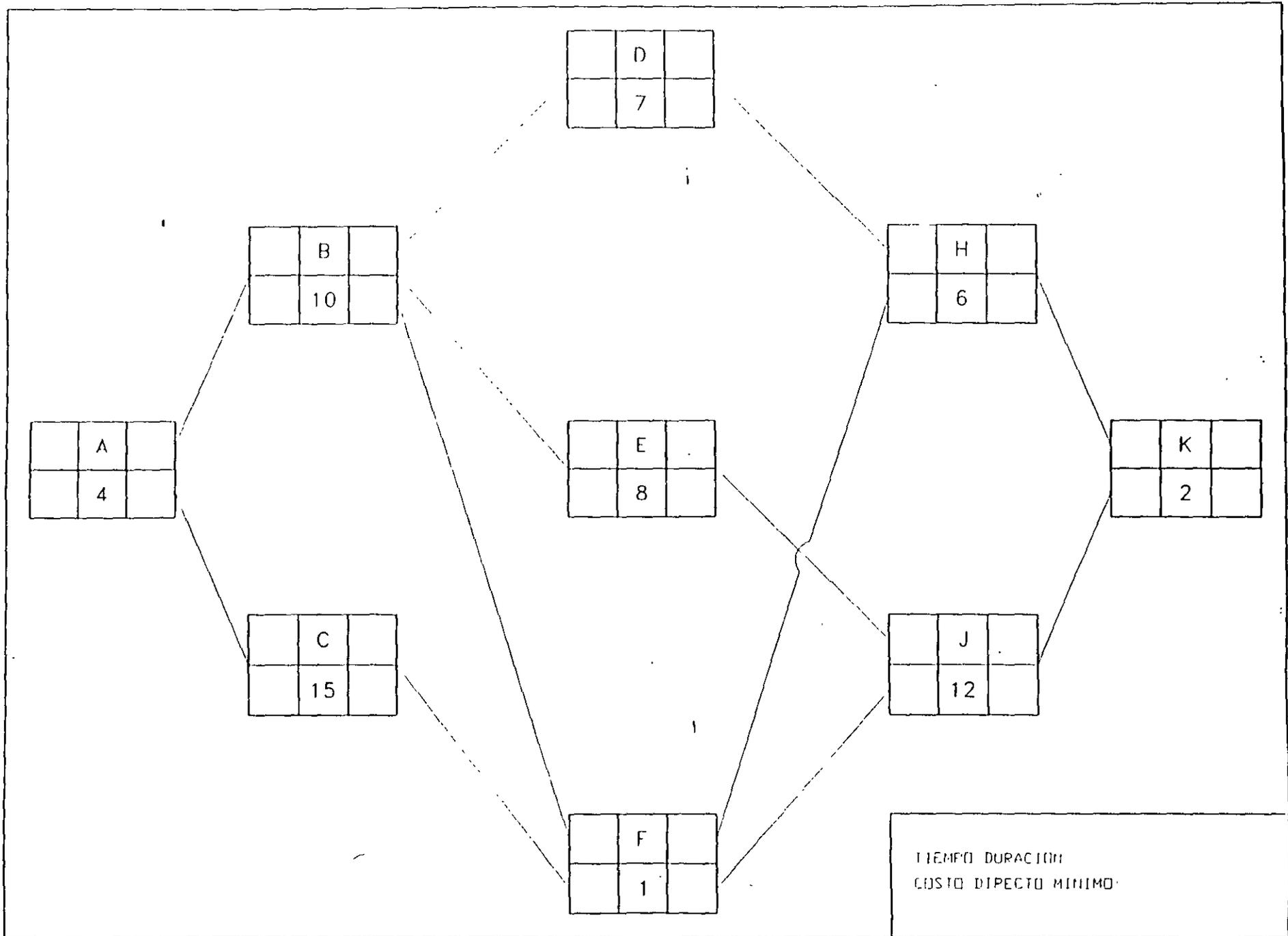
Suma \$ 2,910



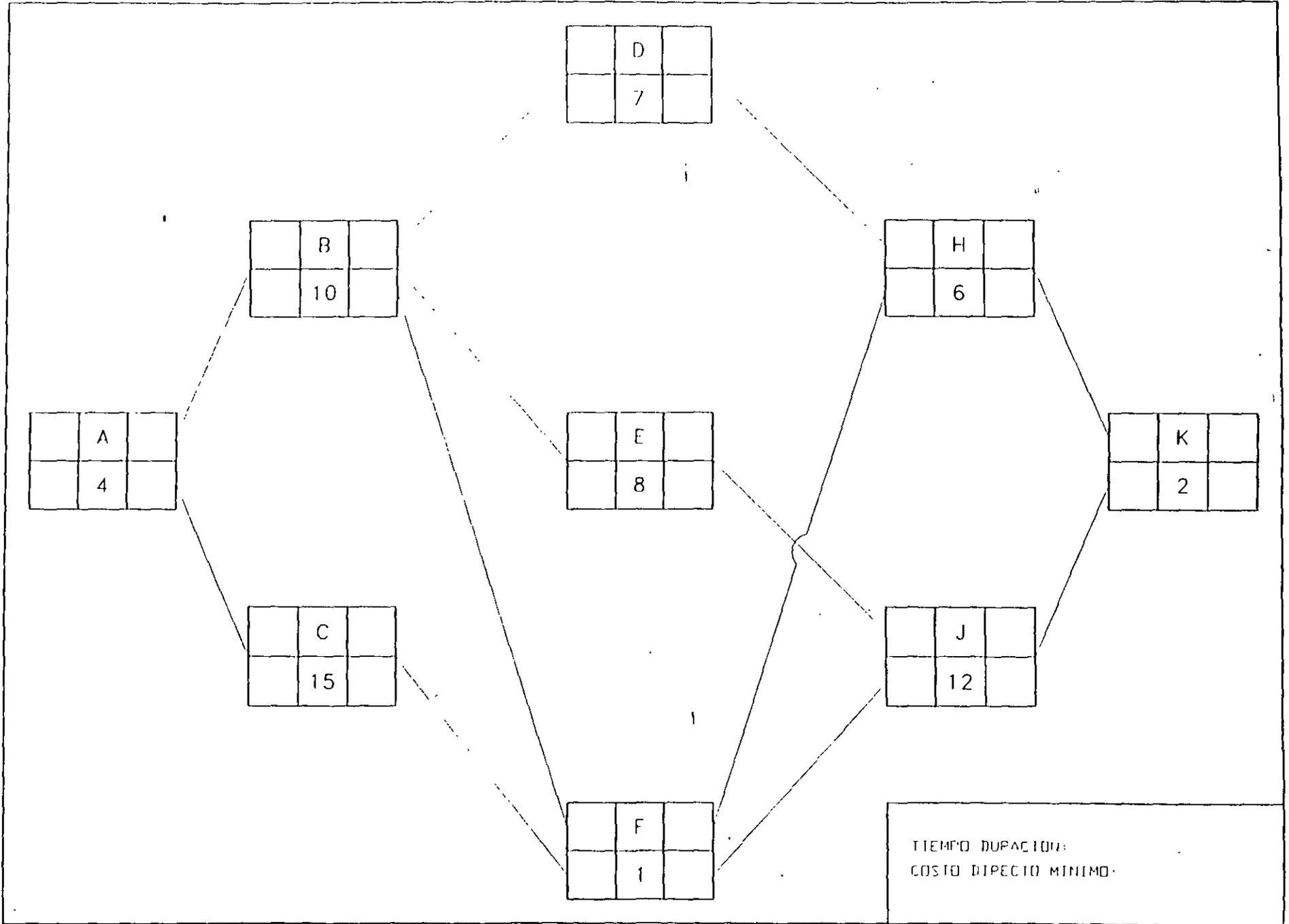
TIEMPO DURACION  
COSTO DIRECTO MINIMO



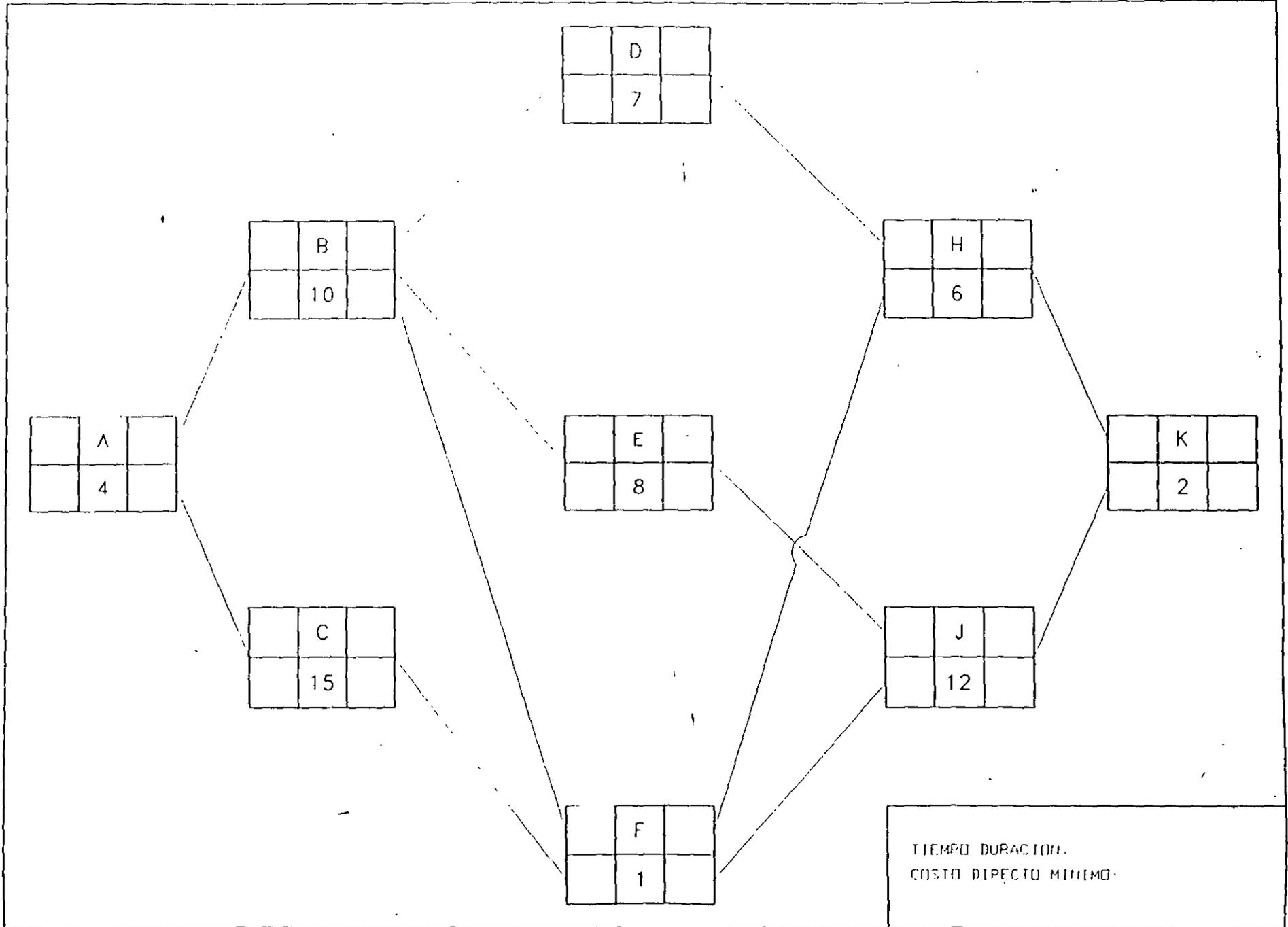
Ing. Oscar E. Martínez Jurado



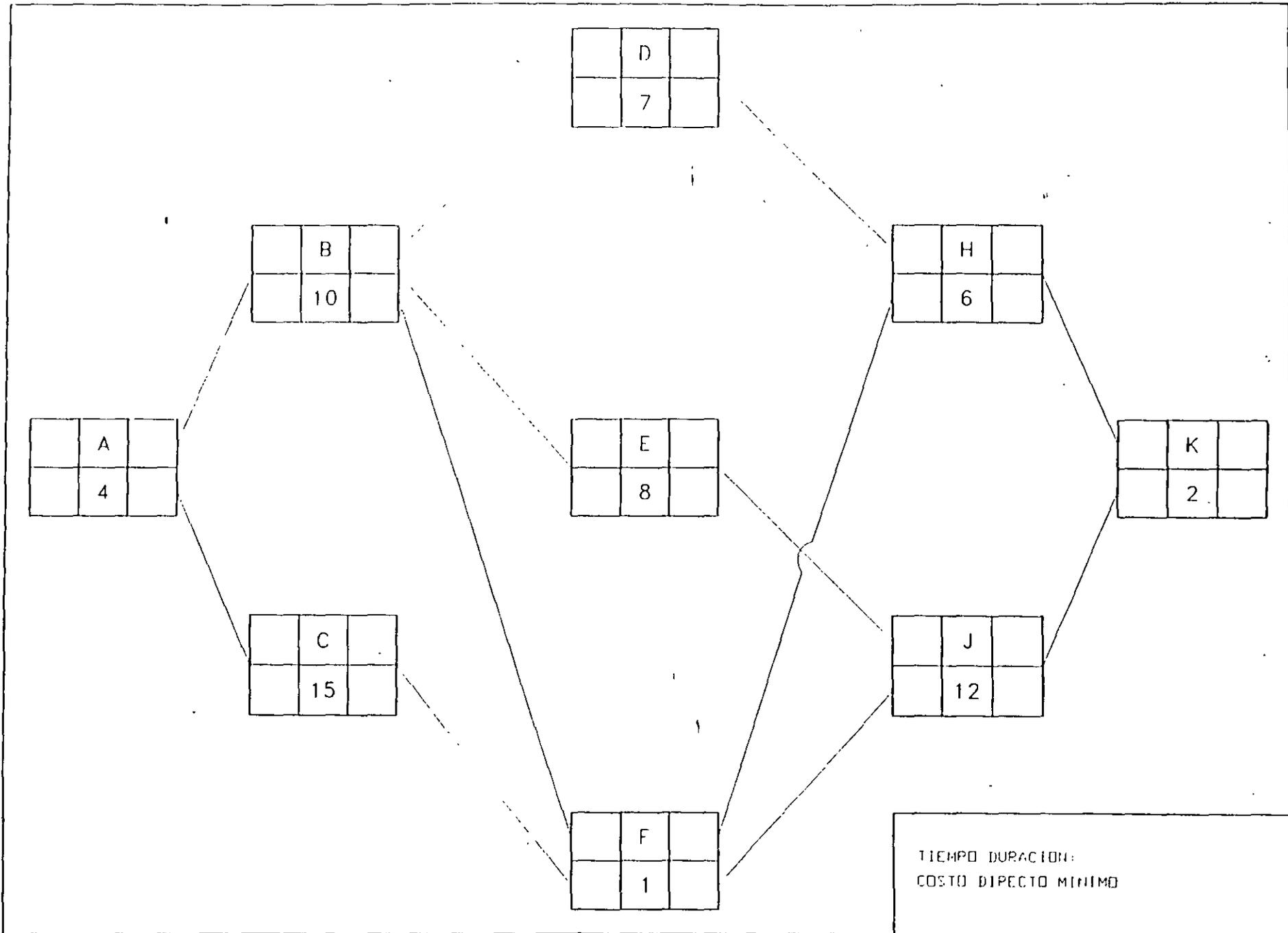
Ing. Oscar ... (artinez Jurado



Ing. Oscar E. Martínez Jurado



Ing. Oscar E. Sanguinetti Jurado



Ing. Oscar E. Martínez Jurado

TABLA DE COMPRESIONES (RESUMEN)

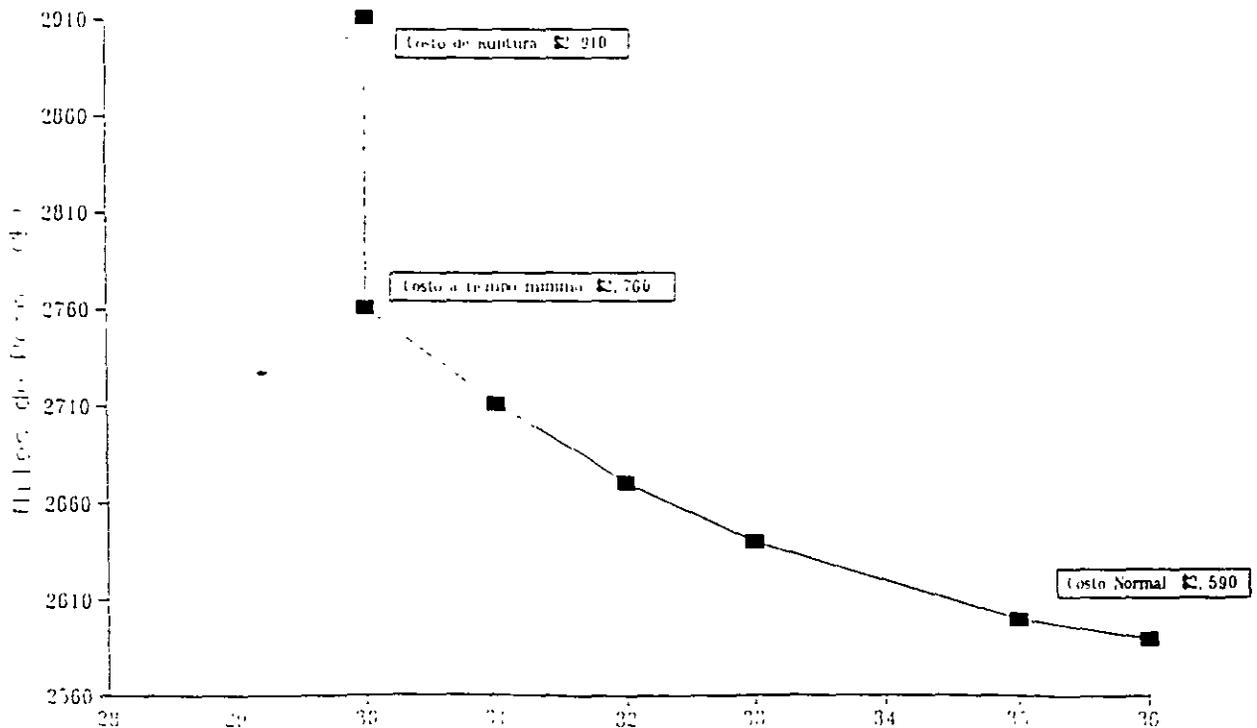
Actividades	Compresiones	Costo adicional	Costo Total	Duración
J	1ª 1 semana	\$10	\$ 2,600	36 - 1 = 35
B	2ª 2 semanas	2 * \$20	\$ 2,640	35 - 2 = 33
A	3ª 1 semana	\$30	\$ 2,670	33 - 1 = 32
B y C	4ª 1 semana	\$20 + \$20	\$ 2,710	32 - 1 = 31
C y E	5ª 1 semana	\$20 + \$30	\$ 2,760	31 - 1 = 30

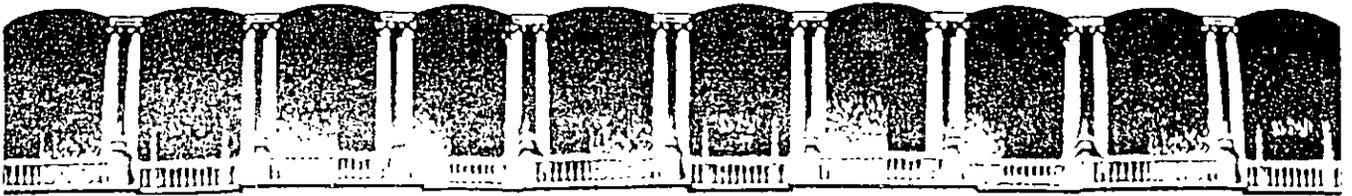
Costo total adicional para llegar a la duración mínima de Proyecto (30 semanas)

$$\$ 2,760 - \$ 2,590 = \$ 170$$

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

GRAFICA DURACION-COSTO  
Costo Total Mínimo





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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

# MS Project®

Microsoft Project 98 ® es un producto de Microsoft Corporation destinado a facilitar la Gerencia de Proyectos. La versión que aquí se explicará es la versión en español.

## CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

El primer paso para crear una programación consiste en abrir un nuevo archivo y designar la fecha de comienzo o de fin del proyecto, así como el resto de la información general del proyecto. Si no escribe una fecha de comienzo o de fin, Microsoft Project utilizará la fecha actual como fecha de comienzo.

- 1 Haga clic en Nuevo  en la barra de herramientas Estándar.
- 2 Escriba una fecha de comienzo o de fin.
  - Para escribir una fecha de comienzo, escriba o seleccione la fecha en la que desee iniciar el proyecto en el cuadro **Fecha de comienzo**. Si no está seguro de la fecha, puede elegir un día del calendario desplegable en cualquier cuadro.
  - Para escribir una fecha de fin, haga clic en **Fecha de fin del proyecto** en el cuadro **Programar a partir de y**, a continuación, escriba o seleccione una fecha de fin para programar el proyecto en el cuadro **Fecha de fin**.
  - Si los planes del proyecto cambian, puede modificar la información en cualquier momento haciendo clic en **Información del proyecto** en el menú **Proyecto**.

Cada proyecto se compone de un conjunto único de elementos: las tareas que conlleva, las personas que las realizan y el objetivo del proyecto que se espera alcanzar. Como ayuda para recordar y comunicar detalles importantes, puede escribir información acerca del proyecto y consultarla o imprimirla cuando la necesite.

- 1 En el menú **Archivo**, haga clic en **Propiedades**.
- 2 En la ficha **Resumen**, escriba información acerca del proyecto, por ejemplo, las personas que administrarán el proyecto y que se encargarán del mantenimiento del archivo de proyecto, el objetivo del proyecto, las limitaciones que pueden dificultar el logro de ese objetivo y otras notas de tipo general relativas al proyecto. Si lo desea, puede imprimir esta información cuando imprima el archivo de proyecto.

## CALENDARIO

Puede cambiar los días y horas laborables del calendario del proyecto para reflejar la programación de trabajo de todas las personas que trabajan en el proyecto. Puede especificar los días y horas no laborables normales, como fines de semana y noches, así como los días festivos excepcionales, como las vacaciones.

