

300617

35
2g



UNIVERSIDAD LA SALLE

Escuela de Ingeniería
Incorporada a la U. N. A. M.

**LA PLANEACION DE OPERACIONES EN PROYECTOS
UTILIZANDO LA TECNICA DE PROGRAMACION**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: INDUSTRIAL

P R E S E N T A :
JUAN CARLOS PLAUCHU ALCANTARA

México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TEMARIO.

TEMA : "LA PLANEACION DE OPERACIONES EN PROYECTOS UTILIZANDO LA
TECNICA DE PROGRAMACION".

Capitulo 1.	<u>ANTECEDENTES</u>	2
	1.1. Objetivo	2
	1.2. Alcance	2
	1.3. Justificación	2
Capitulo 2.	<u>GENERALIDADES</u>	4
	2.1. Necesidad de la Planeación	4
	2.2. Finalidad del Servicio de Programación	5
	2.3. Planeación Estratégica y Planeación de Operaciones	7
	2.4. El Concepto de Proyecto	8
	2.5. Operaciones	9
	2.6. Recursos	10
	2.7. Condiciones o Restricciones	10
	2.8. Planeación	11
	2.9. Asignación y Programación de Recursos	15

Capítulo 3.	<u>INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE PROGRAMACION</u>	26
3.1.	Funcionamiento del Método de la Ruta Crítica	26
3.2.	Planeación	27
3.3.	Función Costo-Tiempo	36
3.4.	Ventajas y Aplicaciones de la Ruta Crítica	42
3.5.	El PERT y el CPM	45
3.6.	El PERT/COST	48
Capítulo 4.	<u>ELABORACION DE PROGRAMAS</u>	51
4.1.	Programa de Oferta	53
4.2.	Programa Maestro	59
4.3.	Programa General	64
4.4.	Actualización/Reprogramación Programa General	70
Capítulo 5.	<u>CONTROL DEL PROGRAMA</u>	74
5.1.	Necesidad	74
5.2.	Reportes	74
5.3.	Seguimiento del Programa	91

Capítulo 6. <u>PROGRAMACION POR COMPUTADORA</u>	107
6.1. Antecedentes	100
6.2. Consideraciones Básicas	101
6.3. Diseño y Generación de Redes	106
6.4. Asignación de Recursos	117
6.5. Retroalimentación Entre Sistema y Usuario	119
- Conclusiones	128
- Glosario de Términos	130
- Bibliografía	140

RESUMEN

A continuación se condensa el contenido del presente trabajo :

En el primer capítulo "Antecedentes", se muestra el objetivo, el alcance y la justificación de este trabajo.

En el segundo capítulo "Generalidades", se muestran los aspectos básicos a considerarse para una buena planeación, programación y control de los proyectos.

En el tercer capítulo "Introducción a las Técnicas de Programación", se muestra el funcionamiento de la ruta crítica, las principales características y ventajas de las técnicas más comunes, y por último también se habla algo del costo.

En el cuarto capítulo "Elaboración de Programas", se muestran los principales tipos de programa, con sus características principales.

En el quinto capítulo "Control del Programa", se muestran los tipos de reportes y los pasos principales para llevar a cabo un seguimiento adecuado del programa.

En el sexto capítulo "Programación por Computadora", se muestran las consideraciones básicas para la realización de programas por computadora, así como la forma de interpretarlos y alimentarlos.

Al final se dan las conclusiones.

Y por último se anexa un glosario de términos para una mejor comprensión del presente trabajo.

INTRODUCCION

Las firmas de ingeniería y construcción en nuestro país son de gran importancia para el desarrollo industrial, éstas manejan proyectos de todas las clases, y para una mejor planeación de operaciones de los mismos, se utilizan las diversas técnicas de programación, especialmente el PERT y el CPM que son las más conocidas.

En los primeros días del PERT y el CPM la gente decía que éstas técnicas no eran necesarias, ya que no contenían nada nuevo. Pero hoy en día, el PERT y el CPM son de gran importancia y su aplicación está de moda.

El PERT y el CPM son técnicas, y solamente son tan efectivas como la habilidad y la experiencia de quien las emplea les permite ser. Sus reglas son simples, pero su aplicación no lo es, ya que se requiere un análisis de lo que va a ser realizado.

En la actualidad existen, literalmente, miles de aplicaciones del PERT y el CPM. Varían de algo tan gigantesco como un programa espacial, a algo tan sencillo como la sustitución de una válvula en una planta siderúrgica.

El objetivo del presente trabajo es precisamente, el realizar una aportación a la división de servicios técnicos de ingeniería de una compa-

ñía que maneja proyectos, y más específicamente al área de programación que es la más adecuada para hacer uso de este trabajo, como herramienta para una mejor planeación, programación y control de los proyectos que maneja dicha compañía.

Las técnicas de programación también son de gran importancia desde el punto de vista "costo del proyecto", ya que con una adecuada aplicación de las mismas, se puede obtener un costo óptimo en un tiempo óptimo.

Para lograr esto último, es importante no solo tener los conocimientos de dichas técnicas, sino que las personas que las apliquen estén conscientes de que una buena aplicación, nos va a dar resultados satisfactorios.

Por último, quiero mencionar que con la introducción del computador en las técnicas de programación, se han logrado importantes avances, principalmente la reducción de tiempo en cuanto al planteamiento y aplicación de dichas técnicas a un proyecto.

Sirva pues esto como una introducción al presente trabajo, cuyo desarrollo se expone en las páginas subsecuentes.

1. ANTECEDENTES.

1.1. Objetivo.

1.2. Alcance

1.3. Justificación.

1.1 Objetivo.

El objetivo del presente trabajo es proporcionar nociones relativas a la técnica de programación para su conocimiento, difusión y uso, mediante la profundización en el tema, para la planeación de operaciones en proyectos. Se ha puesto énfasis en el uso de la notación de precedencias por ser un aspecto con poca divulgación en el medio.

1.2 Alcance.

Este trabajo podrá ser aplicado a todo tipo de proyectos, para lograr una mejor dirección y control de los mismos, mediante la utilización de las técnicas de programación, ya que éstas técnicas representan fuentes de información muy reales acerca de los avances de los trabajos que se realizan en un determinado proyecto, en un determinado tiempo. De ésta forma, se podrán tomar las acciones correctivas para evitar atrasos y adelantos en las fechas de iniciación y terminación del proyecto.

1.3 Justificación.

Se eligió este tema para el presente trabajo, debido a que para que un proyecto se lleve a cabo de una manera fluida, es decir sin contratiempos, debe tener un desarrollo ordenado, y creo que si se logra este ordenamiento en el desarrollo del proyecto, es prueba suficiente de que se tiene un control total del proyecto y creo que

para que este control se lleve a cabo eficazmente las técnicas de programación son una herramienta primordial, éstas técnicas ayudan a planear las operaciones de un proyecto, que a final de cuentas, es lo que se pretende mostrar en el presente trabajo.

2.1 Necesidad de la Planeación.

Todos nosotros somos administradores, puesto que logramos que se hagan las cosas por medio de otras personas en su trabajo. Lo hacemos en forma general fijando metas, definiendo procedimientos, manejando recursos y asignando responsabilidades. También en un momento dado organizamos y supervisamos a nuestro personal. Como tales, requerimos de un sistema de administración que ayude a planear, programar recursos y controlar el desarrollo del trabajo.

El fijar objetivos, definir procedimientos, manejar recursos y asignar responsabilidades es planear.

Una de las técnicas más adecuadas de planeación de operaciones es el Critical Path Method (CMP) (Método de la ruta crítica). Sin embargo hay algunas otras como el PERT (Program Evaluation & Review Technique) y un gran número de variaciones de éstas, como son los diagramas de Gantt (Programas de barras), Diagramas de Gantt modificados, PPS (Planning Project System), PERTCO (Costo-PERT), CPS (Critical Path Scheduling), PEP (Program Evaluation Procedure), CPT (Critical Path Technique), MAP (Multiple Allocation Procedure), RPSM (Resource Planning & Scheduling Method), además de programas de computador como SPATS, PERT/CPM, PCS, PMS, PROJACS, PERT/TIME, PERT/COST, Etc., todos resuelven en distintas formas, sus

problemas de planeación y ayudan a resolver los de control y dirección.

2.2 Finalidad del Servicio de Programación.

En forma general, es proporcionar una herramienta adecuada para la administración de Proyectos de una Empresa.

Esto se efectúa desarrollando la planeación, función vital de la administración, en el aspecto de operaciones o actividades a los diferentes niveles de organización, según los lineamientos establecidos por la Administración, en el aspecto de planeación, táctica y estratégica, para el conveniente desarrollo de los proyectos en cada una de sus fases, teniendo en cuenta en la planeación, la participación de las distintas entidades involucradas en el mismo, para que todos operen de una manera coordinada, económica y eficaz. También se realiza esta finalidad, controlando debidamente los proyectos mediante problemas que resultan de la planeación integral de los mismos, en los aspectos de actividades, tiempos, obra, material y maquinaria de construcción, erogaciones, suministros y avance.

El propósito de cualquier técnica de la ciencia de la dirección de proyectos, tal como el PERT y el CPM, no es usurpar las funciones del director del proyecto, sino proporcionarle las herramientas que sean necesarias para hacerlo capaz de "dirigir realmente".

Escencialmente, la dirección de proyectos puede definirse como la función de :

1. Seleccionar los objetivos de nuestro proyecto (o empresa) y la estrategia de la realización del mismo (Planeación Estratégica).
2. Determinación de las necesidades para llevar a cabo el proyecto (Planeación de Operaciones).
3. Asignación juiciosa de los recursos a nuestra disposición para determinar cada actividad o proyecto de acuerdo a un plan maestro y a un programa (Asignación y Programación de Recursos).
4. Control de todo el proceso desde el punto de iniciación o aceptación, hasta su terminación (Administración y Control de Proyectos).

La función de la dirección se valora mejor con un balance entre la habilidad subjetiva y un método objetivo.

Su efectividad se mide, realmente, por los resultados obtenidos. El factor clave es siempre el tiempo de respuesta, cuando resulta necesario realizar algunos cambios.

El PERT y el CPM como técnicas de la ciencia de la dirección de proyectos en general y especialmente en sus fases de planeación estratégica y planeación de operaciones.

2.3 Planeación Estratégica y Planeación de Operaciones.

Obviamente, la planeación es una función vital de la dirección de proyectos. Dentro de la amplia área de la planeación, sin embargo, existe una tarea igualmente vital y más específica: la programación y la supervisión de los diferentes proyectos individuales que son parte integrante del plan conjunto de dirección. La planeación específicamente eficiente de estos proyectos constitutivos significa siempre la diferencia entre "a tiempo" y "tarde" y puede significar la diferencia entre "éxito" y "fracaso".

Debemos hacer una distinción entre planeación estratégica y planeación de operaciones. La planeación estratégica es la selección de los objetivos generales y la formulación de la estrategia necesaria para lograrlos. A la planeación de operaciones incumben las tácticas de realización y el uso de recursos para alcanzar los objetivos generales.

Por ejemplo, establecer un proyecto es planeación estratégica, llevarlo a cabo, es planeación de operaciones.

2.4 El Concepto de Proyecto.

Existen dos clases de proyecto :

1. Continuos, tales como un proceso químico o una línea de ensamblado.
2. Estáticos, tales como la construcción de una fábrica o el estreno de una obra teatral.

Me referiré específicamente a los proyectos estáticos.

Hay otras tácticas o técnicas, tales como el PART (Production Allocation and Requirements Technique) y COPAC (Continuous Operation Production Allocation and Control) que se aplican a proyectos continuos.

Un proyecto estático es, básicamente, aquel que tiene un comienzo y un fin definibles. Está formado por varias actividades interdependientes e interrelacionadas, todas las cuales utilizan recursos y sobre las cuales se imponen condiciones internas y externas. El propósito final es, por supuesto, alcanzar los objetivos para los cuales el proyecto fue instituido.

Esta definición, más bien amplia, de un proyecto estático, contiene los tres elementos básicos que deben considerarse en la planeación por medio del análisis de redes.

Estos elementos son :

1. OPERACIONES : las cosas que hacemos.
2. RECURSOS : las cosas que nosotros u otros usan.
3. Las CONDICIONES o RESTRICCIONES : bajo las cuales debemos de trabajar.

2.5 Operaciones.

Las operaciones son las actividades o trabajos que deben realizarse para cumplir los objetivos del proyecto. De importancia vital es la secuencia de orden en el cual esas actividades deben de ser realizadas. La diferencia más importante entre la planeación de operaciones y otros métodos de dirección es que trata la planeación y la programación como funciones completamente separadas.

Además de determinar la secuencia, debe establecerse el método, el tiempo y el costo de realización en cada actividad. Así en términos de operaciones, el tiempo y el costo son necesidades de recursos para realizar una actividad, que se estima como si fueran normales; esto es en el "mejor" tiempo y con el costo y riesgo "mínimos".

2.6 Recursos.

Los recursos, el segundo elemento de un proyecto, son cinco :

1. Mano de obra.
2. Materiales.
3. Dinero.
4. Maquinaria.
5. Tiempo.

El tiempo, aunque frecuentemente es menospreciado como recurso de un proyecto, puede probar ser el más valioso de todos y el que debe ser gastado más juiciosamente.

El tiempo y el costo requerido para realizar las actividades de estas estimaciones están basadas en las operaciones que van a realizarse. El tiempo y el costo en el conjunto de los recursos, ligan su asignación real y las actividades del proyecto con los límites disponibles para producir un programa.

2.7 Condiciones y Restricciones.

El tercer elemento de un proyecto son las condiciones o restricciones impuestas externamente, como son la entrega de materiales, de equipo de información, etc. Limitaciones tales como aprobaciones

pueden no planearse a causa de que, por ellas mismas, es posible que no ocasionen gastos.

Sin embargo, cuando tales aprobaciones son críticas, deben ser estratégicamente planeadas.

2.8 Planeación.

La herramienta básica de la planeación de operaciones es el diagrama de flechas (ya sea PERT, PERT/COST, CPM, o cualquiera de sus múltiples variantes).

A pesar de todos los reportes que prueban el tremendo poder del PERT/CPM, y del testimonio de todos los que lo han empleado, y que mencionan su aplicación venturosa, la verdad es que muy pocas personas saben realmente como aplicar adecuadamente éste método.

Para explicar esta aparente paradoja, es necesario resumir, ante todo, lo que es realmente la Ruta Crítica y como debe usarse. El elemento básico es un diagrama de flechas que representa un secuencia lógica de las actividades que deben ejecutarse en un proyecto.

Una vez que el diagrama se ha terminado, el siguiente paso es introducir el elemento tiempo. Asignando una duración estimada a cada actividad, es posible calcular la ruta más larga, en términos

de tiempo, a través de la red. Esta ruta es llamada Ruta Crítica, a causa de que la suma de las duraciones de cada actividad que la compone, es igual a la duración del proyecto.

Para la mayor parte de las personas, el PERT/CPM no es más que un diagrama de flechas y el cálculo de una Ruta Crítica. En verdad, esto es solo el principio. La Ruta Crítica no es necesariamente lo más importante.

Para entender completamente esta afirmación debe recordarse que el propósito fundamental de la aplicación del PERT/CPM a cualquier proyecto es crear un plan y un programa.

Definimos un plan como un modelo coordinado del orden en el cual debemos de ejecutar todas las actividades requeridas para terminar nuestro proyecto. Se entiende que el término actividades incluye no solamente las cosas que hacemos, sino también entregas, inspecciones y actividades afines.

En los procedimientos de cálculo establecidos para determinar la ruta Crítica, se han hecho dos hipótesis :

1. Que se conoce exactamente la duración de cada actividad.

2. Que la lógica mostrada en el diagrama de flechas es correcta.

Debemos de valorar ambas suposiciones y usar la Ruta Crítica misma para producir un plan óptimo. Más aún, debemos valorar la duración del proyecto, según se determina con el análisis de la Ruta Crítica, a la luz de la fecha de terminación requerida. Una vez que se ha determinado el plan, la programación sigue a continuación. La programación se define como la determinación de la fecha de calendario en que deben de usarse los recursos, de acuerdo a la capacidad total de recursos asignados. Esta función puede realizarse con propiedad hasta después de que la planeación este terminada.

Para formular un programa, debe tomarse en cuenta la disponibilidad de recursos, la secuencia de las actividades, las necesidades de recursos y los tiempos de iniciación posibles de las actividades (donde esto sea posible).

Aunque en la formulación de un programa puede ser útil conocer la Ruta Crítica, conociendo únicamente la Ruta Crítica es imposible llegar al programa final. El PERT y el CPM no son técnicas de programación. Establecen el criterio para la programación pero la técnica dedicada a la asignación de recursos y a la programación es el MAP (Multiple-Resource Allocation Procedure).

