

49  
208



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

## LA RUTA CRITICA, UNA METODOLOGIA APLICABLE A LOS PROYECTOS DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO 86

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
A C T U A R I O  
P R E S E N T A :  
MIGUEL REVILLA CEBRIAN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

## I N D I C E

INTRODUCCION	Pag. 1
CAPITULO I	
<u>PROGRAMACION DE PROYECTOS (PERT - CPM ).</u>	
1.1 Descripción.	7
1.2 Antecedentes históricos.	8
1.3 Consideraciones Costo-Tiempo.	13
1.4 Ventajas de la programación de proyectos.	15
1.5 Proyectos planificables por red.	17
1.6 Proceso de planificación por red.	21
1.7 Conceptos fundamentales del diagrama.	24
1.7.1 Métodos de flechas y precedencia.	28
1.7.2 Cálculos de la ruta crítica.	31
1.7.3 Obtención de la ruta crítica.	31
1.7.4 Determinación de las holguras.	36
1.8 Evaluación de la red.	39
CAPITULO II	
<u>ELECCION DE LA METODOLOGIA.</u>	
2.1 Técnica a emplear.	43
2.2 Nivel de investigación requerido.	44
2.3 Técnica manual y por computadora.	46
2.4 Costo involucrado en la aplicación de cada técnica.	50
2.5 Evaluación sobre la aplicación del CPM.	52
2.6 Conclusión.	57
CAPITULO III	
<u>CONTROL DE PROYECTOS MEDIANTE LA RUTA CRITICA.</u>	
3.1 Justificaciones del control de un proyecto.	60
3.2 Revisión del programa para el proyecto.	63
3.3 Revisión del proyecto en la etapa de construcción.	66
3.4 Revisión del proyecto en la construcción.	72
3.5 Control de los recursos.	

CAPITULO IV

Pag.

DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
PARA LOS PROYECTOS DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86.

4.1 Descripción del sistema.	80
4.2 Lineamientos para el establecimiento del SPS.	83
4.3 Clasificación y composición de las obras e instalaciones	88
4.4 Clasificación y composición de los servicios.	92
4.5 Instructivo del SPS.	104

CAPITULO V

EL PAQUETE PERTMASTER.

5.1 Justificación.	127
5.2 Hardware requerido.	129
5.3 Aplicaciones.	130
5.4 Graficación de redes.	132
5.5 Configuración del pertmaster.	132
5.6 Información necesaria relativa al proyecto.	133
5.7 Reportes.	136
5.8 Características especiales.	140
5.9 Facilidades.	143

CAPITULO VI

APLICACION DEL PAQUETE PERTMASTER A LOS PROYECTOS DE LA COPA  
MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86.

6.1 Objetivo.	149
6.2 Proyectos elegidos para el análisis de la ruta crítica.	150
6.3 Descripción de las etapas consideradas en el análisis.	151
6.4 Listados.	153
6.5 Comentarios generales en cada etapa analizada.	185

CONCLUSIONES.

190

APENDICE 1

Pag.

CONSIDERACIONES DE PROBABILIDAD EN LA PROGRAMACION DE PROYECTOS.

A.1 La incertidumbre en la duración de las actividades. 194

A.2 Programación de tiempos. 203

BIBLIOGRAFIA.

217

## INTRODUCCION

En la actualidad, las diversas características que integran a cada proyecto y en algunos de ellos teniendo complejas estructuras de análisis, hacen que se dificulte su estudio posterior. Por tal razón, ha sido necesario desarrollar nuevas metodologías para poder resolver cada uno de los problemas involucrados en el análisis de dichos proyectos.

Una metodología esencial para el análisis de proyectos, es la planeación, en la cuál se descompone el proyecto en diferentes niveles, sugiriendo el nivel de detalle hasta el cuál se desea analizar; dicha metodología permite evaluar y ordenar cada etapa del proyecto para su ejecución posterior.

Otra metodología de gran ayuda para la ejecución del proyecto, es la programación, la cuál como su nombre lo indica, programa o establece las duraciones para cada etapa del proyecto, en base a la planeación hecha con anterioridad. La programación muestra las interdependencias que pudiera haber en cada etapa del proyecto o entre las mismas, así como también muestra las áreas que requirieren especial cuidado en dichas etapas, en relación a su duración.

Por último, para ir siguiendo paso a paso la ejecución del proyecto en cuestión, se tiene la técnica de control, en la cuál se analiza el desarrollo o progreso que va teniendo el proyecto y

En el caso de los estadios, centros de prensa foráneos y oficinas sede, hubo una disponibilidad de tiempo de aproximadamente un año y medio para la terminación de las obras, por lo cual fue posible tener más holguras para poder aprovecharlas en la etapa en la que se necesitaran.

En función tanto del tiempo como de los recursos disponibles para cada proyecto, pero primordialmente considerando al tiempo como factor decisivo, se optó por la utilización de la técnica antes descrita y de esta manera se tuvo un desarrollo armónico en la totalidad de los proyectos, para la realización posterior de tan magno evento a nivel mundial.

Dicha técnica se utilizó por medio de un paquete de ruta crítica llamado pertmaster, el cual facilitó el análisis y necesidades para cada etapa del proyecto en cuestión, debido a su gran facilidad de manejo y rapidéz en la obtención de resultados.

El siguiente trabajo muestra exclusivamente la planeación, programación y control del tiempo para cada etapa de dichos proyectos, omitiendo lo referente a recursos.

A continuación describiré de una manera general, cada uno de los capítulos que integran este trabajo.

El capítulo I, se refiere principalmente como a través del tiem

po se llegó a crear la técnica de programación de proyectos, con el objetivo de optimizar el tiempo en el desarrollo de un proyecto cualquiera, mostrando sus ventajas y desventajas, así como también se muestra que proyectos son planificables por red, el proceso de planificación y por último se muestran los conceptos fundamentales para la graficación de un proyecto, los cálculos necesarios para obtener la ruta o rutas críticas del mismo y la evaluación final de dichos cálculos.

El capítulo II trata de la metodología a elegir, ya sea manual o por computadora, empezando primero por el nivel de investigación al que hay que llegar en el estudio de un determinado proyecto; se explican de manera resumida las técnicas manual y por computadora, el costo derivado de la aplicación de cada técnica, evaluando la aplicación de la técnica del CPM y por último las conclusiones pertinentes.

El capítulo III describe el control de proyectos mediante la ruta crítica, haciendo énfasis en la justificación del control de un proyecto, revisando el programa de tiempos del mismo, así como cada etapa, hasta llegar a la fase final y por último se habla sobre el control de recursos, fundamental en el desarrollo del proyecto.

El capítulo IV describe un sistema de programación y seguimiento, por el cual se ordenaron todos los proyectos dentro de un



contexto general, para una fácil identificación de los mismos, así como también se definieron los niveles necesarios para un exhaustivo análisis; mediante el cuál se llevó una programación y seguimiento adecuados para cada proyecto en cuestión.

El capítulo V describe de una manera general, las razones por las cuales se eligió dicho paquete, tales como el llevar un efectivo seguimiento y control de todos los proyectos por medio de una adecuada programación en el tiempo, además de mostrar los requerimientos de hardware para operar, la configuración del mismo, sus características, tipos de reportes y facilidades.

En el capítulo VI, se muestra mediante la aplicación del sistema de programación y seguimiento y la utilización posterior del pertmaster a cada proyecto considerado, un análisis de las tres etapas de la programación de proyectos; las redes de actividades (etapa de planeación), los diagramas de tiempos (etapa de programación) y los reportes de ruta crítica para dichos proyectos (etapa de control).

Y por último, el apéndice muestra las consideraciones de probabilidad, necesarias cuando se trabaje con proyectos en los cuales haya incertidumbre en relación a la duración de sus actividades.

CAPITULO I

PROGRAMACION DE PROYECTOS (PERT - CPM).

## CAPITULO I

### INTRODUCCION A LA PROGRAMACION DE PROYECTOS.

#### **1.1 DESCRIPCION.**

La técnica de programación de proyectos es una técnica reciente y óptima para la planeación, programación y control de todo tipo de proyectos. Dicha técnica representa el plan de un proyecto en un diagrama o red, donde se muestra tanto el desarrollo como la interrelación de cada componente del proyecto, así como también se lleva a cabo el análisis lógico y la manipulación de dicha red para la mejor determinación del programa de operación.

Dicho método se adecua principalmente a la industria de la construcción, brindando resultados útiles y precisos en comparación con las gráficas de gantt, empleadas anteriormente como base para las planeaciones y control de las obras de construcción.

Además permite evaluar y comparar rápidamente diferentes programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo, para que de esta forma se obtenga el mejor plan determinando su diagrama de ruta crítica, el cuál muestra detallada y claramente las actividades que controlan la duración total del proyecto.

Finalmente en la etapa de construcción, dicho diagrama provee al responsable del proyecto de información relativa de los efectos

causados por variaciones en el tiempo para el plan adoptado, permitiéndole identificar las actividades que necesiten cambios.

Dicha técnica puede emplearse no solo en obras de construcción, sino también en programas de investigación, problemas de mantenimiento, promoción de ventas, etc.

## 1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS.

En el pasado no se planeaba la programación de un proyecto en el tiempo. El mejor elemento de "planeación" era el diagrama de barras de Gantt, el cuál se basaba en los tiempos de inicio y terminación de cada actividad en una escala de tiempo horizontal.

El diagrama de barras sin embargo presentaba una serie de desventajas las cuales enumero a continuación:

- a) En un proyecto cualquiera, hay múltiples actividades que se realizan en un cierto orden, las cuales es necesario desagregar en actividades principales o significativas para poder plasmarlas en el diagrama de barras; sin embargo se pierde el detalle en relación a las actividades secundarias o no significativas.
- b) Por medio del diagrama de barras se desconoce la cronología de realización de las actividades del proyecto global, pues

esta se obtiene analizando cada actividad por separado en la etapa de programación, calculando que otras actividades deben terminarse o partes de estas para comenzar la actividad que se este analizando.

c) El diagrama de barras no muestra de que actividades depende la duración total del proyecto, es decir las actividades críticas del mismo. Por lo que cuando alguna de las actividades se retrasa, se piensa en posponer la terminación del proyecto o acelerar las demás actividades para compensar el retraso y de esta manera cumplir en la fecha prevista.

d) Basandose en el diagrama de barras para planear y programar un proyecto, es difícil saber la cantidad de recursos a utilizar en la realización del mismo; esto causa que el proyecto se retrase por no disponer de los recursos necesarios en un determinado momento, ya que el consumo de cada recurso a lo largo del proyecto puede ser irregular. Como resultado de lo anterior, se puede tener una cantidad innecesaria de material almacenado, equipo desocupado y falta de capital para alguna adquisición. Lo anterior muestra un claro incremento en el costo de realización del proyecto.

Con el transcurso del tiempo, la complejidad en el análisis de los diversos tipos de proyectos ha ido en aumento, llegando prácticamente a anular la efectividad de los sistemas tradicionales

de planificación y control, demandando técnicas de planeación más efectivas con el propósito de optimizar la eficiencia en el desarrollo del proyecto.

La eficiencia implica llegar a un equilibrio adecuado entre tiempo y costos para así llegar a una solución óptima.

En el año de 1957, simultáneamente dos grupos pertenecientes a diferentes empresas diseñaron sistemas similares basados en diagramas de flechas.

Por un lado la Marina de los Estados Unidos tenía interés en llevar el control de contratistas para su programa de proyectiles polaris. Los contratos incluían la investigación y desarrollo de trabajos específicos, así como la fabricación de componentes todavía no hechos. Debido a lo anterior, ni el costo ni el tiempo podían precisarse con exactitud y los tiempos de terminación eran calculados por medio de probabilidades.

Para determinar la fecha más probable de terminación para cada contrato, las estimaciones de tiempo obtenidas por los contratistas fueron calculadas mediante procesos matemáticos, en base a criterios de tiempo optimista, tiempo pesimista y tiempo más probable. Al procedimiento utilizado se le denominó PERT, donde las siglas quieren decir "program evaluation and review technique" (técnica de evaluación y revisión de programas).

Cabe mencionar que al haber aplicado dicha técnica, hubo una reducción de dos años en la terminación del proyecto, en relación al programa previsto inicialmente. Por lo anterior es importante resaltar que la técnica PERT constituye "Un enfoque probabilístico" aplicable a proyectos en los cuales se considere incertidumbre en relación a las duraciones de sus actividades.

Por otro lado, la compañía E.I. Du pont de Nemours, estaba construyendo muy importantes plantas químicas en América. Para estos proyectos se requería que el tiempo y el costo fueran estimados con mucha precisión. El método de planeación y control que se desarrolló en un principio para dichos proyectos fue llamado CPPS que significa "critical path planning and Sheduling" (planificación y programación de la ruta crítica), el cuál abarcaba trabajos de diseño, construcción y mantenimiento para las grandes y complejas plantas químicas. Dicho método se fue perfeccionando hasta llamarse CPM, que quiere decir "critical path method" (método de la ruta crítica).

Tanto el PERT como el CPM son métodos orientados en el tiempo, pues conllevan a la determinación de un programa de tiempo.

La diferencia más importante en un principio, fue que las estimaciones en el tiempo para las actividades se supusieron probabilísticas en PERT y deterministas en CPM. Actualmente PERT y CPM comprenden una misma técnica, a dicha técnica se le denomina

"programación de proyectos".

La técnica de programación de proyectos consiste de tres etapas fundamentales: Planeación, programación y control.

La etapa de planeación se comienza descomponiendo el proyecto en diferentes actividades. Se determinan las estimaciones de tiempo para dichas actividades y se construye un diagrama de flechas (red) donde cada flecha (arco) representa una actividad. El diagrama de flechas completo da una representación gráfica de las interdependencias entre las actividades del proyecto. La elaboración del diagrama de flechas tiene la ventaja de analizar las diferentes actividades de un proyecto en detalle, permitiendo sugerir algún cambio antes de que el proyecto se lleve a cabo.

En la etapa de programación, el objetivo es construir un diagrama de tiempo que muestre, tanto los tiempos de inicio como de terminación de cada actividad, así como su interdependencia con otras actividades del proyecto. El programa deberá resaltar las actividades críticas que requieran especial cuidado si el proyecto tiene una fecha específica de terminación.

Con respecto a las actividades no críticas, el programa deberá mostrar los tiempos de holgura que pueden utilizarse con ventaja cuando dichas actividades se demoran o cuando deben utilizarse eficientemente recursos limitados.



La etapa final es el control. Esta etapa abarca el diagrama de flechas y la gráfica de tiempo para elaborar reportes periódicos del progreso del proyecto. Por consiguiente, la red podrá actualizarse y analizarse y de ser necesario, para la parte restante del proyecto, se determinará un nuevo programa.

### **1.3 CONSIDERACIONES COSTO-TIEMPO.**

Cualquier proyecto puede dividirse en operaciones o actividades, estas pueden ser numerosas dependiendo del grado de detalle al que se desee llegar, además pueden realizarse por diferentes combinaciones tales como: métodos de trabajo, equipo, jornadas de trabajo, etc. Los elementos esenciales que intervienen en la mejor combinación son costo, tiempo o ambos. De principio podemos pensar que predomine el costo sobre el tiempo para cada actividad, es decir darle mayor importancia a la reducción del costo sin importar el tiempo, para que de esta manera sean terminadas todas las actividades de un proyecto con el menor costo total; pero resulta que dicho costo incluye los gastos varios los cuales se realizan hasta que se terminan las actividades del proyecto, las cuales están en función del tiempo. En contraposición con la optimización del costo total, se piensa que la movilización más rápida del equipo como del personal para un ahorro en el tiempo y consecuentemente un ahorro en el costo, sería más eficaz, por lo que el tiempo es un elemento igualmente importante.

El problema costo-tiempo tiene una infinidad de soluciones. Si el tiempo no tuviera repercusiones, cada actividad podría realizarse de tal manera que resultara el mínimo costo. Para el caso contrario si el costo no fuera importante, cada actividad podría acelerarse para terminarla en el mínimo tiempo. Entre dichos límites se halla la solución óptima, hallarla requiere de complejos procedimientos de optimización iterativos. El darle rapidéz a una serie de actividades disminuye su tiempo y aumenta su costo, pero puede que no disminuya el tiempo global del proyecto, a menos que dichas actividades sean críticas, dentro de la totalidad de actividades que constituyen un proyecto. De lo anterior es conveniente hallar una combinación adecuada de actividades, de tal manera que sean minimizadas en tiempo con el fin de obtener el proyecto mas económico posible, considerando tanto los costos directos como los indirectos.

Hallar la solución al problema costo-tiempo requiere de un complejo análisis de dichas variables, en relación a los costos el problema es su variabilidad en el tiempo; dado un tiempo mayor para las actividades, sus costos directos disminuyen pero los indirectos aumentan. Por lo tanto el punto de equilibrio entre tiempo y costo nos lleva a la solución óptima.

En la actualidad tanto PERT como CPM desarrollados mediante la técnica de programación de proyectos, mencionada anteriormente, la cuál correlaciona los efectos del costo y del tiempo con el

fin de obtener la solución óptima para el proyecto en cuestión.

Dicha solución se muestra en un diagrama de flechas (red), el cuál indica lo más importante de cada actividad.

#### 1.4 VENTAJAS DE LA "PROGRAMACION DE PROYECTOS".

Una de las ventajas más importantes es la reducción del tiempo y costo del proyecto. Esto es debido a que el diagrama de flechas indica detalladamente las actividades cuyos tiempos de terminación definen la duración total del proyecto, es decir las actividades críticas del proyecto, en las cuales sus duraciones no deben variar, debiendo mantenerse como en el plan inicial.