- 1 En el menú **Herramientas**, haga clic en **Cambiar calendario laboral**.
- 2 Para cambiar todo el calendario, seleccione cada día de la semana en la parte superior. Para cambiar un solo día, seleccione la fecha en el calendario.
- 3 Haga clic en **Período no laborable** para indicar los días libres, o en **Período laborable** para cambiar las horas de trabajo.
- 4 Si ha hecho clic en **Período laborable** en el paso 3, escriba las horas de comienzo y fin de trabajo en los cuadros **Desde** y **Hasta**.

## ESPECIFICAR LAS TAREAS Y SUS DURACIONES

Un proyecto normal se compone de una serie de tareas relacionadas, que son los bloques que constituyen la programación. Una tarea debe representar una cantidad de trabajo significativa con una fecha de entrega definida pero, a la vez, debe ser lo suficientemente corta para permitir el seguimiento regular de su progreso y la identificación temprana de los problemas. En líneas generales, una tarea debe tener entre 1 y 2 semanas de duración. Sin embargo, las tareas también pueden especificarse en minutos (como 30m), horas, días o semanas, en función de la medida que resulte más exacta en cada caso. Escriba las tareas en el orden general en el que vayan a realizarse. Posteriormente, puede reorganizar o eliminar estas tareas, o agregar otras nuevas si es necesario.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Diagrama de Gantt** .
- 2 En el campo **Nombre de tarea**, escriba el nombre de una tarea.
- 3 Presione la tecla **ENTRAR**.
- 4 En el campo **Duración**, escriba la cantidad de tiempo en minutos (por ejemplo 30m), horas, días o semanas. Escriba los incrementos menores, como medio día, con el formato 0,5 días. Microsoft Project utiliza las duraciones para calcular la cantidad de trabajo que ha de realizarse en la tarea. Si es necesario, puede revisar estas estimaciones más adelante.

**Nota** No escriba fechas en los campos **Comienzo** y **Fin**. Microsoft Project calculará las fechas de comienzo y fin en función de las dependencias entre tareas que especifique.

- Puede agregar a una tarea una nota con explicaciones detalladas, supuestos o indicaciones acerca del origen de la tarea. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la tarea y luego haga clic en **Notas de tareas** . Escriba la información en el cuadro **Notas**.

## REORGANIZAR LA LISTA DE TAREAS

Cuando cree una lista de tareas, probablemente desee reorganizar algunas tareas y dividir otras en tareas más pequeñas. Puede agregar nuevas tareas, eliminar las innecesarias o mover otras a una ubicación más adecuada. Mientras ajusta la lista de tareas, probablemente descubrirá algunas tareas que resumen el trabajo de otras más pequeñas. Alcanzado este

punto, la lista necesitará una estructura jerárquica y habrá llegado el momento de pasar a la fase siguiente de la creación de la programación.

1 En el campo **Id**, seleccione la tarea que desee copiar, mover o eliminar.

- Para seleccionar una fila, haga clic en el identificador de la tarea.
- Para seleccionar un grupo de filas adyacentes, presione la tecla **MAYÚS** y después haga clic en el primero y en el último número identificador del grupo.
- Para seleccionar varias filas no adyacentes, presione la tecla **CTRL** y después haga clic en los números identificadores de tarea.

2 Para mover la tarea, haga clic en **Cortar** .

Para copiar la tarea, haga clic en **Copiar** .