Al formularse cualquier programa, el requisito pedido es nivelar el uso de los recursos. Esto se logra usando el margen total para seleccionar el "mejor" tiempo de iniciación de las actividades. Los pasos para formular el programa los verán más adelante en la figura 1.

Ya que la técnica de planeación de operaciones requiere tantas condiciones, y además se han introducido aquí tantos aspectos de planeación, de programación y de control, es importante entender la definición de planeación.

LA PLANEACION ES LA DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE RECURSOS DEL PROYECTO Y SU ORDEN DE APLICACION NECESARIO EN LAS DIVERSAS OPERACIONES QUE DEBEN DE REALIZARSE PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.

No he hecho hasta aquí referencia, a fechas de calendario; nuestra única preocupación es la planeación. Esta es la diferencia fundamental entre las técnicas de planeación de operaciones (PERT/CPM) y los programas de barras o las cartas de Gantt, con las cuales, la planeación, la asignación de recursos y la programación se llevan a cabo simultáneamente, sin embargo, la planeación y la programación deben separarse. La secuencia debe ser :

1. PLANEACION : definir necesidades.
2. ASIGNACION DE RECURSOS : satisfacer las necesidades hasta el límite de la capacidad.

Si se siguen estos dos pasos a través del análisis de la red del CPM y el PERT, automáticamente se produce un programa. En otras palabras, los recursos deben determinar el programa y no al revés.

De los tres elementos de un proyecto, las operaciones y las restricciones se consideran en la fase de planeación y la asignación de recursos se considera en la fase de programación. Por lo anterior, los tres pasos se ejecutan en la secuencia siguiente :

1. PLANEACION
2. ASIGNACION DE RECURSOS
3. PROGRAMACION

2.9 Asignación y Programación de Recursos (el M.A.P.). (Multiple-Resource Allocation Procedure).

El plan de un proyecto determina su duración, los recursos necesarios para ejecutar cada actividad y su secuencia de realización requerida de cada una de ellas.

Por otra parte, el programa establece los tiempos esperados de iniciación y terminación de cada actividad, y se formula asignando recursos hasta el límite de disponibilidad, de acuerdo a las necesidades establecidas en el plan.

Se pueden usar varios métodos para obtener un programa. Por ejemplo, todas las actividades pueden iniciarse tan pronto como sea posible y los recursos se ponen a disposición, de conformidad con éste principio.

Otro enfoque, es establecer algún límite de recursos arbitrarios y a continuación trabajar de acuerdo con el programa. Si el límite es demasiado bajo, la duración del proyecto puede ser mayor que la necesaria; por otra parte, si el límite es demasiado alto puede resultar un desperdicio.

Ninguna solución es adecuada, ya que las dos ignoran una "nivelación". Ciertamente, los recursos deben ser asignados de acuerdo a las necesidades, pero deben usarse de manera tal que los costos se minimicen. El MAP está diseñado para producir un programa "nivelado" por tipo o subtipo de recurso en cada proyecto, y para todos los proyectos que se ejecutan al mismo tiempo en una empresa.

La nivelación puede considerarse bajo tres categorías separadas :

VARIABLE

FIJA

COMBINADA

Aunque el principio lo explicaré haciendo referencia al recurso de la mano de obra, éste es igualmente aplicable a todos los recursos.

NIVELACION VARIABLE

En las gráficas de la figura 2 se ilustra la nivelación variable, se indica el número de hombres programado para realizar varias operaciones de un proyecto de acuerdo al tiempo disponible. En el primer ejemplo supongamos que estamos hablando de soldadores. Aceptamos, también, que se dispone de un número limitado de hombres para trabajar en el proyecto.

El problema que frecuentemente surge es el causado por el nivel fluctuante de la demanda de soldadores. Pueden necesitarse 10 trabajadores un día, 35 al día siguiente, y 25 después del anterior.

Hacer entrar y salir a estos soldadores es costoso e ineficiente. Además si no se hace un intento de controlar una fuerza variable de ésta clase, los costos de mano de obra se incrementarán y las

demandas externas serán difíciles de cumplir. Lo que es más, los trabajadores dignos de confianza serán los primeros en irse a otros trabajos que ofrecen mayor seguridad. En consecuencia, la demanda de trabajadores debe nivelarse tanto como sea posible. En estas condiciones el procedimiento de programación ideal debe ser establecer un crecimiento gradual de personal.

En el MAP lo usual es aumentar la fuerza de trabajo (soldadores en este caso), solamente cuando se necesita mano de obra adicional, nunca transfiriendo personal a otro proyecto o dándolo de baja, sino hasta que sus servicios no se necesiten más. Una vez que se ha alcanzado el número máximo de trabajadores, debe hacerse una reducción gradual de la fuerza de trabajo. El resultado, como puede verse en la figura 2 queda representado por una curva suave que señala las necesidades de mano de obra, las cuales aumentarán sobre la escala de tiempo hasta un máximo de demanda y después decrecen gradualmente hasta la terminación del proyecto.

Este concepto se aplica a todos los oficios posibles: soldadores, tuberos, carpinteros, etc. Si consideramos que existen recursos ilimitados para cada uno de estos oficios específicos, deberemos mantener como tipo requerido, una curva suave.

Al mismo tiempo, la mano de obra programada de todos los oficios debe seguir el mismo incremento suave hasta que la demanda se anule al final del proyecto.

El problema variable, para este concepto generalizado, puede resumirse como la necesidad de programar el uso de cada recurso por tipo mayor (mano de obra o equipo de construcción, por ejemplo) y dentro de cada clasificación según subtipos específicos (tales como soldadores y tuberos o tractores y grúas), de tal modo que cada tipo (individualmente) y todos los tipos y clasificaciones (colectivamente) sigan la misma ley de variación. A partir del punto de mínima utilización, la necesidad de mano de obra aumenta; una vez que se alcanza el máximo, la necesidad decrece en seguida hasta un mínimo final al terminar el proyecto, sin que ocurran aumentos adicionales.

En la mayor parte de los casos, el MAP puede proporcionar esta solución. Sin embargo esta ley de variación ideal no puede lograrse completamente para la fuerza total y para cada subtipo, al mismo tiempo. No obstante, aún bajo estas circunstancias, la solución obtenida se "nivea" en una extensión mayor de lo posible sin el uso del MAP.

NIVELACION FIJA

La solución del MAP es algo diferente con relación a la manera de resolver el problema del límite de recursos fijos. En la figura 3, una vez más con referencia a los soldadores, nos enfrentamos a una situación común : debemos hacer uso de un número fijo de soldadores a nuestra disposición.

Como resultado, no obstante, la fuerza de trabajo se vuelve ineficiente, dando por resultado tiempo extra como mano de obra desocupada, pagada, pero sin tarea específica alguna.

Como se muestra en el diagrama corregido de la figura 3, la finalidad es seleccionar el mejor número fijo de soldados y programarlos de tal manera que todos estén productivamente ocupados la mayor parte del tiempo. Aunque el objetivo principal es cerrar o eliminar todos los huecos (indicados aquí como desocupados), solamente en casos raros será posible hacerlo. Sin embargo, la cantidad de tiempo improductivo o desocupado puede mantenerse a un mínimo con el uso del MAP. Debe notarse por otra parte, que con seguridad, tal tiempo se empleará casi siempre en necesidades imprevisibles, cambios siguiendo la ley de Parkinson; "la cantidad de tiempo necesaria para terminar una tarea se extenderá para ocupar el tiempo disponible". Nuestro objetivo es determinar el mejor programa para cada tipo de recursos, de tal modo que el tiempo no productivo sea el mínimo. El siguiente paso es aplicar este mismo procedimiento al proyecto en conjunto; esto es, establecer para cada clasificación y tipo de recursos el mejor límite y el mínimo tiempo no productivo.

NIVELACION COMBINADA

En la nivelación combinada (ver la figura 4) se asigna a cada proyecto un complemento mínimo fijo de cada tipo de recurso. A

continuación para satisfacer las necesidades en aumento, también se asigna un complemento variable. No obstante, no puede excederse el número de cada tipo de recurso disponible.

VENTAJAS DEL MAP

Dicho brevemente, el requisito principal de cualquier técnica de programación o de asignación, es que permita una completa flexibilidad al resolver los problemas de nivelación variable, fija y combinada para cada tipo de recurso, cuando se aplica a todos los proyectos en una empresa simultáneamente. Al mismo tiempo no debe dejarse de cumplir la misma condición en cada proyecto específico. La técnica del MAP logra las dos cosas.

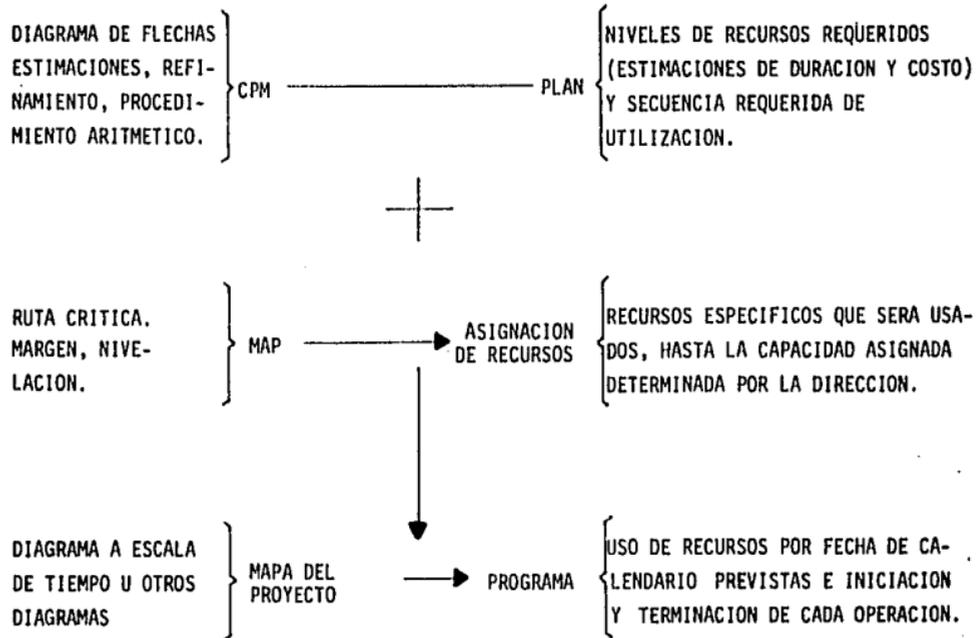


FIGURA 1. Pasos lógicos para la obtención de un programa.

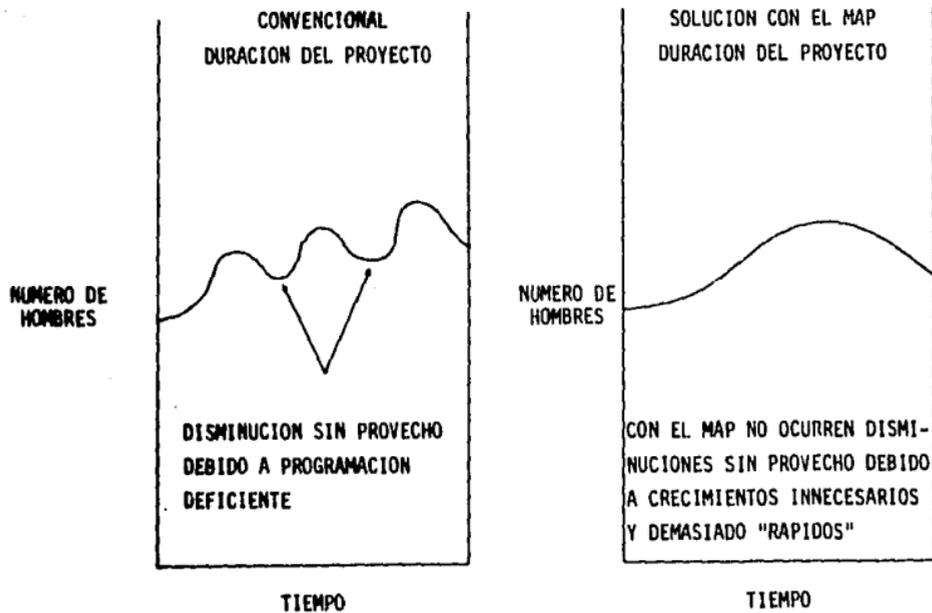


FIGURA 2. El problema de nivelación variable y su solución con el MAP.

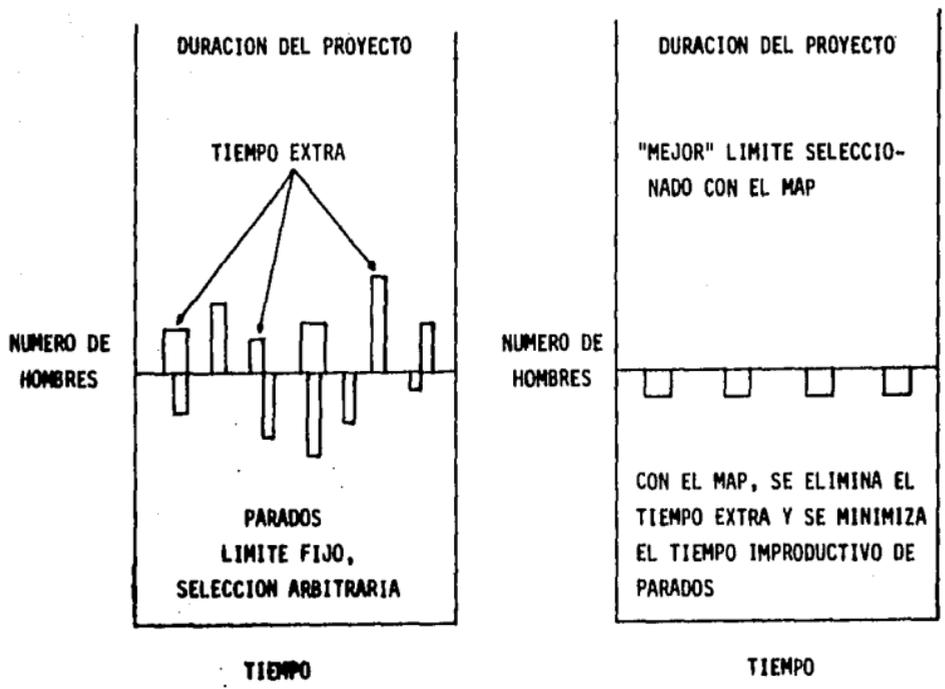


FIGURA 3. El problema de la nivelación fija y su solución con el MAP.

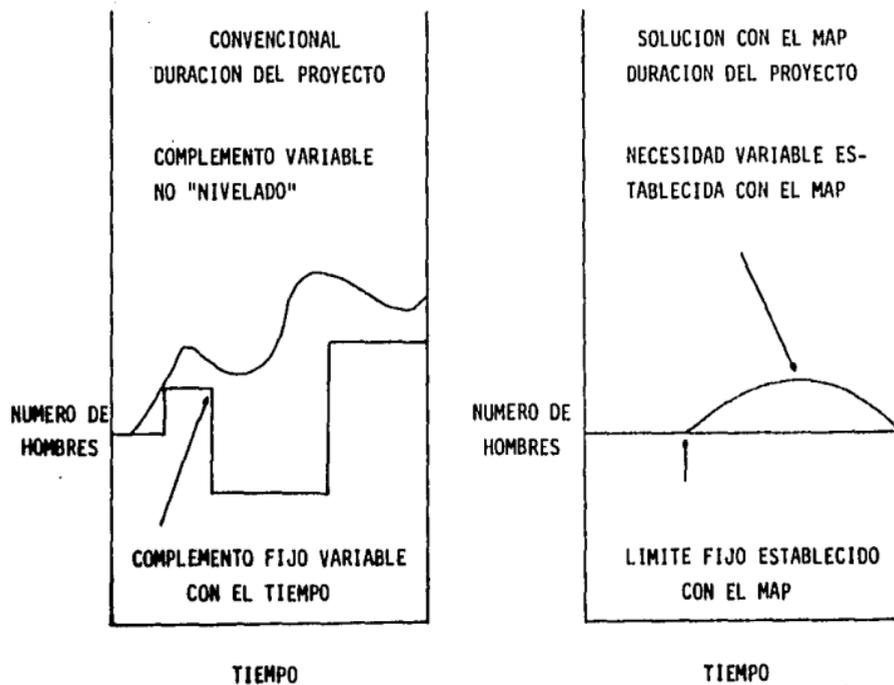


FIGURA 4. El problema de la nivelación combinada y su solución con el MAP.

3. INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE PROGRAMACION.

3.1. Funcionamiento del Método de la Ruta Crítica.

3.2. Planeación.

3.3. Función Tiempo-Costo.

3.4. Ventajas y Aplicaciones del Método de la Ruta Crítica.

3.5. El PERT y el CPM.

3.6. El PERT/COST.

3. INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE PROGRAMACION.

Por su propia naturaleza la industria de la construcción requiere de una programación eficiente de sus actividades. Es aquí donde en México han tenido mayor aplicación las técnicas de programación por el método de la ruta crítica, el cual puede definirse como : "un modelo matemático lógico del proyecto, basado en el mejor tiempo determinado para cada elemento de trabajo, obteniendo el uso más económico de los recursos disponibles".

La utilización de estas técnicas se ha hecho aprovechando sus beneficios en el campo de la ingeniería, para la programación óptima de los tiempos en aplicación de los recursos humanos y materiales. Aunque los resultados obtenidos han sido exitosos, se ha considerado que su aplicación ha sido incompleta, pues no se ha contemplado el beneficio de su utilización en algunos aspectos administrativos y las repercusiones que en consecuencia se tienen en los aspectos financieros y económicos.

3.1 Funcionamiento del Método de la Ruta Crítica.

El método de la ruta crítica es aplicable a todo tipo de proyecto, excepto los cíclicos. Entendamos por proyecto el conjunto de actividades dirigidas a la consecución de un objetivo único, esto implica una acción futura y todos los actos involucrados en

obtener el fin fijado.

Cada proyecto tiene una estructura propia, debido a las dependencias y circunstancias esenciales de las actividades individuales requeridas para su terminación.

La estructura de un proyecto tiene que ser definida antes de atacar el problema de su programación. Así queda definida la primera regla del método de la ruta crítica : "La planeación y la programación son dos operaciones, distintas y separadas".

3.2 Planeación.

La planeación de un proyecto consiste sencillamente en :

- a) La determinación de las actividades que lo forman.
- b) Su secuencia lógica.
- c) Sus interrelaciones.

Descompuesto el proyecto en tantas actividades como se juzgue necesario, se debe determinar el grado de interdependencia y la extensión en que algunos trabajos posiblemente puedan llevarse a cabo paralelamente, o sea, debemos saber para cada actividad las respuestas a las siguientes tres preguntas :

a) ¿Que trabajos debemos tener necesariamente concluidos para iniciar dicha actividad?

b) ¿Cuáles podemos, a su vez, iniciar cuando hayamos terminado?

c) ¿Que actividades pueden hacerse en forma simultánea?

El recurso gráfico mejor adaptado para la representación de la planeación de un proyecto es un diagrama de red de actividades.

Para la elaboración del diagrama de red representado en forma de flechas o con la notación de precedencias, hay necesidad de representar gráficamente las actividades que constituyen el proyecto y la secuencia de ellas.

Una "actividad" se representa por una flecha cuyo sentido indica la trayectoria de su desarrollo. El principio de la flecha nos marca la iniciación de la actividad y su punta la terminación de ésta. Las flechas no representan ninguna magnitud, ni escalar, ni vectorial y pueden dibujarse curvas o quebradas, ascendiendo o descendiendo según lo requiera su ubicación y secuencia gráfica en el plan.

En el sistema de precedencias las representamos mediante rectángulos y las relaciones entre ellas se muestran mediante flechas que las unen formando la red de actividades.

A continuación mostraré un ejemplo. Es importante mencionar que este ejemplo se refiere a actividades de construcción.

- 1.- La descripción de la actividad se escribe arriba o abajo de la flecha, pero brevemente; y para el caso de precedencias se anotará en el interior del rectángulo (ver figuras 5 y 6).
- 2.- La secuencia entre un trabajo que precede a otro, se muestra de la siguiente forma :



Figura 5.- Notación I - J.

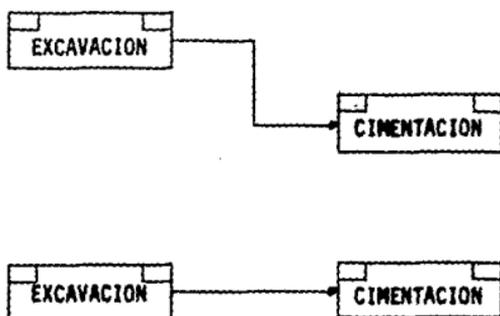


Figura 6.- Notación Precedencias.

Para considerar otro caso, voy a suponer un proyecto que involucra excavación y cimbrado de zapatas en tres áreas diferentes (ver figuras 7 y 8).

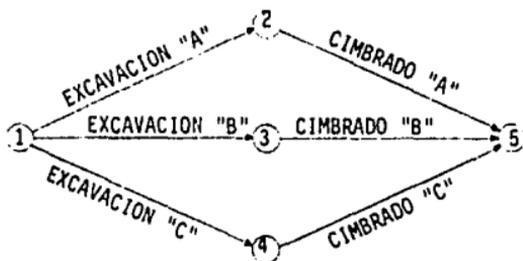


Figura 7.- Notación I - J.

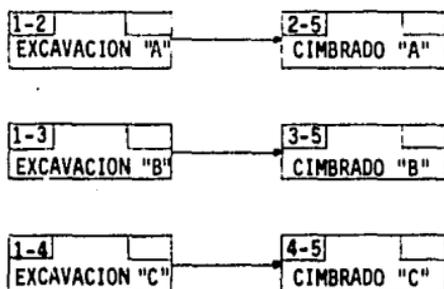


Figura 8.- Notación Precedencias

En el diagrama he supuesto que las excavaciones en las tres áreas se pueden ejecutar simultáneamente y también el cimbrado en las tres áreas se ejecuta simultáneamente.

La única restricción mostrada en la red es que la excavación en cada área debe terminarse antes de terminar el cimbrado en cada área.

Ahora supongo el caso de que solo tuviésemos una cuadrilla de excavación y que se va a excavar en las áreas A, B y C consecutivamente, y que para cimbra si tenemos las tres cuadrillas disponibles; bajo estas condiciones, quedará representado de la siguiente forma (ver figuras 9 y 10).

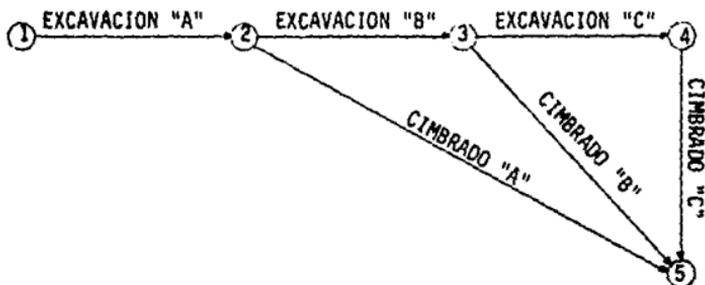


Figura 9.- Notación I - J.

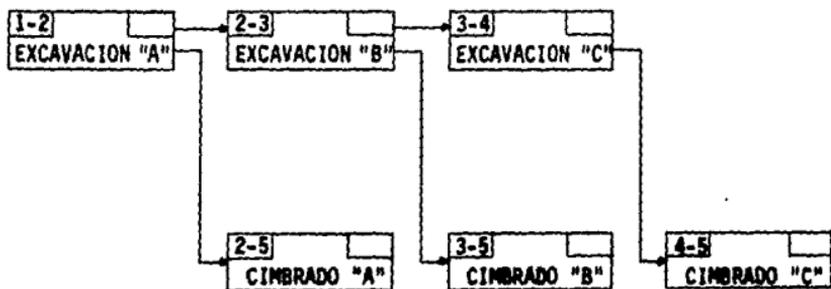


Figura 10.- Notación Precedencias.

Esta red muestra que la actividad 2-5 puede iniciarse primero que la 3-5 ó 4-5, pero si es necesario puede terminar al mismo tiempo. En estas condiciones la actividad 2-5 puede realizarse

en un periodo más amplio que el periodo de la 3-5, y ésta a su vez, se realizará en un periodo de tiempo más amplio que el correspondiente a la actividad 4-5.

Si aumento otra restricción, refiriéndose a que sólo hay una cuadrilla de excavación y una de cimbra, el diagrama quedará expresado de la siguiente forma (ver figuras 11 y 12).

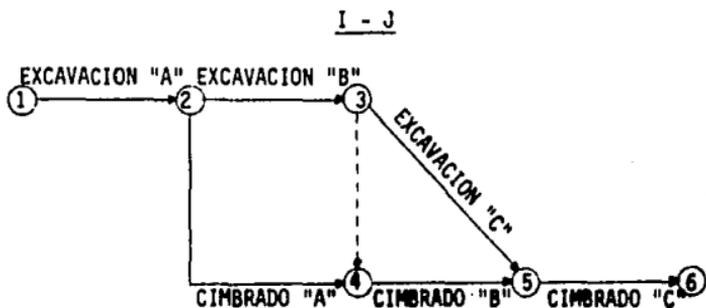


Figura 11.- Notación I - J.

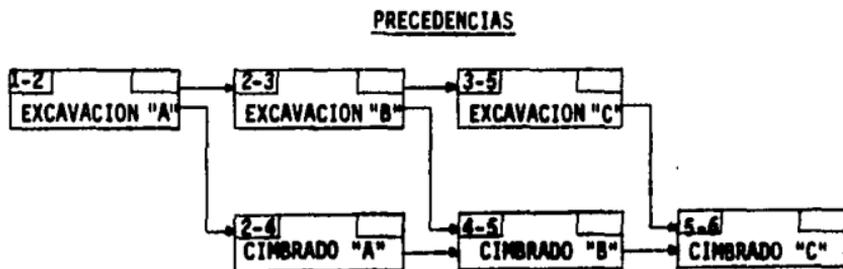


Figura 12.- Notación Precedencias.

Si se observa con detenimiento el dibujo anterior, (I-J) se podrá

notar que fué necesario insertar una flecha punteada que llamaré actividad virtual y se define como sigue :

"Una actividad virtual es aquella que se realiza en un tiempo y costo igual a cero y solamente se usa para mantener la secuencia correcta en la red".

En precedencias no existen actividades virtuales.

MATRIZ DE RELACIONES

Es la manera de representar la secuencia de una red de actividades, mostrando las actividades precedentes y sucesoras de la misma, mediante una matriz. A partir de ésta se puede elaborar la red de actividades.

Para que se entienda mejor esto, pondré un pequeño ejemplo (ver figuras 13 y 14).

		SUCESORA				
		1	2	3	4	5
PRECEDENTE	1	•	•		•	•
	2		•	•		
	3			•		
	4			•	•	
	5			•		•

Figura 13.- Matriz de Relaciones.

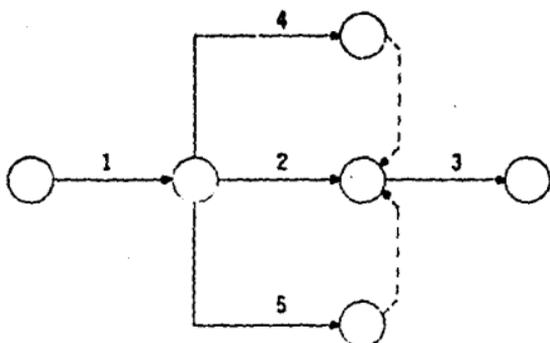


Figura 14.- Red de Actividades.

Ventajas de los dos tipos de notaciones.

I - J

- Relativa facilidad de determinación para función tiempo - costo.
- Notación bastante conocida y por tanto importante factor de comunicación.
- Mayor facilidad de utilización (enmarcado en escala de tiempo), para asignar recursos y nivelarlos.
- Su orientación a actividades lo hace más aplicable a niveles operativos donde el control de actividades individuales es importante.

PRECEDENCIAS

- Disponibilidad de traslape sin seccionar actividades.
- Disponibilidad de "time delay" o "lag" (tiempo transcurrido desde el inicio de la actividad sucesora mediante el tipo de relación "S", o también del tiempo transcurrido desde la terminación de la actividad precedente, hasta el final de la actividad sucesora, tipo de relación "F". Estos tipos de relación son los más usuales.
- Disminución del número de actividades que se requieren colocar en el diagrama de red de actividades por no ser necesario seccionar actividades, por tampoco ser necesario mostrar actividades ficticias para conservar correcta la lógica del diagrama de red de actividades.
- Disminución en el tiempo de elaboración del diagrama lógico de actividades o actualizaciones al mismo, por contener menor número de actividades y porque es un proceso que no requiere de pasos intermedios (después de determinar precedencias y sucesencias a cada actividad, no se necesita incluir "dummies" para conservar la lógica, entre el 30 al 50% del número de actividades).
- Disminución del tiempo de corrida en computador y menor espacio de memoria utilizado para una misma red de actividades, menor volumen de reportes.
- Su orientación a eventos lo hace más útil a niveles altos de la organización que debe enfocar metas importantes precisamente como fecha de inicio o terminación.

El método de la ruta crítica no sólo involucra la secuencia e interrelaciones de actividades, sino también el costo y el tiempo necesario para terminar las operaciones. El primer trazo de una red muestra solo la secuencia y las relaciones entre las diversas operaciones que componen un proyecto; para completar el diagrama es necesario agregar el tiempo requerido para terminar cada actividad.

Para cada actividad existe un costo asociado que generalmente depende de un tiempo específico de terminación. Si el tiempo varía, se esperará que también varíe el costo. En consecuencia, será necesario saber el efecto de un cambio de tiempo sobre el costo, para llegar al análisis final de la red. Los datos que muestran este efecto se deberán indicar en la red para cualquier actividad.

La determinación de la ruta crítica se hace sumando las duraciones de las diferentes actividades para obtener el tiempo de terminación más tardío para los trabajos, o sea, que la ruta crítica es la suma de las duraciones de las actividades que nos determinan la duración total del proyecto.

3.3 Función Tiempo-Costo.

Cualquier proyecto de construcción puede dividirse en un número

considerable de procesos u operaciones, cada uno de los cuales puede ejecutarse por diferentes combinaciones de : método de construcción, equipo, capacidad de cuadrilla y horas de trabajo. Los factores principales que predominan en la selección de la mejor combinación pueden ser : costo, tiempo ó ambos.

A primer vista, puede pensarse que predomine el costo directo de cada operación, especialmente en los sistemas a base de contratos, con objeto de permitir que los trabajos sean terminados con el menor costo total; pero el costo total del proyecto incluye todos los costos indirectos y de administración, erogados hasta la ejecución total de los trabajos, siendo estos proporcionales al tiempo. Lo que es más, desde el punto de vista del contratista, la movilización más rápida de personal y equipo para otro trabajo sería más conveniente y la planeación para el costo directo mínimo, únicamente, podría no ser la mejor solución. El tiempo, es por tanto un factor igualmente esencial.

Este problema costo-tiempo tiene un número infinito de soluciones. Si el tiempo no tuviera consecuencias, cada operación podría ser ejecutada de tal forma que resultaría el mínimo costo directo. Por otra parte si el costo no tuviera importancia, cada proceso podría ser acelerado hasta terminarlo en el mejor tiempo.

Entre estos dos límites se halla la mejor solución pero encontrarla requiere la consideración de un conjunto completo de operaciones concurrentes, interrelacionadas y superpuestas. El acelerar un proceso aumentaría su costo y disminuiría su tiempo, pero puede no disminuir el tiempo total del proyecto, a menos que la operación acelerada sea crítica, dentro de la larga cadena de actividades que constituyen un trabajo. De esto resulta necesario encontrar una combinación de operaciones que deberían ser reducidas en tiempo, a fin de que produzcan el proyecto más económico teniendo en cuenta tanto el costo directo como el costo indirecto.

Creo que la solución al problema costo-tiempo no es simple, ya que todos los costos varían con el tiempo; los costos directos tienden a disminuir si hay más tiempo disponible para una operación, pero los costos indirectos y otros aumentarán con el tiempo y el costo total es el que nos da la solución óptima.

2. GENERALIDADES.

- 2.1 Necesidad de la Planeación.
- 2.2 Finalidad del Servicio de Programación.
- 2.3 Planeación Estratégica y Planeación de Operaciones.
- 2.4 El Concepto de Proyecto.
- 2.5 Operaciones.
- 2.6 Recursos.
- 2.7 Condiciones y Restricciones.
- 2.8 Planeación.
- 2.9 Asignación y Programación de Recursos (El M.A.P.),
(Multiple-Resource Allocation Procedure)

Relación Costo-Tiempo por Actividad y Programa.

Existen dos puntos definidos en cuanto a duración costo por cada actividad : al costo directo mínimo de una actividad con su duración correspondiente se les llama costo normal y duración normal respectivamente.

A la duración mínima de la actividad con su costo directo correspondiente se le llama costo límite o duración límite o de falla respectivamente.

Estos dos puntos proporcionan los datos para determinar la pendiente de costo por día de reducción en la duración normal de la actividad en cuestión, la fórmula de cálculo es :

$$\text{PENDIENTE DE COSTO} = \frac{\text{COSTO LIMITE} - \text{COSTO NORMAL}}{\text{DURACION NORMAL} - \text{DURACION LIMITE}}$$

Observe la figura 15.