En conjunto dichas actividades determinan la ruta crítica del proyecto. Las demás actividades pueden variar en su fecha de inicio y terminación en función de su holgura, según las necesidades de mano de obra y equipo.

A continuación resumire las principales ventajas al emplear la técnica de programación de proyectos:

- 1 - Permite desglosar un proyecto en diferentes niveles de actividades.
- 2 - Guía de manera coordinada el trabajo de los diferentes equi

pos involucrados en cada una de las etapas del proyecto.

- 3 - Aprovecha al máximo la experiencia profesional del grupo multidisciplinario que dirige el proyecto.
- 4 - Se obtienen las actividades críticas del proyecto, las holguras de tiempo disponibles, para en un momento dado poder retrasar otras actividades sin posponer la terminación del proyecto completo.
- 5 - Permite realizar un análisis entre tiempo y costo, para poder determinar las necesidades en cuanto a recursos para cada etapa del proyecto.
- 6 - Se obtienen de manera anticipada los recursos necesarios diariamente durante la realización del proyecto.
- 7 - Permite llevar a cabo un análisis de sensibilidad, es decir, bajo que parametros en relación a tiempo o costo, la programación del proyecto no sería factible y de esta manera poder tomar medidas correctivas.
- 8 - Permite deslindar responsabilidades de los grupos encargados en las diferentes etapas del proyecto.
- 9 - Permite tener informada a la dirección del desarrollo del

proyecto, para que ésta pueda intervenir cuando ocurra una situación imprevista tomando la acción correctiva óptima.

- 10- Permite aprovechar la experiencia adquirida en eventos similares; aplicando metodologías semejantes al proyecto específico a analizar.

#### 1.5 PROYECTOS PLANIFICABLES POR RED.

En general, los proyectos que son planificables por diagramas de flechas o red, son los que muestran problemas de ordenación.

Los problemas de ordenación satisfacen las tres condiciones siguientes:

- a) El objetivo del problema debe ser el estudio y/o la realización y control de un proyecto.

Entendemos por proyecto desde una fabrica, un edificio, un barco, así como el descargar un camión, pintar una habitación, etc. Se puede considerar también una producción permanente, por ejemplo un ciclo de fabricación en serie, etc.

Hay que remarcar que no se resuelve el como debe realizarse tecnológicamente el desarrollo de un proyecto por medio de la planificación por red; la planificación, por el contrario, de

be sustentarse o apoyarse en dicho aspecto.

- b) El proyecto debe poderse descomponer en actividades u operaciones elementales.

El decir operaciones elementales no quiere decir el llegar a un grado de detalle tal que cada operación se descomponga en sus elementos esenciales. Depende del proyecto el grado de detalle y de la etapa de planificación en que se encuentra.

En general, el analizar parte por parte del proyecto exige conocimiento de la técnica a emplearse, el como debe desarrollarse, e implica la intervención de las personas responsables de la ejecución del mismo.

Es recomendable el responsabilizar e integrar a los encargados del proyecto en la etapa de planificación, esto implica el asesoramiento para la definición y clasificación de actividades que identifiquen el problema, aún antes de su inicio, "y que durante la ejecución no vean la planificación como algo no aplicable, innecesario o incomprensible."

- c) La ejecución de las actividades debe someterse a un conjunto de limitaciones que condicionan los valores a tomarse en función de sus características.

La realización del proyecto no puede comenzar de cualquier manera, hay una serie de limitaciones que se deben respetar.

Estas limitaciones se pueden originar por restricciones de los siguientes tipos:

1) Tecnológicas

Una actividad no puede comenzar hasta que otra u otras hayan terminado o llegado a un cierto grado de avance.

2) Comerciales

Cumplir determinados plazos parciales preestablecidos.

3) Limitación de recursos

Se dispone de un determinado número de horas-hombre. En maquinaria, la limitación en el número total de horas - maquina, además de el problema de no poder hacer acoplamientos y particiones que se pueden hacer con la mano de obra, así como el tiempo perdido en traslados.

Existe también una restricción en aprovisionamientos, debido a que no puede iniciarse un trabajo sin disponer de la maquinaria y materiales necesarios, además de la mano

de obra.

4) Climatológicas

Ciertas actividades no pueden realizarse más que en determinadas épocas del año.

5) Demoras obligadas

En proyectos de construcción, el fraguado de hormigón; en proyectos de la industria alimenticia, el curado de embutidos, fermentación de vinos, etc.

Debido a la naturaleza de las limitaciones en un problema de ordenación, se establece una clasificación de las mismas.

Potenciales

La posición en el tiempo de las actividades esta limitada en forma absoluta, en relación al calendario, o bien en forma relativa, unas actividades respecto de otras.

Acumulativas

Vienen impuestas por las limitaciones de recursos, específicamente mano de obra.



### Disyuntivas

Son similares a las anteriores, es decir, impuestas por limitaciones de recursos, pero referidas a equipo.

La separación de las limitaciones acumulativas de las disyuntivas, a pesar de que pueden considerarse iguales, es el hecho de que las acumulativas son mucho más flexibles y con mayores posibilidades de adaptación.

#### 1.6 PROCESO DE PLANIFICACION POR RED.

A continuación se mencionan las normas que deben tenerse en consideración para planificar por red correctamente.

##### 1. Definir las actividades a realizar

Esto significa el analizar detalladamente el proyecto, hasta llegar a nivel de actividades, las cuales deben quedar perfectamente definidas.

Para definir dichas actividades debe colaborar el responsable de la ejecución del proyecto, quien de estar inconforme con el procedimiento seguido, debe manifestarlo para evitar cualquier trastorno posterior.

El considerar este punto, tiene la enorme ventaja de que el proyecto sea conocido de antemano por todas las personas involucradas en él, que pueden ser o no afectadas; además de lograr la conformidad con el procedimiento adoptado de los que van a intervenir en dicho proyecto.

No es necesario que el planificador deba conocer la manera en que se va a ejecutar el proyecto, ni el responsable del mismo la manera en que se va a planificar dicho proyecto; sin embargo, es importante que tanto el planificador como el responsable conozcan cada uno el campo del otro, con un conocimiento suficiente para poder seguir todas las etapas.

En un principio el responsable de la ejecución del proyecto, expondrá el método a seguir y entonces el planificador podrá ir haciendo las preguntas necesarias para después poder elaborar una lista de actividades específicas.

2. Definir los recursos que se necesitan para realizar cada una de las actividades

Del análisis del punto anterior, se desprende la necesidad de utilizar recursos para poder realizar cada actividad.

Cada actividad debe considerarse independiente de las demás, para así poder determinar los recursos a utilizar por activi

dad. Es importante que para cada actividad se analicen la cantidad de recursos necesarios, con el fin de no dejarse influir por el resto de las actividades, que en ocasiones se recuerdan al hacer la consideración.

3. Estimación de los tiempos necesarios para realizar cada actividad

Considerados los puntos 1 y 2, se analiza el tiempo necesario para llevar a cabo cada actividad. Para determinar este tiempo, debe analizarse cada actividad por separado considerando, tanto la cantidad de trabajo como la cantidad de recursos que se han estimado como necesarios.

Es recomendable elegir los recursos de acuerdo a lo que se ha considerado normal en casos similares.

Es importante que en trabajos donde se puedan integrar varios equipos, no haya demora excesiva en el tiempo para dicho trabajo, así como embotellamientos causados por exceso de recursos en el área de trabajo.

Considerando los puntos anteriores, se pasa a la fase siguiente, en la que se definen:

i) Relación de recursos disponibles para la realización del

proyecto. Lista de los recursos a emplearse según la relación de actividades obtenida con anterioridad.

- ii) Relación de restricciones tecnológicas. Esta relación se utiliza para ordenar la ejecución de actividades en la gráfica que corresponde al diagrama de red.
  
- iii) Relación de fechas comprometidas. Esta relación se refiere a las fechas acordadas previamente, en relación a la terminación total del proyecto, como de las etapas parciales que se hayan especificado. Las actividades deben ser similares en relación al grado de detalle que se especifica, con el fin de que toda la red tenga una relativa proporcionalidad.

Por otro lado, se deben aislar siempre las demoras al definir actividades, es decir, cuando hablamos de "Suministro y montaje" de algún concepto, no es una actividad bien definida ya que existe una actividad que puede ser "demora entre el pedido y la recepción", que no puede ser estimada. Lo correcto es separar la actividad en "suministro de" y "montaje de".

#### **1.7 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL DIAGRAMA DE FLECHAS.**

El diagrama muestra las relaciones de precedencia entre las acti

vidades que componen al proyecto. Las actividades se definen como cualquier trabajo, el cuál ocupa un tiempo y consume recursos; las actividades se representan por flechas.

El tamaño de las flechas no tiene importancia y la punta de las mismas indica cuando una actividad se completa, su dirección va de izquierda a derecha.

La relación de precedencia entre las actividades se especifica utilizando eventos. Un evento representa un punto en el tiempo, su símbolo se denomina "Nodo" y denota la terminación de una determinada actividad y el comienzo de otra. El punto de inicio en una actividad se conoce como evento de comienzo y el punto final como evento terminal, por lo que dichos eventos marcan las intersecciones entre dos o más actividades. Las actividades que se originan en un cierto evento, no pueden comenzar hasta que las actividades que terminan en dicho evento hayan finalizado.

La figura 1.1 muestra una típica representación de una actividad (i,j) con su evento de comienzo i y su evento de terminación j.



FIG. 1.1

La figura 1.2 muestra un ejemplo en que las actividades (1,3) y (2,3) deben terminarse antes de que pueda comenzar la actividad

(3,4).

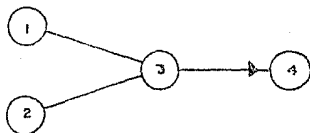


FIG. 1.2

La dirección de avance de cada actividad se especifica asignando un número menor al evento de comienzo, en relación con el número de su evento terminal.

En seguida se resumen las reglas para construir el diagrama de flechas.

Regla 1: Cada actividad esta representada por una y solo una flecha en la red.

Ninguna actividad puede representarse dos veces en la red. Esto es distinto del caso donde una actividad se descompone en segmentos, cada segmento puede representarse por una flecha independiente.

Regla 2: Dos actividades distintas no pueden identificarse por los mismos eventos terminal y de comienzo.

Una situación como esta puede surgir cuando dos o más actividades pueden realizarse al mismo tiempo. Se ilustra un ejemplo en la figura 1.3, donde las actividades

a y b tienen los mismos eventos finales.

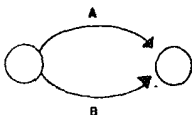


FIG. 1.3

Como no es válido que concluyan las dos actividades en un mismo evento terminal, se debe introducir una actividad ficticia "D", la cuál puede ir entre a y uno de los eventos finales, o entre b y uno de los eventos finales. A la actividad ficticia también se le denomina dummy. El resultado de introducir la actividad ficticia, para la figura anterior se muestra a continuación en la figura 1.4.

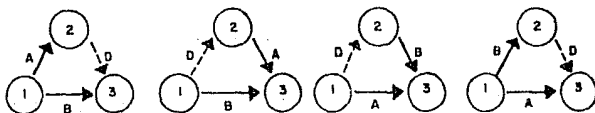


FIG. 1.4

Como se observa en la figura anterior, usando la actividad ficticia (dummy), podemos identificar a las actividades a y b por eventos terminales únicos. Una actividad ficticia no consume tiempo, ni recursos. Las actividades ficticias se deben emplear también para establecer relaciones lógicas; por ejemplo, suponiendo un cierto proyecto, en el que la actividad a como b deben preceder a c. Además la actividad e esta precedida por la actividad b solamente. En la figura 1.5 se muestra la

forma incorrecta; aunque la relación a, b y c es correcta, el diagrama supone que e debe estar precedida tanto por a como por b.

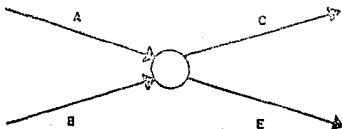


FIG. 1.5

La forma de representar correctamente dichas relaciones lógicas, es utilizando una actividad ficticia D como se muestra en seguida en la figura 1.6.

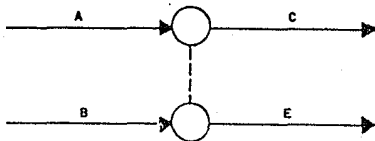


FIG. 1.6

Como se observa las relaciones de precedencia indicadas están satisfechas.

**Regla 3:** A fin de asegurar la relación de precedencia correcta en el diagrama de flechas, las siguientes preguntas deben responderse cuando se agrega cada actividad a la red.

- i) ¿ Que actividades deben terminarse inmediatamente antes de que esta actividad pueda comenzar ?



ii) ¿ Que actividades deben seguir a esta actividad ?

iii) ¿ Que actividades deben realizarse al mismo tiempo que esta actividad ?

Esta regla permite verificar las relaciones de precedencia, cuando se progresa en el desarrollo de la red.

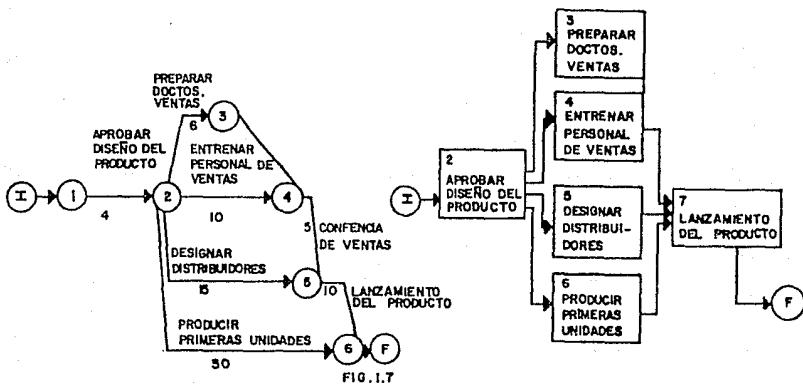
#### 1.7.1 METODO DE FLECHAS Y METODO DE PRECEDENCIA.

Anteriormente se ha hecho referencia al método de flechas, es decir, la forma de graficar el diagrama de flechas, los elementos que lo componen, sus propiedades o reglas, etc. Además de este método existe otro el cuál es llamado "de precedencia"; la diferencia entre un método y el otro es la siguiente; la duración de las actividades en el método de flechas esta representada por flechas, además de tenerse para cada flecha dos nodos (el de inicio y el final); mientras que en el metodo de precedencia, cada actividad cuenta con un solo nodo, dentro del cuál se localiza su duración. Cabe mencionar que el cálculo de la red por cada método conlleva a los mismos resultados, sin embargo existen ventajas y desventajas entre dichos métodos, por lo que a continuación listare las más importantes:

a) Por el método de precedencia no es necesario el declarar actividades ficticias.

b) Por el método de flechas se tiene una mayor claridad en cuanto al desarrollo de la red, como de las dependencias entre las distintas actividades.

A continuación se presenta el diagrama del proyecto "mercadeo de un nuevo producto" por el método de flechas y por el de precedencia.



Como se menciona en el inciso a, resulta innecesario declarar una actividad ficticia para dicho proyecto por el método de precedencia; pero el diagrama por el método de flechas muestra de una forma mas explícita el desarrollo del proyecto, por lo que en el presente trabajo fue adoptado el "método de flechas".

### 1.7.2 CALCULOS DE LA RUTA CRITICA.

La aplicación del PERT deberá proporcionar un programa, en el cuál se especificarán las fechas de inicio y terminación de cada actividad. El primer paso para elaborar dicho programa, lo constituye el diagrama de flechas. Debido a la interrelación que existe entre las distintas actividades, se requieren cálculos especiales para obtener los tiempos de inicio y terminación.

Dichos cálculos se pueden efectuar en el diagrama de flechas, mediante operaciones sencillas. El objetivo es el clasificar las actividades como críticas o no críticas.

Una actividad es crítica si una demora en su comienzo causara una demora en la fecha de terminación del proyecto completo.

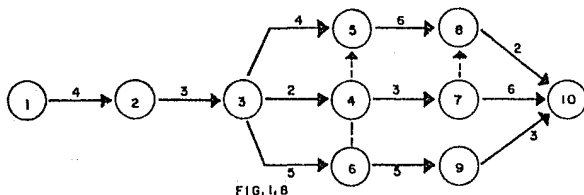
Una actividad no crítica es en la que el tiempo entre su comienzo más temprano y su terminación más tardía, es más grande que su duración actual. En este caso se dice que dicha actividad no crítica tiene un tiempo de holgura.

### 1.7.3 OBTENCION DE LA RUTA CRITICA.

La ruta crítica se compone por una serie de actividades críticas las cuáles unen los nodos de inicio y final en la red. Dicho de otra manera, la ruta crítica identifica todas las actividades

críticas del proyecto. El método a seguir para obtener la ruta crítica, se muestra con el siguiente ejemplo.

Considerese la red que se muestra en la figura 1.8, el inicio de dicha red es en el nodo 1 y el final en el nodo 10. El tiempo para realizar cada actividad se muestra sobre las flechas.



El método se compone de dos etapas, la primera etapa se denomina paso hacia adelante, donde se empiezan los cálculos a partir del nodo de "inicio" y finalizan en el nodo de "terminación". Para cada nodo se calcula el tiempo de ocurrencia más temprano del evento correspondiente.

En la segunda etapa, denominada paso hacia atrás, los cálculos se empiezan por el nodo de "terminación" y se finalizan en el nodo de "inicio".

El número calculado en cada nodo, representa el tiempo de ocurrencia más tardío del evento correspondiente. En seguida se muestra el paso hacia adelante.