Para eliminar una tarea, presione **SUPRIMIR**.

3 En el campo **Id**, seleccione las filas en las que desea pegar la selección.

4 Haga clic en **Pegar** .

Si la fila de destino contiene información, las nuevas filas se insertarán sobre la fila de destino.

Para agregar una tarea entre dos tareas existentes en una vista de hoja, haga clic en **Nueva tarea** y luego escriba el nombre de la tarea en el campo **Nombre de tarea**. Después de insertar una tarea nueva, todas las demás tareas se vuelven a numerar automáticamente.

## CREAR UN HITO

Un hito consiste simplemente en una tarea que se utiliza para identificar eventos significativos en la programación, como puede ser la finalización de una fase principal. Si escribe una duración de cero días para una tarea, Microsoft Project mostrará el símbolo de hito en el Diagrama de Gantt al comienzo de ese día.

1 En el campo **Duración**, seleccione la tarea que desea cambiar y escriba 0 días.

2 Presione la tecla **ENTRAR**.

También puede marcar una tarea como hito sin cambiar la duración. Haga clic en **Información de la tarea** , haga clic en la ficha **Avanzado** y luego active la casilla **Marcar la tarea como hito**.

## ORDENAR LAS TAREAS SECUENCIALMENTE

Una vez decidido cuál será el orden de las tareas, puede ordenarlas secuencialmente vinculando las tareas relacionadas. Por ejemplo, puede ser necesario que algunas tareas

terminen antes que sus tareas sucesoras; otras pueden depender del comienzo de sus tareas predecesoras.

- 1 En la Barra de vistas, haga clic en  **Diagrama de Gantt** .
  - 2 En el campo **Nombre de tarea**, seleccione dos o más tareas que desee vincular.
  - 3 Haga clic en **Vincular tareas**  .
- Si vincula tareas utilizando selecciones múltiples, seleccione las tareas en el orden en el que desea vincularlas.
  - Para ver un porcentaje mayor de las barras de tareas, haga clic en **Alejar** .
  - De forma predeterminada, Microsoft Project crea un vínculo de tarea del tipo de fin a comienzo. Puede cambiar este vínculo por un vínculo de comienzo a comienzo, de fin a fin o de fin a comienzo.
  - Para desvincular tareas, seleccione las tareas en el campo **Nombre de tarea** y haga clic en **Desvincular tareas** . Las tareas se volverán a programar en función de los vínculos con otras tareas o las delimitaciones.

## COMENZAR O FINALIZAR LAS TAREAS EN FECHAS ESPECÍFICAS

Puede programar las tareas más eficazmente especificando sus duraciones, creando dependencias entre ellas y dejando que Microsoft Project calcule automáticamente las fechas de comienzo y fin. Únicamente cuando las tareas deban comenzar y finalizar en fechas específicas se debe agregar una delimitación inflexible a una fecha y dejar que Microsoft Project calcule su duración.

- 1 En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la tarea que desee y haga clic en **Información de la tarea**  .
- 2 Haga clic en la ficha **Avanzado**.
- 3 En el cuadro **Tipo**, haga clic en un tipo de delimitación.
- 4 Si seleccionó una delimitación distinta a **Lo más tarde posible** o **Lo antes posible**, escriba la fecha de delimitación en el cuadro **Fecha**.

Si escribe una fecha de comienzo para una tarea o arrastra una barra de Gantt para cambiar la fecha, Microsoft Project establecerá la delimitación **No comenzar antes del (NCAD)** basándose en la nueva fecha de comienzo. Si escribe la fecha de fin de la tarea, Microsoft Project asignará automáticamente una delimitación del tipo **No finalizar antes del (NFAD)**.

## SUPERPONER TAREAS O AGREGAR TIEMPO DE POSPOSICIÓN ENTRE ELLAS

Una vez que ha establecido la secuencia de las tareas mediante su vinculación, puede superponer o retrasar determinadas tareas para obtener un modelo más exacto de la forma

en que se realizará el trabajo. En Microsoft Project, las tareas se retrasan agregando tiempo de posposición, como 2d, a la tarea predecesora y se superponen especificando un tiempo de posposición negativo. También puede escribir el tiempo de posposición como un porcentaje de la tarea, por ejemplo, -25%.

- 1 En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la tarea que desee y haga clic en **Información de la tarea** .
- 2 Haga clic en la ficha **Predecesoras**.
- 3 En el campo **Pos** (posposición), escriba el tiempo de adelanto o el tiempo de posposición que desee, en forma de duración o de porcentaje de la duración de la tarea predecesora.

Escriba el adelanto como un número o porcentaje negativo y la posposición como un número o porcentaje positivo.

## CREAR UNA LISTA DE RECURSOS

Antes de comenzar a asignar recursos, puede especificar de una vez toda la información de recursos para el proyecto, como grupos de recursos y costos, mediante la creación de una lista de recursos. Este procedimiento ahorra tiempo a la hora de asignar recursos a las tareas. También puede crear una lista al agregar y asignar recursos a su proyecto. Las listas de recursos incluyen los nombres de los recursos y el número máximo de unidades como porcentaje de la disponibilidad de cada recurso.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Hoja de recursos** .
- 2 En el menú **Ver**, señale **Tabla** y haga clic en **Entrada**.
- 3 En el campo **Nombre del recurso**, escriba el nombre del recurso.
- 4 Si desea designar un grupo de recursos, escriba un nombre en el campo **Grupo**.
- 5 Si es necesario, escriba el número de unidades disponibles de ese recurso en el campo **Capacidad máxima**, en forma de porcentaje.  
Por ejemplo, escriba 300% para indicar tres unidades a tiempo completo de un recurso determinado.
- 6 Si es necesario, cambie la información predeterminada que aparece en los demás campos.
- 7 Repita los pasos 3 a 6 para cada recurso.

## ASIGNAR RECURSOS

La asignación de recursos a las tareas puede ser una parte importante del éxito en la administración del proyecto. Debe asignar recursos a las tareas cuando desee:

- Llevar a cabo un seguimiento de los costos y de la cantidad de trabajo realizado por el personal y el equipamiento asignado a las tareas.
- Garantizar un alto grado de responsabilidad. Cuando las responsabilidades están claras, existe un menor riesgo de pasar por alto alguna tarea.
- Disponer de mayor flexibilidad a la hora de planear la duración de las tareas.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Diagrama de Gantt** .
- 2 En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la tarea a la que va a asignar un recurso y luego  haga clic en **Asignar recursos**.
- 3 En el campo **Nombre**, seleccione el recurso que desee asignar a la tarea o haga clic en **Dirección** para seleccionar un recurso de su libreta de direcciones de correo electrónico.
  - Para asignar un recurso a tiempo parcial, escriba un porcentaje inferior a 100 en el campo **Unidades**.
  - Para asignar más de una unidad del mismo recurso, escriba un porcentaje superior a 100 en el campo **Unidades**, por ejemplo 200 por cien, para especificar dos carpinteros.
- 4 Haga clic en **Asignar**.

Una marca de verificación que aparece a la izquierda del campo **Nombre** indica que el recurso está asignado a la tarea seleccionada. El nombre del recurso también aparece junto a la barra de tareas en el **Diagrama de Gantt**.

Si no especifica información acerca de los recursos, Microsoft Project calcula la programación utilizando sólo la información de la duración de las tareas y la dependencia entre tareas.

Si un grupo de recursos ha de tener el mismo horario laboral especial y los mismos días no laborables, puede crear para ellos un calendario base nuevo. Haga clic en **Nuevo** y escriba un nombre para el calendario base. Haga clic en **Crear nuevo calendario base** para comenzar con un calendario predeterminado. Si desea tomar como base un calendario existente, haga clic en **Hacer una copia del calendario** y después elija el nombre del calendario en el cuadro **Calendario**. Haga clic en **Aceptar** y después modifique los días y las horas en el calendario. Haga clic en **Hoja de recursos** y seleccione el nuevo calendario base en el campo **Calendario base** para cada recurso al que desee asignarlo.

## VER LAS TAREAS A LAS QUE ESTÁN ASIGNADOS LOS RECURSOS

La vista **Uso de recursos** muestra los recursos del proyecto y, agrupadas debajo de ellos, las tareas que tienen asignadas. Con la vista **Uso de recursos** puede averiguar cuántas horas de trabajo tiene programadas cada recurso en tareas específicas y ver qué recursos están

sobreasignados. También puede determinar el tiempo disponible de cada recurso para asignarle trabajo adicional.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Uso de recursos**.

Para ver información diferente acerca de las asignaciones de recursos, como trabajo y costo, en el menú **Ver**, seleccione **Tablas** y luego haga clic en la tabla que desee ver en la vista **Uso de recursos**.

- 2 En el campo **Nombre de recurso**, revise las asignaciones de recursos.

Una vez asignadas las tasas a las tareas o los recursos, probablemente desee comprobar el costo total de estas asignaciones para asegurarse de que se ajustan a sus expectativas. Si el costo total de una tarea o un recurso no se ajusta al presupuesto, tendrá que examinar los costos de cada tarea individual y las asignaciones de tareas de cada recurso para ver dónde pueden reducirse costos.

- 1 Para ver los costos de las tareas, haga clic en **Diagrama de Gantt** en la **Barra de vistas**.

Para ver los costos de los recursos, haga clic en **Hoja de recursos** en la **Barra de vistas**.

- 2 En el menú **Ver**, señale **Tabla** y haga clic en **Costo**.

- 3 En el **Diagrama de Gantt**, arrastre la barra de división hacia la derecha para ver el campo **Costo total**.

## COMPROBAR EL COSTO DEL PROYECTO COMPLETO

Puede mostrar los costos previstos, reales y los costos restantes del proyecto para determinar si se ajustan al presupuesto global. Estos costos se actualizan cada vez que Microsoft Project vuelve a calcular el proyecto.

- 1 En el menú **Proyecto**, haga clic en **Información del proyecto**.
- 2 Haga clic en **Estadísticas**.
- 3 En el campo **Actual** situado bajo el campo **Costo**, se muestra el costo total planeado para el proyecto.

## APLICAR FORMATO A UNA CATEGORÍA DE BARRAS DE GANTT

Para llamar la atención sobre todas las tareas de una categoría determinada, puede cambiar el formato de las barras de Gantt que representan a dicho tipo de categoría en el **Diagrama de Gantt**.

Por ejemplo, una categoría puede incluir todas las tareas del proyecto o sólo tipos específicos como las tareas hito o las tareas críticas y no críticas.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en  **Diagrama de Gantt**.
- 2 En el menú **Formato**, haga clic en **Estilos de barra**.
- 3 En el campo **Nombre**, seleccione la categoría (por ejemplo, Tarea o Hito) que desee cambiar y, a continuación, haga clic en la ficha **Barras**.
- 4 En **Forma inicial**, **Barra central** y **Forma final**, seleccione las formas, los tipos o tramas y los colores de la barra.

## VER EN PANTALLA EL PROYECTO COMPLETO

Puede obtener información general acerca de las fechas de comienzo y fin del proyecto y de las fechas en las que se realizarán las fases principales, acercando y alejando el **Diagrama de Gantt**.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
- 2 Haga clic en **Zoom** en el menú **Ver** y después elija **Proyecto completo**.

Para ver las barras de Gantt en una escala temporal mayor o menor, haga clic en **Acercar** o en **Alejar**.

## COMPROBAR LAS FECHAS DE COMIENZO Y FIN DEL PROYECTO

Puede revisar la información más importante del proyecto, por ejemplo, la fecha de fin, para comprobar si el proyecto va a cumplir las previsiones tal como está programado.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
- 2 En el menú **Archivo**, haga clic en **Propiedades** y, a continuación, haga clic en la ficha **Personalizar**. Se muestran las fechas de comienzo y fin del proyecto, los totales de trabajo y costo del mismo y los porcentajes completados de las tareas y del trabajo.

Una vez que el proyecto está en marcha, también puede ver una comparación de la información planeada y real del proyecto. En el menú **Proyecto**, haga clic en **Información del proyecto** y elija **Estadísticas**.

## IDENTIFICAR LA RUTA CRÍTICA

La ruta crítica es una serie de tareas que se deben completar a tiempo para que un proyecto finalice conforme a la programación. La mayoría de las tareas de un proyecto normal presentan alguna demora y, por tanto, se pueden retrasar ligeramente sin afectar a la fecha de fin del proyecto. Las tareas que no se pueden retrasar sin que se modifique la fecha de fin del proyecto se denominan tareas críticas. Si modifica las tareas para resolver

sobreasignaciones u otros problemas de la programación, tenga cuidado con las tareas críticas y recuerde que los cambios que realice en ellas afectarán a la fecha de fin del proyecto.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Diagrama de Gantt**  .
- 2 Haga clic en el **Asistente para diagramas de Gantt**  .
- 3 Siga las instrucciones del Asistente para dar formato a las tareas de ruta crítica.