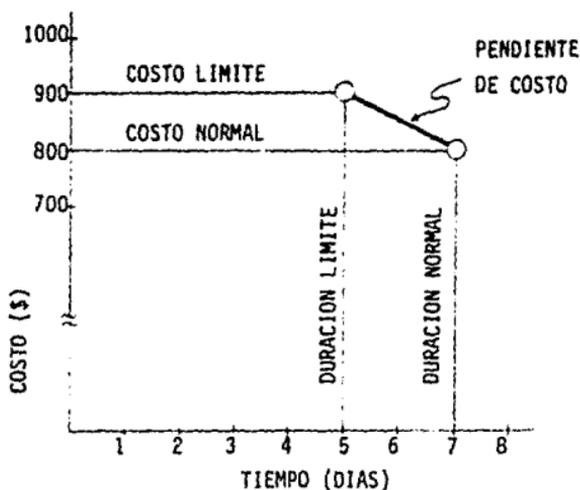


Figura 15.- Gráfica de la Pendiente de Costo.

Por programa, tenemos costos directos, indirectos y la suma de estos nos proporciona el costo total del programa.

Los costos directos mínimos por actividad nos proporcionan una duración normal, por lo que, siguiendo la secuencia completa del programa podemos determinar la duración total del programa que podríamos llamar normal. Esta duración normal, aparentemente, sería la mejor para el programa, pero considerando los costos indirectos no es así.

Los costos indirecto varían proporcionalmente a la duración del programa, así que la duración normal no es la mejor para el programa.

La siguiente figura aclarará lo anteriormente expuesto : (ver figura 16)

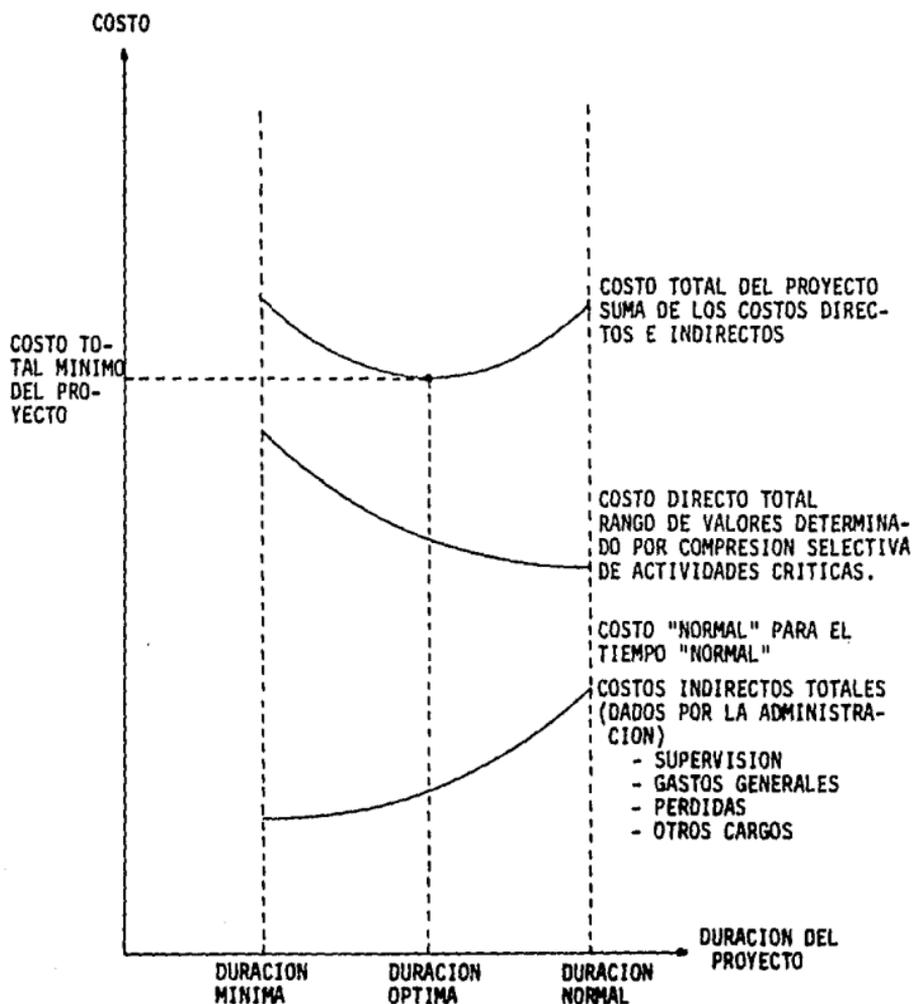


Figura 16.- Relaciones Costo-Tiempo para un proyecto general.

3.4 Ventajas y Aplicaciones del Método de la Ruta Crítica.

- 1.- Suministra una disciplina base para la planeación integral del proyecto.
- 2.- Refina y entera, al que lo usa, de los problemas involucrados y su importancia relativa en el total del proyecto.
- 3.- Suministra un medio para valorizar alternativas ó estrategias a desarrollar.
- 4.- Incrementa la coordinación del trabajo.
- 5.- Identifica los puntos clave del proyecto por adelanto y define responsabilidades.
- 6.- Suministra los datos necesarios para seleccionar la mejor fecha de terminación del proyecto.
- 7.- Indica las fechas óptimas de iniciación y terminación de cada actividad, mostrando además sus dependencias.
- 8.- Provee una base de comunicación entre las gerencias o superintendencias y las operaciones de campo.

- 9.- Proporciona información cuantitativa de la holgura ó tiempo flotante de cada actividad, lo que hace posible la dirección por excepción, llamando la atención únicamente sobre aquellas actividades que son o estarán en dificultades.
- 10.- Provee un medio sistemático de comparar el progreso verdadero con el planeado para tomar las acciones correctivas adecuadas y oportunas.
- 11.- Es un medio efectivo de entrenamiento de personal en la técnica de manejo de proyecto.
- 12.- Proporciona un medio para estimar los efectos de las variaciones (cambios de orden, trabajos que alteren el alcance original, etc.), sobre la fecha de terminación y el costo.
- 13.- Forma un útil y completo registro del desarrollo de los proyectos.
- 14.- Es un medio para lograr reducciones en duración total y costo.
- 15.- Es un medio para determinar la función tiempo costo de los proyectos, es decir, la duración y costo totales óptimos.

- 16.- Es base para efectuar la programación de recursos de mano de obra y maquinaria de construcción.
- 17.- Es base para evaluar el avance parcial y total de los proyectos.
- 18.- Es base para programar el flujo de recursos económicos al proyecto.

3.5 El PERT y el CPM.

El PERT y el CPM fueron desarrollados independientemente y aplicados por primera vez durante los últimos años de la década de 1950. Inicialmente el PERT fue diseñado como una técnica de reporte para valorar y controlar el progreso fase a fase de los diversos proyectos. El CPM, por otra parte, fue concebido originalmente como una técnica de planeación, orientada a computadoras, diseñada para controlar proyectos de construcción, de ingeniería y de mantenimiento de plantas.

Desde que el PERT y el CPM aparecieron por primera vez, todas sus diferencias aparentes han desaparecido. Esto es, las características de una técnica han sido incorporadas a la otra, y viceversa, una diferencia que frecuentemente se acostumbraba citar, por ejemplo, era que el PERT resultaba más adecuado para proyectos de investigación y desarrollo en los cuales aparecían más incertidumbres. Se decía que el CPM era más efectivo especialmente en proyectos cuyos diversos trabajos podían ser estimados en tiempo y costo con una aproximación razonable, tales como la construcción de un edificio. Sin embargo, en los últimos años estas diferencias, si alguna vez fueron válidas, han desaparecido.

El diagrama de flechas, o "red", es común a ambos métodos. Es en los cálculos que se hacen y en el énfasis que se pone sobre varios aspectos de la red, donde surgen diferencias pero, nuevamente, las variaciones entre la manera en que dos personas emplean ya sea el PERT o el CPM, pueden ser mayores que las diferencias entre las técnicas mismas. El punto importante es que se desarrolla un modelo de trabajo de un proyecto creando un plan maestro a partir del cual puede prepararse un programa realista. Esto es cierto cualquiera que sea el método empleado. La aplicación del enfoque básico que puede ser denominado planeación de operaciones, es más importante que las reglas específicas por medio de las cuales se aplica la técnica. (ya sea el PERT ó CPM).

Ambas técnicas son igualmente aplicables a la planeación, dirección y control, y ambas son igualmente aplicables a cualquier clase de proyecto tales como : de desarrollo e investigación, construcción, ingeniería, introducción de un nuevo producto, campañas publicitarias, planeación de compañías, operaciones militares tácticas y así por el estilo, siempre y cuando los siguientes conceptos se tengan constantemente en mente :

- 1.- La planeación debe estar ligada a la operación que se va a realizar; esto es, el plan debe de estar orientado hacia la actividad. Intentar planear con una orientación a "eventos clave" puede producir la respuesta equivocada.

2.- La preparación de informes puede ligarse a la terminación (parcial o total) de las actividades, o puede unirse a la llegada, o a la fecha esperada de llegada, a un evento clave del proyecto. Si se selecciona una orientación a eventos para propósitos de reporte, entonces, tal sistema puede establecerse, de manera adecuada solamente a partir de un plan orientado a actividades.

3.6 EL PERT/COST.

Básicamente el PERT/COST utiliza una estructura de análisis de trabajos y un diagrama de red, como marco común para la planeación del uso de recursos (programa) y del costo de un proyecto. Se hacen comparaciones entre los costos reales y los costos predichos de los diferentes paquetes de trabajo y del proyecto en conjunto. Donde sea necesario efectuar revisiones, se incorporan, de ser aplicables, estimaciones adicionales del tiempo y costo con objeto de obtener las duraciones y costos revisados del proyecto.

Una de las características principales del PERT/COST es la estructura de código de contabilidad que se usa para hacer cargos (números de subcuentas) y para resumir (números de cuentas principales) los costos de un programa.

Cuando se aplica a contratos de gran importancia, primero se asignan los números de subcuenta a cada paquete de trabajos de la subdivisión más pequeña de la estructura de análisis del trabajo. A continuación asignamos los números de cuentas principales a las partidas finales. Es importante mencionar que el grado de detalle varía de proyecto a proyecto, y de la etapa de proposición a la fase de ejecución de un mismo proyecto. Frecuentemente, se estipula en el contrato el detalle requerido.

En el sistema PERT/COST se usa un conjunto extenso de reportes. Algunos de ellos son más importantes que otros y son los siguientes :

- 1.- Reportes de Resumen de Administración.
- 2.- Reportes de Costo del Trabajo.
- 3.- Reportes de Apreciación de Costos.
- 4.- Reportes de Apreciación del Programa.
- 5.- Reportes de Acumulación de Fuerza Humana.

Todos ellos han sido discutidos, con excepción del reporte de resumen de administración. Es justamente lo que su nombre indica. Contiene resúmenes de tal información como :

- Costos del trabajo realizado a la fecha, haciendo contrastar las estimaciones originales con los costos reales y detallando los gastos adicionales o los ahorros.
- Costo total esperado, haciendo contrastar el costo estimado con las últimas revisiones y, nuevamente, detallando los gastos adicionales o ahorros.
- Fecha de terminación programada del trabajo completo.
- Situación de las holguras.

- Programas de "imprevistos".

- Otra información de interés.

Este reporte normalmente se prepara para cada nivel o escala de la administración del proyecto.

Ningún proyecto, ya sea complejo, de gran escala, pequeño o simple, puede administrarse adecuadamente a menos que sus administradores tengan una estructura común para la planeación, programación y control del trabajo requerido para llevarlo a cabo. En general, el PERT/COST intenta, específicamente, proporcionar esta estructura y, al hacerlo, es un buen ejemplo de los posibles sistemas de reporte del PERT/CPM.

4. ELABORACION DE PROGRAMAS.

4.1. Programa de Oferta.

4.2. Programa Maestro.

4.3. Programa General.

4.4. Actualización/Reprogramación Programa General.

4. ELABORACION DE PROGRAMAS.

Según el análisis que yo hice llegué a la conclusión de que las etapas que deben cubrirse generalmente para elaborar cualquier tipo de programa son :

1. Recopilación de información.
2. Análisis de información.
3. Determinación de conceptos o actividades.
4. Elaboración de la matriz de relaciones.
5. Diseño de la red de actividades.
6. Cálculo de duración de actividades.
7. Diseño preliminar del programa.
8. Nivelación de recursos.
9. Ajuste del programa en base a la nivelación de recursos.
10. Derivar del programa nivelado en recursos, gráficas de utilización de cada uno de ellos y de avance.

Posteriormente y para que sea útil el programa elaborado y las gráficas derivadas de él; se requiere comparar el porcentaje ejecutado contra el programado y los recursos realmente utilizados, con respecto a los programados para tomar acciones que corrijan desviaciones al programa, con objeto de garantizar una fecha de terminación contractual al proyecto.

Los tipos de programas que mostraré serán los siguientes :

1. Programa de oferta.
2. Programa maestro (contrato).
3. Programa general.
4. Actualización/Reprogramación del programa general.

A continuación detallaré el procedimiento de elaboración y las características de los programas mencionados.

4.1 Programa de Oferta.

Propósito.- Mostrar al posible cliente la duración total del trabajo que solicita cotizar. Indicar las duraciones de las áreas o partes de la obra que solicite específicamente, todo esto al nivel más general posible. Se deberá de integrar a la oferta.

Alcance.- Consiste en un diagrama de Gantt (barras) o un diagrama de Gantt modificado (flechas), indicando meses con número, en vez de nombres, excepto que se solicite específicamente lo contrario, y cuyas actividades corresponderán a grupos de conceptos de obra, que se utilicen para preparar el estimado. Debe incluir las notas y simbología necesaria para indicar fechas de eventos, actividades y restricciones por otros, que pudieran afectar la ejecución del proyecto según el programa. Generalmente, se incluye en el mismo formato, el programa de montos mensuales y por grupo de concepto de obra. Este se llama "Programa de Erogaciones".

Dependiendo del posible cliente, este programa se complementa con el programa de equipo básico para

ejecutar la construcción, programa de utilización de personal (Man Power) y curva de avance programado.

Deberá considerarse en la duración de las actividades del programa, las condiciones climatológicas (lluvia, frío o calor), así como los días festivos por ley, que se encuentren dentro del período de ejecución del proyecto.

No debe incluir simbología o actividades por parte del concursante, que correspondan a suministro de equipo o material permanente, ni colocación de subcontratos excepto que específicamente se solicite por el posible cliente.

Utilización.- Este tipo de programa se deberá utilizar solamente para fines de oferta y no para fines de contrato, en lo posible, ni tampoco como programa de trabajo a nivel operativo. También será utilizado por un departamento de estimaciones con el objeto de calcular los costos indirectos a la duración establecida en el programa de obra.

Responsable de Elaboración .- Un departamento de programación.
Las fuentes de información serían : Dirección de

Ingeniería, Desarrollo y Estimaciones. También se deberá de contar con la asistencia de servicios de construcción, en casos como montaje de equipo especial, procedimiento constructivo especial, etc.

Procedimiento.- He anexado una copia de un diagrama de las secuencias para la elaboración de programa de oferta de :

- Proyecto Integral a Precio Alzado
- Construcción a Precios Unitarios
- Construcción a Precio Alzado.

4.2 Programa Maestro.

Propósito.- Se deberá integrar al contrato. En consecuencia deberá contener el grado de detalle adecuado para poderlo utilizar como un elemento de apoyo para el caso de controversias de tipo legal. Por consiguiente, deberá incluir claramente todas las indicaciones necesarias relativas a eventos, actividades o restricciones por otros, que pudieran retrasar el programa de trabajo del contratista. También será la base de comparación contra las fechas de inicio y terminación reales de las actividades indicadas en el programa, el cual deberá ser inmovible hasta que por modificaciones al alcance de los trabajos o acuerdo con el cliente deba ser sustituido por otro. Se recomienda que sea el único programa que sirva de base, para informar al cliente el estado de avance.

Alcance.- Consiste en un diagrama de Gantt modificado (flechas) o un programa en notación CPM, indicando claramente las relaciones entre actividades, con el fin de que, si existiera atraso en actividades o eventos por otros, este atraso ocasione defasamiento en las actividades subsecuentes cuya ejecución es del contratista. Deben incluirse solamente los grupos de acti-

vidades más importantes, tratando de incluir todas aquellas que otros ejecutarán con las relaciones hacia las actividades del contratista. Deberá también indicarse la ruta crítica.

Tampoco debe incluir simbología o actividades del contratista que corresponden al suministro de equipo o material permanente, ni colocación de subcontratos, excepto que específicamente se solicite por el cliente. Deberá utilizarse para su elaboración la información del CPC en caso de disponibilidad oportuna.