Sea  $ES_i$  el tiempo de inicio más temprano de todas las actividades que se originan en el evento  $i$ . Entonces  $ES_i$  representa el tiempo de ocurrencia más temprano del evento  $i$ . Para  $i = 1$ ,  $ES_1$  es el evento de "inicio" y para los cálculos en la red, convencionalmente se tiene  $ES_1 = 0$ . Sea  $D_{ij}$  la duración de la actividad  $(i,j)$ . Los cálculos del paso hacia adelante, se obtienen de la formula :

$$ES_j = \max\{ES_i + D_{ij}\}, \text{ para todas las actividades } (i,j) \text{ definidas.}$$

$i$

donde  $ES_1 = 0$ . Para calcular  $ES_j$  para el evento  $j$ , se deben calcular primero los eventos de comienzo  $ES_i$  de todas las actividades  $(i,j)$  que se consideran.

En relación a la red que aparece en la figura no.6, se tienen los siguientes cálculos del paso hacia adelante:

$$ES_1 = 0$$

$$ES_2 = ES_1 + D_{1,2} = 0 + 4 = 4$$

$$ES_3 = ES_2 + D_{2,3} = 4 + 3 = 7$$

$$ES_4 = ES_3 + D_{3,4} = 7 + 2 = 9$$

$$ES_5 = \max\{ES_i + D_{i5}\} = \max\{7 + 4, 9 + 0\} = 11$$

$$i=3,4$$

$$ES_6 = ES_3 + D_{3,6} = 7 + 5 = 12$$

$$ES_7 = ES_4 + D_{4,7} = 9 + 3 = 12$$

$$ES8 = \max\{ESi + Di8\} = \max\{7 + 11, 12 + 0\} = 17$$

$$i=3,7$$

$$ES9 = ES6 + D6,9 = 12 + 5 = 17$$

$$ES10 = \max\{ESi + Di10\} = \max\{12 + 6, 17 + 2, 17 + 3\}$$

$$i=7,8,9$$

$$= \max\{18, 19, 20\} = 20$$

Los cálculos anteriores concluyen el paso hacia adelante.

El paso hacia atrás se inicia en el evento de "terminación". El objetivo de esta etapa es el calcular  $LCi$ , el tiempo de terminación más tardío para todas las actividades que están en el evento  $i$ . Para  $i = n$ ,  $LCn$  es el evento de "terminación", por lo que  $LCn = ESn$  inicia el paso hacia atrás. Generalizando para cualquier nodo  $i$ ,

$$LCi = \min\{LCj - Dij\}, \text{ para todas las actividades } (i,j) \text{ definidas.}$$

$$j$$

A continuación se muestran los cálculos para obtener las  $LC$ 's de la red antes mencionada.

$$LC10 = ES10 = 20$$

$$LC9 = LC10 - D9,10 = 20 - 3 = 17$$

$$LC8 = LC10 - D8,10 = 20 - 2 = 18$$

$$LC7 = \min\{LCj - D7j\} = \min\{18 - 0, 20 - 6\} = 14$$

$$j = 8,10$$

$$LC6 = LC9 - D6,9 = 17 - 5 = 12$$

$$LC5 = LC8 - D5,8 = 18 - 6 = 12$$

$$LC4 = \min\{LCj - D4j\} = \min\{12 - 0, 14 - 3\} = 11$$

$$j = 5,7$$

$$LC3 = \min\{LCj - D3j\} = \min\{11 - 2, 12 - 4, 12 - 5\} = 7$$

$$j = 4,5,6$$

$$LC2 = LC3 - D2,3 = 7 - 3 = 4$$

$$LC1 = LC2 - D1,2 = 4 - 4 = 0$$

Con los cálculos anteriores se finaliza el paso hacia atrás.

Ahora se pueden identificar las actividades que están en la ruta crítica usando los resultados obtenidos de los pasos hacia adelante y hacia atrás.

Una actividad  $(i,j)$  está en la ruta crítica si satisface las tres condiciones siguientes;

i)  $ES_i = LC_i$

ii)  $ES_j = LC_j$

iii)  $ES_j - ES_i = LC_j - LC_i = dij$

Lo que indican estas condiciones, es que no existe tiempo de holgura entre el inicio más próximo (terminación) y el inicio más

tardío (terminación) de la actividad, por lo que esta actividad es crítica.

Las actividades (1,2), (2,3), (3,6), (6,9) y (9,10) componen la ruta crítica de la red y el tiempo para realizar estas actividades (20 días), es el mínimo necesario para terminar el proyecto completo. Nótese que ninguna de las otras actividades satisface las tres condiciones, por lo cuál hay una sola ruta crítica.

Concluyendo, la ruta crítica debe formar una cadena de actividades entrelazadas, la cuál abarca la red desde el "inicio" hasta la "terminación".

#### 1.7.4 DETERMINACION DE LAS HOLGURAS.

Después de obtener la ruta crítica de la red, deben calcularse las holguras de las actividades no críticas. Lógicamente, una actividad crítica tiene una holgura cero, esta es la razón del porque es crítica.

Para poder determinar las holguras, es necesario definir dos nuevos tiempos, los cuáles están asociados con cada actividad. Dichos tiempos son el tiempo de inicio más tardío (IS) y el tiempo de terminación más temprano (EC), los cuáles se definen para la actividad (i,j) como:



$$LS_{ij} = LC_j - D_{ij}$$

$$EC_{ij} = ES_i + D_{ij}$$

Hay dos tipos importantes de holguras; la holgura total (TF) y la holgura libre (FF). La holgura total  $TF_{ij}$  para la actividad  $(i,j)$  es la diferencia entre el máximo tiempo disponible para realizar la actividad, y su duración, es decir:

$$TF_{ij} = LC_j - ES_i - D_{ij} = LC_j - EC_{ij} = LS_{ij} - ES_i$$

por ejemplo, en la red anterior la holgura total para la actividad  $(4,5)$  se calcula sustituyendo en la fórmula anterior, es decir:

$$TF_{4,5} = LC_5 - ES_4 - D_{4,5} = 12 - 0 - 9 = 3$$

la holgura libre se define suponiendo que todas las actividades empiezan tan temprano como sea posible. En este caso,  $FF_{ij}$  para la actividad  $(i,j)$  es el exceso de tiempo disponible sobre su duración, es decir:

$$FF_{ij} = ES_j - ES_i - D_{ij}$$

para la misma actividad  $(4,5)$ , su holgura libre se obtiene sustituyendo en la fórmula anterior:

$$FF_{4,5} = ES_5 - ES_4 - D_{4,5} = 11 - 0 - 9 = 2$$

Los cálculos para obtener la ruta crítica, junto con las holguras para las actividades no críticas se resumen en la tabla que se muestra a continuación:

Actividad (i,j)	Duración Dij	<u>Temprano</u>		<u>Tardío</u>		Holguras	
		Inic. ESi	Term. ECij	Inic. LSij	Term. LCj	Total TFij	Libre FFij
(1,2)	4	0	4	0	4	0*	0
(2,3)	3	4	7	4	7	0*	0
(3,4)	2	7	9	9	11	2	0
(3,5)	4	7	11	8	12	1	0
(3,6)	5	7	12	7	12	0*	0
(4,5)	0	9	9	12	12	3	2
(5,8)	6	11	17	12	18	1	0
(4,7)	3	9	12	11	14	2	0
(6,9)	5	12	17	12	17	0*	0
(7,8)	0	12	12	18	18	6	5
(7,10)	6	12	18	14	20	2	2
(8,10)	2	17	19	18	20	1	1
(9,10)	3	17	20	17	20	0*	0

\* - Actividad crítica

La tabla muestra un resumen típico de los cálculos para obtener la ruta crítica. Incluye toda la información necesaria para construir el diagrama de tiempos.

Es importante resaltar que cuando la holgura total vale cero, la holgura libre también debe valer cero. El caso contrario no es cierto, en el sentido de que una actividad no crítica puede tener una holgura libre cero.

En ocasiones la holgura total y la holgura libre tendrán valor cero. Esto sucederá cuando todos los eventos del proyecto estén en la ruta crítica, en general esto no pasará.

#### 1.8 EVALUACION DE LA RED.

Una vez trazada la red, la evaluación de todos los tiempos calculados ( $ES_i$ ,  $EC_{ij}$ ,  $LS_{ij}$ ,  $LC_j$ ) como de las holguras ( $TF_{ij}$ ,  $FF_{ij}$ ) y obtenida la ruta o rutas críticas, es cuando realmente empieza la tarea de la técnica "PERT - CPM."

En este punto es cuando el análisis de sensibilidad desempeña una función importante. Las actividades cuyos tiempos se determinaron, pueden no tener efecto alguno sobre la ruta crítica, aún cuando se retrasen respecto al programa.

Sin embargo, otras actividades que se calcularon pueden estar

sobre la ruta crítica o pueden volverse críticas en una fecha posterior. Debe analizarse y evaluarse el efecto de estas actividades en la ruta inicial.

En relación a lo anterior, serán necesarios ajustes y revisiones de los planes originales, para asegurarse de que la red se termine en la fecha límite del programa.

Si no son satisfactorios los tiempos totales, la persona que elabora los planes o programas dispone de varios métodos de ajuste; tales como el intercambio de trabajadores, máquinas y materiales de las rutas no críticas a las críticas. Otro ajuste que se puede hacer en la red, es el restringir las especificaciones técnicas del proyecto, tales como reducir la cantidad de pruebas que se necesitan.

Si se pueden reordenar las actividades, será posible acelerar la terminación de un proyecto. El responsable de planear el diagrama tal vez pueda recurrir al traslape de actividades concurrentes.

Otro factor de ayuda al responsable puede ser el uso del tiempo extra, el cuál le proporciona flexibilidad adicional para la replaneación y el ajuste de la red.

Por lo anterior, el responsable tiene a la mano varias alternati

vas para ajustar la ruta o rutas críticas, con el objeto de mejorar las fechas de terminación del proyecto global.

En general, todo "intercambio" de recursos, toda revisión de normas y/o de especificaciones, necesita del recálculo de tiempos de inicio más temprano, de terminación más tardío, de inicio más tardío, de terminación más temprano, de holguras y de ruta o rutas críticas.

CAPITULO II

ELECCION DE LA METODOLOGIA.

## CAPITULO II

### ELECCION DE LA METODOLOGIA.

#### **2.1 TECNICA A EMPLEAR.**

En la planeación, programación y control de proyectos; se tiene como fin el llegar a obtener el costo total mínimo en el menor tiempo posible. Para cumplir con los preceptos anteriores, es necesario el empleo de metodologías matemáticas, mediante las cuales se analizan y evalúan las relaciones óptimas entre costo y tiempo, éstas metodologías son el CPM y el PERT, la primera determinística y la segunda probabilística. La elección de cualquiera de las dos metodologías descritas, estriba en el grado de incertidumbre asociado al proyecto.

En las construcciones complejas en las cuáles anteriormente, era factible aplicar el PERT debido a las diversas operaciones entrelazadas, las cuáles hacían compleja la tarea de evaluar sus tiempos. Actualmente, mediante técnicas de análisis para la obtención del costo y tiempo de las operaciones involucradas en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil, se ha logrado eliminar la incertidumbre originada de la complejidad de dichos proyectos.

Hoy en día, el CPM es la metodología más usual, debido primero a que pueden calcularse tanto los costos, como el tiempo que se

requiere para realizar un proyecto con mucha precisión, además de que el empleo de ésta técnica requiere de menor laboriosidad en sus cálculos; y en consecuencia un menor costo.

Cuando se tiene poca información, tal vez no muy confiable sobre los datos correspondientes al costo y al tiempo, o cuándo se requiere de investigación y experimentación en algunas etapas, así como de complejos y profundos desarrollos en las mismas, la técnica del PERT llega a ser de gran ayuda. Las circunstancias que se dan en el PERT difieren por completo de las del CPM; sin embargo, cualquiera de las dos técnicas se puede emplear llegando a resultados similares en cualquier rama de la industria. Es importante resaltar que en la industria de la construcción, la técnica del CPM es más usual por su precisión y confiabilidad, por lo que no es necesario utilizar el PERT, el cuál nos llevaría a un tiempo y costo adicional.

En algunos casos, cuando el grado de incertidumbre es mínimo en relación a los costos y tiempos del proyecto, lo que se hace es aplicar la técnica del CPM dándole un enfoque probabilístico, considerando tanto tiempos, como costos más probables en sus correspondientes datos de costo y tiempo.

## 2.2 NIVEL DE INVESTIGACION REQUERIDO.

Cuando se va a emplear la técnica del CPM, la investigación que



se realice en la etapa de planeación es fundamental. Aún cuando se trate de proyectos con muy pocas actividades; es necesario formular un diagrama de flechas con su programa de tiempos, así como su gráfica de gantt donde se verán claramente las holguras disponibles, además de considerar su asignación de recursos. Según el nivel de investigación que se lleve a cabo, el programa de tiempos del proyecto será mucho más exacto.

Cuando se tiene un proyecto con múltiples actividades, se debe realizar una investigación por diferentes métodos; es decir, la elaboración de diferentes redes de actividades, evaluando y comparando los costos de cada una de ellas; además de analizar el efecto que tienen los costos directos e indirectos al aplicarse en las diferentes etapas del proyecto. Una vez seleccionada la red de actividades más factible, se elabora su programa de tiempos, así como su gráfica de Gantt. El realizar una investigación como la anterior, conlleva a un costo adicional proporcional al tiempo que se dedique a evaluar las diferentes alternativas que se tengan.

En algunos casos si el proyecto lo justifica, se profundiza en el análisis, con el objeto de conocer los resultados de aplicar la compresión en algunas actividades clave, llegando así a la solución óptima. Lo anterior requiere de una cantidad de tiempo razonable, por lo que se justifica para grandes y complejos proyectos, observando que al aplicar dichos análisis, se llegarán a ob

tener beneficios adicionales.

Uno de los factores que influyen en decidir si efectuar o no dichos análisis, es la necesidad de personal especializado que conozca los procedimientos de compresión de actividades, otro factor puede ser el tiempo con el que se cuenta para realizarlos.

Por último, debe tenerse en cuenta que el llegar al grado de análisis que se sugiere, traerá como consecuencia una reducción en el costo total del proyecto con una probabilidad muy alta.

### 2.3 TECNICA MANUAL Y POR COMPUTADORA.

Los procedimientos de planeación, programación y control de proyectos, requieren de análisis profundos; así como de muchos cálculos para llegar a evaluar acertadamente tanto los costos totales, como la fecha de terminación del proyecto.

Actualmente se pueden realizar éstos procedimientos tanto en forma manual, como por equipos de cómputo; en lo que se refiere a la etapa de planeación, los procedimientos efectuados realmente están a cargo del proyectista, es decir, el los realizará en forma manual debido a que básicamente son una serie de estudios y análisis, los cuáles no requieren de cálculos matemáticos complejos, y con los cuáles se pueden llegar a determinar con aproximación todos los factores que pueden influir en el programa de

tiempos para el proyecto. En las etapas de programación y control hay muchos cálculos que realizar, los cuáles pueden efectuarse de manera más rápida por computadora, aunque es importante mencionar algunas consideraciones entre las técnicas manuales y las técnicas por computadora.

En las técnicas manuales claramente se puede mencionar una desventaja, la enorme cantidad de cálculos que se efectúan y por lo tanto un alto riesgo de errores en dichos cálculos. Por lo anterior, en ocasiones se terminán todos los cálculos sin desear hacer modificaciones hasta el final de la red de actividades. Por lo general en todos los proyectos se tienen que hacer revisiones periódicas en el lugar de la obra, para poder reajustar la red y cumplir con el programa de tiempos; de esta forma al haber modificaciones se repiten muchos cálculos, lo cuál nos traerá una gran pérdida de tiempo.

Anteriormente como no había la diversidad de paquetes sobre el control de proyectos que se utilizan hoy en día, al emplear las técnicas manuales del CPM, y en el caso concreto para proyectos complejos con diversas actividades interrelacionadas; el procedimiento que se seguía era formar grupos de actividades para poder entender al proyecto en conjunto, dando por resultado una primera red de actividades agrupadas. El siguiente paso era obtener la solución óptima para dicha red, procediendo entonces a descomponer cada grupo de actividades para su análisis posterior en re

des independientes, llegando así a un nivel de detalle el cuál nos daba una visión más clara que al inicio de dicho proyecto.

Como resultado, el integrar a todos los grupos de redes independientes analizados con anterioridad, conlleva a la obtención de la red final. Como mencioné antes, se creía que las redes obtenidas a través de métodos manuales eran más confiables y precisas, debido a que mostraban de una manera detallada y completa, todos los factores que influían en el desarrollo del proyecto; teniendo en cuenta que los equipos de cómputo ayudarían en caso de necesitar de una secuencia u orden en las redes y su reordenación en caso de quitar o agregar actividades.

Cuando se finalizaban los cálculos manuales y se llegaba a obtener la red final, la etapa siguiente, la programación, era totalmente mecánica; pero se remarcaba el hecho de que manualmente se tenía la ventaja de obtener a detalle la situación general del proyecto, además de la identificación de los factores que podrían influir en la terminación del mismo y la manera más conveniente de ajustar dichos factores. Aunque hay que hacer notar que la mayor ventaja al utilizar equipos de cómputo para dicho procedimiento, es la gran rapidéz con la que se obtienen los resultados de los laboriosos cálculos, teniendo especial cuidado en la captura de los datos, pues es en la única etapa en la que se puede cometer algún error. Algunas otras ventajas son por ejemplo la facilidad de programación de las jornadas de trabajo,

requerimientos de equipo, el resultado de alterar alguna actividad teniendo como margen un tiempo de holgura disponible, etc.