Puede filtrar la programación para mostrar únicamente las tareas críticas (tareas sin margen de demora total). En el menú **Proyecto**, señale **Filtro** para y haga clic en **Tareas críticas**. Haga clic en **Todas las tareas** para que se vuelvan a mostrar todas las tareas.

## APLICAR UN FILTRO A UNA VISTA DE HOJA

Si desea concentrarse únicamente en determinadas tareas o recursos de la vista activa, puede aplicar un filtro a dicha vista. Puede especificar que el filtro muestre o resalte solo aquellas tareas o recursos que cumplan sus criterios.

- 1 En el menú **Proyecto**, señale **Filtro para** y después haga clic en el filtro que desee aplicar.

Si desea aplicar un filtro que no se encuentra en el submenú **Filtro para** o un filtro para resaltar, haga clic en **Más filtros**.

- 2 Haga clic en **Aplicar** para aplicar el filtro o en **Resaltar para** para aplicar un filtro para resaltar.
- 3 Si aplica un filtro interactivo, escriba los valores necesarios y haga clic en **Aceptar**.

## BUSCAR MARGENES DE DEMORA EN LA PROGRAMACIÓN

Al analizar las tareas de la programación, puede buscar el margen de demora: es decir, el tiempo que una tarea puede retrasarse sin que se demoren otras. También puede buscar márgenes de demora total, es decir, el tiempo que una tarea puede retrasarse sin afectar a la fecha de fin del proyecto.

Es importante saber dónde se produce un margen de demora en la programación para poder desplazar las tareas cuando ciertas fases de la programación presenten un exceso de demora y otras no. La mayoría de las programaciones tienen algunas tareas no críticas con margen de demora. Puede permitir que esas tareas comiencen tarde sin afectar a la programación para compensar las tareas que duren más de lo planeado o para retrasar tareas y resolver sobreasignaciones de recursos.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Más vistas** .
- 2 En la lista **Vistas**, haga clic en **Gantt detallado** y luego elija **Aplicar**.

La demora de una tarea aparece gráficamente en forma de barras de demora finas, contiguas a las barras de Gantt normales.

3 Arrastre la barra de división hacia la derecha para ver los campos **Demora permisible** y **Margen de demora total**.

Los valores del margen de demora también indican incoherencias en la programación. Por ejemplo, un valor negativo en el margen de demora aparece cuando una tarea presenta una dependencia fin a comienzo con una segunda tarea, pero ésta tiene una delimitación Debe comenzar el, cuya fecha es anterior a la fecha de fin de la primera tarea.

## GUARDAR UNA LÍNEA DE BASE DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Cuando haya especificado toda la información necesaria para el proyecto y esté preparado para comenzar el trabajo real, puede guardar una línea de base de la información del proyecto para compararla con el progreso real de éste. Con la línea de base, puede realizar un seguimiento del progreso del proyecto y realizar las correcciones que estime necesarias. Por ejemplo, puede comprobar las tareas que han comenzado más tarde de lo planeado, la cantidad de trabajo que han realizado los recursos o realizar un seguimiento del presupuesto. Después de guardar una línea de base, puede guardar hasta diez planes provisionales para comparar los métodos de planeación o como puntos de control durante el progreso real del proyecto.

1 En el menú **Herramientas**, señale **Seguimiento** y, a continuación, haga clic en **Guardar línea de base**.

2 Haga clic en **Proyecto completo** o en **Tareas seleccionadas** para agregar nuevas tareas a una línea de base existente.

## GUARDAR EL PROYECTO SIN UNA LÍNEA DE BASE

No olvide guardar el archivo del proyecto periódicamente mientras trabaja. La primera vez que guarde el archivo, Microsoft Project le preguntará si desea guardar una línea de base de la información del proyecto. Si ha especificado toda la información básica del proyecto y está preparado para comenzar el trabajo real, puede guardar una línea de base del plan para que pueda comparar todos los cambios que realice en el futuro con el proyecto planeado inicialmente. Si el proyecto no está perfeccionado, tal vez prefiera guardarlo sin línea de base hasta que especifique información más completa y exacta.

1 Haga clic en **Guardar**.

2 En el cuadro **Nombre de archivo**, escriba un nombre para el proyecto y después haga clic en **Guardar**.

3 Haga clic en **Guardar sin línea de base**.

## GUARDAR UN PLAN PROVISIONAL

Después de guardar una línea de base de la información del proyecto, puede guardar hasta 10 planes provisionales como puntos de control durante el progreso real del proyecto.

- 1 En el menú **Herramientas**, señale **Seguimiento** y, a continuación, haga clic en **Guardar línea de base**.
- 2 Haga clic en **Guardar plan provisional**.
- 3 En el cuadro **Copiar**, haga clic en el nombre del plan que desee guardar.
- 4 En el cuadro **En**, haga clic en el nombre con el que desea guardar el plan.
- 5 - Haga clic en **Proyecto completo** o en **Tareas seleccionadas** para guardar la parte de la programación que desee.

Un plan provisional guarda las fechas de comienzo y fin de las tareas. Los datos de los recursos o de las asignaciones no se guardan en el plan provisional.

## COMPARAR LA INFORMACIÓN REAL DE LAS TAREAS CON LA LÍNEA DE BASE

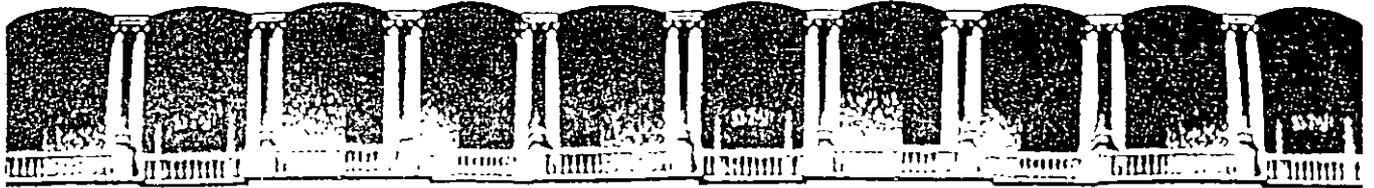
Al guardar un plan previsto y actualizar la programación, puede comparar el plan previsto con el progreso real para identificar las variaciones. Las variaciones advierten acerca de las áreas del proyecto que no se están desarrollando como estaba planeado. Para que el proyecto se vaya desarrollando de acuerdo con la programación, es necesario asegurarse de que, en la medida de lo posible, las tareas comiencen y terminen a tiempo. En todo proyecto se producen variaciones, pero es importante detectar lo antes posible aquellas tareas que se desvían del plan previsto, de modo que se puedan ajustar las dependencias entre tareas, reasignar recursos o eliminar algunas tareas para cumplir las fechas límite.

- 1 En la **Barra de vistas**, haga clic en **Gantt de seguimiento**.

La **vista Gantt de seguimiento** muestra las variaciones de las tareas gráficamente, lo que facilita la detección de variaciones en la programación.

- 2 En el menú **Ver**, señale **Tabla** y, a continuación, elija **Variación**.
- 3 Arrastre la barra de división hacia la derecha para ver los campos de variación.

Antes de que aparezcan variaciones, tendrá que actualizar las fechas de comienzo y fin reales de las tareas, los valores reales de trabajo o las duraciones reales. Microsoft Project calculará otros datos de las tareas tomando como base la información que escriba.



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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

# Primavera Expedition 7.0

## Características Originales

- Control de proyecto multi-usuario, multi-programa y capacidad de comparar multi-proyectos con Expedition Analyzer™
- Listas de acciones de multi-usuarios, alertas y metas
- Procesos uniformes y personalizables
- Ambiente compartido para agilizar comunicaciones y aprobaciones

## Presupuestos, Compromisos, Fondos y Costos Actuales

- Hoja de costos para una vision financiera completa
- Conversion de varias monedas y tasas para el calculo automatico del costo del proyecto
- Agrupe, organice y subtotale por definiciones de cuentas de costos
- Titulos y campos de hoja de calculo personalizables
- Búsqueda y seguimiento del origen de documentos
- Envio automatico de revisiones pendientes y aprobadas
- Definiciones personalizables de cuentas de costo de 20 caracteres
- Analisis de tendencia de proyectos
- Analisis de desviaciones, facturaciones y ordenes de cambios de multi-proyectos

## Contratos y Ordenes de Compra

- Documentos de contratos y ordenes de compra con estado resumido de pagos y cambios
- Documentos a precio ajustado y precios unitarios
- Montos revisados y fechas calculadas por cambios de precio aprobados
- Seguimiento automatico a entregas de material, pedidos y requisiciones de pago
- Seguimiento de seguros con alertas automaticas y avisos de renovacion

## Cambios y Solicitudes

- Administracion de cambios personalizable
- Analisis de efectos comparados por un cambio hecho en distintos contratos
- Requisiciones de informacion (RFI)
- Avisos de no conformidad
- Ordenes de cambios propuestos, peticion de ordenes de cambio y peticion de propuestas
- Ordenes de cambio y ordenes aprobadas
- Creacion automatica y vinculacion de multiples documentos de cambio
- Aumentos basicos y avanzados
- Documentos de cambio a precios unitarios y precio ajustado
- Graficas de costos totales y estados de documentos para todos los cambios

## Requisiciones de Pago

- Aplicacion mas rápida y certificación de pagos
- Retiro automático de materiales entregados, porcentaje de avance y cambios aprobados
- Costo de cada periodo calculado al instante con el porcentaje de avance del programa
- Formas AIA G702/G703 (EUA)

## Propuesta

- Artículos y paquetes de propuestas
- Estado de propuesta por paquete, plano, responsabilidad, fechas y revisores múltiples
- Cálculo de días retenidos, transcurridos y atrasados
- Revisores múltiples y ciclos de revision
- Cartas de apremio y comunicados automatizados
- Grafica de estado de propuesta
- Propuesta del horario de actividades basado en los tiempos requeridos

## Bitacora de Planos

- Juego más reciente de planos con sus correcciones
- Juegos de planos agrupados y catalogados usando una lista de distribución
- Cartas de transmision preparadas automaticamente para todas las personas correspondientes
- Lista de produccion rapidamente elaborada
- Historia exacta de revisiones para ver quien y porque hizo los cambios
- Seguimiento de planos desde el diseño hasta la construcción

## Herramientas de Comunicacion

- Colaboracion y comunicacion a base de internet con Expedition Express
- Acciones de proyectos multiples por responsabilidades
- Alertas y metas definibles para cambios, seguros, listas de pendientes, propuestas y costos
- Indicadores graficos para RFI y temas
- Cartas preparadas con plantillas limitadas predefinidas de Microsoft Word
- Cartas automaticas de transmision
- Envio de documentos utilizando listas de distribucion
- Bitacoras de correspondencia
- Envio de documentos y archivos a otros usuarios de Expedition por correo electronico
- Envio por correo electronico temas o asuntos a los responsables de estos
- Listas de pendientes y reportes diarios por contratista
- Charlas de entrada por usuario
- Registro de minutos, escritos y telefonos

## Integración de Información

- Cuadros gráficos del estado de asuntos de proyectos
- Búsqueda automática de documentos de construcción
- Bitácora de conexiones
- Campos personalizables ilimitados
- Etiquetas personalizables de títulos y campos
- Abra y adjunte hojas de calculo, dibujos tipo y fotografías
- Ligue informacion de costos a sistemas de contabilidad y ERP
- Acceso remoto via tecnologia Thin-client

## Reportes y Documentos

- Incluye InfoMarker 6.5 para personalizar documentos
- Mas de 200 formas y reportes predefinidos
- Reportes y formas personalizables
- Opciones multiples de seleccion y clasificacion

## Seguridad de Usuarios Múltiples

- Por proyecto, usuario y procedimiento de aprobacion
- Acceso de lectura, escritura o sin-acceso
- Acceso restringido a documentos y modulos
- Acciones de aprobaciones configurables
- Bases de datos cliente/servidor Sybase SQL Anywhere 5.5

## Requerimientos Minimios de Servidor (red para 5 usuarios)

- Procesador Pentium a 200 MHz con 128 MB de mem RAM mas 5 MB para cada usuario adicional de Expedition
- 200 MB disco duro
- Novell Netware® 3.x, 4 x 5 x
- Windows® 95/98, Windows NT®, Windows® 2000

## Requerimientos Minimios de Cliente:

- Procesador Pentium a 200 MHz con 32 MB de mem RAM
- 200 MB Disco duro
- Windows® 95/98, Windows NT®, Windows® 2000

## Sistemas de Ayuda

- Sistema de ayuda completa en linea
- Documentacion electronica
- Wizards para asistir en las tareas administrativas
- Corrector de ortografia personalizable



Primavera Systems, Inc.  
Three Bala Plaza West  
Bala Cynwyd PA 19004 • USA  
610 667 8600 • 800 423 0245  
FAX 610 667 7894  
info@primavera.com

Representante en Mexico  
Mexico  
Ricardo Castro 54-8 C P 01020  
Guadalupe Inn 2 Mexico, D F  
52 (5) 662-4041  
FAX 52 (5) 662-1146  
www.systec.com.mx

Monterrey  
Rio Manzanares 305 C P 66220  
Col. Del Valle  
San Pedro Garza Garcia 2 Nuevo Leon  
52 (8) 356-9385 y (8) 356-8002  
FAX 52 (8) 356-8006





# Administre múltiples proyectos con una solución de control de proyectos

Usted necesita controlar el resultado de sus proyectos (de todos), en cualquier lugar donde su empresa haga negocios. Su meta es garantizar el éxito de cada proyecto individual, pero controlarlos puede ser agotador.