Deberá contemplar la totalidad del trabajo contratado, sin incluir las actividades del contratista, que no estén en el alcance del trabajo. También deberán incluirse actividades o eventos por otros que pudieran interferir con el trabajo del contratista, indicando claramente por medio de simbología, que dichos eventos y actividades corresponden a otros.

Utilización.- Este tipo de programa se deberá utilizar para fines de contrato y no como programa de trabajo a nivel operativo, aunque normalmente se utiliza a

nivel directivo para indicar el estado de avance de la obra al cliente.

Si hubiera controversias legales, se utilizará para mostrar el defasamiento ocasionado por otros. También es importante para una negociación de ampliación de plazo, en casos en que las causas de atraso sean imputables a otros. También es importante darle uso para fines de reporte y estadísticos.

Responsable de Elaboración.- Un departamento de programación.

Las fuentes de información serían : la Dirección de Ingeniería (CPI), Desarrollo, Estimaciones y Servicios de Construcción (CPC). Además para la elaboración de un programa de este tipo debe participar también la Dirección, Gerencia del Proyecto o la Superintendencia correspondiente.

Procedimiento.- Anexo una copia de un diagrama de las secuencias para la elaboración de un programa maestro (contrato) de :

- Proyecto Integral : (Ingeniería, Procuración y Construcción).
- Construcción.

4.3 Programa General.

Propósito.- Este programa deberá ser usado como gufa del programa de trabajo a nivel operativo. Este programa general se elaborará de manera que su seguimiento garantice el cumplimiento del programa contractual. Es recomendable que su circulación solo sea interna. También servirá para comparar las fechas reales de inicio y terminación de las actividades programadas, con fines estadísticos. Este programa se revisará cuando se requiera a criterio del Director de Proyecto o del Departamento de Programación con la aprobación de la Dirección, Gerencia o Superintendencia.

Alcance.- Consiste en un diagrama de Gantt modificado (flechas) o un programa en notación CPM, indicando claramente las relaciones entre actividades, las cuales deberán coincidir con los conceptos a nivel código del CPC, en el caso de construcción y del CPI, en el caso de Ingeniería. Deberá contemplar todo el alcance del trabajo contratado. Deberá indicarse la ruta crítica y semicríticas. Deberá incluir las actividades de procuración de los principales suministros correspondientes al contratista, así como la colocación de subcontratos. Aún en el caso de trabajos de construcción

exclusivamente. Es importante incluir todas las actividades, eventos y restricciones por otros, con sus relaciones a las actividades del contratista para poder prevenir atrasos a las actividades del contratista, o en su caso, contar con un registro adecuado de las causas de atraso imputables a otros. Deberá indicarse y considerarse en la duración de las actividades del programa, las condiciones climatológicas (lluvia, frío o calor) para las actividades de obra, además de días festivos por ley y horas hábiles por semana. A partir de este programa se elaborarán las curvas de personal por área y especialidad, así como la general, erogaciones, colocación de materiales principales y avance programado, que complementan el programa general.

Utilización.- Este programa se utilizará a nivel gerencia de proyecto o superintendencia para reportar a nivel directivo, y a nivel operativo como guía para preparar los programas de trabajo con objeto de dar el seguimiento adecuado al programa, siendo congruentes con el programa contractual y a la vez garantizando su cumplimiento.

También es importante mencionar que el departamento de programación lo va a utilizar para efectos de reporte y estadística.

Responsable de Elaboración.- Un departamento de programación en conjunto con gerencia de proyecto, superintendencia y dirección correspondiente. Las fuentes de información serían : servicios de construcción (CPC), dirección o superintendencia (táctica para desarrollo de la obra, prioridades por área, sistema constructivo, fechas clave, tiempo de reducción con respecto al programa contractual, avance a la fecha, etc.), para el caso de programas de obra.

Para programas integrales, las fuentes de información serían : dirección (táctica para desarrollo del proyecto integral, prioridades por área, fechas clave, tiempo de reducción con respecto al programa contractual, subcontratos principales, etc.), gerencia de proyecto (CPI, lista de equipo, tiempo de aprobación de : planos, especificaciones, concursos de obra, etc.).

Procedimiento.- Anexo copia de las secuencias para elaborar el programa general de :

- Proyecto Integral (Ingeniería, Procuraación y Construcción).
- Construcción.

4.4 Actualización/Reprogramación Programa General.

Propósito.- Poner al día el programa y gráficas de avance y recursos para que sean utilizados como herramienta de trabajo, que ayude a tomar decisiones oportunas a la dirección, gerencia de proyecto o superintendencia.

Esta debe realizarse cuando el proyecto se encuentre lo suficientemente atrasado o adelantado, que el programa y controles dejen de ser expeditivos, volviéndose obsoletos; cuando se suspenda el proyecto por huelgas; causas de fuerza mayor; cuando el cliente solicite aceleración o ritmo lento por cuestiones financieras, cuando existe un cambio significativo al alcance de trabajo; cambio obligado del procedimiento constructivo; suspensión de los trabajos temporalmente; variación de la jornada laboral; etc. El propósito de esta actualización corresponde al de el programa general.

Alcance.- Partiendo del estado de avance de la obra, y del último reporte gráfico del programa general con línea de registro de avance o diente de sierra, tomando en consideración los volúmenes faltantes por ejecutar, las

duraciones remanentes de las actividades, sus flotantes, las fechas claves y los últimos datos de fechas de entrega de materiales, equipos y recursos disponibles en el momento del corte. Se podrá establecer la actualización del programa.

Esta actualización deberá tener como limitante la fecha de terminación del proyecto o cada una de las áreas que integren el proyecto, para lo cual es necesario modificar también, todas las curvas tanto de avance como de mano de obra, colocación de materiales y erogaciones, a fin de establecer los nuevos requerimientos en recursos y poder cumplir con las fechas establecidas de terminación.

No deberán de incluirse las actividades terminadas a la fecha de la actualización o reprogramación.

Cuando las fechas de terminación se ven afectadas, automáticamente se convierte en una reprogramación y adquiere un carácter mucho más delicado. Esta reprogramación servirá como soporte para las negociaciones del nuevo plazo contractual. Deberá indicarse la ruta crítica.

Se recomienda para mayor información consultar el alcance del programa general.

Utilización.- Las actualizaciones deben utilizarse a nivel de gerencia de proyecto o de superintendencia para reportar a nivel directivo.

También se utilizará a nivel operativo, como guía para la elaboración de los programas detallados.

En caso de reprogramación, en un principio se utilizará a nivel superintendencia y dirección de obra para los efectos que correspondan a la negociación de ampliación de plazo y una vez aceptado, también se utilizará a nivel operativo.

El departamento de programación lo utilizará para efectos de reporte y estadística.

Procedimiento.- Anexo copia de la secuencia de la elaboración de actualización/reprogramación del programa general.

5. CONTROL DEL PROGRAMA.

5.1. Necesidad.

5.2. Reportes.

5.3. Seguimiento del Programa.

5.1 Necesidad.

La dirección y coordinación efectivas y en realidad el buen resultado de un proyecto dependen en gran parte de las medidas efectivas de control. Cuando hablo de medidas de control, estoy pensando en términos de los tres objetivos principales para el buen desarrollo de un proyecto :

CALIDAD OPTIMA, COSTO MINIMO, TIEMPO OPTIMO

Especfficamente enfocaré el control del proyecto en su aspecto de tiempo. La forma de ejercer el control de tiempo en el proyecto, se practica mediante la acción de la dirección del proyecto, basándose en los reportes periódicos preparados para tal efecto.

5.2 Reportes.

Los reportes para control de tiempo, deberán de comparar las actividades programadas para ejecutarse hasta cierta fecha de registro de avance con las actividades realmente ejecutadas y en ejecución, hasta esa misma fecha; se deberá determinar, mediante el análisis de la comparación mencionada anteriormente, las áreas que están en problema y su impacto en el plan original, para facilitar la dirección por excepción; y también deberán determinar las actividades próximas a atacarse para prevenir atrasos

y en su caso, compensar el atraso registrado a la fecha de corte. Se está afirmando que permite la dirección por excepción, pues identifica las operaciones críticas y semicríticas haciéndolas foco de atención sobre los demás trabajos del proyecto; y así la dirección del proyecto concentrará su atención sobre las actividades de mayor prioridad, y después sobre las que tienden a convertirse en críticas o semicríticas.

5.2.1 Elaboración del Informe de Programación (Manual).

Es común que en la mayoría de las compañías contratistas de ingeniería y construcción, se tiene implantado planear y programar los proyectos, usando el método de la ruta crítica; ya que éste es el más indicado para el tipo de trabajo que realizan dichas compañías; además de haberse convertido en un lenguaje común entre el cliente y el contratista.

También el informe de programación por proyecto, aunado y en base al programa establecido, proporciona al que lo usa una ayuda para detectar desviaciones con respecto al programa vigente para tomar las acciones pertinentes, proporciona una exposición exacta de lo que está ocurriendo al día, de los problemas involucrados y su importancia, un medio para valorizar las alternativas y estrategias a

desarrollar, también incrementa la coordinación del trabajo, define responsabilidades y hace posible la "dirección por excepción," etc.

El reporte estará formado por los siguientes capítulos :

- Ruta Crítica
- Ruta Semicrítica
- Programa Actualizado
- Ingeniería
- Compras
- Permisos de Importación
- Dibujos Certificados, Fabricación y Entrega de Equipo
- Subcontratos
- Construcción
- Actividades en los Próximos 30 Días

Con este orden, se hace posible la "dirección por excepción", o sea, que el gerente de proyecto o superintendente, tiene en el capítulo 1 las actividades en ruta crítica y semicrítica que están desarrollándose y ocasionalmente, con algún atraso, es cuando el gerente o el superintendente, debe tomar decisiones señalando las prioridades a seguir.

El informe deberá entregarse junto con un memorandum en donde

se mencione, específicamente, el número progresivo correspondiente al reporte, el número del programa tomado como base, así como el número de revisión, la fecha hasta la cual se registran los avances (corte), el contenido del reporte.

En un párrafo adicional se debe mencionar el atraso, adelanto o estado de avance de la ruta crítica y semicrítica del proyecto, de acuerdo al programa vigente, los problemas principales (causas de atraso). El porcentaje de avance programado y el real a la fecha de corte, y por último, en párrafo posterior, las sugerencias para prevenir atrasos o recuperar tiempo en el proyecto y cualquier otra comunicación pertinente con la entidad a la cual se dirige el informe relacionado con el servicio de programación.

Nota : En los capítulos de : Ingeniería, Compras, Permisos de Importación, Dibujos Certificados, Fabricación y Entrega de Equipos, Subcontratos y Construcción, solo se deberán incluir las actividades atrasadas, por ser éstas las de mayor importancia para el director de proyecto.

5.2.2 Procedimiento.

El procedimiento para la elaboración y el logro de un buen informe consiste, una vez más, principalmente en una efectiva, veraz y oportuna recopilación de información y para obtenerla,

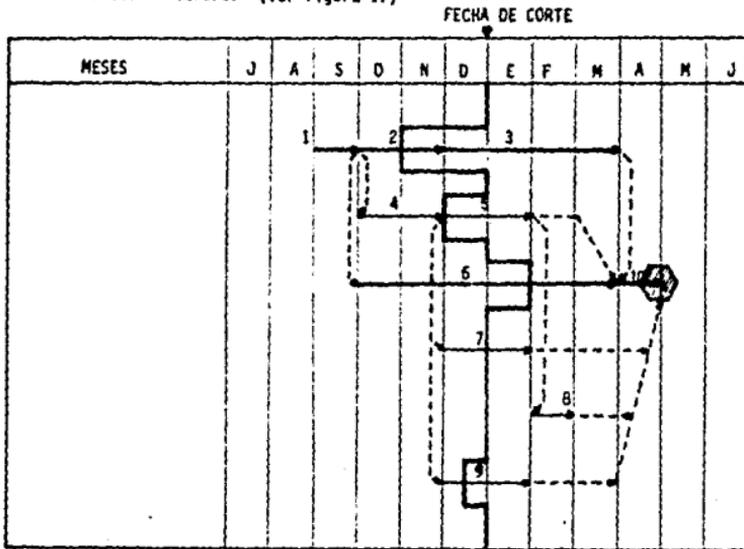
es necesario conocer profundamente el proyecto (en todas sus fases) y el programa, a fin de evitar reportar datos falsos, checando los avances de las actividades. Para elaborar el informe yo recomendaría lo siguiente :

1. Elaborar en el formato adecuado (sepias), un listado en donde aparezcan todas las actividades que se debieron terminar o iniciar antes de la fecha de corte, dejando pendiente la columnas que corresponden a atraso y observaciones.
2. Como siguiente paso, se deberá marcar en el programa, en forma gráfica, el avance de cada una de las actividades desarrolladas y marcar también con 0% las no iniciadas; de esta manera, quedarán representadas gráficamente las semanas de atraso con respecto a la fecha de corte, lo mismo que las adelantadas. Este programa actualizado gráficamente deberá formar parte del informe de programación como programa actualizado, tomando en consideración que se debe incluir el programa general, o bien un programa sumario elaborado expresamente en el caso de que existan varias hojas del programa general o sólo se tenga el programa detallado contenido en varias hojas. Se deberán indicar gráficamente los avances de las actividades sobre una copia sepia del programa.

Esto quedará mejor entendido con el ejemplo que a conti-

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

nuación mostraré. (Ver figura 17)



SIMBOLOGIA :

- LÍNEA DE CORTE
- > ACTIVIDAD NORMAL
- - - - -> ACTIVIDAD FICTICIA
- > ACTIVIDAD CRITICA

FIGURA 17.- CORTE MENSUAL DE UN PROGRAMA PARA VER EL ESTADO DE AVANCE DE CADA ACTIVIDAD.

ACTIVIDAD No.	% AVANCE	ATRASO CON RESPECTO A FECHA DE INICIO	ATRASO CON RESPECTO A FECHA DE INICIO Y FLOTANTE
1	100	0	0
2	50	8*	8*
3	0	4*	4*
4	100	0	0
5	0	4*	0
6	80	0	0
7	50	0	0
8	0	0	0
9	25	2*	0
10	0	0	0

* Actividades que deben incorporarse al informe como atrasos.

Atraso con respecto a la fecha de inicio =

$$(\text{fecha de corte} - \text{fecha de inicio}) - \left[\frac{\% \text{ avance}}{100} \times \text{duración} \right]$$

Atraso con respecto a la fecha de inicio y flotante =

$$(\text{fecha de corte} - \text{fecha de inicio}) - \left[\frac{\% \text{ avance}}{100} \times \text{duración} \right] - \text{flotante}$$

Es decir por ejemplo :

La actividad 5 :

$$\text{Atraso} = (1^\circ \text{ Enero} - 1^\circ \text{ Diciembre}) - (0 \times 8) = (4 \text{ Sem}) - 0 = 4 \text{ Sem.}$$

$$\text{Atraso c/flotante} = (1^\circ \text{ Ene.} - 1^\circ \text{ Dic.}) - (0 \times 8) - 4 = 4 (\text{Sem}) - 0 - 4 \text{ Sem} = 0$$

Por lo tanto el atraso de la actividad 5 es de 4 semanas y el atraso con flotante es igual a 0.

La actividad 9 :

$$\text{Atraso} = (1^\circ \text{ Enero} - 1^\circ \text{ Diciembre}) - (0.25 \times 8) = 4 \text{ (Sem)} - 2 \text{ (Sem)} = 2 \text{ Sem.}$$

$$\begin{aligned} \text{Atraso c/flotante} &= (1^\circ \text{ Ene.} - 1^\circ \text{ Dic.}) - (0.25 \times 8) - 12 = 4 \text{ (Sem)} - 2 \text{ (Sem)} - \\ &12 \text{ (Sem)} = -10 \text{ Sem.} \end{aligned}$$

Las actividades que esten adelantadas o bien en programa, se omitirán del listado, quedando únicamente las atrasadas.

De esta forma, se reportarán exclusivamente las actividades que merecen atención sintetizando el informe y haciéndolo objetivista.

Otro procedimiento a seguir como alternativo para evaluar el atraso de una actividad es el que toma como referencia la fecha de terminación de la actividad iniciada y la compara con la fecha de terminación prometida por el responsable de ejecutar dicha actividad, sin referirse a la fecha de corte en la cual se estén registrando los avances.

Lo anterior quedará mejor entendido con el siguiente ejemplo que muestro :
(Ver figura 18).