Las computadoras son esenciales en general cuando se tienen relaciones de tiempo y costo complejas. Como se ha mencionado antes, las técnicas manuales pueden emplearse para proyectos más o menos grandes, sin embargo, en esta etapa se tiene la valiosa oportunidad de reducir el costo del proyecto; por lo que se tienen que realizar laboriosos análisis y cálculos tanto en proyectos complejos como en proyectos más simples. Cabe remarcar que para que los resultados obtenidos por computadora sean veraces, se requiere un análisis profundo de los datos, contemplando variados factores para que no tengan un cambio posterior, ya que el mismo podría afectar de manera significativa a los resultados finales; en tanto que para las técnicas manuales, los datos iniciales pueden ser revisados en cada etapa del proyecto y de esta forma poder incorporar tal vez cambios substanciales a los mismos para llegar a resultados acertados.

Cuando se necesite acelerar una actividad, causará que una realizada simultáneamente o que se relacione con la misma, tenga que acelerarse también con tiempo extra. Como el cambio de duración en una actividad puede originar cambios en las actividades que le siguen o que se realizan al mismo tiempo; el proceso de captura de datos en una computadora no puede contemplar dichos cambios o alteraciones en las actividades, a menos que los datos

originales se modifiquen y el proceso de obtención de la ruta crítica y de la programación de actividades se realice de nuevo.

En ocasiones cuando se consigue un equipo extra para acelerar la duración de una actividad, pudiéndolo utilizar en otras actividades, el resultado de incorporar dicho equipo se verá en las gráficas de costos de cada actividad. Mediante las técnicas manuales, dichos cambios en los datos requieren de cálculos a veces laboriosos, pero que pueden realizarse en el momento oportuno.

Utilizando equipos de cómputo, se deberán efectuar los cambios en las actividades correspondientes, reprogramando la parte de la red que tuvo cambios, lo cuál en ocasiones es un tanto más laborioso.

Por último, cuando se considere el utilizar técnicas manuales o por computadora, hay que tener en mente que las técnicas por computadora proveen de cálculos rápidos, precisión y eficiencia, sin embargo la etapa de planeación del proyecto es fundamental y ésta la realiza el proyectista.

#### **2.4 COSTO INVOLUCRADO EN LA APLICACION DE CADA TECNICA.**

El costo de aplicar la técnica del CPM, debe tomarse como un costo extra sobre el considerado normalmente al elaborar la estimación del costo global de un proyecto.

En las técnicas manuales, considerando a un proyectista con suficiente experiencia para preparar la red de actividades de un proyecto promedio de unas 50 actividades, obteniendo posteriormente la ruta crítica, se llevará un promedio de unas seis horas; las subredes que muestran alternativas o mejoras de 3 a 4 horas cada una. Considerando un proyecto de unas 100 actividades; la primera red se llevará aproximadamente de 8 a 12 horas y las siguientes redes de 4 a 6 horas cada una. La programación de los tiempos flotantes u holguras se puede realizar en 2 ó 3 horas. Un ejemplo pueden ser las redes de actividades concernientes a los ocho proyectos generales; Obra Civil, Sistemas Electromecánicos, Sistemas de Telecomunicaciones, Servicios Generales Especializados y de Apoyo a la Prensa, a los Radiodifusores, a la FIFA, a las Delegaciones y a los Invitados Especiales.

Como se ha mencionado en otra parte del presente trabajo, se definieron alrededor de mil actividades para cada uno de los proyectos generales, lo cuál requirió un análisis de aproximadamente 80 horas por proyecto general. Para cada proyecto general se consideraron:

- Doce estadios de futbol
- El Centro Internacional de Prensa
- El Centro Internacional de Radiodifusión
- Cuatro centros de prensa en los estados
- Diez oficinas sede incluyendo al Comité Ejecutivo Mexicano.

En las técnicas por computadora el costo depende, tanto del tiempo que se necesite para el análisis de los datos, como del costo para cada actividad. En el caso de una red de aproximadamente 500 actividades, el trazo de la red de actividades y la codificación de las mismas, puede requerir de 80 a 100 horas. En general una estimación aproximada de la programación de actividades y su codificación en proyectos grandes y complejos, necesitaría de 50 días a razón de ocho horas diarias por el planeador.

En conclusión, el costo total estimado para un estudio de un proyecto por medio del CPM, para proyectos complejos, está alrededor del 5% del precio del costo total del proyecto. Dicho porcentaje es mínimo; pensando en las ventajas que resultan de aplicar ésta metodología.

## **2.5 EVALUACION SOBRE LA APLICACION DEL CPM.**

En muchos casos se han hecho críticas en relación a la aplicación del CPM, puesto que al considerar cada una de las fases: la planeación, la programación de actividades y por último el control de las mismas en cada etapa del proyecto, éstas requieren mucho más tiempo que los tradicionales diagramas de barras o gráficas de Gantt; además de que hay factores fuera del control del supervisor de obra, los cuales son difíciles de preveer en la etapa de planeación y consecuentemente cambian o alteran el programa de tiempos, además de ser necesarias revisiones periódicas



de la red de actividades y en especial de la ruta crítica en la fase de construcción.

La discusión se centra en que si el aplicar la metodología del CPM, nos da un mejor resultado, que el aplicar los métodos convencionales de control y supervisión, para la diversidad de problemas que se presentan en cada proyecto.

Las técnicas del CPM hacen énfasis en cada problema inherente al proyecto, de cada actividad y su interrelación con las demás, de los conceptos de distribución de mano de obra, recursos y tiempo durante la etapa de planeación. En el caso de algunos problemas no predecibles durante la etapa de construcción, se deberán realizar revisiones exhaustivas del programa de tiempos durante ésta etapa, en cuyo caso, la red deberá actualizarse constantemente mediante esta técnica, al igual que en los diagramas de barras convencionales utilizados por las técnicas manuales.

Con la metodología del CPM se llevan a cabo revisiones especialmente en las actividades más importantes del proyecto, analizan- do los problemas de costo-tiempo que pudieran surgir en un cierto momento, o en el momento mismo que surgieran al estarse efectuando una actividad.

En ocasiones se tienen problemas en la reprogramación de actividades por la cantidad de cálculos que tienen que volverse a efec

tuar usando las técnicas del CPM. En los métodos manuales convencionales, los diagramas de barras no muestran todas las alteraciones que pudieran darse en cuanto a costo y tiempo, por lo que la revisión de los diagramas depende del criterio del analista.

Es inevitable pensar que los resultados obtenidos por medio de computadoras aplicando las técnicas del CPM, se consideren como la solución óptima a todos los problemas de construcción involucrados en el proyecto, al igual que no se pueden considerar como soluciones acertadas las gráficas de Gantt. Pero el grado de confiabilidad de la información es considerablemente mayor aplicando la metodología del CPM que una programación de actividades basada en los métodos manuales.

Una de las desventajas del diagrama de barras es que no indica la fecha exacta para iniciar cada actividad y otra es que no muestra con claridad la interdependencia entre las diferentes actividades, así como cuales actividades son críticas, para que de ésta forma se pueda en cierto momento acelerar la terminación del proyecto si hay un retraso en alguna actividad crítica.

Empleando el CPM en la etapa de control, cuando surgen factores imprevistos, se puede hacer tanto una replaneación, como una reprogramación de tiempos, obteniendo resultados confiables; por éste motivo se ha empleado ésta metodología en forma frecuente en el ramo de la construcción.

Cuando es usado el método de la ruta crítica, no rigurosamente, sino con flexibilidad y criterio, ayuda al gerente de la obra a saber los posibles problemas en un lapso de tiempo, y a poder hacer una previsión de como resolverlos cuando éstos se presenten.

Lo anterior implica un costo extra, pero poco significativo en comparación con los retrasos en actividades teniendo como consecuencia pérdidas económicas. Hay que mencionar que las decisiones que se tomen en la etapa de planeación, en la programación y en las revisiones periódicas, deberá tomarlas una persona con experiencia en ingeniería civil y con el suficiente conocimiento del proyecto en cuestión. Tanto la red de actividades original, como las subsiguientes revisiones, deberá realizarlas el proyectista, el cuál deberá contar con la suficiente experiencia sobre éste tipo de trabajo.

La aplicación práctica de la metodología del CPM, se basa en el hecho de que no habrá problemas substanciales mientras todo se realice como se planeó, lo cuál es una ventaja; porque cuando se presenta algún problema en determinada etapa, resalta o es fácil de percibir para el gerente, éste podrá concentrarse en la solución del mismo; en seguida resumiré algunas ventajas adicionales a las ya mencionadas en el capítulo I, implícitas en la utilización de ésta metodología:

- 1.- La necesidad de un razonamiento analítico y lógico en

cada fase del trabajo.

- 2.- La determinación y evaluación de las actividades críticas, las cuales controlarán el tiempo para la terminación del proyecto.
- 3.- El programa de tiempos más viable para las actividades involucradas.
- 4.- La evaluación de la fluctuación de los tiempos flotantes.
- 5.- La diagramación del proyecto visualmente, la cuál permite prevenir omisiones de elementos necesarios para su ejecución.
- 6.- La determinación de la ruta crítica del proyecto, teniendo así su fecha de terminación.
- 7.- El tamaño económicamente ideal tanto de la cuadrilla, como de la cantidad de equipo necesaria para terminar en la fecha señalada.
- 8.- La determinación cuantitativa del efecto de variaciones en cualquier etapa del proyecto.

9.- La determinación de medidas correctivas en caso de situaciones adversas que puedan presentarse durante la ejecución de las actividades.

10.- La evaluación rápida y eficaz del avance de cada etapa del proyecto.

En general con las anteriores ventajas es de gran ayuda la utilización de la metodología del CPM.

## 2.6 CONCLUSION.

La mejor técnica a emplear en el seguimiento de un proyecto específico, dependerá del grado de complejidad del mismo; así como de la decisión por parte de ejecutivos de alto nivel, basados en el área de planeación y finanzas de la organización, para la elección de dicha técnica.

Tanto la técnica del CPM como el PERT tienen su propio campo de aplicación, agregando que se pueden hacer consideraciones de probabilidad en la técnica del CPM. Hay que insistir que los métodos por computadora requieren, al igual que los manuales, de un análisis y evaluación individual.

Con el paso del tiempo los métodos por computadora han ido cobrando interés, especialmente en campos como el de la construg

ción. El concepto "costo-tiempo", fundamental en este campo, se ha logrado optimizar de manera efectiva, tanto en la etapa de planeación como en la de construcción de un proyecto al utilizar computadoras; ya que los cálculos involucrados en los análisis de sensibilidad, se realizan en forma muy rápida y la probabilidad de error depende del cuidado en la captura de los datos.

En general tanto el CPM como el PERT han tenido una amplia aceptación y han sido objeto de investigación y desarrollo por los desarrolladores de sistemas.

Por último es indispensable actualmente la utilización de cualquiera de éstas técnicas por computadora, ya que el tiempo es un factor decisivo en los costos relativos al desarrollo de un proyecto, por lo que el planificador inteligente sacará provecho de estas técnicas y de su desarrollo futuro.

CAPITULO III

CONTROL DE PROYECTOS MEDIANTE LA RUTA CRITICA.

### CAPITULO III

#### CONTROL DE PROYECTOS MEDIANTE LA RUTA CRITICA.

##### 3.1 JUSTIFICACION DEL CONTROL DE UN PROYECTO.

En la construcción se contemplan características no encontradas en otras industrias, tales como un número grande de procesos y operaciones, como por ejemplo: el poner pilotes, el levantamiento de un edificio, el cavar una zanja, hasta el cavar un túnel de varios kilómetros, etc. Dichos procesos para ser llevados a cabo necesitan de diferentes técnicas de construcción, equipo y mano de obra diversos.

Además el sitio de trabajo o lugar de la obra, no es permanente y en algunas ocasiones se encuentra lejano a la ciudad. La producción en su totalidad puede durar a lo más unos cuantos años.

Otra característica que vale la pena señalar, es que los supervisores de la obra no tienen un control total de los lineamientos a seguir, de las cuestiones financieras, etc. Por último debo señalar que se tienen a dos diferentes tipos de empleados en la construcción: los empleados permanentes y los eventuales, debido a ésta característica el personal de la empresa constructora debe sujetarse a las múltiples condiciones que se dan en cada proyecto, el grupo de trabajadores debe tener flexibilidad en su disponibilidad para poder controlar las diferentes etapas de un



proyecto, teniendo en consideración la diversidad de condiciones que se pueden dar.

Resumiendo, deberán ser tomadas en cuenta las características antes mencionadas en la planeación y el presupuesto de las diferentes etapas del proyecto.

En los proyectos de construcción, se deberá tener una buena planeación, para que de ésta forma se termine en el tiempo estimado con calidad y el costo calculado. En la etapa de planeación se analizan las técnicas de construcción más económicas, para saber cuál es el equipo del que se va a disponer, obteniendo una estimación financiera de los costos involucrados en el proyecto, así como de mano de obra; además mediante una adecuada supervisión se obtiene una buena coordinación de pedidos y entregas de material, pudiendo saber con un tiempo razonable si se van a necesitar subcontratistas para terminar en el tiempo requerido, teniendo en cuenta que el trabajo que realicen se considere en el costo estimado en la planeación.

Aún habiendo realizado la etapa de planeación de una manera satisfactoria, teniendo la red de actividades del proyecto y la gráfica de Gantt perfectamente definidas; la operación de cada etapa dependerá de factores que están fuera de nuestro alcance, como retrasos imprevistos, restricciones que no se previeron anteriormente, etc. En base a lo anterior la dirección deberá ser

informada periódicamente del avance de cada etapa, de las contingencias que están fuera de nuestro control, de los recursos disponibles y de las tareas próximas.

El objetivo principal del control de proyectos, es el hacer revisiones continuas de los trabajos actuales y futuros, para que de ésta forma se puedan prever las necesidades de las etapas futuras, para que éstas sean terminadas satisfactoriamente. Para que las etapas se desarrollen en forma efectiva, se deben de tener en el momento en el que se presente un problema, soluciones rápidas y óptimas, para que los elementos necesarios para la solución de dicho problema se tengan oportunamente cuando se presente el problema.

Por lo anterior, siempre es conveniente recalcular el presupuesto de las etapas faltantes; así como analizar los datos de costo - tiempo en ese momento, debido a que tal vez sea necesario redistribuir los recursos o ampliar los mismos. En cualquiera de los dos casos será necesario hacer un reajuste, tanto del presupuesto, como del tiempo para la parte faltante del proyecto, para que se termine en el tiempo especificado con anterioridad y con el menor costo posible.

Con la metodología del CPM se llevan a cabo los procedimientos de análisis necesarios para cada nueva etapa en el control de un proyecto. Anteriormente, cuando se tenía un problema no previsto

en alguna etapa del proyecto, se aceleraban las tareas, dejando de tomar en cuenta puntos importantes y así terminando en el tiempo indicado; con la técnica del CPM lo anterior es obsoleto.

La etapa de planeación es fundamental, porque mientras más precisa y lógica sea, el desarrollo del proyecto seguirá un cause más óptimo. Pero hay que recalcar que mientras más tiempo se lleve la etapa de planeación, tendrá un costo mayor, por lo tanto la planeación de un proyecto puede tener dificultades en la etapa de concurso, en relación al grado de detalle para el control del mismo. Por la razón antes mencionada, se debe hacer énfasis en la etapa de planeación, revisando tanto la gráfica de Gantt como la red de actividades del proyecto para poder deducir con facilidad los detalles especiales.

La revisión que se sugiere en la etapa de planeación, es realmente la última fase en dicha etapa, pero debe realizarse en forma muy analítica, puesto que de ésta fase depende el desarrollo óptimo del control del proyecto.

### **3.2 REVISION DEL PROGRAMA PARA EL PROYECTO.**

Una vez terminado y revisado el diagrama de flechas del proyecto, se pueden localizar con facilidad algunos errores hechos en el procedimiento, además teniendo desglosadas las redes auxiliares o complementarias, las cuáles muestran las partes más comple

jas del proyecto, que requieren de una atención muy especial por parte del proyectista, para así poder programar el equipo, la mano de obra y materiales.

En ocasiones para someter un programa de un proyecto a concurso, podemos llegar hasta la obtención de la red de actividades y del programa de tiempos dentro de la etapa de planeación. El grado de detalle necesario en la etapa de planeación, es cuando menos el tener bien definido el programa de tiempos para las actividades del proyecto, es decir, obtener un intervalo de duración para las fechas de inicio y término de cada actividad, además de una gráfica de Gantt para el proyecto completo.

Una vez que se gana el concurso, se necesita un análisis más detallado de las fechas óptimas de inicio para cada actividad involucrada, tomando en cuenta el flujo de los recursos necesarios en cada etapa. Las fechas críticas han sido fijadas pero es importante prever un margen de holgura para las no críticas por si llegaran a tener un retraso no esperado.

La técnica del CPM se basa en la obtención de una duración óptima con un costo total mínimo. Para dicha duración límite, con un tiempo de holgura disponible, podremos reajustar las actividades que no están en la ruta crítica a lo largo de todo el proyecto; o en algunos casos puede ser mejor dividir la parte del proyecto no crítica en etapas más pequeñas, a las cuales podremos darles

un tiempo mayor (de holgura), dejando el costo sin cambiar o tal vez disminuyéndolo, resultando más uniformes tanto el equipo como la mano de obra. A consecuencia de lo anterior, cuando se tengan dos o más actividades, las cuales utilizan el mismo equipo y/o personal y que en un principio se habían planeado como simultáneas, ahora se podrán realizar secuencialmente, siempre y cuando cualquiera de las dos tenga un tiempo de holgura razonable.