Primavera Expedition es una solución de clase empresarial para el control de proyectos

Primavera Expedition ayuda a empresas a manejar múltiples programas de ingeniería y construcción para ser entregados exitosamente utilizando nuevas capacidades analíticas de multi-proyectos, uniformidad en procesos personalizados; ambiente de colaboración y una forma efectiva de administración de contratos para tener proyectos a tiempo y en presupuesto. Primavera Expedition es el primer producto en ofrecer una perspectiva global de programas y proyectos con lenguajes múltiples y diferentes monedas

Cada hecho tiene un impacto...

Estar en presupuesto y a tiempo no son importantes solo para un proyecto. El éxito en un proyecto puede contribuir al éxito de muchos más. El impacto de cada proyecto en las empresas no es siempre fácil de ver. ¿Cuándo cada detalle puede ser crucial, como conseguir un control de proyecto óptimo?

Una solución de control de proyectos.

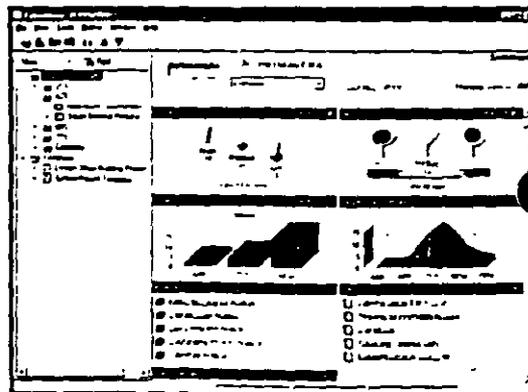
Primavera Expedition es la solución de control de proyectos, otorgando a todos desde ejecutivos, administradores de programa y proyecto, hasta superintendentes y colaboradores de obra, la información que necesitan, cuando la necesitan. El nuevo Centro de Proyectos de Primavera Expedition les da a los colaboradores del proyecto los indicadores analíticos necesarios para entender el estado de los portafolios de proyectos y una comparativa de su desempeño. Como parte de la línea de Primavera's Concentric Project Management®, Primavera Expedition comparte información con Primavera Enterprise® para la administración de proyectos de principio a fin.

Primavera Systems: Excelencia Constante.

Con más de diez años de desarrollo, experiencia en casos reales y la retroalimentación de miles de usuarios, Primavera Expedition es claramente el único estándar de la industria y el # 1 en soluciones de control de proyectos que existe hoy.

Cada programa,  
cada proyecto,  
cada lugar,  
cada usuario  
en el mundo  
todos entregando  
proyectos exitosos  
con Primavera Expedition.®

*Expedition Project Center™ proporciona indicadores para medir el estado del proyecto comparandolo con otros portafolios de proyectos.*



# SureTrak Project Manager® 3.0

## Simply the best way to manage all your projects.

**SureTrak  
Project Manager**  
helps you plan, schedule  
and organize projects  
from start to finish.  
Even if you've never  
managed a project,  
you can do it like a pro  
with SureTrak.

**Plan to succeed.** No matter how many projects you're responsible for, or how complex they are, SureTrak Project Manager helps you develop a solid plan for achieving project goals and for managing them to a successful finish.

**Create project schedules quickly and easily.** SureTrak offers two schedule views – Gantt and PERT, with graphics that can be easily inserted and rearranged, giving you optimal control over your project schedule.

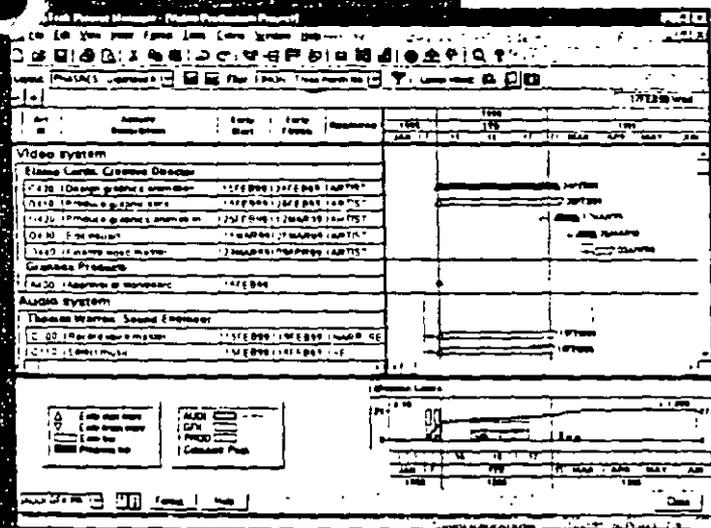
**Control projects from start to finish.** From your initial brainstorm session to your day-to-day updating, SureTrak gives you the tools you need to take control of your project and guide it to a successful finish. SureTrak gets you on the fast track with its unique features – Project KickStart™ and Progress Spotlight™, which allow you to quickly and thoroughly plan and update your projects. With SureTrak, you can model the inevitable changes in priority, analyze alternatives for dealing with limited resources and accelerate work as deadlines approach.

**Keep everyone up-to-date.** Unite and motivate your team members with SureTrak's built-in Web publishing, comprehensive e-mail capabilities and flexible reporting. Whether you are collaborating on activity details or gathering status information, SureTrak allows you to get your point across to team members regardless of where they are located.

**Succeed with SureTrak.** Feature for feature SureTrak is simply the best way to manage all your projects. The proof is in the finished project: on time, on target and on the money.



**PRIMAVERA**  
How the world manages projects



# Kickstart your projects

Special Bonus: Project KickStart™ wizard, the 10-minute project organizer

Planning made simple with eye-catching PERT and bar chart graphics

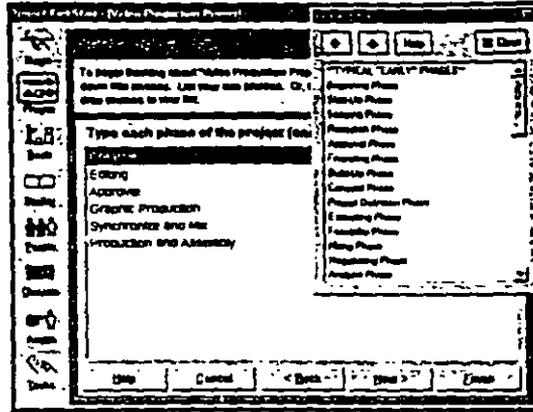
Multiproject scheduling and resource planning

What-if analysis for creating action plans

Clear, colorful activity categorization

Web publishing and e-mail project communication

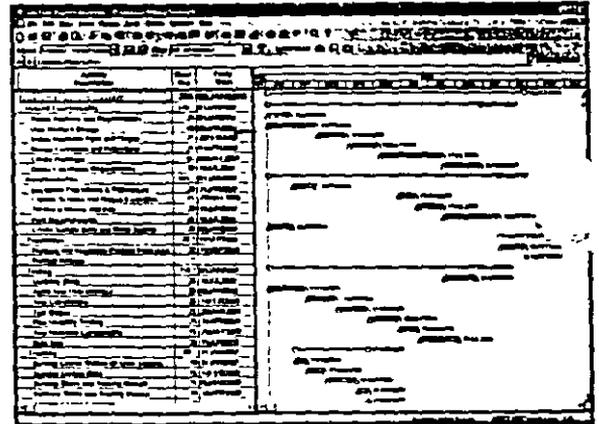
Fast-forward through years of experience. Getting started with project management has never been easier – for novices or the project management veteran.



*Project KickStart offers a customizable initial library of choices for each phase of your project.*

The SureTrak™ "getting started" wizard, Project KickStart, guides you through the initial stages of project planning with a proven framework for brainstorming and anticipating problems. You'll answer questions that define project phases, clarify goals, establish tasks, anticipate obstacles and delegate assignments.

**Get the big picture – or deal with the details.** Whichever way suits your needs – viewing the big picture or drilling down to the details – SureTrak gives you a straightforward graphical project outline to view your deadlines for easier management and greater control.

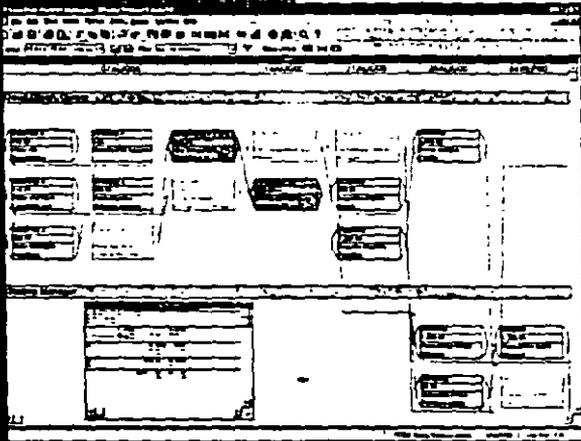


*Higher level activities summarize the details of the sub-tasks.*

**View your project – graphically.** With PERT, you can graphically insert and associate activities – indicating which activities are autonomous and which rely on the completion or the start of other activities. Use the mouse to rearrange activities, put them in sequence or select a range of activities and link them in one step. Rearranging the activities from a logical to a timescaled sequence is just a mouse click away. You can easily navigate large projects with PERT's Cosmic View.

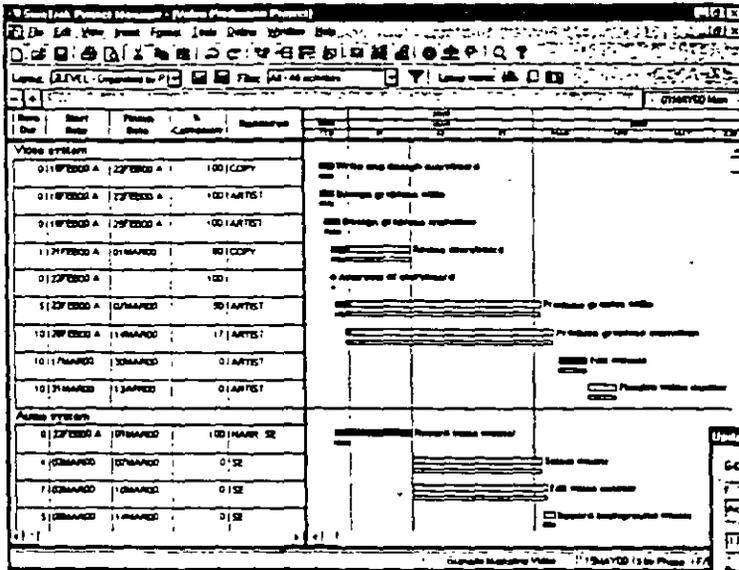
**Speed up the process.** SureTrak comes fully loaded with the features needed to get going – quickly. With customizable industry-specific templates, you'll save time while establishing a methodology for future projects. You'll also save hours of frustration with the animated tutorial – getting you up-to-speed with a tour of SureTrak's features and wizards. And there's no learning curve with SureTrak menus and toolbars – they're all

familiar because they are consistent with Microsoft Office. SureTrak even reads Microsoft Project files for a quick conversion – and no dual entry.



*Graphically analyze projects.*

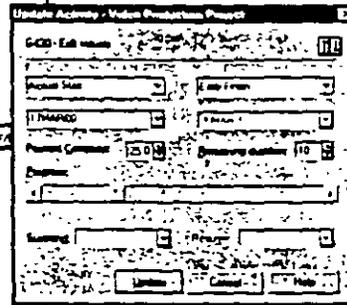
# Control with confidence



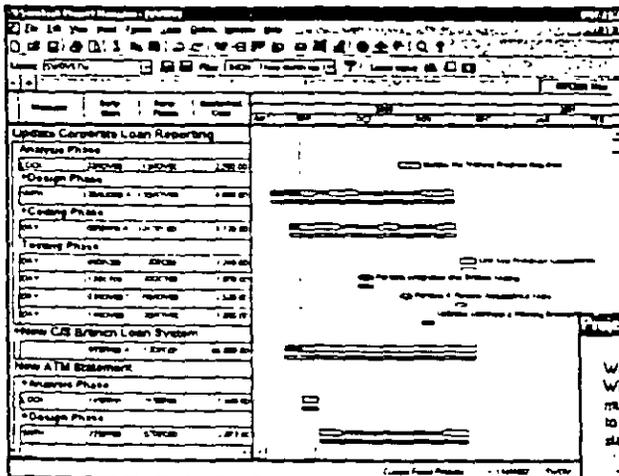
Progress Spotlight highlights the activities that should be ready for updating. Variable timescale zooms in on a selected period for more detail.