1. Ruta Crítica.

RUTA CRITICA				REPORTE No.	PROYECTO No.
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	ATRASO*	OBSERVACIONES

2. Ingeniería.

INGENIERIA				REPORTE No.	PROYECTO No.
				FECHA	
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	ATRASO*	OBSERVACIONES

3. Compras.

COMPRAS				REPORTE No.	PROYECTO No.
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	ATRASO*	OBSERVACIONES

4. Permisos de Importación.

PERMISOS DE IMPORTACION				REPORTE No.	PROYECTO No.	
				FECHA		
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	ATRASO	DIVISION	OBSERVACIONES

5. Dibujos Certificados, Fabricación y Entrega de Equipos.

DIBUJOS CERTIFICADOS, FABRICACION Y ENTREGA DE EQUIPOS				REPORTE No.	PROYECTO No.	
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	ATRASO	DIVISION	OBSERVACIONES

7. Construcción.

CONSTRUCCION				REPORTE No.	PROYECTO No.
AREA	DEPTO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA ATRASO*	OBSERVACIONES

5.3 Seguimiento del Programa.

Una vez implantado el programa del proyecto se hace imprescindible utilizarlo para control del proyecto hasta que por los cambios habidos en el proyecto en cuanto a avance programado, cambios de alcance de trabajo, cambios de estrategia para ejecución del mismo a solicitud expresa del cliente, causas de fuerza mayor, etc.; se haga necesaria una revisión del programa vigente dando como resultado una actualización o reprogramación del mismo.

5.3.1 Utilización de Información del Programa.

El programa vigente muestra a las personas de los diferentes departamentos involucrados con el desarrollo del proyecto, lo que debe hacerse y cuando, para completar el proyecto en el tiempo planeado. La gente de finanzas usará el programa como base para pronosticar el ingreso, los gastos futuros y los requerimientos del capital de trabajo. Ingeniería usará el programa como ayuda para planear sus requerimientos de fuerza de trabajo y para saber cuando editar las listas de materiales, las especificaciones de equipo y dibujos críticos, y cuando pueden recibir información de proveedores. Los departamentos de compras, inspección y expedición también usarán el programa para planear sus requerimientos de fuerza de trabajo y para informar a su personal cuando deben emitirse ordenes de compra. La división de construcción usará el programa para

planear la transferencia de personal de supervisión, herramientas y maquinaria de un proyecto a otro; también lo podrá usar para planear la llegada de los subcontratistas al sitio de la obra así como iniciar oportunamente los trámites de compra de campo que le corresponda. También le será útil para comunicar a los sindicatos locales cuando y cuantos especialistas se requieren. El programa detallado se usa también como base para medir el avance de trabajo y para proporcionar al equipo de dirección del proyecto y a los supervisores una "herramienta" efectiva para controlar el gran número de actividades de un proyecto.

Por todo lo anterior creo que un programa es una fuente de información grandísima dentro de una compañía, ya que tienen relación con él, un gran número de departamentos.

5.3.2 Participación de los Niveles Directivos, de Supervisión y Operativos.

Soporte de Alta Dirección.- La alta dirección deberá de dar su decidido apoyo a la elaboración y uso del sistema de planeación, programación y control de proyectos haciendo que los niveles de supervisión utilicen plenamente como herramienta de trabajo los sistemas mencionados, y a su vez los niveles de supervisión informen a los niveles operativos de las actividades

que se requirieren ejecutar, así como control en la ejecución de las mismas según lo programado para contar con un elemento básico de comparación que lo auxiliaría en su función directriz.

También me parece importante, que la alta dirección favorezca el entrenamiento del personal de supervisión y operativo para poder utilizar estos sistemas como herramienta de trabajo habitual. También deberá favorecer la participación de personal de supervisión del proyecto para asegurar que la planeación y programación del mismo sea realista. Con los elementos que le proporcionan estos sistemas, deberá proveer de los recursos necesarios al proyecto y mediante los reportes del estado de avance del proyecto tomar las acciones correctivas que juzgue pertinentes, para garantizar el cumplimiento del programa que se haya establecido como un compromiso por parte de todas las entidades involucradas en la completa ejecución del proyecto.

En resumen puedo decir que la dirección de proyectos es la función de asignar recursos juiciosamente para cumplir con objetivos preseleccionados, de acuerdo a un plan y a un programa, y reaccionar a desviaciones entre los resultados predichos y los reales, con objeto de anticiparse al desarrollo de situaciones desfavorables.

5.3.3 Juntas Periódicas.

Para el mejor seguimiento del programa se efectuarán juntas periódicas. Esta es una aportación personal, ya que pude implementarlas en una compañía para el mejor control de un proyecto, cuya área de programación era mi responsabilidad, obteniendo resultados extraordinarios.

A continuación explicaré su funcionamiento y quienes participan en ellas, así como algunas recomendaciones y ventajas. También mostraré el diseño del formato para las minutas de estas juntas.

Como un medio de sistematizar el uso de los sistemas de planeación, programación y control de proyectos, surgió la idea de efectuar juntas periódicas de programación en cada obra o proyecto con la participación de la dirección de la obra o proyecto, el personal de supervisión y de programación con objeto de :

1. Revisar el reporte del estado actual de la obra o proyecto, con lo que de forma automática, se seleccionarán y podrán ser revisadas, únicamente, las actividades en ejecución atrasadas y otras que presenten atrasos cuantificados, considerando la holgura total hasta el límite deseado, para prevenir atrasos importantes; y en cuanto a las actividades que

ya estén próximas a ejecutarse, para proporcionar los suministros correspondientes oportunamente.

2. Preparar una minuta de la junta de programación con las causas de atraso; los requerimientos para ejecutar las actividades; la fecha prometida de iniciación o terminación, las medidas tomadas para expeditar la ejecución de la actividad y las observaciones que se consideren pertinentes.

Para las actividades próximas a ejecutarse, se asentarán en la minuta los requerimientos específicos indicados por los responsables para la realización de la actividad en cuestión, con objeto de prevenir atrasos.

3. Es recomendable asignar personal a la labor de expeditación de actividades, basándose en los reportes del estado de avance de la obra, en las minutas de las juntas de programación; proporcionándole el apoyo requerido para que, se le den las facilidades necesarias para cumplir con su función dentro de la obra o proyecto, así como en otras entidades de la empresa.
4. Se recomienda recompensar el cumplimiento de los trabajos correspondientes a ejecutar las actividades asignadas, destacando la relación existente entre cada uno de los miembros

del personal, con respecto al esfuerzo conjunto y a la importancia de este esfuerzo, usando este como un medio de motivación adecuada.

5. Para que este sistema de control, así como cualquier otro que se utilice para controlar cualquier otro aspecto que no esté incluido sea eficaz, se requiere de un esfuerzo continuo y permanente del conjunto de personas que estén involucrados en la realización del proyecto.
6. Es recomendable que antes de iniciar la junta se de un repaso a la minuta de la junta anterior, para poder darnos cuenta si se ha hecho o no lo que se había acordado ahí y de ésta forma sólo se ataque lo pendiente.
7. Se vio que la periodicidad con la cual se deben realizar éstas juntas para su mayor efectividad era cada semana, para que en caso de haber un atraso, este no sea mayor a una semana y se tomen las acciones correctivas para meter el proyecto en programa.
8. También se observó que la duración de dicha junta no deberá ser mayor a dos horas, ya que después de ese lapso, se vuelve muy tediosa. Para lograr esto es evidente que el personal involucrado en la misma debe preparar su material para lograr

mayor fluidez.

9. Una gran ventaja de este método de control, es que en caso de ser necesaria una reprogramación, ésta se efectúe a tiempo para que sea lo más corta posible.
10. Otra ventaja que presenta, es que en las minutas podemos ver que personas cumplen y cuales no.
11. Por último se observó que lo más adecuado era que la persona del depto. de programación (en este caso yo) fuera quien llevara la dirección y realización de la junta, auxiliándose de una secretaria, que podría ser alguna de los ahí presentes, para que tomase el borrador de la junta, mismo que la persona del depto. de programación revisará para después mandar a mecanografiarla y repartir copias correspondientes, a todo el personal interesado.

A continuación muestro los formatos que diseñé para la realización de las minutas :

(El primero es para hoja principal y el segundo para hojas subsiguientes).

NOMBRE DE LA COMPARIA		MINUTA DE JUNTA No.	FECHA PROYECTO	HOJA __ DE __
OBRA :		DE :		
REUNION ENTRE :		OBJETIVO :		
LUGAR :		FECHA :		
ASISTENTES :				
POR (CLIENTE) FIRMA		POR (CONTRATISTA) FIRMA		
No.	TEMAS TRATADOS	ACCION POR :	FECHA CUMP.	

NOMBRE DE LA COMPAÑIA	MINUTA DE JUNTA No.	FECHA PROYECTO	HOJA __ DE __
No.	TEMAS TRATADOS	ACCION POR :	FECHA CUMP.

6. PROGRAMACION POR COMPUTADORA.

- 6.1. Antecedentes.
- 6.2. Consideraciones Básicas.
- 6.3. Diseño y Generación de Redes.
- 6.4. Asignación de Recursos.
- 6.5. Retroalimentación Entre Sistema y Usuario.

6.1 Antecedentes.

La dificultad creciente en el manejo de redes de elevado número de actividades, diseñadas para proyectos cada vez más extensos y sofisticados; el aumento en la calidad, oportunidad, selectividad y buena presentación de informes preparados a partir de éstas redes, con los cuales sea factible ejercer la dirección por excepción en dichos proyectos, y el aprovechamiento de la velocidad de cálculo en las actualizaciones de las redes de actividades por los avances registrados, así como en las simulaciones alternativas, y en la asignación de recursos por ciclo de utilización de los mismos; entre otras causas, han impulsado a la aplicación de sistemas de planeación y programación, mediante el uso del computador para control de proyectos; aprovechando así los beneficios que aportan éstas técnicas como son :

1. Determinación de la duración del proyecto y de las actividades principales, que forman la ruta crítica.
2. Utilización de la holgura en actividades para lograr una mejor asignación de recursos y una clasificación de actividades en orden de prioridad para ejecución.
3. Obtención de simulaciones alternativas en la estructuración

de las redes de actividades, debidas a fechas de terminación inaceptables para el proyecto, y en forma general constituyéndose en un modelo del proyecto para servir como instrumento para la toma de decisiones por la dirección del mismo.

4. Determinar fechas de entrega de equipo y materiales para construcción del proyecto.
5. Determinación de efectos por atrasos en ejecución de actividades o cambios al alcance de lo planeado originalmente, repercutiendo en el programa del proyecto.
6. Llevar un registro de información susceptible de utilizarse convenientemente como retroalimentación para proyectos futuros.

Es por esa gran importancia que ha ido tomando en el medio de la planeación de operaciones en proyectos, el uso del computador. Por lo que he decidido incluir en esta tesis este capítulo, que aunque solo abarca lo más importante y a grandes rasgos, si creo que al menos dará una idea bastante clara de lo que se puede hacer hoy en día, con la ayuda de un computador.

6.2 Consideraciones Básicas.

1. Se logra una efectiva planeación, puesto que obliga al grupo

que prepara la red por el método CPM, PERT o precedencias del proyecto, a organizar la información, pensar en la ejecución adecuada de actividades para el logro de objetivos parciales, encaminados a la consecución del objetivo principal.

2. Se localizan anticipadamente áreas problema y cuellos de botella dentro del proyecto, después del análisis de tiempos para cada actividad.
3. Mejorar la comunicación entre el personal que labora en el proyecto; el conocimiento del proyecto lo hace más fácil y delimita responsabilidades entre las entidades operativas. En el aspecto de reportes, se pueden diseñar de acuerdo a los requerimientos específicos.
4. Permite una adecuada asignación de recursos, pues podemos asignar a las actividades correspondientes, personal, equipo, dinero, etc., reduciendo costo por tiempo extra, reduciendo costo por excesivo almacenaje y reduciendo costo por un financiamiento adecuado; todo esto se realiza basados en los resultados del análisis de tiempo para programar actividades de acuerdo a las limitaciones de recursos, las holguras y prioridades de asignación especificadas.
5. Permite la dirección por excepción, pues identifica las operaciones críticas haciéndolas foco de atención sobre los demás trabajos del proyecto y, así la dirección del proyecto concentrará su atención

sobre las actividades de mayor prioridad y después sobre las que tiendan a convertirse en críticas y así sucesivamente.

Estas consideraciones nos sitúan dentro de la administración de proyectos, por lo que trataré someramente este tema, en los próximos párrafos.

Los elementos básicos para la planeación por redes son :

- A). Operaciones .- Son las actividades o trabajos que debe realizarse para cumplir los objetivos del proyecto.
- B). Recursos .- Son los que usamos y otros usan para hacer trabajos, como mano de obra, dinero, materiales, maquinaria y tiempo.
- C). Condiciones o Restricciones impuestas externamente y bajo las cuales debemos trabajar.

La herramienta básica para la planeación de operaciones es el diagrama de actividades o red lógica de actividades que puede ser diagrama de ruta crítica "CPM" (Critical Path Method), "PERT" (Program Evaluation & Review Technique), notación de precedencias y algunas otras variantes.

Tomaré el método de la ruta crítica como base para describir el funcionamiento de estas técnicas, ya que es el sistema más utilizado como

herramienta para la administración de proyectos, mediante la utilización del computador.

Las etapas principales que integran el sistema de planeación, programación y control de proyectos mediante un computador, son las siguientes :

6.2.1 Generación de la Red de Actividades.

- Elaboración de la red de actividades .
- Codificación de información contenida en la red de actividades .
- Perforación de información contenida en la red de actividades .
- Procesamiento de la información mediante el computador con ayuda de un "paquete" para control de proyectos .
- Obtención de informes .
- Interpretación de informes .
- Toma de decisiones por parte de la administración de proyectos para corregir desviaciones .

Debe hacerse notar que la etapa de perforación y verificación de datos puede omitirse cuando se usan ciertos "paquetes" para control de proyectos, por el suministro de información al computador por medio de dispositivos del tipo terminales de vídeo y otros.

6.2.2 Actualización de la Red de Actividades.

- Recopilación de información del estado actual de las actividades.
- Modificación a la estructura de la red de actividades y a las duraciones estimadas, según la mejor información disponible, a la fecha de actualización de la red.
- Codificación de información para actualizar la red de actividades.
- Perforación y verificación de datos codificados.
- Procesamiento en computador de la información anterior.
- Obtención de informes.
- Interpretación de informes.
- Toma de decisiones por parte de la administración de proyectos para corregir desviaciones.

6.2.3 Simulación Para Determinar Alternativas de Acción.

- Definición de factores actuales o futuros, incidentes sobre la red de actividades.
- Codificación de información para simulación.

- Perforación y verificación de datos codificados.
- Procesamiento en el computador de la información anterior.
- Obtención de informes.
- Interpretación de informes.
- Toma de decisiones por parte de la administración del proyecto para prevenir desviaciones o corregirlas.

6.3 Diseño y Generación de Redes.

6.3.1 Grado de Detalle en Redes de Actividades.

Es importante indicar los lineamientos que deberán tomarse en cuenta, para determinar el grado de detalle de la red, como son :

- Propósito de la elaboración de la red
- Cantidad y calidad de la información disponible
- Nivel de organización que la utilizará
- Desglose en actividades importantes
- Grado de control deseado en la ejecución del proyecto
- Si la actividad esta ligada con la construcción de partes físicas o elementos de un conjunto. Ejemplo : cimentación, muros, techos, etc.

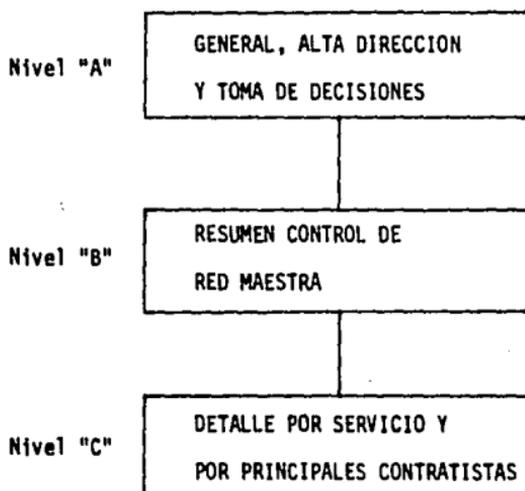
- Si la ejecución de partes de una actividad se efectuarán a distinta época. Ejemplo : la actividad instalación sanitaria, debe programarse en dos partes; la primera sería la instalación de tubería bajo el piso y posteriormente, a la construcción de la losa de piso, la colocación de muebles de baño, conexiones y accesorios
- Si existen cambios significativos de responsabilidad de ejecución. Ejemplo : pruebas hidrostáticas de tubería (por contratista electro-mecánico) y aislamiento de tubería (por contratista de aislamiento).
- Cambio en utilización de habilidades u oficios. Ejemplo : planos de estructura metálica (proveedor de la estructura), planos de estructura de concreto.
- Si la actividad representa una unidad de trabajo definida, susceptible de determinarse el inicio o terminación. Ejemplo : recepción de información de proveedor para aprobación, edición de planos aprobados para construcción.
- Si existe distinto lugar de ejecución. Ejemplo : diseño de tanques armados en campo y diseño de tanques fabricados en taller.