En conclusión para tener una uniformidad en cuanto a la mano de obra, equipo y recursos, es clave una asignación pertinente de los conceptos anteriores en relación al tiempo de duración de cada actividad; como también lo es la asignación de las fechas de inicio para las actividades no críticas. Es importante recalcar que cuando se proceda a la nivelación de la mano de obra, equipo y recursos; debe tenerse cuidado de no disponer de todo el tiempo de holgura en las rutas no críticas, pues de lo contrario no se tendría un margen de tiempo disponible para maniobras en alguna etapa de la construcción.

Cuando se esté en la etapa de revisión del programa de tiempos, cualquier cambio que haya en el mismo, causará un cambio en el tiempo marcado en el diagrama de flechas, o en la gráfica de Gantt. Es recomendable, que tanto el modelo de red como los programas definitivos se hayan terminado para el momento de hacer las estimaciones pertinentes, aunque estas se realizarán un tiempo después, es de vital importancia el tener bien definidas las

fechas de inicio de todas las actividades, para darlas a conocer a todo el personal involucrado en la obra antes de iniciar el trabajo en el lugar de la misma. Lo anterior es con el fin de no tener demoras al inicio o en alguna etapa del proyecto, éstas pueden originarse tal vez por no haberle hecho énfasis al personal de algunos puntos a considerar, los cuales nos pueden traer problemas y de ésta forma un retraso en el desarrollo de la obra.

### 3.3 REVISION DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION.

Para el buen desenvolvimiento del control del proyecto, se llevan revisiones periódicas del modelo de red como del trabajo involucrado en el avance de cada etapa. Mediante la técnica del CPM continuamente hay modificaciones en la trayectoria del proyecto, con el objeto de que éste se concluya en su fecha de terminación fijada de antemano a un costo total mínimo.

El procedimiento general incluye el revisar la red de actividades del proyecto periódicamente, para actualizarla modificando tal vez las estimaciones hechas en un principio, por lo que está sucediendo en el momento, conforme avanza el proyecto. Cuando se revisen las duraciones de las actividades, deberá analizarse la red de las mismas, para saber si se ha alterado la ruta crítica y por lo tanto la duración del proyecto. En el caso de que hubiera un retraso en relación al programa de tiempos, se podrán ace

lerar algunas actividades, tal vez con más mano de obra o más recursos y de ésta manera se corregirá el retraso.

El problema anterior, el retraso en una actividad puede remediarse, como lo mencioné antes, con mano de obra y equipo adicional, jornadas extra de trabajo, etc. Para las medidas de corrección anteriores podrá calcularse el costo que implica el realizarlas y así podremos evaluar las diferentes alternativas, para poder llegar a la solución óptima. En algunas situaciones es mejor aceptar el retraso en la fecha de terminación del proyecto.

Cuando una actividad no sea crítica, podrá abarcar su tiempo de holgura disponible y de ésta forma no afectará a la duración del proyecto. Si la actividad tiene un retraso lo suficientemente grande, el cuál no puede ser cubierto por su tiempo de holgura disponible, la ruta crítica necesariamente cambiará debiendo analizar nuevamente la parte faltante del proyecto. En ocasiones es conveniente modificar la secuencia de las actividades dentro de la red, cuando surge algún imprevisto o retraso en la obra. Los resultados de las modificaciones hechas en el seguimiento del proyecto, podrán analizarse y cuantificarse rápidamente, para poder compararlos con otras modificaciones y con los cálculos originales, pudiendo tomar una decisión para el desarrollo óptimo del proyecto.

Habiendo tomado las medidas correctivas necesarias, debemos de

elaborar un nuevo plan para la parte restante del proyecto, el cuál incluye el programa de tiempos, la red de actividades y la gráfica de Gantt, y siguiendo el mismo procedimiento tendremos actualizada la red de actividades en todo momento.

En relación a los retrasos de las actividades, éstos son causados generalmente por los siguientes factores:

- a) Retrasos no previstos en la entrega de materiales.
- b) Condiciones fortuitas en el lugar de la obra.
- c) Factores meteorológicos no controlables.
- d) Estimaciones no precisas de la duración de las actividades.
- e) Aumento o reducción en jornadas de trabajo.
- f) Huelgas laborales.
- g) Estimación de costos para las actividades incorrecta.

El factor que nos indica cada cuando hacer una revisión de la red de actividades, reside en el que tan grande o pequeño sea el retraso en la fecha de término del proyecto. Cuando se tengan retrasos poco significativos, es decir, cuando no se llegue a una semana, solo unos días; será necesario revisar los días del calendario y así marcar la etapa correspondiente en el diagrama de flechas.

Para el caso de retrasos mayores se tendrá que considerar la mo



dificación en la secuencia de las actividades, o tal vez la introducción de nuevas actividades; como causa de lo anterior podrían mencionarse los incisos e y f, en donde forzosamente tendrá que hacerse una revisión completa de la red de actividades, realizando los cambios pertinentes llegando a obtener un nuevo plan para el proyecto en cuestión.

En general el tiempo requerido para la revisión periódica de los avances del proyecto, será en períodos de una a dos semanas, pero para proyectos en los cuales el factor tiempo es determinante, es decir, donde tiene que haber rapidéz en algunas de las etapas y donde generalmente se considerarán tres turnos de trabajo, se sobreentiende y justifica la revisión diaria de las actividades de mayor importancia. En la práctica se tiene gran flexibilidad al aplicar la técnica de control de proyectos, puesto que se puede hacer la revisión de un proyecto considerando el análisis de las actividades críticas y de las que casi lo son en relación al proyecto global; análogamente, la revisión de una red puede hacerse en su totalidad, o tan sólo en una porción específica. Por lo tanto, los factores que definen la periodicidad en la revisión de un proyecto, básicamente son el tamaño del proyecto y el grado de complejidad del mismo, la incertidumbre involucrada en su desarrollo, la fecha de terminación y los problemas que ya están fuera de nuestro control.

A veces se piensa que para recuperar el tiempo perdido por retr

sos en alguna etapa del proyecto, deberemos considerar a las actividades críticas. Por lo anterior, en las revisiones periódicas del seguimiento de un proyecto, existe la tendencia a enfocar el análisis a las actividades que están en la ruta crítica del proyecto. Sin embargo, el descuidar las actividades no críticas puede originar un retraso en las mismas hasta convertirlas en críticas.

Las medidas usuales para evitar que una actividad no crítica se convierta en crítica, son el revisar toda la red de actividades o hacer énfasis en los gastos diarios de cada actividad comparándolos con lo presupuestado de antemano.

Tomar como medida el revisar toda la red de actividades, tal vez nos quite mucho tiempo, puesto que tiene que efectuarse un análisis más a detalle en cada etapa, resultando a veces improductivo por la pérdida de tiempo, a no ser que se tenga un retraso realmente serio, el cuál requiera de dicho análisis. Esta es la única forma en la que no perderemos el control de cada etapa del proyecto.

En el caso de comparar lo gastado con lo presupuestado por actividad; si las actividades que están en la ruta crítica están dentro del tiempo estimado, y los gastos son menores a los presupuestados (considerando que ya no puede haber ahorro en lo gastado), es claro que las actividades no críticas han tenido un rg

traso; para el caso en el que los gastos coinciden o sean mayores a los presupuestados, no habrá ningún retraso significativo. a menos de que los tiempos concuerden con los de la ruta crítica, por haber tomado recursos de las actividades no críticas. Es fácil verificar lo anterior mediante el control de costos del proyecto.

Para poder detectar con facilidad cualquier retraso en la ruta no crítica de un proyecto con múltiples actividades, la forma más sencilla es el revisar tanto las actividades críticas como las que casi lo son, es decir, las que tienen una holgura muy pequeña, así como también los gastos erogados de cada operación en intervalos periódicos de tiempo. Cuando al analizar los gastos observemos la probabilidad de retrasos, ya sea en períodos cortos, en períodos regulares más largos de tiempo, o tal vez en eventos de control asignados con anterioridad; necesariamente se hará una revisión global de la red de actividades y la dependencia entre las mismas.

En la técnica del CPM al efectuar el control de costos de un proyecto, y el asignar períodos de revisión mensuales del desarrollo del mismo; éstos deberán de coincidir con las estimaciones mensuales de costo, las cuales también deberán de coincidir con las estimaciones de las fechas de pago.

Por último, si se da el caso de que las actividades que están en

la ruta crítica tengan una demora con respecto al programa de tiempos inicial, o tal vez se encuentren con el tiempo justo, y por otro lado se hayan elevado los gastos; significará que se descuido la parte más importante del proyecto, la ruta crítica, en favor de la parte no crítica, o no se le dio la importancia debida al costo involucrado para cumplir con las actividades críticas, en cuyo caso, haciendo un análisis del presupuesto de cada actividad nos ayudará a entender lo sucedido.

#### **3.4 REVISION DEL PROYECTO EN LA CONSTRUCCION.**

Para un mejor control de las revisiones periódicas de los avances realizados en la obra, es necesario llevar formas de avance de obra, las cuales incluyen conceptos tales como el número de nodo de la actividad, descripción, fecha de inicio, fecha de término, porcentaje de avance, comentarios, etc.

En la etapa de revisión, el informe deberá contener los tiempos de inicio y término de todas las actividades sobresalientes en el seguimiento del proyecto. Con el informe anterior se puede traspasar la información al diagrama de flechas, siguiendo sobre éste posteriormente el desarrollo del proyecto.

En el diagrama de flechas se deberán indicar con alguna simbología o color las actividades que se van finalizando, tachando las duraciones estimadas de las actividades ya finalizadas, escri

biendo su duración real, omitiendo también los tiempos más próximos y los más tardíos de inicio de los eventos ya terminados, y considerando los tiempos reales de ocurrencia de dichos eventos; y por último se deberán indicar los tiempos de terminación esperados para las actividades que se van a iniciar o que se encuentran en desarrollo. Llevando a cabo los pasos anteriores, se puede decir que la red se encuentra actualizada y el procedimiento será similar en cada período que se haya fijado para revisión.

Cuando todas las actividades cumplan con los tiempos programados, es decir, que no se tengan problemas significativos en ese período, tendremos que estar pendientes hasta el siguiente período de revisión. Para el caso de que algunas actividades no se encuentren a tiempo, se tendrán que calcular las fechas de terminación más próximas y más tardías de los eventos no realizados aún, basados en la información resultante de la demora en esas actividades; los resultados se pondrán arriba del evento correspondiente, pudiendo obtener la ruta crítica, así como la fecha de término y el costo estimado en ese momento. Si las estimaciones anteriores son aceptables, continuamos con el seguimiento del proyecto hasta el próximo período de revisión.

En el caso de que la fecha de terminación del proyecto no se acepte; por un lado podremos recurrir a aumentar los recursos para poder recuperar las demoras anteriores, o también se podrán reubicar tanto el equipo como la mano de obra cambiando tal vez

la ruta crítica y las características de la red de actividades.

En base a lo anterior se reprograma el planteamiento sugerido y se calcula el presupuesto; si el planteamiento es aceptado, el desarrollo del proyecto continuará, si no, se tendrán que reasignar nuevamente los recursos, mano de obra y equipo en el nuevo programa.

Cuando no sea posible recobrar el retraso del proyecto, la primera opción es el acelerar las actividades críticas, pues de ellas depende la fecha de terminación del proyecto; si no se recupera el tiempo perdido, se tendrá que recurrir a la compresión de actividades. La segunda opción es el incluir recursos adicionales así como nuevos métodos de construcción y equipo; pensando en una red de actividades completamente nueva a partir del estado actual del proyecto, con el fin de terminar en la fecha deseada tomando en cuenta la nueva estimación del costo total. Habiendo aceptado alguna de las medidas anteriores, se procederá con el nuevo plan, de lo contrario se pensará en otro plan el cuál optimize la solución del menor costo total.

Al emplear la técnica del CPM, una de las mayores ventajas que nos brinda, es el poder visualizar cuales son las actividades clave para terminar a tiempo un proyecto cuando se ha retrasado.

En ocasiones serán necesarias jornadas extras de trabajo, además

de mayor cantidad de equipo y recursos, lo cuál se implantará sólo en las actividades clave, sin tener gastos innecesarios en las demás actividades.

Cuando se tenga un proyecto con múltiples actividades, para tener una mejor apreciación de la red de actividades del mismo, será conveniente que el diagrama de flechas tenga una correspondencia de los trazos, para denotar a las actividades con una escala de tiempo, la cuál definirá las etapas más importantes en el proyecto. Dependiendo del tamaño y tipo de proyecto, se pueden usar claves para los recursos en cada actividad, además de una simbología para las jornadas de trabajo. Otro elemento para una mejor apreciación visual son las gráficas de barras, las cuáles muestran claramente las holguras y deberán estar siempre actualizadas por el responsable de la obra. Por último, es fundamental tener siempre bien informado a todo el personal involucrado de los avances realizados en la obra.

### 3.5 CONTROL DE LOS RECURSOS.

Durante el desarrollo del proyecto cada vez que haya un cambio, debido tal vez a un retraso o a alguna otra causa, es natural pensar en la revisión del plan, tomando en cuenta la reasignación de recursos para su uso óptimo en las etapas faltantes.

El control del proyecto en relación a los recursos y la revisión

de éstos, no es una labor complicada, debiendo calcular para la nueva red los recursos asignados por actividad.

Dentro de los recursos existe un tipo especial de recursos, llamado recursos restringidos; éstos no pueden ser controlados como los demás, es decir, basándose tan sólo en el avance de las actividades o tomando decisiones sobre su redistribución en el lugar de la obra. Un recurso de este tipo es por ejemplo la cantidad de material en existencia, otro recurso son los pagos periódicos presupuestados sobre el costo total del proyecto (mano de obra, equipo, materiales, etc.). Los anteriores recursos son de vital importancia y deberán estar bajo control en todo momento.

Sin embargo estos recursos no se muestran en el diagrama de flechas puesto que son variables, es decir, disminuyen conforme avanza el proyecto. Hay que observar con atención estos recursos, ya que de ellos depende en algunas ocasiones la terminación temprana (antes de la programada) de algunas actividades.

La diferencia entre los costos de las tareas realizadas y los ingresos obtenidos por dichas tareas, nos da el recurso restringido (financiado con pagos periódicos). La regla para el manejo y control de éste tipo de recursos, es que se deberá siempre exceder un mínimo fijado con anterioridad. Como consecuencia de lo anterior, es recomendable programar las fechas de término de las actividades más costosas tan tarde como se pueda, pero antes de



las fechas de estimación de existencias de la obra. Es así como el gasto de estas actividades se puede retrasar hasta un límite tolerable, asegurando por otra parte que los ingresos originados de dichas actividades, se recibirán en un lapso conveniente después de haber realizado el gasto.

La técnica de asignación de recursos podrá aplicarse cuando se tengan bien claras las necesidades de requerimientos, asegurando cumplir con las condiciones de los recursos restringidos tanto en la planeación como en el control del proyecto.

La regla antes mencionada se aplica en la existencia de materiales almacenados (reservas restringidas), donde deberá conservarse siempre un mínimo de recursos restringidos; éste mínimo es fundamental cuando se aplica a una actividad clave (de la que dependen muchas más), la cuál se ha retrasado; de ésta manera la entrega oportuna del recurso restringido para su empleo en dicha actividad, hará que se recupere el tiempo perdido de manera eficiente.

Además de considerar un mínimo para las reservas restringidas, también es necesario hablar de un máximo, los cuales serán tomados en cuenta para la planeación de la red de actividades. En el caso de que se subestimara el límite mínimo o se sobreestimara el máximo de los recursos restringidos, se deberá tener contemplado un nuevo plan, el cuál minimice los costos, y de ésta for-

ma poder mantener la fecha de término del proyecto mediante revisiones continuas, estando pendientes de cualquier indicio de problemas que pudiera surgir, para poder tomar las precauciones necesarias. Hay que mencionar que los límites sobre los recursos restringidos se muestran en la red en forma indirecta, es decir, mediante un símbolo en los eventos y actividades correspondientes. Cuando se tienen mínimos y máximos fijos para los recursos restringidos, la planeación y control de los mismos se realiza en forma manual en el momento de asignar recursos, sin embargo es importante después de obtener la ruta crítica del proyecto, programar aquellas etapas afectadas por los recursos restringidos, y de ésta forma obtener sus holguras disponibles, antes de reprogramar en su totalidad la red de actividades del proyecto.

Cuando se cuenta con un equipo de cómputo para realizar el procedimiento anterior, generalmente se emplea la técnica de simulación. Al emplear dicha técnica, lo que se hace es simular en conjunto a varias actividades, las cuales están sujetas al recurso restringido, considerando a todas las posibles distribuciones de los recursos por actividad resultantes de dicha simulación, permitiendo así elegir a la más viable combinación entre el límite de recursos restringidos y el costo total mínimo. Es de gran utilidad el empleo de la técnica de simulación cuando se tienen proyectos complejos con un gran número de actividades precedentes, en las cuáles se tiene un límite en los recursos restringidos.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
PARA LOS PROYECTOS DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO IV

### DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO PARA LOS PROYECTOS DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86.

#### 4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA.

El proyecto copa mundial de futbol 1986 comprende un conjunto de proyectos diversos, los cuales requieren de un análisis detallado de cada una de sus partes, algunos tendrán mayor complejidad que otros, en razón de su importancia en dicho evento.