**Get focused.** With Progress Spotlight, you'll get a quick view of all activities within a specified time period. See which activities need updating and which may cause a delay downstream. Variable timescale lets you zoom in on a selected period to see greater detail on screen. Team members can focus on high-priority activities in this graphical to-do list.

**Track your success.** Compare actual completion dates and costs with target dates and budget. After spotlighting activities, let SureTrak estimate progress for the project as a whole or quantify progress on individual activities. Reforecast resource requirements in exact amounts or let SureTrak automatically adjust them based on the up-to-date plan.

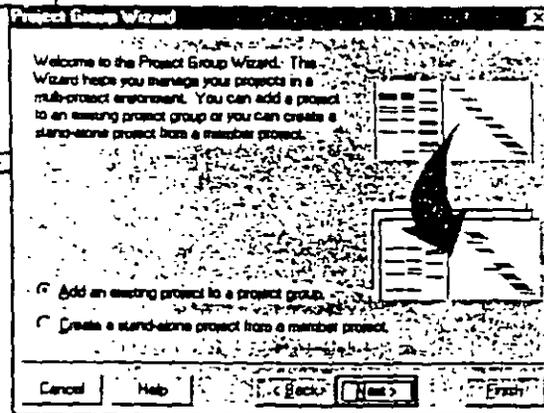


Show progress by entering actual start and finish dates or let SureTrak update status automatically.

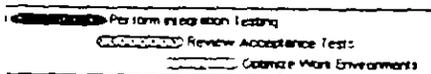


Give management a bird's eye view of your project, or drill down for greater detail.

**Keep it in perspective.** SureTrak activity codes enable you to group and summarize activities by phase, responsibility, resource and other customizable codes. Interactive filters make it easy to narrow activity information to view different perspectives. Save these views for easy retrieval with SureTrak's layout and filter toolbar.



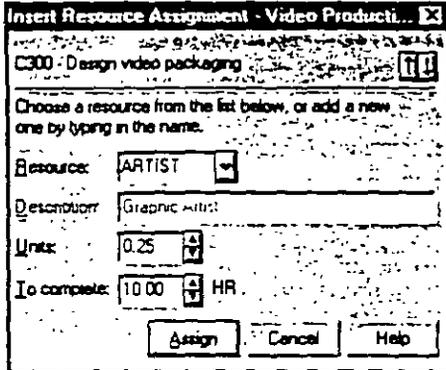
**Pull it all together.** Pull projects together with the Project Group Wizard and manage them as groups even when projects are created and scheduled by different people. Once the projects are grouped, you can summarize activity data and give upper management a balance sheet of all projects.



Combine colors and patterns on individual or groups of bars to make activities stand out.

Take control of your project with one of SureTrak's many wizards.

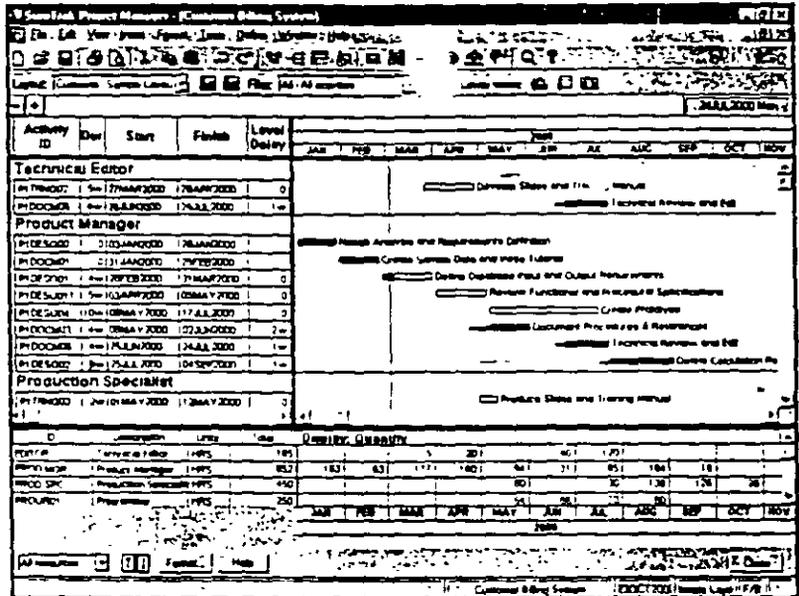
# Maximize your resources



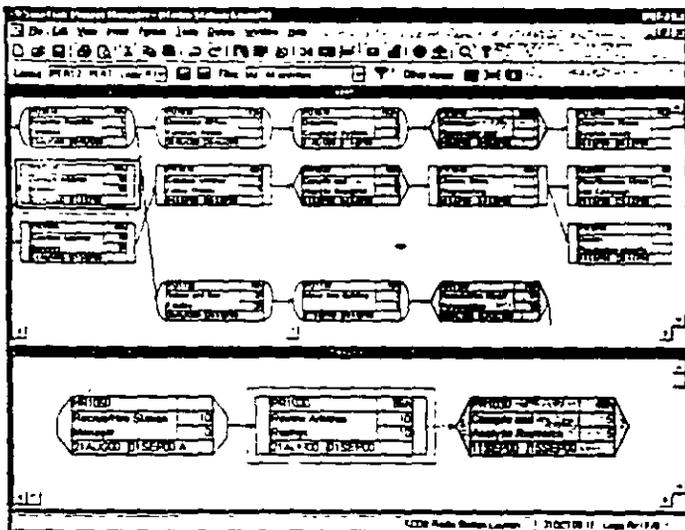
Assign resources to one or more activities in a single step.

**Forecast shortages to avoid delays.** Before your project comes to a stop, see if you're getting the red light in SureTrak's resource profile or resource table. If an activity demands more resources than in supply, use SureTrak's resource leveling tool to reschedule low-priority activities until more resources are available. SureTrak can schedule around activity and resource calendars, as well as determine how long an activity will take based on its resource requirements and resource availability.

**Simplify resource assignments.** Real-world projects need real-world resource control. That's why SureTrak lets you define and assign resources – people, equipment or materials – to several activities at once. Model different work schedules with customizable resource calendars and variable resource availability. Even assign resources to work on activities part time.



View each resource's assignment. See which activities were pushed out due to resource leveling, and by how much.

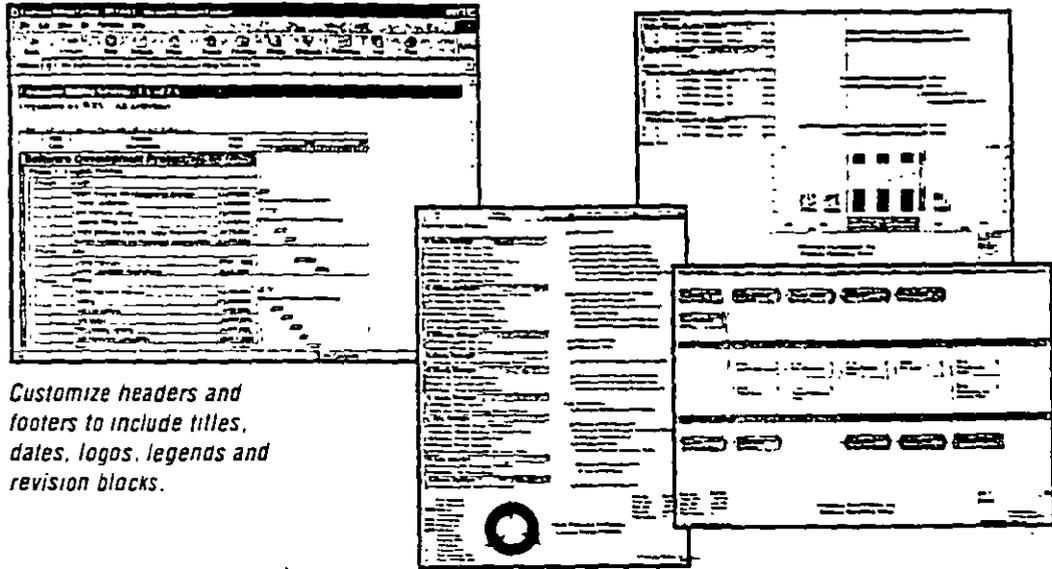


Use Trace Logic to visualize project flow.

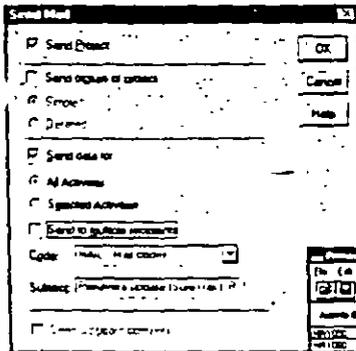
**Anticipate obstacles.** See how rescheduling one activity affects the predecessor and successor activities in the Trace Logic window of PERT. As you encounter project delays or resource shortages, SureTrak automatically displays the downstream effects on the rest of the project, and most importantly, on the critical path.

# Make an impact – communicate effectively

**Send it in writing.** Print out what you see on-screen as a report or save as HTML format. Choose from over 40 industrial-strength reports, or create your own. Emphasize deadlines, communicate priorities or clarify responsibilities by embellishing with graphics, vivid colors and attention getting fonts.



*Customize headers and footers to include titles, dates, logos, legends and revision blocks.*



Activity ID	Description	Project	Resource	Initial Cost	Actual Cost	Completion %
ACT100	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT101	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT102	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT103	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT104	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT105	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT106	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT107	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100
ACT108	Design/Procurement/Construction	100	100	100	100	100

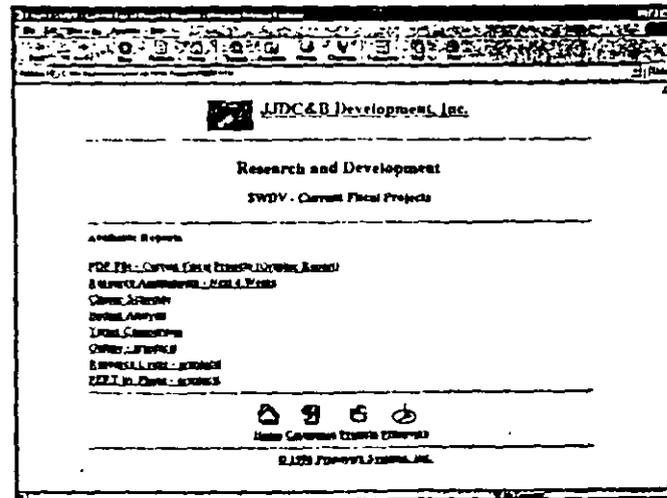
*Use e-mail to keep everyone informed.*

**Send it faster.** Get the latest priorities and schedule changes to your team members quickly using e-mail. Freely distribute Primavera's easy-to-use Primavera Post Office to project team members. They'll see their assignments and update their work, indicating when activities started and how much work remains. When project updates are received, audit them for accuracy, approve them and automatically merge them into the schedule – without any dual entry.

**Send it farther.** Share graphical reports and layouts in HTML format. Communicate assignments, deadlines and project status with project participants at all levels in all locations with the SureTrak Web Publishing Wizard. Link data from documents, photos, drawings and spreadsheets to your portfolio of projects. Browser-equipped team members can access project details for a better understanding of their roles in the project.

Integrate project information into corporate systems with OLE information, accessible by Visual Basic®, C++ or SureTrak's own Object-oriented Basic (SOB).