6.3.2 Organización de la Red.

Es recomendable clasificar las actividades de la red mediante el uso de códigos de responsabilidad de ejecución, con objeto de minimizar la extensión de cada informe proporcionado por el computador, con la limitación de contener, exclusivamente, la información necesaria para el usuario a cada nivel de organización, es decir nivel ejecutivo, de supervisión y operativo. La figura 19 ilustra la organización

de la red de actividades basándose en los niveles de organización del proyecto.

FIGURA 19.- Organización de la Red de Actividades.



6.3.3 Elaboración de la Lista de Actividades.

La gráfica mejor adaptada para la representación de la planeación de un proyecto es un diagrama de red de actividades. Para elaborar este diagrama hay necesidad de representar gráficamente las actividades que se requieren ejecutar y las relaciones o dependencias entre ellas, de modo de establecer una secuencia lógica de ejecución del proyecto, teniendo así, la representación realista del procedimiento de ejecución. Para poder integrar la lista de actividades se requiere recopilar y analizar toda la información disponible y aportar experiencias que complementen dicha lista de actividades. Como

ejemplo citaré la información que se recomienda analizar para elaborar una red detallada de construcción : alcance general del trabajo, planos y especificaciones aprobadas para construcción, estimado del volumen de obra, fechas clave, lista de planos, lista de equipo, verificar o programar suministros de materiales o subcontratistas, rendimientos locales, condiciones climatológicas, procedimiento constructivo, facilidades de acceso al sitio, disponibilidad de lugar para almacén de material, disponibilidad de suministros provisionales para construcción y áreas de trabajo, permisos oficiales, etc.

La determinación de duraciones para las actividades de construcción, se efectuará con ayuda de rendimientos locales apropiados y con la estimación del volumen de obra a ejecutar, considerando además, tiempos de fraguado, y algunos otros plazos que afecten la ejecución de actividades.

6.3.4 Establecimiento de Relaciones Entre Actividades.

Se puede proceder a establecer el orden de ejecución mediante numeración, o se puede elaborar una tabla de relaciones o secuencias, la cual corresponde a la siguiente figura :

TABLA DE SECUENCIAS						
ACT. PRECED.	ACTV. SU- CES.	1	2	3	4	5
1		■	●		●	●
2			■	●		
3				■		
4				●	■	
5				●		■

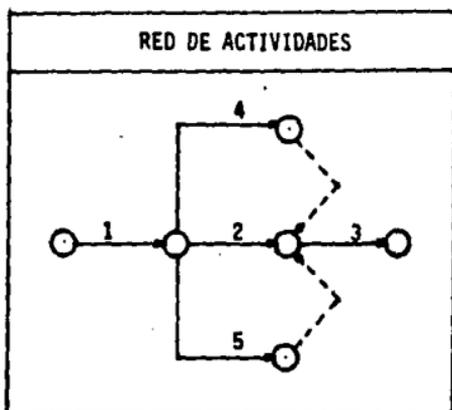


FIGURA 20.- Tabla de Secuencias y Red de Actividades.

Serviré de guía para localizar las relaciones entre actividades y la respuesta a cada una de las siguientes preguntas para cada actividad de la lista.

- ¿Que actividades deben hacerse antes de ésta? ¿Parcial o totalmente?
- ¿Cuáles actividades deben seguir a ésta? ¿Debe estar completamente terminada?
- ¿Cuáles actividades pueden ejecutarse simultáneamente a ésta?
- ¿Están los recursos suficientes? o ¿Cuándo llegarán?
- ¿Está la información adecuada? o ¿Cuándo llegará?
- ¿Tiene ésta actividad restricciones de ejecución de tipo administrativo (estrategia, políticas, etc.)? ¿De seguridad?, ¿Disponibilidad de área de trabajo o preparación?

Es necesario hacer hincapié en la consideración de las condiciones o restricciones impuestas externamente, con objeto de indicar éstas restricciones en la secuencia preliminar aún sin determinar precisamente las fechas de ocurrencia de ellas.

6.3.5 Elaboración de la Red de Actividades.

Ya que se dispone de la lista de actividades y de la tabla de secuencias, se procede a elaborar el diagrama de red, con la

información contenida en dichos documentos, representados en forma de flechas continuas las actividades y en forma de flechas intermitentes, las relaciones o dependencias entre ellas, de modo que se indique una secuencia lógica de ejecución.

6.3.6 Codificación de la Red.

La codificación de datos consiste básicamente en el medio de transmitir la información de la red de actividades al programa de computador. Esta labor se ha disminuído en magnitud por el uso de hojas de codificación precodificadas parcialmente y se puede reducir también por la utilización de módulos estandar. A continuación haré una breve descripción de las tarjetas que se obtienen de la perforación y verificación de las hojas de codificación correspondientes. Cabe hacer notar que cada "paquete" puede tener distintas formas de codificación.

1. Tarjetas de datos comunes.- Estas tarjetas definen datos comunes a todas las redes y se almacenan en el área común de un archivo. Dentro de éstas existen los siguientes tipos :
 - Tarjeta de especificación de la semana laboral.

Esta tarjeta define la unidad de trabajo como una parte del día. Se pueden especificar hasta 8 distintas semanas de trabajo en ésta tarjeta (cinco días por semana), (seis días por semana), etc.

- Tarjetas de calendario.

Estas tarjetas definen conjuntos de días festivos; cada conjunto corresponde a un calendario. En cada calendario, los días festivos pueden especificarse como entidades separadas o por medio de un período no laborable.

- Tarjetas de definición de recursos.

Estas tarjetas definen los recursos que pueden ser requeridos para uno o varios proyectos.

- Tarjetas de definición de grupos de recursos.

Estas tarjetas definen el agrupamiento de recursos.

- Tarjetas de definición de reportes.

Estas tarjetas permiten la definición de opciones de reporte (clasificación, edición, etc.)

- Tarjetas de formato de reportes.

Estas tarjetas permiten la definición de formatos (diferentes al formato standard), para cualquier reporte. El formato es una descripción del contenido de cada columna del reporte.

2. Tarjetas de datos de red.- Estas tarjetas especifican datos que describen características de las redes. Se usan para ge-

nerar o actualizar redes en un archivo. Dentro de estas existen los siguientes tipos :

- Tarjetas de definición de red.

Estas tarjetas permiten la definición de una nueva red o la modificación de sus parámetros básicos, es decir, la fecha base del proyecto y la fecha objetivo del proyecto.

- Tarjetas de definición de las tablas de organización.

Estas tarjetas representan la estructura organizativa de las cuatro tablas disponibles.

- Tarjetas de definición de subredes.

Estas tarjetas permiten la definición de una nueva subred o la modificación de sus parámetros básicos.

- Tarjetas de interrelación ("interfase").

Estas tarjetas definen "interfases" como relaciones entre subredes dentro de una red.

- Tarjetas de definición de actividades.

Estas tarjetas definen actividades y permiten actualizar sus parámetros, es decir, el código de especificación de la semana laboral, el código de calendario, la duración, etc.

- Tarjetas de continuación de actividades.

Estas tarjetas son opcionales y permiten aumentar el tamaño del campo de descripción con 32 caracteres adicionales. Esto significa que las descripciones de actividades pueden formarse con un conjunto de 64 caracteres. Estas tarjetas deben usarse para especificar una fecha programada para una actividad finalmente, se usan como tarjetas de definición de puntos clave. En este caso, el campo de descripción puede recibir la descripción del punto clave, si es necesario.

- Tarjetas de precedencia.

Estas tarjetas se usan en la notación de precedencias para indicar las relaciones entre una actividad y sus predecesoras dentro de una subred. Pueden especificarse hasta 4 predecesoras por tarjeta.

- Tarjetas para reportar avances.

Estas tarjetas se usan para reportar avances en actividades con la fecha de inicio real, fecha de registro de avance, duración remanente, cantidad de trabajo ejecutado hasta la fecha de corte, fecha de terminación real.

- Tarjetas de definición de operaciones.

Estas tarjetas permiten la definición de operaciones como

partes de una actividad y su posición relativa en el tiempo con respecto a la misma actividad y que corresponden a requerimientos específicos de recursos.

3. Tarjetas de datos de asignación de recursos.- Estas tarjetas se usan para definir disponibilidades de recursos (sean primarios o secundarios) usando niveles. Los cambios así especificados, pueden ser cambios cíclicos o cambios fechados. Pueden especificarse hasta 4 niveles en una tarjeta.

4. Tarjetas de datos para evaluación de costos.- Dentro de este tipo de tarjetas encontramos dos principales que son :

- Tarjetas de tarifas para recursos.

Estas tarjetas son usadas para definir tarifas aplicables a cada recurso para una red. Estas tarifas pueden variar-se en función del tiempo, y pueden manejarse para tiempo normal y tiempo extra.

- Tarjetas de presupuesto y gastos de administración.

Estas tarjetas se usan para definir el presupuesto o los gastos de administración para un grupo de actividades seleccionado o para todo el proyecto.

6.4 Asignación de Recursos.

Como muchos métodos de programación, el método de asignación de recursos simula la ejecución de actividades con respecto al tiempo. El flujo del tiempo es simulado mediante un reloj interno que es incrementado regularmente por un valor dado por el usuario llamado ciclo de reloj. Dentro de este marco de tiempo, se explora una red desde el principio hasta el fin, y se hace el intento de programar cada actividad tan pronto como sea posible, es decir, tan pronto como su fecha de inicio temprano se alcanza y sus actividades precedentes se han terminado. Cuando se han llenado estas condiciones, la actividad requiere la cantidad de recursos que necesita. Pero en general, varias actividades pueden también requerir los mismos recursos al mismo tiempo, y tienen por tanto que esperar su turno. Es por esto que en algunos "paquetes" como el (PROJACS) se establece una "cola" o lista, de conformidad con diversos criterios, tales como : holgura de la actividad, volúmen del trabajo por hacer en la actividad, etc. Se explora esta lista y se hace un intento de satisfacer cada actividad de conformidad con sus requerimientos de recursos y con las disponibilidades restantes de recursos. Esta asignación puede ser o no posible. Si no lo es, la actividad se demora hasta el siguiente ciclo de reloj.

De la explicación anterior, que es general, se puede desprender que las reglas de programación deben ser conocidas antes de que pueda iniciarse cualquier asignación de recursos. Puedo decir que esas reglas son las

que se refieren a :

1. Recursos.

- Lo que está disponible (niveles estimados de disponibilidad de recursos).
- Lo que se requiere para realizar el trabajo (requerimientos de recursos por cada actividad).

2. Política General de Programación.

- Que política general debe escogerse : una programación de tiempo fijo o una programación de recursos fijos.

Cuando existe una programación de tiempo fijo se da prioridad al cumplimiento de fechas contractuales, aunque ello suponga proveer cantidades adicionales de recursos.

Cuando existe una programación de recursos fijos se da prioridad a permanecer dentro de los niveles estimados de recursos disponibles, aunque esto suponga demorar ciertas actividades.

3. Manejo de la Cola (o lista) de Actividades.

- Que criterios deben escogerse para las actividades en espera.

6.5 Retroalimentación Entre Sistema y Usuario.

Decidí incluir este punto, ya que ésta función se efectúa a lo largo del procesamiento por computador, pero se pueden identificar algunos puntos importantes donde es relevante esta función :

1. Generación de la red, en lo referente a mensajes de error y las soluciones adecuadas, para obtener los reportes de generación de la red. También debe mencionarse que ya obtenidos los reportes de generación, se deben revisar analizando la ruta crítica y semicríticas por lo menos y corregir los datos necesarios para obtener los reportes de generación en condiciones adecuadas.
2. Actualización de la red, esta etapa nos permitirá incorporar información del avance ejecutado en las actividades y nos proporcionará datos para adoptar medidas correctivas, nuevas estrategias de acción que modifican parcialmente la estructura del proyecto.
3. Simulación para determinar alternativas de acción. Esta etapa será consecuencia del análisis efectuado a los reportes de actualización de la red y nos permitirá visualizar el impacto en la red debido a circunstancias o incidentes sobre la misma, actuales o futuras, así como también nos provee de información que se pudiera utilizar como base para negociar ampliaciones en el plazo total de ejecución o soporte en lo relativo a reclamaciones.

6.5.1 Interpretación y Aplicación de Reportes.

Existen 12 tipos de reportes que podemos clasificar en seis categorías :

1.- Orientados a actividades :

- Reporte de programa (Schedule Report)
- Reporte de situación y avance del trabajo (Work Status and Progress)
- Gráficas de barras (Bar Graph)
- Reporte de excepciones (Exception Report)
- Reporte de fechas claves (Milestone)
- Reporte de costo de actividad (Activity Cost Report)

2.- Reporte de actividades agrupadas (Agregative Activity Report).

3.- Reporte de utilización de recursos (Resource Utilization Report).

4.- Reportes financieros :

- Reporte de costo del proyecto (Project Cost Report)
- Reportes parciales de costo (Organization Cost Reports)

5.- Diagrama de red (Network Diagram).

6.- Reportes de exposición (Display Reports).

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS REPORTES

- 1.- Formato del reporte.- Puede ser el standard o el diseñado por el usuario según sus requerimientos.
- 2.- Selección de Información por.- Subred, fecha, duración y holgura, grupo de actividades (código de organización), variación, máscara (símbolo discriminatorio en el número de la actividad), recursos, punto clave, estado de avance.
- 3.- Ordenamiento de las actividades.- Hasta por tres argumentos de ordenamiento.
- 4.- Edición.- Tras haber especificado el formato del reporte, seleccionando las actividades que nos interesan, y la secuencia u orden en que se deben imprimir, se puede escoger :

Formato de fecha, unidad de duración, salto de página, página, página continua, posición en el calendario de la actividad, periodo considerado, símbolos gráficos, etc.

A continuación mencionaré los reportes que se pueden obtener junto con sus características y algunas posibles aplicaciones.

6.5.2 Reporte de Programa.

Indica en forma tabular las características de cada actividad, relativas a fechas, holguras, duración, indicación de situación de avance, etc.; que resultan de considerar la estructura de la red de actividades, el estado de avance a una cierta fecha y opcionalmente, algunas fechas fijadas para que sean el punto de comparación con los resultados que se irán obteniendo durante el desarrollo del proyecto.

Este reporte lo utilizará el personal a nivel de supervisión u operativo para conocer las fechas de inicio y terminación de las actividades que les correspondan, a corto, mediano o largo plazo; conocerán el orden crítico de ejecución de actividades basándose en la holgura total, y basándose en la holgura libre, se establecerá la prioridad de ejecución para no afectar en absoluto, las fechas tempranas de las actividades subsecuentes propias de la entidad del proyecto, o de otras entidades del mismo, con lo que el control se ejercerá estrictamente; se podrá obtener el ordenamiento de actividades por su fecha de inicio, con el que tendremos un listado que podrá servir como guía cotidiana para verificar el inicio de actividades importantes, para reaccionar de inmediato en caso negativo, tomando la acción adecuada.

O bien para verificar la terminación real si se obtiene un listado ordenado por fecha de terminación; en caso de no haberse terminado, se podría tomar la acción congruente con el valor de la holgura total y de la holgura libre de la actividad inconclusa.

El personal del departamento de programación lo utiliza para analizar la ruta crítica y semicrítica actuales del proyecto, así como las actividades atrasadas eventualmente para cumplir fechas objetivo, con posibilidad de cuantificar el atraso de la actividad particular y de la fecha de terminación del proyecto. También proporciona las fechas objetivo de las actividades subsecuentes para compensar el atraso eventual, con lo que automáticamente nos establece metas inmediatas que ayudarán a implementar las acciones correctivas inmediatas.

Otra aplicación es el poder obtener este reporte únicamente para las actividades terminadas con lo que se dispondría de una información histórica de mucha utilidad para soporte en reclamaciones de tiempo; como fuente de datos para retroalimentación en la estimación de la duración de las actividades de nuevos programas o bien para variar la duración estimada de actividades similares aún no iniciadas dentro del mismo proyecto, con lo que obtendríamos fechas de terminación o inicio más realistas según la experiencia obtenida del desarrollo del mismo proyecto, con las mismas entidades participantes.

Otro aspecto que creo que es importante mencionar es el relacionado con el concepto de holgura negativa. La holgura negativa es la medida del atraso de una actividad para cumplir una fecha objetivo. En términos de criticabilidad, las actividades marcadas con holgura negativa son de más importancia que las indicadas con holgura cero cuando se ha fijado la fecha objetivo.