Los proyectos considerados en dicho análisis son los siguientes:

- Centro Internacional de Radiodifusión
- Centro Internacional de Prensa
- Estadio Universitario
- Estadio Tecnológico
- Estadio Jalisco
- Estadio 3 de Marzo
- Estadio León

- Estadio Irapuato
- Estadio Corregidora
- Estadio Toluca
- Estadio Cuauhtémoc
- Estadio Neza '86
- Estadio Olímpico 68
- Estadio Azteca 2000
- Centros de Prensa (Monterrey, Guadalajara, Leon, Querétaro y Puebla)
- Comité Ejecutivo (sorteo)
- Oficinas Sede

Para tener un control global de todos los proyectos, se diseñó un sistema mediante el cual se realizó un análisis detallado de la planeación para la programación de actividades y consecución de las mismas en un intervalo de tiempo.

Dicho sistema tiene el propósito de facilitar a los directivos de cada proyecto, la información que éstos requieren para conocer la consecución de las principales actividades de su proyecto, así como la información que les permita tomar acciones correctivas más oportunas y efectivas.

Debido al objetivo del sistema, se le denominó como sistema de programación y seguimiento; el cual comprende un subsistema central computarizado de concentración de información y de presentación de datos, alimentado éste por una serie de diversos subsistemas de recolección de información; pudiendo algunos ser computarizados y otros no, pero siempre debiendo ser ágiles y diseñados para presentar información veráz y actualizada.

El sistema posee características de agilidad, rapidez de actualización y de veracidad, esenciales para una operación óptima del mismo, además de resaltar la aplicación de alta capacidad tecnológica y técnica, tanto en los subsistemas que lo integran como del personal que opera el sistema.

Para cumplir con los requerimientos antes indicados, Televisa contó con la infraestructura necesaria, en relación a los equipos de cómputo, así como de modernos programas para la programación y control de actividades.

#### 4.2 LINEAMIENTOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO (SPS).

##### A. Subsistema central de cómputo y presentación de datos.

El establecimiento del sistema se hizo con base en la utilización de microcomputadoras tipo IBM-PC, programas del tipo ruta crítica, específicamente pertmaster, equipos de impresión para emitir informes concisos que permitieran la ágil y oportuna toma de decisiones.

La información obtenida del SPS se presentó en las "salas de decisiones", en donde los directivos analizaron el progreso de las diversas actividades para la toma de acciones correctivas cuando fuere necesario. A dichas salas asistieron conforme a un calendario adecuado de reuniones periódicas.

Para que éste subsistema central adquiriera las características técnicas y operativas más eficientes, para tener un funcionamiento lo más optimizado posible, se consideraron en lo posible los conocimientos y experiencia adquiridos en eventos similares, que se han desarrollado en forma exitosa, como el Mundial de futbol España '82 y las Olimpiadas de los Angeles 1984.

B. Subsistema de transmisión y presentación de información a la alta dirección.

La estructura de dicho subsistema es similar a la del subsistema central, a diferencia de que la información resultante del mismo, es concisa y objetiva; con el propósito de que sea analizada por la "Sala de Decisiones de la Alta Dirección", la cuál también se realiza periódicamente.

C. Subsistema para la alimentación del SPS de los datos de programación y consecución de las actividades claves.

La implantación de dichos subsistemas y su forma de operación, así como los métodos de recolección y transmisión de los datos correspondientes, fueron motivo de un análisis exhaustivo por un grupo de personas profesionalmente competentes. No es que la metodología para la recolección de datos, su concentración y su transmisión fueran de alto grado de dificultad, sino que fué necesario que los métodos y procedimientos estuvieran definidos clara y sencillamente, para funcionar sin presentar problemas respecto a la veracidad y rapidéz de la información adquirida.



Para el estudio antes indicado, fueron integrados los conocimientos más experimentados y más avanzados de que se pudo disponer.

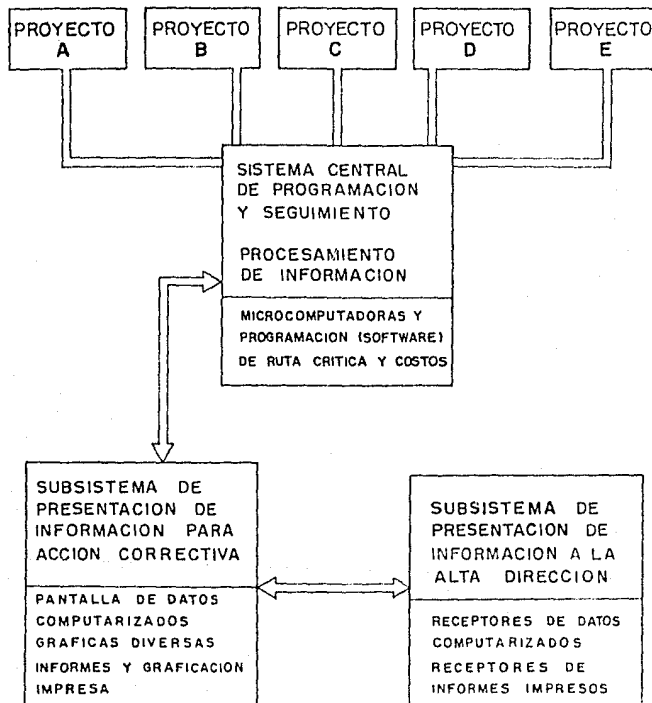
#### D. Operación del sistema de programación y seguimiento.

La operación del SPS se llevó a cabo en base a procedimientos simplificados y claramente definidos, de tal manera que todas las personas que requirieron de la información analizada por el SPS, así como las personas que intervinieron en su operación, tuvieron pleno conocimiento de su funcionamiento.

También se previó durante la implantación del sistema, una evolución de los procedimientos mencionados, hasta llegar a obtener los procedimientos definitivos más idóneos. A continuación se muestra un diagrama de relaciones convenientes del SPS.

**PROGRAMA COPA MUNDIAL 1986**  
**SISTEMA DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO**  
**CONCEPTO GENERAL**

**SUBSISTEMA DE RECOLECCION Y ALIMENTACION**  
**DE INFORMACION DE LAS OBRAS, INSTALACIONES Y SERVICIOS**



TELEVIS A . S A  
ASESORIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS JUEGOS  
DE LA COPA DEL MUNDO MEXICO 86

Para una mejor comprensión del sistema, se ha elaborado un instructivo del mismo; mediante el cuál se explica la forma de integrar la información de cada proyecto, subproyecto y actividad, por medio de una numeración o codificación adecuada.

El instructivo posee formularios que cada director de proyecto y/o jefe de subproyecto deben llenar y entregar al encargado del sistema, para que éste integre toda la información en la computadora; relativa a la programación de las actividades relevantes, metas claves y críticas e información periódica (cada 15 días) relativa al avance de las obras.

Los datos del avance de las actividades clave de cada proyecto, se introdujeron a los sistemas de cómputo, los cuales efectuaron una comparación de lo programado contra lo real. El resultado de ese análisis llamó la atención en relación a las divergencias que se presentaron y a los problemas que requirieron de acción correctiva.

Es importante destacar la importancia de tener un flujo de información adecuado, debido a que el tiempo es un factor determinante en el desarrollo del proyecto global; por lo que al diseñar el sistema se consideró ésta característica, teniendo un flujo de información "horizontal" entre todos los proyectos, por la estrecha interdependencia que éstos tienen.

Otro punto a considerar fue que la información de cada proyecto se "normalizó" con un mismo formato, debido a la estrecha relación o interdependencia entre cada uno.

Respecto a la información emanada de las juntas en las "salas de decisión", plasmada en las minutas de dichas juntas; ésta llevó un mismo lenguaje, encabezados y codificación para el seguimiento de los puntos ahí tratados.

Por la conveniencia de establecer dicho sistema, en base a lo citado anteriormente y remarcando como objetivo primordial del mismo, llevar el control del tiempo para cada proyecto, es necesario contemplar dos fases cronológicas: la fase constructiva y la fase operativa.

Dentro de la fase constructiva, se consideran las obras e instalaciones, y en la fase operativa, los servicios a prestarse.

#### **4.3 CLASIFICACION Y COMPOSICION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.**

Para la primera fase, con respecto a las obras, se consideró la obra civil para cada proyecto, y en razón del sistema de programación y seguimiento, se le ha asignado la codificación siguiente:

1000.0      Obra Civil.

Le ha sido asignada tal codificación, por ser la primera etapa de ejecución en cada proyecto.

Para el concepto "Obra Civil" se ha considerado un nivel de subproyectos, los cuales se muestran con su codificación:

- 1.0 Cimentación
- 2.0 Estructura
- 3.0 Albañilería
- 4.0 Fachadas
- 5.0 Plafones
- 6.0 Pisos
- 7.0 Acabados interiores
- 8.0 Canceles interiores
- 9.0 Obras exteriores

Cada subproyecto se analiza hasta llegar a nivel de actividad, donde se plantea su cronología; se definen necesidades, se el

bora un anteproyecto, se contrata equipo, se hace el montaje del equipo y se pone en operación, realizandose las actividades necesarias, y como actividad final se desmonta el equipo finalizada la operación.

En relación a instalaciones; se han considerado las instalaciones de sistemas electromecánicos y las de los sistemas de telecomunicaciones; que de igual manera, adoptando la codificación de dicho sistema se tiene:

2000.0 Sistemas electromecánicos

3000.0 Sistemas de telecomunicaciones

Les ha sido asignada dicha codificación por ser las etapas subsecuentes, habiendo considerado la obra civil.

Para los sistemas electromecánicos se tienen los siguientes subproyectos :

1.0 Alta tensión

2.0 Circuitos normales y de emergencia

3.0 Ductos, canalizaciones y cableado

- 4.0 Distribución a baja tensión
- 5.0 Alumbrado e iluminación
- 6.0 Climatización
- 7.0 Bombeo
- 8.0 Alarmas y seguridad industrial

Los sistemas de telecomunicaciones se componen por los siguientes subproyectos :

- 1.0 Red telefónica pública (verde)
- 2.0 Red telefónica doméstica (blanca)  
Red telefónica ejecutiva (roja)
- 3.0 Telex
- 4.0 Telefoto y telefacsimil
- 5.0 Datos y mensajes electrónicos
- 6.0 Generación y transmisión de TV y audio

7.0 Distribución local de TV y audio

8.0 Comunicaciones espaciales

9.0 Microondas

Teniendo de igual manera que para obra civil un nivel de actividades comunes.

Resumiendo, las obras e instalaciones son etapas fundamentales en la secuencia cronológica de la red de actividades de cada proyecto. Con una adecuada programación de las actividades de los diversos proyectos, se precisa el objetivo final; la prestación de los servicios previa y durante los juegos para los diferentes grupos de destinatarios.

A continuación se tiene la fase operativa, la cuál contempla los servicios a prestarse antes y durante el mundial.

#### 4.4 CLASIFICACION Y COMPOSICION DE LOS SERVICIOS.

Es conveniente clasificar por grupos dichos servicios, con el objeto de detallar cada uno de ellos, y en función del análisis de los mismos se les ha diferenciado como sigue :

a) Generales



b) Especializados

c) De Apoyo

A continuación se detalla cada grupo de servicios:

a) Servicios Generales

-Abastecimientos

-Agencias de viajes

-Artesanías y recuerdos

-Bancos

-Cafetería y/o restaurante

-Contabilidad

-Contraloría

-Correos

-Custodia de mobiliario, equipo e instalaciones

- Finanzas
- Fotografía y revelado
- Guardabultos
- Guardarropa
- Librería y revistas
- Mantenimiento
- Mensajería
- Paquetería internacional
- Mensajería internacional
- Renta de autos
- Reparación de aparatos
- Tabaquería
- Teléfonos públicos

-Telegrafos

-Transporte

B) Servicios Especializados (o Directos).

-Agentes de enlace

-Cabinas Off-Tube

-Centro de copiado

-Centro de información

-Distribución de señales audio/video

-Estudios de TV y radio

-Máquinas de videotape para efectos especiales

-Mensajería electrónica

-Oficina de traducciones

-Oficinas especiales para prensa, radiodifusores, FIFA

-Programación booking

-Redes telefonicas: local, ejecutiva y pública

-Sala de juntas

-Sala de mecanografía

-Sala de video privado

-Servicio médico de emergencia

-Telefacsimil

-Telex

-Terminales de datos

-Videoteca

c) Servicios de Apoyo

-Acreditación

-Edecanes e intérpretes

- Estacionamientos
- Información del mundial
- Información del proyecto AMIGO (Access México Information for Global Output)
- Información interna de cada proyecto
- Información sobre alojamiento
- Información turística
- Localización y voiceo
- Monitores
- Relaciones públicas
- Salas de proyección de TV
- Salas de reuniones

Por conveniencia, éstos servicios se han dividido por grupos de destinatarios tales como: Prensa, Radiodifusores, FIFA, Delegaciones e Invitados Especiales.

A cada uno de éstos grupos de destinatarios se les ha asignado un código en razón del sistema de programación y seguimiento; la codificación es la siguiente para los servicios:

4000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a  
La Prensa

5000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a  
Los Radiodifusores

6000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a  
La FIFA

7000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a  
Las Delegaciones

8000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a  
Los Invitados Especiales

Para cada uno de éstos grupos se tiene un nivel de proyectos comunes a los de las obras e instalaciones, además de tener un nivel de subproyectos iguales para cada grupo, los cuales se mencionan en seguida con su codificación:

1.0 Información (servicio de apoyo)

- 2.0 Acreditación (servicio de apoyo)
- 3.0 Servicios directos (servicios especializados)
- 4.0 Alojamiento (servicio de apoyo)
- 5.0 Transporte (servicio general)
- 6.0 Relaciones públicas (servicio de apoyo)
- 7.0 Administración y control (servicio general)

Al Igual que para las obras e instalaciones, cada subproyecto se analiza hasta llegar a nivel actividad, donde se plantea su cronología, es decir, el desarrollo de cada etapa desde la definición de necesidades, hasta la etapa final que es el desmontaje.

Cada destinatario de los servicios requiere de un tratamiento especial, en razón de que sus intereses son diferentes; por lo que se ha elaborado una tabla en la que se muestran los servicios a ofrecer para cada uno de los grupos. También fue necesario definir los directorios de las personas responsables para la prestación de dichos servicios, así como los manuales de procedimientos, reglamentos comunes y técnicos especializados, etc. A continuación se muestra la tabla de servicios a ofrecer para cada grupo.

SERVICIOS GENERALES, ESPECIALIZADOS

Y DE APOYO

SUBPROYECTOS

PROYECTOS GENERALES

<u>SERVICIOS</u>	<u>4000.0</u>	<u>5000.0</u>	<u>6000.0</u>	<u>7000.0</u>	<u>8000.0</u>
	<u>CIP</u>	<u>CIR</u>	<u>FIFA</u>	<u>DELEGACIONES</u>	<u>INVITADOS ESPECIALES</u>

INFORMACION

INFORMACION PRELIMINAR	X	X	X	X	X
INFORMACION DURANTE EVENTO	X	X	X	X	X
INFORMACION POSTERIOR	X	X	X	X	X

ACREDITACION

ACREDITACION DEFINITIVA	X	X	X	X	X
PRENSA NACIONAL	X				
PRENSA INTERNACIONAL	X				
ASOCIACIONES			X		
OTROS					X

S. DIRECTOS

CENTRO DE COPIADO	X	X	X		
SALA DE MECANOGRAFIA	X		X		
SALA DE VIDEO PRIVADO	X				
TERMINALES DE DATOS	X	X			



S E R V I C I O S	4000.0 CIP	5000.0 CJR	6000.0 FIFA	7000.0 DELEGACIONES	8000.0 INVITADOS ESPECIALES
Mensajería Electrónica	X				
Sala de Juntas	X	X	X		
Servicio Médico	X	X	X	X	X
Estudios de T.V. y Radio		X			
Máquinas Video Tape		X			
Cabinas Off-Tube		X			
Dist Señales Audio/Video		X			
Programación Booking		X			
Oficina de Traducciones	X	X			
Agentes de Enlace	X	X	X	X	X
Centro de Información	X	X	X		
Oficinas Especiales	X	X	X		
Telex	X	X	X		
Telefacsimil	X	X	X		
<u>REDES TELEFONICAS</u>					
Local	X	X	X		
Ejecutiva	X	X	X		
Pública	X	X	X		
Facilidades de Conferencias	X	X	X		
<u>ALOJAMIENTO</u>					
Referencia Manual de Alojamiento			X	X	

S E R V I C I O S	4000.0 CLP	5000.0 CIR	6000.0 FIFA	7000.0 DELEGACION	8000.0 INVITADOS ESPECIALES
-------------------	---------------	---------------	----------------	----------------------	--------------------------------

TRANSPORTE

EDECANES	X	X	X	X	X
SERVICIOS LINGUISTICOS	X	X	X	X	X
CONTROL DE ARRIBOS Y SALIDAS	X	X	X	X	X
CONTROL DE RUTAS	X	X	X	X	X

RELACIONES PUBLICAS

EVENTOS (LUGAR, HORA)	X	X	X	X	X
INVITACIONES	X	X	X	X	X
ATENCIONES ESPECIALES	X	X	X	X	X
SOUVENIRS (DISTRIBUCION)	X	X	X	X	X
EDECANES	X	X	X	X	X
SERVICIOS LINGUISTICOS	X	X	X	X	X
PROTOCOLO			X		

ADMON Y CONTROL

S. DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	X	X			
S. DE ADMON. INTERNA	X	X			
S. DE CONCESIONARIOS	X	X			
S. DE INTENDENCIA	X	X			
S. DE MANTENIMIENTO	X	X			

Hay que mencionar que de la calidad de dichos servicios, dependerá que se logre el objetivo final de tan importante evento; la imagen dada por el país a todo el mundo. Por tal motivo es importante llevar un seguimiento detallado para cada grupo de servicios.