*Increase visibility of project information with the Web Publishing Wizard.*



# SureTrak Project Manager® 3.0

## Features

### Project Modeling

- Project KickStart for project brainstorming
- Up to 10,000 activities per project
- Multiproject scheduling and resource planning
- Simultaneous projects or project groups
- Simultaneous access to projects within project groups
- Work breakdown structure and project outline
- Up to 24 activity codes with dictionary of titles
- Up to 10-character, intelligent activity IDs
- Activity codes and IDs for selection, sorting, grouping, summarizing and reporting
- Customizable activity and resource calendars
- Industry-specific project templates, or create your own
- Target date, original/remaining duration and budget baseline comparisons
- Scheduling and prioritizable resource leveling
- What-if analysis
- Earned value analysis
- Interactive filters

### Scheduling

- Critical path scheduling
- Precedence Diagramming Method (PDM)
- Finish-to-start, start-to-start, finish-to-finish and start-to-finish relationships
- All relationships with lead and lag
- Free, total and negative float calculations
- 31 base calendars per project
- Durations in hours, days, weeks or a combination
- 10 types of schedule constraints (e.g., start-no-earlier-than, finish-no-later-than, as late as possible)
- 7 types of activities (e.g., milestones, hammocks, independent activities)
- Suspend and resume dates for in-progress activities
- Automatic and manual activity updating
- Exclusive Progress Spotlight for assisted update

### Resource and Cost Management

- Unlimited resource calendars
- Resource leveling, with customizable priorities
- Resource-driven durations
- Cost, schedule, and budget variances
- Unit cost and revenue by resource
- Variable resource availability
- Resource start and finish dates and lags
- Reports and graphics tracking budget, actual cost to date, percent complete, earned value, cost to complete, cost at completion revenue to date, revenue to complete and revenue at completion
- Cash flow forecasting

### Presentations, Reports, Graphics

- Gantt bar charts and PERT diagrams
- Resource/cost histograms and curves
- Organized project data by filtering, grouping, sorting or summarizing
- Predefined reports, filters and layouts or create your own
- Summary and detailed reports
- Web reports in HTML format
- Scalable reports to fit the specified number of pages or scaling percentages
- Customizable bars
- Customizable header and footer with titles, dates, logos, legends, and revision blocks
- Pivot Table wizard for cross-tab reporting
- Multinational language specification for reports
- Complete customization of project workspace (e.g., colors, date, and time formats)
- Activities with pictures, text, OLE files or Web URLs attachments
- Log text for free-form notes

### Graphical User Interface

- Bar chart view with resource histograms/tables
- PERT with Trace Logic and Cosmic views
- Variable timescale to zoom in on selected portions of a project
- Stretch/compress timescale and activities
- Movable activities with drag and drop
- Graphically assign actuals and constraints
- Point-and-click relationships
- Layout/filter toolbar to change layouts instantly
- Interactive print preview
- Unlimited zoom levels
- Customizable, tear-away toolbars
- Pop-up calendars and legends
- Wizard on-line help and animated tutorial
- Comprehensive on-line help with link to Primavera Web page

### Data Exchange

- Read/write Primavera Project Planner® (P3®) files
- Read/write Microsoft Project MPX files
- Automated mail broadcasting for update requests
- Web publishing wizard for Internet/intranet publishing of reports
- Compliant with VIM and MAPI e-mail systems
- Primavera Post Office for team updating of assignments
- Cut and paste between Windows™ applications via Clipboard
- ODBC-compliant database
- Macros and Basic automation scripts
- Year 2000 compliant

### Minimum Requirements

- Pentium PC
- Windows™ NT, 95, 98
- 16 MB RAM
- VGA or higher resolution monitor
- CD-ROM
- Hard disk with 40 MB free space

### Headquarters

Three Bala Plaza West  
Bala Cynwyd, PA 19004 • USA  
(610) 667-8600 • (800) 423-0240  
Fax: (610) 667-7894  
info@primavera.com

### International Offices

**United Kingdom**  
Elsinore House • 77 Fulham Palace Road  
London W6 8JA • United Kingdom  
(44) 208 563 5500  
Fax: (44) 181 563 5533  
ukinfo@primavera.com

### Hong Kong

The Gateway • Tower 2  
Suite 3309 • 25 Canton Road  
Tsimshatsui, Kowloon  
Hong Kong SAR  
(852) 2111 8288  
Fax: (852) 2111 5477  
hkinfo@primavera.com

### Representante en Mexico:

**SYSTEC, SA de CV**  
Ricardo Castro 54, Piso 8  
Col. Guadalupe Inn, México, DF 01020  
Tel.: (5)662-4041 Fax: (5)662-1146

Rio Manzanares 305, Col. Del Valle  
San Pedro Garza García, NL 66220  
Tel.: (81)356-9385 Fax: (81)356-8006

### Representante en USA:

**SYSTEC USA, Inc.**  
One East Camelback Road Suite 550  
Phoenix, Arizona 85012  
Tel.: (602)604-0018

www.systemc.com.mx

**PRIMAVERA**  
How the world manages projects  
www.primavera.com

Project Planner, P3 and Concentric Project

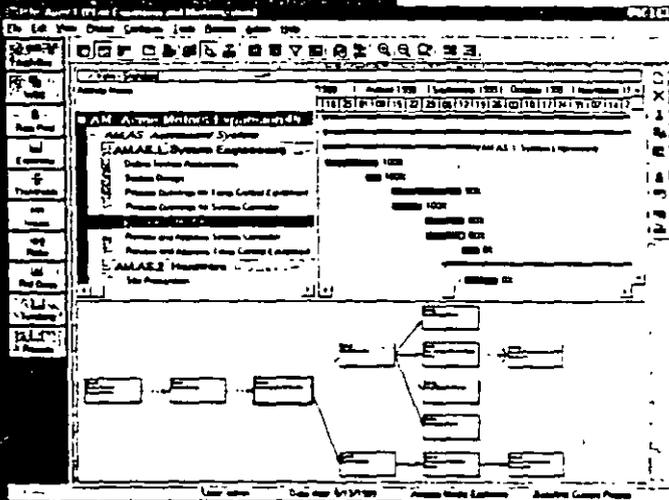
# Project management scaled to the enterprise, shaped to the individual

Gain enterprise-wide project insight with project management software that spans the full lifecycle of your projects.

Enterprise-wide insight from start to finish. Primavera Project Planner<sup>®</sup> for the Enterprise (P3e<sup>™</sup>) is comprehensive, multi-project planning and control software for managing all of the projects in your enterprise. Program and project managers, as well as dedicated planners and schedulers, rely on P3e for the most complete picture of all their projects — from summaries by cost account and work breakdown structures, to proactive control of project deadlines, issues and risks. P3e gives project professionals the ability to plan, budget, monitor and control all their projects with efficiency and foresight.

Scalable project management power. P3e is built on Oracle and Microsoft SQL Server relational databases for enterprise-wide project management scalability. Maintain multiple project baselines and what-if alternatives in P3e's enterprise project database for quick comparison and ongoing analysis. Coordinate teams from down the hall to around the globe. Enrich projects with robust details, including detailed notes and steps by activity, budgets and resource assignments and links to reference documents. P3e is "command central" for all of the knowledge you need to control your projects and to ensure successful conclusions.

Crystal-clear communication and collaboration. P3e fits easily into today's distributed work environment by keeping all project team members and stakeholders up to date on project happenings. Through dynamic project Web publishing and straightforward reports and graphs, project information is readily available to those who need it, when they need it. Unite extended project teams with P3e's companion products: Primavera Progress Reporter<sup>™</sup> for Web-based team communication and timekeeping, and Primavera Portfolio Analyst<sup>™</sup> for project portfolio analysis and comparison by executives and analysts.





Whether you're trying out alternatives for streamlining resource use across all projects, evaluating the impacts of potential project risks on meeting impending deadlines, or considering which new projects to take on, with P3e you'll account for every possible project scenario — leaving nothing to chance.

### Overview

- Multi-user, multi-program, multi-project
- Gantt, PERT, Resource Usage, Activity Usage, Trace Logic, WBS, Tracking views
- Project Expenses, Risks, Issues, Thresholds and Documents
- Global and project security profiles
- Comprehensive project Website

### Project Modeling

- Work breakdown structure (WBS)
- Project groups with projects at any level of WBS
- Unlimited baselines, with user-defined baseline type codes
- Unlimited global, project and resource calendars
- Organizational breakdown structure (OBS)
- Resource breakdown structure (RBS)
- Cost account structure
- Unlimited user-defined activity codes
- User-defined codes for projects, resources, expenses, documents, overhead, risks and notes

### Activity Modeling

- Activity types: task dependent, resource dependent, level of effort, milestone
- Planned, actual, remaining and at-completion duration
- Duration types: fixed units/time, fixed duration, fixed units
- Durations in minutes, hours, days, weeks, months, years
- Percent complete types: physical, duration, units
- Constraint types: start on, start on or before, start on or after, finish on, finish on or before, finish on or after, as late as possible
- Breakdown of activities into steps, each with completion checkbox and related instructions
- Multiple notes per activity, each with detailed comments
- Finish-to-start, start-to-start, finish-to-finish and start-to-finish activity relationships
- All relationships with user-definable lead and lag
- Current, planned, actual, remaining, early, late and baseline start and finish dates
- Planned, actual, remaining, % complete, at completion, completion variance, to complete labor/non-labor units and costs by activity
- User-defined activity and resource custom date, integer, number and text fields

### Project Control

- Scheduling and resource leveling
- Performance exceptions automatically generate issues
- Risk identification and what-if simulation
- Dictionary of project documents
- Options for calculating earned value (activity percent complete, 0/100 percent complete, 50/50 percent complete, user-defined percent complete)
- Performance options for estimate-to-complete calculation

### Resource and Cost Management

- Resource breakdown structure (RBS) hierarchy and chart
- Variable resource limits and costs over time
- Resource assignments and expenses by activity
- Cost account designation for resource assignments and expenses
- Labor and non-labor resources
- Calculation of total labor units, non-labor units, labor costs, non-labor costs, expenses by activity

### Project Communication

- E-mail issues to project participants
- Publishing of comprehensive Project Website
- Hierarchical binder of report groups and reports
- Built-in custom report writer with Report Wizard
- Support for .htm, .jpg, .bmp, .wmf, .png

### System Requirements

- Relational database: Oracle<sup>®</sup> 7.3.4 or 8.1.5 or later, or Microsoft<sup>®</sup> SQL Server
- Database server: Windows NT<sup>®</sup> or Unix with 64 to 128 MB RAM
- Client: Windows<sup>®</sup> 95, Windows<sup>®</sup> 98 or Windows NT<sup>®</sup> with 32+ MB RAM
- Project Website: Microsoft<sup>®</sup> Internet Explorer 4.0+ or Netscape<sup>®</sup> Navigator 4.0+
- Project Website server: Windows NT<sup>®</sup> Server with Microsoft<sup>®</sup> Internet Information Server (IIS) 3.0 or Netscape Web Server

**Representante en México:**  
SYSTEC, SA de CV  
Ricardo Castro 54 Piso 8  
Cof Guadalupe Inn México DF 01020  
Tel 5662-4041 Fax 5662-1146  
www.systec.com.mx

# 7 exceptional software products to help you manage and control:

**Primavera Project Planner® (P3®)** gives you and your team the power to plan and control the most complex projects and the flexibility to handle the simplest. P3 offers multiproject scheduling, resource management, cost control and presentation graphics. Its powerful features include a custom report writer, a graphic user interface, custom data items, subprojects and fragments. *\$4000*

**Finest Hour®** offers the critical control necessary to manage high-intensity, short-duration projects such as turnarounds, shutdowns, outages and line changeovers. With multiple calendars and hourly and shift scheduling, Finest Hour helps you control craft assignments and efficiently assign resources. Its "what-if" capability is vital to creating alternative plans and counteracting unexpected delays. *\$5000*

**Parade®** integrates cost and schedule-planning with a structured, top-down approach to the project. Using earned value techniques, Parade compares baseline to work accomplished and helps you review what should have been done, progress made, projected finish dates and costs. It functions as a stand-alone system or integrates with P3 and Finest Hour. *\$3000*

**Expedition®** contract control software is designed for engineering and construction projects. It tracks and manages submittals through multiple revision cycles to final approval. Expedition handles change orders, subcontracts, meeting minutes and more. It creates, distributes and files documents by issue, so you can retrieve and analyze them when you need them. Its cost worksheet tells you at a glance where you stand on commitments, changes and profits. *\$2500*

**Executive Summary Presentation™ (ESP™)** gives managers throughout the company a quick and

Time

People

Equipment

Budgets

Communications

Contracts

Performance

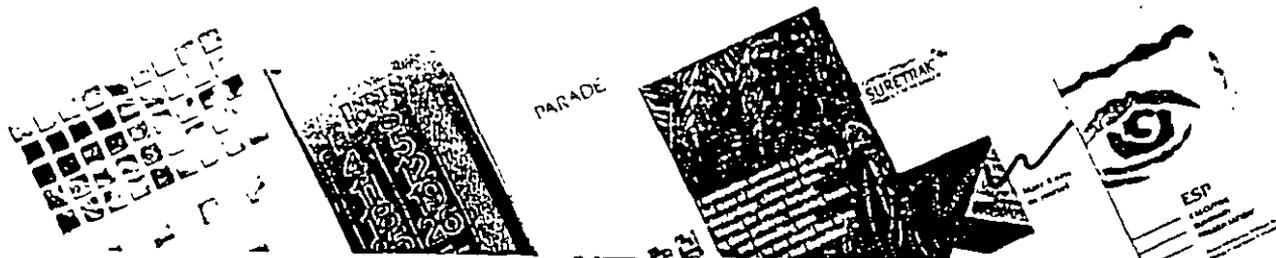
Uncertainty

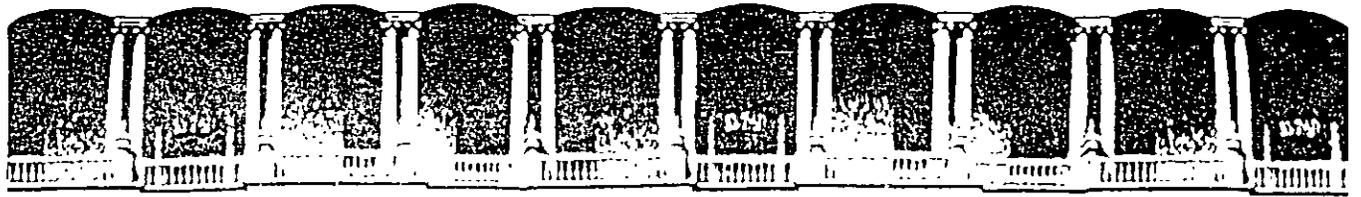
easy way to review project information across the LAN. It provides instant access to cash flow, project status, scheduled work, resource assignments—from P3, Finest Hour, Parade and Expedition. Users can circulate, view, annotate and output reports and graphics. *\$195*

**SureTrak Project Scheduler™** is designed for managers who want to keep their planning and tracking effort to only 2 hours a week. Its bar chart orientation makes it ideal for scheduling and tracking small and medium-sized jobs. Reporting is comprehensive and fast. SureTrak provides excellent graphics including time-scaled logic diagrams, resource profiles and cash flow curves to help you run your project. *\$495*

**Monte Carlo™** is risk analysis and simulation software designed to support decision making in large-scale projects. It helps you evaluate the impact of high risk elements such as inflation, learning curves, weather, material shortages or technological change. It provides a model for difficult go/no go decisions and can be used to develop contingency plans to mitigate uncertainty. *\$5000*

*Primavera Project Planner, Finest Hour, Expedition, and ESP are multiuser products. Call for filesaver pricing.*





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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

Del 2 al 16 de octubre de 2002

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

## Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas

### Título Segundo De la Planeación, Programación y Presupuestación Capítulo Único

**Artículo 17.-** En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

- I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;
- II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y
- III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas

**Artículo 18.-** Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen estudios o proyectos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisfacen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación, con excepción de aquellos trabajos que sean necesarios para su adecuación, actualización o complemento.