Así pues este reporte nos podría proporcionar dos juegos de fechas : las "tempranas" que nos indican las fechas más realistas según el avance y la secuencia establecida previamente, y las "tardías" en las que se nos indica, las fechas en las que debemos iniciar o terminar actividades, para recuperar el defasamiento que podríamos tener en la fecha contractual, de seguir con la misma estrategia planteada originalmente, la cual está contenida en el programa.

Las aplicaciones mencionadas en este reporte son extensivas a la mayoría de los reportes que a continuación enunciaré.

6.5.3 Reporte de Situación y Avance de Trabajo.

Este es un informe presentado en forma tabular, que muestra la situación de las actividades con respecto al calendario,

después de considerar los avances registrados hasta cierta fecha. Además indica las operaciones involucradas con la actividad y la cantidad de recursos necesarios que se asignaron a las operaciones en tiempo normal o extra con lo cual podemos saber las fechas de inicio o terminación de las actividades en ejecución y próximas a ejecutarse, planear los requerimientos de recursos y conocer el porcentaje del trabajo ejecutado por actividad.

Este informe también se puede utilizar en las juntas periódicas de los proyectos por personal de nivel supervisión y operativo, para expeditar actividades, mismas de las que ya hablé en el capítulo anterior.

6.5.4 Gráficas de Barras.

Este informe muestra gráficamente, la duración, fechas de inicio y terminación, holgura total y libre de cada actividad seleccionada en una escala de unidades de tiempo que puede ser el calendario de trabajo.

Con este informe podría el personal operativo asignar recursos para cumplir con el programa de ejecución de las actividades que le correspondan y que serán las únicas que estén listadas. También se podrían discriminar las actividades a ejecutarse

en un futuro remoto si se juzga conveniente.

Este reporte por su objetividad se recomienda utilizarlo a nivel operativo con ordenamiento por fecha de inicio o terminación temprana. Se puede utilizar como documento para comunicar el tiempo que se empleará para concluir las actividades en ejecución con objeto de incorporar esta información al programa y nos proporcione, a su vez las nuevas fechas de terminación de las actividades ejecutándose y las de inicio y terminación de las actividades subsecuentes con lo que mantendremos actualizada la red de actividades, proporcionándonos así :

- La secuencia de actividades que forman la ruta crítica actual, que puede ser distinta a la original.

- La fecha de terminación del proyecto, según los avances efectuados y la porción del trabajo aún no ejecutado, representado por la estructura de la red de actividades que se encuentra posterior a la fecha de registro de avance. También nos proporciona las fechas de inicio y terminación de otras actividades que nos pueden indicar cuando se requiere suministrar materiales, mano de obra, subcontratistas, maquinaria de construcción, información para construir, equipo para ser instalado, paquetes de información de ingeniería para concurso, etc.

6.5.5 Conclusión.

Existen actualmente en nuestro país "paquetes" para control de proyectos que satisfacen en mayor o menor grado los requerimientos de planeación, programación y control de proyectos, tales como :

APASE, PERT/TIME/COST, PCS, PMS, PROJACS, PROJECT/2, etc.

para tomar una decisión entre la adopción de alguno de ellos es necesario hacer un estudio de los beneficios que aportan comparados contra los requerimientos propios de la administración de los proyectos, la facilidad del suministro de datos para alimentar el "paquete", la facilidad de adquirir el conocimiento que permita utilizar el "paquete" adecuadamente y a plenitud, el costo de la adquisición, el soporte técnico que se ofrece por parte del proveedor, la facilidad de utilización de instalaciones para ejecutar los procesamientos necesarios y el tiempo de máquina que se requiere para procesar una misma red en cada "paquete", estos criterios de selección considero yo, son los principales para tomar una decisión al respecto.

CONCLUSIONES

Las técnicas de programación pueden ser una herramienta vital para lograr la planeación de operaciones en proyectos.

El crear un departamento de programación en una empresa que maneja proyectos, representa una ayuda muy importante para la dirección y el control de los mismos, y además si se da la capacitación adecuada a las personas, la aplicación de las técnicas de programación puede representar un factor muy importante para la economía de la compañía.

Las técnicas de programación detectan las desviaciones a tiempo, para que se tomen las acciones correctivas y de esta forma el proyecto siga su marcha adecuadamente.

En México, debido a los resultados satisfactorios obtenidos hasta ahora, se han ido aplicando cada día a mayor escala éstas técnicas de programación, ya que representan una fuente de información real, confiable y que puede consultarse a intervalos de tiempo tan cortos como se quiera.

Ahora con la introducción de los paquetes de computadora, los sistemas para acoplar las técnicas de programación a los proyectos se han hecho muy sencillos y sus resultados son mucho más rápidos y confiables, esto también ha logrado reducir las horas - hombre que antes se gastaban en hacer todo el cálculo de las duraciones, etc.

Espero que este trabajo sirva a las personas dedicadas a esta área, como una herramienta para una mejor dirección y control de proyectos, partiendo de una planeación adecuada.

GLOSARIO DE TERMINOS

Para que haya una mejor comprensión de los capítulos de esta tesis, en cuanto a la palabras técnicas que utilice, he decidido anexar el siguiente glosario de términos, en donde muestro dichas palabras con sus respectivos significados :

ACTIVIDAD - ACTIVITY

Es un elemento individual de un proyecto, tiene una iniciación y terminación determinadas. Una actividad siempre requiere una cierta cantidad de tiempo para ser terminada, y también de algunos recursos. Se llama actividad a cada uno de los conceptos en que se divide un proyecto. Se llama también actividad a cada uno de los trabajos que constituyen un proyecto.

ACTIVIDADES FICTICIAS - DUMMIES

También llamadas ligas tienen un costo cero y una duración cero, se requieren para establecer la identificación específica de varias actividades que salen de un evento y llegan todas a otro evento común. Mantienen la secuencia lógica de un proyecto.

ASIGNACION DE RECURSOS - RESOURCES ALLOCATION

Se llama así a la acción de calcular la cantidad necesaria de recursos (materiales, maquinaria, hombres, etc.) para la realización de una actividad, haciendo esta operación a cada una de las actividades de un proyecto.

ACTUALIZAR - UPDATING

Es el proceso de mantener al día la red. Es hacer los ajustes necesarios en las fechas de inicio y terminación tomando en cuenta los reportes de avance, así como, la adición, supresión, cambios en la secuenciación, o cambios en la duración de las actividades.

ACELERAR - TRADE OFF

Cambiar la cantidad de recursos previstos para terminar antes la actividad o el proyecto.

ALIMENTACION, FORMULACION DE - INPUT

Esta indicación es usada para requerir el procesamiento de las tarjetas de datos suministradas en el bloque de alimentación.

BALANCE - BALANCE

Desplazamiento de las actividades tomando en cuenta su fecha de inicio temprano y su fecha de terminación tardía; para lograr la mejor utilización de los recursos.

CONTROL DE AVANCE - PROGRESS CONTROL

El proceso de determinar el estado de realización del proyecto con relación al programa seleccionado, y tomar las acciones correctivas correspondientes.

COSTO LIMITE - CRASH COST

Es el costo directo mínimo requerido para terminar una actividad en el menor tiempo posible.

COSTO LIMITE EXTREMO - ALL-CRASH COST

Programa en el cual los costos directos de todas las actividades están considerados en el mínimo requerido para terminar las actividades en el menor tiempo posible.

C.P.M. (METODO DE LA RUTA CRITICA) - C.P.M. (CRITICAL PATH METHOD)

Es un método para representar el plan de un proyecto en un diagrama o red que describe la secuencia o interrelación de todas las componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de la red, para una completa determinación del mejor programa de operación.

CRITICALIDAD - CRITICALITY

Nivel de prioridad crítica de una actividad.

CURVA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIA - FREQUENCY DISTRIBUTION CURVE

En probabilidad, es una gráfica que muestra la variación en magnitud de un valor estimado comparado con el número de veces que ocurre.

CURVA DE MANO DE OBRA - MAN POWER CURVE

Es una gráfica que muestra la cantidad de hombres necesaria por unidad de tiempo (días, semanas, meses o años).

DEFASAMIENTO - SLIPPAGE

Retraso en la terminación de una o más actividades.

DIAGRAMA DE FLECHAS - ARROW DIAGRAM

Es una gráfica que muestra la secuencia y dependencias o relaciones entre las actividades de un proyecto. También es llamado diagrama de red.

DURACION ESPERADA - EXPECTED DURATION

Es el promedio entre los tiempos optimistas, más probable y pesimista para una actividad.

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

DURACION LIMITE - CRASH DURATION

Es el tiempo más corto en el cual es posible terminar una actividad sin tomar en cuenta el costo.

DURACION NORMAL - NORMAL DURATION

Es el tiempo necesario para terminar una actividad al más bajo costo (costo normal).

EFICIENCIA - EFFICIENCY

Es la comparación entre la cantidad de trabajo real ejecutado y la cantidad de trabajo programado.

EVENTO - EVENT

Es el punto que marca el inicio o terminación de una o varias actividades que estén llegando o saliendo de dicho punto.

EVENTOS CLAVE - MILESTONES

Uno o algunos eventos muy importantes dentro de un proyecto.

EXPEDITAR - EXPEDITING

Vigilar una actividad para que se realice en el tiempo que está programada librandola de obstáculos.

FLUJO DE EFECTIVO - CASH FLOW

Gráfica que muestra la cantidad de ingresos y egresos por unidad de tiempo (días, semanas, meses o años).

HOLGURA - FLOAT

Es el tiempo que puede ser retrasada una actividad sin afectar a otras actividades o la fecha de terminación del proyecto.

HOLGURA DE INTERFERENCIA - INTERFERING FLOAT

Es la diferencia entre la holgura total y la holgura libre para cualquier actividad.

HOLGURA LIBRE - FREE FLOAT

Es la cantidad de tiempo que una actividad puede ser retrasada sin afectar a cualquier actividad subsecuente.

HOLGURA TOTAL - TOTAL FLOAT

Es la cantidad de tiempo que una actividad puede ser retrasada sin afectar la duración del proyecto.

INICIACION MAS PROXIMA - EARLY START

Es la primera fecha en que una actividad del proyecto puede empezarse.

INICIACION MAS TARDIA - LATE START

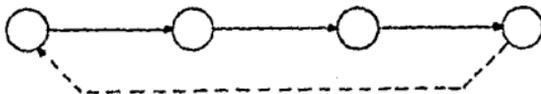
Es la última fecha en que una actividad puede empezarse si se desea conservar la duración del proyecto.

LOGICA - LOGIC

Las relaciones y dependencias entre las actividades que confeccionan el proyecto.

LOOP - LOOP

Es un error en la lógica del diagrama de red, que forma un circuito como en la figura :



MEDIA - MEDIAN

Es la medida central o un valor interpolado que divide en dos partes iguales el área bajo la curva de distribución de frecuencia.

MEDIO - MEAN

En estadística es lo mismo que el promedio aritmético.

MODO - MODE

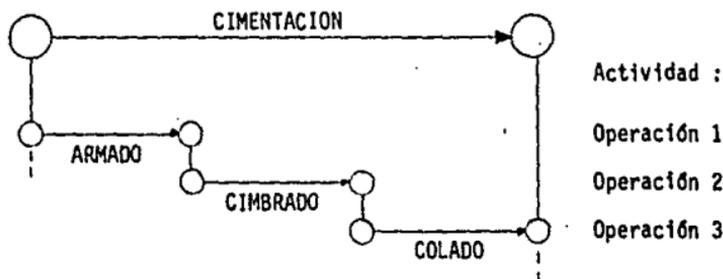
Se define como el valor que tiene la máxima frecuencia.

NIVELACION DE RECURSOS - RESOURCE LEVELING

Son los ajustes al programa para minimizar las fluctuaciones en la cantidad de cualquiera de los recursos requeridos por el proyecto.

OPERACION - OPERATION

Es la cantidad de trabajo que corresponde al uso de cierta (s) habilidad (es) necesaria (s) para la ejecución de una actividad.



PENDIENTE DE COSTOS - COST SLOPE

Es la relación que existe entre el costo límite menos el costo normal y la duración normal menos la duración límite.

$$\text{PEND. DE COSTOS} = \frac{\text{COSTO LIMITE} - \text{COSTO NORMAL}}{\text{DURACION NORMAL} - \text{DURACION LIMITE}}$$

Variación del costo por cada unidad de tiempo de reducción en la duración de actividades.

PLANEACION - PLANNING

Es el conjunto de decisiones que deben elaborarse para realizar en el futuro los objetivos del proceso, de la manera más eficiente posible.

Definición de actividades y relaciones entre ellas.

Es la determinación de las necesidades de recursos del proyecto y su orden de aplicación necesario en las diversas operaciones que deben realizarse para lograr los objetivos del proyecto.

PROGRAMACION - SCHEDULING

Es la elaboración de tablas o gráficas en las que se muestran los tiempos de duración de iniciación y de terminación de las actividades que forman el proyecto, así como las tablas o gráficas que muestran la cantidad de recursos para la terminación de dichas actividades.

Es la asignación de duraciones (en base a los recursos disponibles) a las actividades que integran el plan previamente elaborado, para la consumación de los objetivos deseados.

PROYECTO - PROJECT

Es cualquier tarea que tiene un principio y un fin definibles y que requiere el empleo de uno o más recursos en cada una de las actividades que lo compongan.

PUNTO DE COMPRESION - CRASH POINT

Es el punto sobre la curva de tiempo-costo que marca la intersección del costo límite con la duración límite.

RECURSO - RESOURCE

Es todo lo que requerimos para terminar una actividad. Esto es : mano de obra, dinero, materiales, equipo, tiempo, etc.

RED - NETWORK

Diagrama que muestra la secuencia y relaciones entre actividades involucradas en un proyecto.

RENDIMIENTO - YIELD

Es la cantidad de trabajo que puede ser producida en una unidad de tiempo, con un esfuerzo normal por una maquinaria, una cuadrilla o una persona.

SIMULACION - SIMULATION

Es cuando se aparenta una supuesta acción presente para visualizar los efectos potenciales.

TERMINACION MAS PROXIMA - EARLY FINISH

Es la primera fecha en que una actividad del proyecto puede ser terminada.

TERMINACION MAS TARDIA - LATE FINISH

Es la última fecha en que una actividad debe ser terminada, si es que se desea no afectar la fecha de terminación del proyecto.

TIEMPO OPTIMISTA - OPTIMISTIC TIME

Es el tiempo más corto en el cual una actividad sería terminada si todas las cosas van excepcionalmente bien.

TIEMPO MAS PROBABLE - MOST LIKELY TIME

Es la duración resultante si todo marcha como se espera.

TIEMPO PESIMISTA - PESSIMISTIC TIME

Es el tiempo más largo que posiblemente tomaría una actividad si las cosas van mal.

VARIANZA - VARIANCE

Es la medida de la desviación de los datos con relación al medio. Se encuentra sumando el cuadrado de la diferencia entre un valor estimado y el medio.

BIBLIOGRAFIA.

1. Rodríguez Caballero, Aplicaciones en Ingeniería de Métodos Modernos de Planeación, Programación y Control de Procesos Productivos., edit. Limusa, 1974.
2. CPM in Construction, A Manual for General Contractors, Washington, D.C., The Associated General Contractors of America, 1965.
3. Fondahl, John W A Non-Computer Approach to the Critical Path Method for the Construction Industry (2da. ed.). Stanford, Cali Department of Civil Engineering, Stanford University, 1962.
4. Stires, David M., and Murphy, Maurice M. PERT and CPM Boston, Massachusetts : Materials Management Institute, 1962.
5. Critical Path Scheduling, Joseph Horowitz, The Donald Press Company, New York, 1967.
6. Figueroa Andú, Planificación, Programación y Control de Proyectos, Saera, 1966.
7. Waldron, A. James, Fundamentos de Planeación y Control de Proyectos, 1975.

8. Planificación de Proyectos, Ramon Companys, Limusa-Wiley S.A., 1972.
9. O'Brien J. J., CPM and Construction Management, Mc Graw Hill, 1965.
10. A Manual for Applying the Critical Path Method to High-Way, Department of Engineering and Administration E.S., Preston & Associates, Washington, D.C., 1963.
11. Christensen, Borge M., Critical Path Method - An Optimizing Time-Cost Planning and Scheduling Method, published as Brochure No. CPB-184, under the title : GE 225 and CPM for Precise Project Planning, Phoenix, Ariz., General Electric Computer Department, 1961.
12. McKenzie, D.E., Hickey, A.E. and author, S.M. Programmed Instruction in PERT/CPM (instruction kit) Newbury Port, Massachusetts, Entelek, Inc., 1963.
13. Philips, Cecil R., and Moder, Joseph J., Manual of Critical Path Theory and Practice, Atlanta, GA., Management Science, Atlanta, Inc., 1962.
14. The Story of the Critical Path Method (booklet containing reprints of articles from engineering news-record). New York : McGraw-Hill Publishing, Co. Inc., 1963.