En resumen, en la fase constructiva es importante la programación, seguimiento y control de las obras e instalaciones para cada proyecto antes mencionado. En la fase operativa es importante llevar un estricto control de todos los servicios a prestarse antes y durante el mundial.

A continuación se muestra el instructivo del sistema de programación y seguimiento, con el objeto de un mayor entendimiento de lo expuesto anteriormente.

Sistema de información para la programación  
y seguimiento de las obras, instalaciones y servicios  
para los proyectos de la Copa del Mundo México '86

4.5 Instructivo

Televisa, S.A.

Asesoría de la Presidencia

obras, instalaciones y servicios

para los juegos de la Copa del

Mundo México '86.

## Obras, Instalaciones y Servicios

### Procedimiento para aplicar a los proyectos de la Copa del Mundo México '86 el sistema de programación y seguimiento (SPS).

Los pasos a seguir para aplicar el sistema de programación (SPS) para las obras, instalaciones y servicios de los proyectos generales, o grupos de proyectos de la copa del Mundo México '86 son los que a continuación se describen.

#### I. Organización y codificación

El primer paso del procedimiento se refiere a la estructuración de los proyectos generales, o grupos de proyectos. Esta estructuración deberá ser en forma de un organigrama para la información de programación y seguimiento, un ejemplo se presenta en la figura 4.1, para el caso de los proyectos de obra civil.

##### A. Organigrama del proyecto general, o grupo de proyectos

Tal como se presenta en la figura 4.1, cada proyecto general, o grupo de proyectos, se deberá estructurar en la forma siguiente:

1. Seleccionar, designar y titular los proyectos que constituyen el proyecto general, o grupo de proyectos.
2. Seleccionar, designar y titular los subproyectos que constituyen cada proyecto.
3. Seleccionar, designar y titular las macroactividades clave (principales) que deberá ejecutar cada subproyecto.
4. Estructurar la información anterior (de los incisos 1, 2 y 3) en un organigrama, conforme al ejemplo de la figura 4.1 .

Para el proyecto sistemas mecánicos, en base a los 4 puntos anteriores, se muestra en la figura 4.2; para el de telecomunicaciones en la figura 4.3; para los servicios a la prensa en la figura 4.4 y así sucesivamente hasta llegar a los servicios a los invitados especiales en la figura 4.8.

#### B. Codificación numérica del organigrama

El próximo paso es el de la codificación numérica de los elementos del organigrama:

1. A nivel proyecto general, o grupo de proyectos
2. A nivel proyecto
3. A nivel subproyecto
4. A nivel macroactividad

Como se indica en el ejemplo de la figura 4.1, Se recomienda una numeración (o codificación) decimal; la que en el caso de los proyectos de obra civil viene a ser la siguiente:

1. Codificación decimal 1000.0 para el nivel grupo de proyectos
2. Codificación 1010.0, 1020.0, 1030.0, etc. Para el nivel proyecto
3. Codificación 1011.0, 1012.0, 1013.0, etc. Para el nivel subproyecto del proyecto 1010.0 (obra civil CIR); 1021.0, 1022.0, 1023.0, etc. Para el nivel subproyecto del proyecto 1020.0 (obra civil CIP); y así sucesivamente.
4. Codificación 1011.10, 1011.20, 1011.30, etc. Para

el nivel macroactividad del subproyecto obra civil CIR; 1021.10, 1021.20, 1021.30, etc. Para el nivel macroactividad del subproyecto obra civil CIP; y así sucesivamente.

Para el caso de los proyectos generales, se sugiere la siguiente codificación decimal para el nivel proyecto general:

- 1000.0 Obra civil.
- 2000.0 Sistemas electromecánicos.
- 3000.0 Sistemas de telecomunicaciones.
- 4000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a La Prensa.
- 5000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a Los Radiodifusores.
- 6000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a La FIFA.
- 7000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a Las Delegaciones.



8000.0 Servicios generales, especializados y de apoyo a Los Invitados Especiales.

La estructuración de los proyectos tal como se describió antes, y la codificación numérica de los niveles de proyecto, subproyecto y actividad, es esencial y una manera eficiente para el manejo de toda la información de la programación de las obras, instalaciones y servicios, así como de la información periódica de avance de obra. Adicionalmente esa codificación numérica se podrá aplicar también para identificar los temas de las salas de decisiones, así como las acciones que en éstas se tomen. Tal codificación de los temas que se tratarán en reuniones de sala de decisión, tomará más eficaz el manejo de éstos y permitirá una uniformidad y rápida identificación de las diversas acciones que se vayan tomando, respecto de temas y acciones específicas durante el desarrollo de la ejecución de las obras instalaciones y servicios de los proyectos.

5. Cada actividad que está definida como una etapa progresiva, requiere profundidad definitoria para que opere como un sistema, y es necesario describir tanto su estructura como sus modalidades de operación; por lo que se ha diferenciado un nivel de actividades supletorias de la .01 A la .04

Habrá que considerar que algunas de ellas podrán ser ricas por la abundancia obligada de información que requieren y otras, por el contrario, fácilmente definibles o definibles en términos de especificaciones y normas adoptadas internacional o localmente.

6. Para la codificación de los proyectos y subproyectos de obra civil, sírvase usted considerar los siguientes ejemplos:

CIR 1010.00

Cimentación 1011.0

Estructura 1012.0

Albañilería 1013.0

Fachadas 1014.0

Ejemplo a nivel macroactividades:

Albañilería "Definición" 1013.1

Albañilería "Montaje en sitio" 1013.6

En cuanto a las faenas autónomas bajo control independiente, cada subproyecto puede requerir:

- a. Estructura y características del sistema.
  - b. Ingeniería y normas. Especificaciones del equipo.
  - c. Redes de comunicación a emplearse. Modos de operación y contingencia.
  - d. Equipos y materiales.
- ..Otros

Las faenas no están codificadas como actividades ni se manejan en el programa de cómputo, sino son por necesidad y se usan de manera selectiva.

Cada subproyecto llevará el nombre de un responsable con su dependencia, domicilio postal, número telefonico y telex.

Cuando cada responsable de un subproyecto presente en forma monográfica dicho subproyecto, lo identificará siempre con el número de código, seguido del nombre del proyecto, ejemplo:

1017.30 CIR

Acabados interiores

## Proyecto ejecutivo y programa

Los reportes verbales presentados en las salas de decisiones, irán acompañados siempre de un documento con el código anterior, el cuál auxiliará al relator en la preparación de las minutas y en la definición del orden del día para la siguiente reunión.

### II. Información de programación y avance

Una vez establecida la estructuración descrita en el punto I, se puede proceder a la organización de la información concerniente a:

- La programación (los programas de ejecución) de las obras, instalaciones y servicios de cada proyecto.
- La información periódica del avance de las obras, instalaciones y servicios de cada proyecto.

La información (o datos) indicada, es la que el sistema SPS procesará en los centros de cómputo correspondientes, para el análisis del progreso de las actividades de cada proyecto, a nivel subproyecto. Con base en la información de programación y avance de obra, así como de programa

ción de inversión y "avance" de ésta, los centros de cómputo (SPS) generarán los informes y gráficas necesarias para la toma de acción correctiva y de otros tipos de decisiones, por los directivos de los proyectos y, en su debido caso, por la alta dirección.

A. Datos de programación de actividades.

Para la presentación de la información correspondiente a la programación (programas de ejecución) de las actividades de los proyectos, a nivel subproyecto; se recomienda la utilización del formulario (uno para cada subproyecto) cuyo ejemplo se presenta en la fig. 4.9 .

Los datos de programación de las macroactividades de cada subproyecto, en relación a su proyecto correspondiente; son específicamente los que se requieren para que el sistema de cómputo (SPS) guarde en su memoria los programas de ejecución de cada macroactividad clave, como base para su comparación durante el progreso del proyecto con los datos de avance de obra, que se describen a continuación.

B. Datos de avance de obra.

Para la presentación de la información correspondiente

al avance de las actividades de los proyectos, a nivel subproyecto; se recomienda la utilización de formularios (uno para cada subproyecto); cuyo ejemplar se presenta en la fig. 4.10

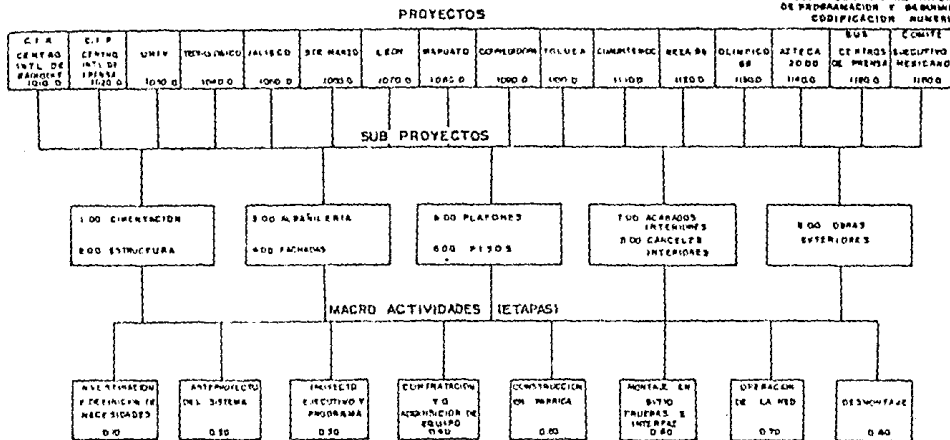
Los datos periódicos (cada 15 días) del avance de obra por actividad, para cada subproyecto en relación al proyecto correspondiente; son específicamente los que se requieren para que el sistema de cómputo (SPS) efectuó los análisis de comparación de avance vs. programación, necesarios para la toma de acciones correctivas y otras decisiones a nivel proyecto y/o proyecto general y/o alta dirección.

A continuación se muestra cada proyecto general con sus subproyectos respectivos, detallando cada subproyecto por conceptos explicativos.

# OBRAS E INSTALACIONES

## 1000.0 OBRA CIVIL

ESQUEMA PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
CODIFICACION NUMERICA



ASESORIA DE LA PRENSA  
COMUNICACIONES PARA LOS NIÑOS  
DE LA COPEL DEL MUNDO MEXICO 88  
TELEFONIA 8. A. 12 VII 88

FIG. No 1

# OBRAS E INSTALACIONES 2000.0 ELECTROMECHANICOS

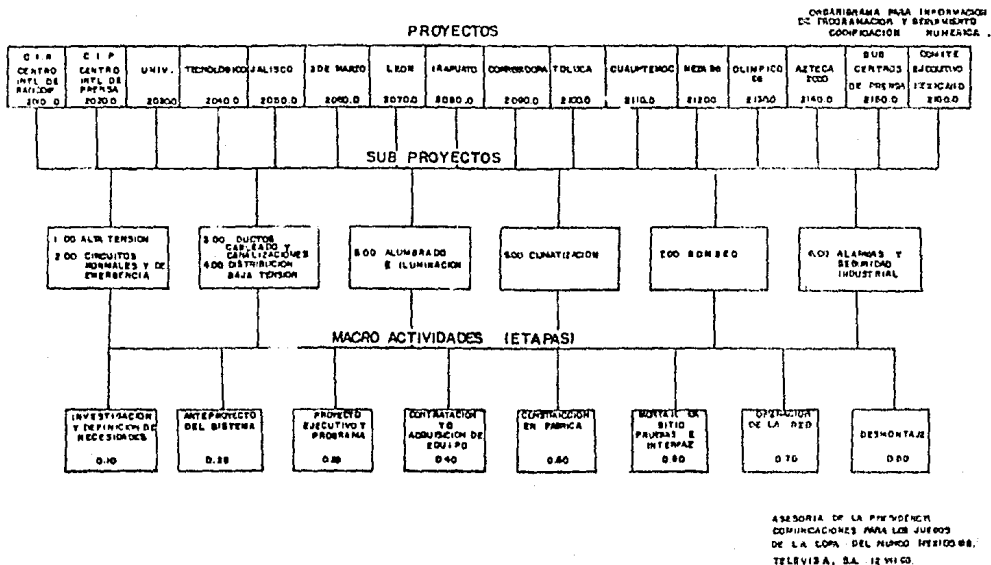


FIG. No 2



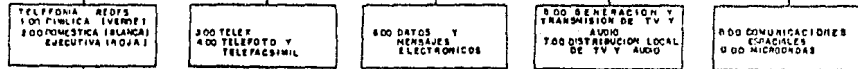
# OBRAS E INSTALACIONES 3000.0 TELECOMUNICACIONES

ORDENAMIENTO PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
CODIFICACION NUMERICA

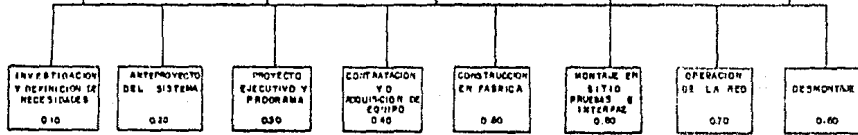
## PROYECTOS

C. I. B.	C. I. P.	UNIV.	TECHOLZCO	JALISCO	3 DE MARZO	LEON	IRAPUATO	COMEDOR	TOLUCA	QUAHTEMOC	MEZA M.	OLIMPICO 85	AZTECA 2000	SUB CENTROS DE PRENSA MEXICANO	COMITE EJECUTIVO MEXICANO
3010 0	3010 0	3010 0	3040 0	3050 0	3060 0	3070 0	3080 0	3090 0	3100 0	3110 0	3120 0	3300	3140 0	380 0	3150 0

## SUB PROYECTOS



## MACRO ACTIVIDADES (TETAFAS)



ASESORIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS ARCOS  
DE LA CORP. DEL MUNDO MEXICO 85  
TELEFONIA SA 12 VII 86

FIG. No 3

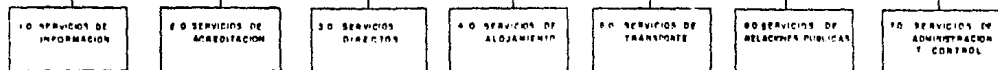
4000 0  
SERVICIOS GENERALES, ESPECIALIZADOS Y DE  
APOYO A LA PRENSA

ORGANIGRAMA PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
CODIFICACION NUMERICA

PROYECTOS (CENTROS Y SALAS DE PRENSA)

CIR	CIP	UNIV	TECNOLOGIA	JALISCO	3 DE MARZO	LEON	IRAPUATO	COAHUILA	TOLUCA	PUNTA VIEJA	NEZA	MEXICO	BAJAJAZ	CENTROS DE PRENSA	COMITE EJECUTIVO	ORDENAS SERVA
4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0	4000 0

SUB PROYECTOS



MACRO ACTIVIDADES (ETAPAS)



0  
MONTEREY  
MIGDALAJARA  
LEON  
QUINTANA  
RUERIA

00  
TOLUCA  
PUFELA  
QUERETARO  
IRAPUATO  
LEON  
MIGDALAJARA  
MONTEREY

SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS SERVICIOS  
DE LA PODER JUDICIAL MEXICANO SA  
TELEVISION SA

FIG. No 4

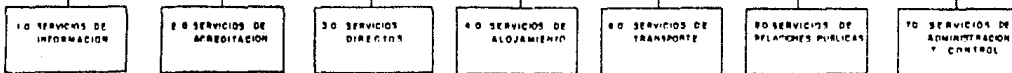
5000.0  
SERVICIOS GENERALES, ESPECIALIZADOS Y DE  
APOYO A RADIODIFUSORES

PROYECTOS (CENTROS DE RADIODIFUSION)

ORGANIGRAMA PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
CODIFICACION NUMERICA

C 1 R	C 1 R	UNIV	TECNOLOGICO	JALISCO	S DE MARZO	LEON	INAPUATO	CORREDORES	TOLUCA	CUAHTEMOC	NEZA DE	MEXICO	MATEHUALTE	CENTROS DE PAPIASA	COMITE EJECUTIVO	OPINAS SECPA
5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5000.0	5100.0	5200.0	5300.0	5400.0	5500.0	5600.0	5700.0

SUB PROYECTOS



MACRO ACTIVIDADES (ETAPAS)



•  
MONTERREY  
GUADALAJARA  
LEON  
QUERETARO  
PUEBLA

••  
TOLUCA  
PUEBLA  
QUERETARO  
INAPUATO  
LEON  
GUADALAJARA  
MONTERREY

ASISTENCIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS AJEDOS  
DE LA COPA DEL MUNDO MEXICO 80  
TEL. 6194, S. O.