A fin de complementar lo anterior, las entidades deberán remitir a su coordinadora de sector una descripción sucinta del objeto de los contratos que en estas materias celebren, así como de sus productos.

Los contratos de servicios relacionados con las obras públicas sólo se podrán celebrar cuando las áreas responsables de su ejecución no dispongan cuantitativa o cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlos a cabo, lo cual deberá justificarse a través del dictamen que para tal efecto emita el titular del área responsable de los trabajos.

**Artículo 19.-** Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras

públicas. En las bases de licitación se precisarán; en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista.

**Artículo 20.-** Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

**Artículo 21.-** Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos;
- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;
- III. Las acciones previas, durante y posteriores a la ejecución de las obras públicas, incluyendo, cuando corresponda, las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;
- IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra pública,
- V. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de éstas, las normas internacionales,
- VI. Los resultados previsibles;
- VII. La coordinación que sea necesaria para resolver posibles interferencias y evitar duplicidad de trabajos o interrupción de servicios públicos;
- VIII. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para la realización de estudios y proyectos, la ejecución de los trabajos, así como los gastos de operación;
- IX. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de los trabajos;
- X. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;
- XI. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;

- XII.** La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que se realicen por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios; las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con los trabajos; los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de los trabajos;
- XIII.** Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo;
- XIV.** Los permisos, autorizaciones y licencias que se requieran;
- XV.** Toda instalación pública deberá asegurar la accesibilidad, evacuación, libre tránsito sin barreras arquitectónicas, para todas las personas; y deberán cumplir con las normas de diseño y de señalización que se emitan, en instalaciones, circulaciones, servicios sanitarios y demás instalaciones análogas para las personas con discapacidad, y
- XVI.** Las demás previsiones y características de los trabajos.

**Artículo 22.-** Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial.

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

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

**Artículo 23.-** En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total, como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, se deberán tomar en cuenta las previsiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos.

El presupuesto actualizado será la base para solicitar la asignación de cada ejercicio presupuestal subsecuente

La asignación presupuestal aprobada para cada contrato servirá de base para otorgar, en su caso, el porcentaje pactado por concepto de anticipo.

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

**Artículo 24.-** Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, solamente cuando cuenten con la autorización global o específica, por parte de la Secretaría, del presupuesto de inversión y de gasto corriente, conforme a los cuales deberán elaborarse los programas de ejecución y pagos correspondientes.

En casos excepcionales y previa aprobación de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con dicha autorización.

Para la realización de obras públicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una propuesta solvente y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión

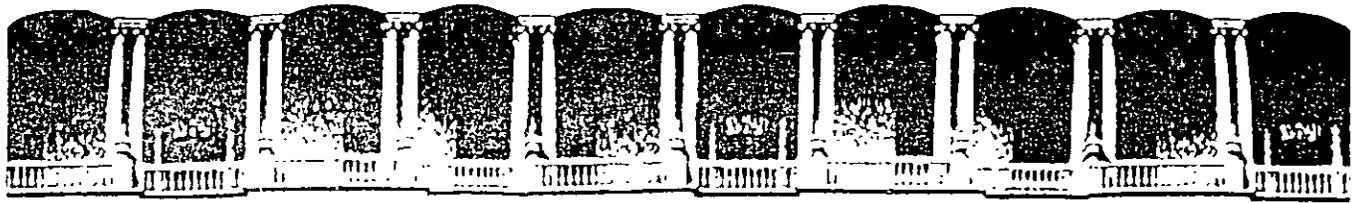
**Artículo 25.-** Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, atendiendo a la cantidad de obras públicas y servicios relacionados con las mismas que realicen, podrán establecer comités de obras públicas, los cuales tendrán como mínimo las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes;
- II. Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, sometiéndolas a consideración del titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- III. Dictaminar, previamente a la iniciación del procedimiento, sobre la procedencia de no celebrar licitaciones públicas por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 42 de esta Ley;
- IV. Autorizar, cuando se justifique, la creación de subcomités de obras públicas, así como aprobar la integración y funcionamiento de los mismos;
- V. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Contraloría, y
- VI. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

**Artículo 26.-** Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas por alguna de las dos formas siguientes:

- I. Por contrato, o
- II. Por administración directa





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

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# **DIPLOMADO EN OBRA PUBLICA Y MANTENIMIENTO PARA EL ISSSTE**

**TEMA**

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

**Del 2 al 16 de octubre de 2002**

## **ANEXOS**

**EXPOSITOR: M. EN I. OSCAR E. MARTINEZ JURADO.  
SAN FERNANDO 547 ISSSTE  
OCTUBRE DEL 2002**

## **Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas**

### **Título Segundo De la Planeación, Programación Y Presupuestación**

#### **Capítulo Primero Generalidades**

**Artículo 6.-** En la planeación de las obras y servicios, las dependencias y entidades, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán considerar, además de lo previsto en la Ley, lo siguiente:

- I. La coordinación con otras dependencias y entidades que realicen trabajos en el lugar de ejecución, o bien, que cuenten con instalaciones en operación, con el propósito de identificar aquellos trabajos que pudieran ocasionar daños, interferencias o suspensiones de los servicios públicos. Para tal efecto, las dependencias o entidades delimitarán los alcances de los trabajos que a cada una de ellas les corresponda realizar, debiendo establecer el programa de ejecución que contemple una secuencia de actividades, de forma tal que se evite la duplicidad o repetición de conceptos de trabajo;
- II. Las acciones que conforme a los lineamientos que en esta materia pueda expedir la Secretaría, cuando los trabajos rebasen un ejercicio presupuestario, permitan contar con los recursos necesarios durante los primeros meses de cada nuevo ejercicio, a efecto de no interrumpir la debida continuidad de la obra o servicio de que se trate;
- III. Los avances tecnológicos en función de la naturaleza de las obras y servicios y la selección de aquellos procedimientos de seguridad del personal e instalaciones, construcción, materiales, productos y equipos que satisfagan los requerimientos técnicos, ambientales y económicos del proyecto,
- IV. La prioridad a la continuación de las obras y servicios en proceso;
- V. Los análisis de factibilidad de acuerdo a los estudios de costo beneficio;
- VI. Los trabajos de conservación y mantenimiento de bienes inmuebles, tanto los capitalizables como los no capitalizables;
- VII. Las obras que deban realizarse por requerimiento o afectación de otras dependencias o entidades, así como las correspondientes al desarrollo regional a través de los convenios que celebren el Ejecutivo Federal y los gobiernos estatales, cuando sea el caso, y
- VIII. Además de las anteriores, en las obras por administración directa, la disponibilidad del personal adscrito a las áreas de proyectos y construcción, así como los recursos, maquinaria y equipo de su propiedad, conforme a los términos señalados en el artículo 70

de la Ley.

**Artículo 7.-** La Secretaría de Economía establecerá un sistema informático mediante el cual las dependencias y entidades deberán remitir a la propia Secretaría, a través de medios electrónicos, los programas anuales de obras públicas y servicios, así como sus respectivas modificaciones.

Cuando se establezcan requisitos de contenido nacional en los términos del último párrafo del artículo 30 de la Ley, la Secretaría de Economía podrá solicitar a la dependencia o entidad convocante, la información necesaria para verificar el cumplimiento del contenido de fabricación nacional de los materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente que deban ser utilizados en la ejecución de obras, de conformidad con las reglas de carácter general que para estos efectos emita dicha Secretaría.

**Artículo 8.-** Para los efectos del artículo 18 de la Ley, las dependencias coordinadoras de sector deberán establecer una base de datos que les permita organizar la información que les remitan las entidades sobre estudios o proyectos de obras.

Las entidades deberán remitir la información correspondiente dentro de los treinta días naturales siguientes al que se haya concluido el estudio o proyecto de que se trate. Las entidades que hayan realizado los estudios o proyectos, tendrán la obligación de proporcionarlos directamente a las dependencias o entidades que los soliciten.

En los casos en que un estudio o proyecto satisfaga las necesidades de las dependencias o entidades y sólo se requiera de trabajos de adecuación, actualización o complemento, se deberá elaborar la justificación a través del dictamen correspondiente según las circunstancias que concurran, debiendo contar con la autorización del titular del área responsable de los trabajos.

Las dependencias coordinadoras de sector deberán proporcionar a las entidades que lo requieran, la información que esté a su disposición, dentro de los veinte días naturales siguientes a la solicitud correspondiente, concluido este plazo sin que exista respuesta, se considerará que no existe información alguna.

**Artículo 9.-** Las dependencias y entidades que, por las características, complejidad y magnitud de las obras que realicen, cuenten o requieran de normas técnicas para aplicar en sus especificaciones generales de construcción, deberán exigir su cumplimiento.

**Artículo 10.-** Los servidores públicos que decidan y aprueben los proyectos para la realización de obras o servicios, serán responsables de vigilar que las acciones, planes y programas se lleven al cabo conforme a lo previsto y autorizado, así como de todas las modificaciones que se realicen a dichos proyectos.

Las dependencias y entidades al determinar el proyecto y programa de realización de cada contrato deberán prever el presupuesto requerido en forma total y por ejercicios presupuestales; los periodos necesarios para la elaboración de los estudios y proyectos específicos de ingeniería, arquitectura y de instalaciones, en su caso, periodos de prueba, normas de calidad y especificaciones de construcción; el análisis costo beneficio que elaboren, conforme a las disposiciones que emita la Secretaría; bases de licitación y modelos de contratos necesarios para la realización de los trabajos.

Los programas de ejecución de los trabajos indicarán las fechas previstas de comienzo y terminación de todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y las condiciones climáticas, geográficas y demás características ambientales esperadas en la zona o región donde deban realizarse.

**Artículo 11.-** Para que las dependencias y entidades puedan iniciar la ejecución de obras o servicios, ya sea por administración directa o por contrato, será necesario que se verifique lo siguiente:

- I. Dependiendo del tipo de contrato, que se cuente con los estudios y proyectos de arquitectura e ingeniería; las especificaciones técnicas generales y particulares y las normas de calidad correspondientes; el presupuesto de obra total y de cada ejercicio, según sea el caso; el programa de ejecución, los programas de suministro de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo y, en su caso, de equipo de instalación permanente, ya sea que éstos sean proporcionados por la convocante o los contratistas. Tratándose de servicios se deberá contar con los términos de referencia, los programas de prestación de servicios, la plantilla y organigrama del personal y el presupuesto de los trabajos;
- II. Que se haya garantizado y formalizado el contrato o el acuerdo de ejecución por administración directa, y
- III. Que se haya designado por escrito a las personas que se encargarán de la residencia de obra y de la superintendencia de construcción del contratista.

En la realización de los trabajos, se deberán prever los impactos económicos, sociales y ecológicos que se originen con su ejecución; de realizarse dentro de un centro de población o cerca de él, deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia, debiendo contar para ello con las autorizaciones correspondientes; salvo en los casos enunciados en las fracciones II, IV y V del artículo 42 de la Ley.



---

Desarrollado por:  
Sistematización de Información  
UNAOPSPF  
<http://www.secodam.gob.mx/unaopspf/unaop1.htm>