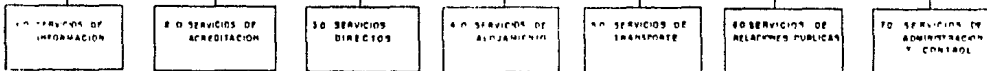
0000 0  
**SERVICIOS GENERALES, ESPECIALIZADOS Y DE  
 APOYO A FIFA**

ORGANIGRAMA PARA INFORMACION  
 DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
 CODIFICACION

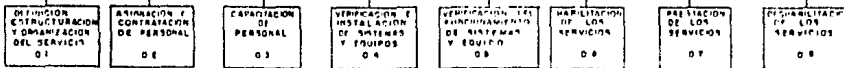
**PROYECTOS**

C 1 R	C 1 P	UNIV	TECNOLMTC	JALISCO	3 DE MARZO	LEON	IRAPUATO	GUERREROC	TOLUCA	QUINTANA ROO	NEZA	MEXICALCO	QUINTANA ROO	CAMBIO DE PRENSA	COMITE DE PRENSA	MUNICIPIO DE
0100 0	0200 0	0300 0	0400 0	0500 0	0600 0	0700 0	0800 0	0900 0	1000 0	1100 0	1200 0	1300 0	1400 0	1500 0	1600 0	1700 0

**SUB PROYECTOS**



**MACRO ACTIVIDADES (ETAPAS)**



0  
 MONTERREY  
 TOLUCA  
 QUERETARO  
 QUINTANA ROO  
 MEXICALCO

00  
 TOLUCA  
 MEXICALCO  
 QUERETARO  
 IRAPUATO  
 LEON  
 MEXICALCO  
 MEXICALCO

AGENCIA DE LA PRESIDENCIA  
 COMISIONES PARA LOS SERVICIOS  
 DE LA CFE, DE MEXICALCO Y  
 TOLUCA

**FIG. No 6**

7000.0  
SERVICIOS GENERALES, ESPECIALIZADOS Y DE  
APOYO A DELEGACIONES

PROYECTOS

ESQUEMA PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO  
COORDINACION NUMERICA

C I R CENTRO INTL DE BADOUIF 7040.0	C I P CENTRO INTL DE PAENSA 7000.0	UHV 7080.0	TECNOLOGICO 7040.0	JALISCO 7090.0	3 DE MARZO 7080.0	LEON 7070.0	IRAPUATO 7040.0	CORREOORA 7090.0	TOLUCA 7100.0	QUINTANA ROO 7110.0	NEZA DE 7120.0	OLIMPICO 7180.0	BOAITECA 7140.0	CENTROS DE PRENSA 7160.0	CONITE EJECUTIVO 7180.0	OPUNAS SECRET 7170.0
---	--	---------------	-----------------------	-------------------	----------------------	----------------	--------------------	---------------------	------------------	------------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------

SUB PROYECTOS

10 SERVICIOS DE  
INFORMACION

20 SERVICIOS DE  
AFILIACION

30 SERVICIOS  
DIRECTOS

40 SERVICIOS DE  
ALOJAMIENTO

50 SERVICIOS DE  
TRANSPORTE

60 SERVICIOS DE  
RELACIONES PUBLICAS

70 SERVICIOS DE  
ADMINISTRACION  
Y CONTROL

MACRO ACTIVIDADES (ETAPAS)

DEFINICION  
ESTRUCTURACION  
Y ORGANIZACION  
DEL SERVICIO  
01

ASIGNACION Y  
CONTRATACION  
DE PERSONAL  
DE  
02

CAPTACION  
DE  
PERSONAL  
03

VERIFICACION E  
INSTALACION  
DE SISTEMAS  
Y EQUIPOS  
04

VERIFICACION DEL  
FUNCIONAMIENTO  
DE SISTEMAS  
Y EQUIPO  
05

HABILITACION  
DE LOS  
SERVICIOS  
06

PRESTACION  
DE LOS  
SERVICIOS  
07

DESABILITACION  
DE LOS  
SERVICIOS  
08

●  
MONTERREY  
BUADALAJARA  
LEON  
QUERETARO  
PUEBLA

●●  
TOLUCA  
PUEBLA  
QUERETARO  
IRAPUATO  
LEON  
BUADALAJARA  
MONTERREY

ASESORIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS JUEGOS  
DE LA COPA DEL MUNDO MEXICO EN  
TELEVISION, S.A.

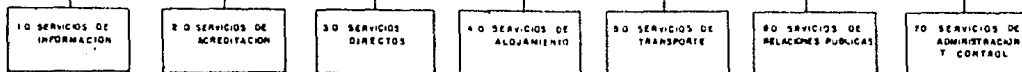
8000.0  
SERVICIOS GENERALES . ESPECIALIZADOS Y DE  
A P O Y O A INVITADOS ESPECIALES

PROYECTOS

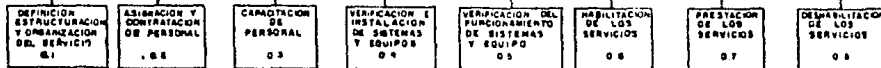
DESBARRANA PARA INFORMACION  
DE PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO  
CODIFICACION NUMERICA

C I B	C I P	UNN	TECNALOGICO	JALISCO	S DE MAIZO	LEON	IRAPUATO	QUERETARO	TOLUCA	QUANTENCO	NEZA M	ALPICO	QUASTECA	CENTROS DE PRENSA A	COMITE EJECUTIVO	OFICINAS SEDES SA
8010 0	8020 0	8030 0	8040 0	8050 0	8060 0	8070 0	8080 0	8090 0	8100 0	8110 0	8120 0	8130 0	8140 0	8150 0	8160 0	8170 0

SUB PROYECTOS



MACRO ACTIVIDADES (ETAPAS)



0  
MONTERREY  
QUERETARO  
LEON  
QUERETARO  
PUEBLA

00  
TOLUCA  
PUEBLA  
QUERETARO  
IRAPUATO  
LEON  
QUERETARO  
MONTERREY

ASERORIA DE LA PRESIDENCIA  
COMUNICACIONES PARA LOS JUEVES  
DE LA COPA DEL MUNDO MEXICO 84  
TELEVISION SA

FIG.No 8

\_\_\_\_ PROYECTOS DE : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_ PROYECTO : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_ SUBPROYECTO : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_ DATOS : PROGRAMACION

(FIRMA) \_\_\_\_\_  
JEFE SUBPROYECTO

(FIRMA) \_\_\_\_\_  
DIRECTOR PROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHAS		ACTIVIDAD (ES) PRECEDENTE (S)		META CRITICA
		INICIO	TERMINO	INTERNAS	DE OTRO PROYECTO	

\_\_\_\_ PROYECTOS DE : \_\_\_\_\_

DATOS: AVANCE DE OBRA

\_\_\_\_ PROYECTO: \_\_\_\_\_

AL : \_\_\_\_\_  
(FECHA)

\_\_\_\_ SUBPROYECTO: \_\_\_\_\_

(FIRMA) \_\_\_\_\_  
JEFE SUBPROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHA (REAL) INICIO	FECHA (REAL) TERMINO	PORCENTAJE DE AVANCE	COMENTARIOS (PROBLEMAS, ETC.)



Hay que remarcar que las macroactividades de la fase constructiva, es decir, las de las obras e instalaciones; difieren de las de los servicios, en el sentido de que están enfocadas tanto a la obra civil como a instalaciones, equipos electromecánicos y de telecomunicaciones.

En cambio en la fase operativa, las macroactividades de los servicios, se enfocan a la óptima prestación de los servicios para los diversos grupos de destinatarios.

Aunque las macroactividades difieren para cada fase, se aplica el mismo razonamiento para las segundas, las de los servicios; en relación a la codificación para los niveles de proyecto, subproyecto y macroactividad, empleando de igual manera los formularios de programación de actividades y avance de las mismas, para cada grupo de destinatarios de los servicios.

Por último, es importante mencionar que el instructivo del SPS ha sido distribuido a las personas involucradas tanto en la fase constructiva como en la operativa; con el fin de que la información proporcionada en cada fase, esté organizada, estructurada y codificada, para un mas óptimo análisis de la misma.

En el siguiente capítulo se describirá un paquete de ruta crítica, la aplicación posterior del SPS a dicho paquete, para poder efectuar el análisis de la red de cada proyecto.

CAPITULO V

EL PAQUETE PERTMASTER.

## CAPITULO V

### EL PAQUETE PERTMASTER.

#### 5.1 JUSTIFICACION.

Actualmente los proyectos desarrollados, tanto en el medio del sector público, como del privado; poseen un enorme grado de complejidad, debido al tamaño de los mismos. Hay proyectos que poseen aproximadamente 15000 actividades, los cuales requieren de un estudio detallado en cuanto a la administración, planeación, programación y control. Tales técnicas llevan a una solución conjunta de los problemas a los que se enfrenta cada proyecto.

Estas técnicas requieren de herramientas como las matemáticas, la administración, la economía y la computación. Dichas herramientas deben ser conocidas por las personas que estarán a cargo del proyecto y que harán uso de las técnicas antes mencionadas.

El conocimiento de éstas herramientas, no necesariamente deberá ser profundo, sino suficiente para probar y justificar los métodos usados. En el caso de la computación, se deberá investigar que computadoras servirán para el estudio del proyecto, en cuanto a la capacidad de memoria de las mismas, velocidad de respuesta, compatibilidad con paquetes financieros, administrativos, contables, estadísticos, etc.

Las técnicas de planeación, programación y control utilizadas para el desarrollo de algún proyecto específico, pueden ser optimizadas mediante paquetes de ruta crítica, debido a la velocidad en los cálculos voluminosos y repetitivos en las redes.

Dentro del software existente relativo a la ruta crítica, hay diversos paquetes tales como el ms-project, project/1, pert/time, pertmaster, superproject y el harvard project manager entre otros; los cuales difieren en relación a características tales como: el número máximo de actividades a procesar, tipo de reportes a emitir, control de recursos y mano de obra, etc.

El paquete que se eligió para llevar el control de los proyectos mencionados en el capítulo IV, fué el pertmaster; por tener una mayor versatilidad en relación al manejo de menús, por medio de los cuales se facilita la introducción de información, el acceso a la misma y correcciones en el caso de que se necesitaran. La elección se tuvo que hacer en base a las características antes mencionadas ya que los paquetes son muy similares, resultando difícil la elección del mismo.

Además es importante mencionar que el principal objetivo al elegir dicho paquete, fué el llevar un efectivo seguimiento y control de los proyectos en estudio, por medio de una adecuada programación en el tiempo, sin descartar el control de los recursos, el cuál también se llevó, pero por razones de otra índole

no se mostrará en este trabajo.

El paquete pertmaster fue diseñado por Abtex Computer Systems y distribuido por Westminster Software Incorporated.

## 5.2 HARDWARE REQUERIDO.

El paquete pertmaster requiere del siguiente hardware para operar:

1. Una microcomputadora con sistema operativo CP/M-80 (version 2.0 o anteriores) con 64 kbytes de capacidad de memoria RAM o una que tenga el sistema operativo MS-DOS o PC-DOS con 128 kbytes de memoria RAM como mínimo.
2. Al menos la computadora debe tener una unidad de disco flexible, aunque en la mayoría de los casos, el pertmaster opera mejor con dos unidades. Con computadoras que tengan unidades de disco con capacidad reducida (menos de 256 kbytes), dos unidades de disco son esenciales.
3. Una terminal de video.
4. Una impresora con capacidad de 132 caracteres por línea, la capacidad de graficación no es necesaria.

El pertmaster se puede usar con las computadoras compatibles con

la IBM-PC. Con la computadora que se utilizó dicho paquete fue una Televideo, Telecolor-xt, Modelo ts 1605 ch; la cuál es compatible con la IBM-PC; con una capacidad de 20 mbytes en disco duro, 512 kbytes de memoria RAM y 16 diferentes colores.

### 5.3 APLICACIONES.

El pertmaster es un "programa de análisis de redes computarizado" y las diferentes aplicaciones que puede tener son las siguientes:

- En el manejo o dirección de un proyecto de construcción.
- Controlando el desarrollo de sistemas de procesamiento de datos.
- Planeando e implementando la introducción de un nuevo producto.
- Diseñando y construyendo una línea de producción.
- Construyendo un simulador de avión.
- Preparando complejos documentos, tales como manuales técnicos para un sistema de misiles.

El pertmaster se maneja a base de menús, es decir, todas las instrucciones y alternativas aparecen en la pantalla de la computadora, por lo que no se requiere de conocimientos de programación.

El pertmaster acepta entradas, las cuales definen una secuencia de actividades, sus duraciones, y recursos tales como mano de obra, equipo, dinero; necesarios para completar cada una de las actividades. De ésta información, el pertmaster calcula las relaciones de tiempo con el proyecto, identifica las actividades críticas, sus rutas, y determina los recursos necesarios para completar todo el proyecto.

Toda la información generada por el pertmaster, puede estar disponible en diversos reportes; algunos de los cuales pueden ser vistos en la pantalla de la terminal o también pueden ser impresos mediante una impresora. Estos reportes en forma de tablas, barras, gráficas e histogramas, permitirán en cualquier punto en el tiempo, ver el estado en que se encuentra el proyecto.

Debido a que el pertmaster puede generar éstos reportes inmediatamente después de introducir los datos, puede ser una herramienta invaluable para determinar el efecto de cambiar ciertas suposiciones en el proyecto. Usando un "what if" o "que pasa si" o más claramente en términos económicos un "análisis de sensibilidad"; se puede saber bajo que parámetros tomados en la planea

ción, la programación del proyecto no sería factible, en relación a una ruta crítica mayor que la esperada o a una mayor cantidad de recursos por actividad, que los supuestos, etc.

#### 5.4 GRAFICACION DE REDES.

La planeación de un proyecto se comienza usualmente dibujando una gráfica de la red, mostrando las actividades, su duración y las relaciones entre las mismas en el proyecto. Si se colocan las actividades a lo largo de una escala de tiempo basada en el calendario, se pueden determinar cuales actividades son críticas, en relación a la fecha de terminación del proyecto. Sin embargo, graficando la red de ésta manera requiere de una gran cantidad de cálculos iniciales, además de cálculos adicionales cada vez que un cambio es hecho en el desarrollo del proyecto. Con el pertmaster sólo se necesitan tener las duraciones de cada actividad y las relaciones entre las mismas. El pertmaster determinará la ruta crítica, las holguras y las fechas tempranas y tardías a empezar y a terminar para cada actividad.

#### 5.5 CONFIGURACION DEL PERTMASTER.

La configuración del paquete consta de 15 pasos, los cuales concluyen con la introducción del paquete al sistema de cómputo que se va a usar, definiendo las características del sistema (unidades de lectura a usarse) en conjunto con las del paquete; siendo



estas: mostrar holgura sobre las barras (si/no), mostrar número de nodo de cada actividad (si/no) y por último las de impresión (número de caracteres por línea).

En éste capítulo no se tratará la forma de introducir un proyecto cualquiera al paquete; para éste fin se deberá consultar el manual de referencia del paquete pertmaster, donde se muestra a detalle cada etapa, desde la introducción de un determinado proyecto, hasta la manera de obtener los diferentes reportes del mismo.

La finalidad del presente capítulo, es resumir de una manera general la capacidad del pertmaster y para ello se mencionarán a continuación las características principales del pertmaster, tales como la información necesaria para identificar al proyecto en cuestión; todos los tipos de reportes a emitir mediante impresión, por pantalla o en disco, las características especiales que posee y por último las facilidades del mismo.

#### **5.6 INFORMACION NECESARIA RELATIVA AL PROYECTO.**

En ésta etapa se debe introducir la información necesaria, de tal manera que permita al pertmaster reconocer al proyecto en cuestión; además de poner los títulos que se desea que aparezcan en los reportes.

En seguida se muestra la información que requiere el portmaster para identificar al proyecto;

- Identificación del archivo del proyecto: Se debe introducir un nombre para el proyecto que se va a crear, el nombre debe tener a lo más ocho caracteres.

- Títulos de los reportes: Tres títulos se imprimen en la parte superior de cada reporte. Cada título puede tener a lo más 30 caracteres, además de ser opcionales; éstos generalmente se usan para proveer información descriptiva acerca del proyecto.

- Código-nombre del calendario: Cada proyecto debe trabajar con un archivo de calendario. Aún sin haber creado el calendario para el proyecto, es necesario introducir un nombre para dicho calendario en esta etapa. Es importante mencionar que el calendario que se ha nombrado, deberá ser creado antes de mandar a imprimir cualquier reporte. El nombre del calendario debe tener a lo más ocho caracteres.

- Código-nombre de las abreviaciones: Cada proyecto también debe trabajar con un archivo de abreviaciones. Si no se desean usar abreviaciones o si todavía no se ha creado el archivo de abreviaciones, el cuál se usará con el proyecto; se deberá introducir un nombre para el archivo en esta etapa. Al igual que para el archivo de calendario, este archivo deberá ser creado antes

de querer obtener cualquier reporte y también esta limitado a ocho caracteres.

- Tipo de formato del proyecto: Esta pregunta debe ser contestada ya sea con una "A" (arrow = flecha) o con una "P" (precedence = precedencia), es decir, donde se elige el tipo de método a emplearse, el de flechas o el de precedencia; de ésta manera, el pertmaster procesará la información según el método elegido con anterioridad. En el capítulo I se mencionaron de una manera general las diferencias entre cada uno de estos métodos.
- Unidades de tiempo por día: Dicha entrada permite trabajar en la unidad de tiempo que se desee, es decir, permite dividir el tiempo en subunidades de tiempo; ésta opción es particularmente útil cuando se aplica a unidades de tiempo inferiores a un día, como el trabajar por turnos, horas o cualquier otra división del tiempo menor a un día.

Con éste último punto se tiene la información necesaria para identificar al proyecto en cuestión; resultando útil la captura de dicha información en esta etapa, para poder reconocer en cualquier momento algún proyecto que se desee modificar. A continuación mencionaré los diferentes tipos de reportes que tiene el pertmaster.

## 5.7 REPORTEES.

El menú de reportes, lista cada uno de los reportes que pueden ser generados. A continuación se listan los siete tipos de reportes:

- 1) Listado standard de reportes
- 2) Proyecto o período de barras
- 3) Lista de actividades y sus relaciones
- 4) Reporte de recursos completo
- 5) Histograma para recursos
- 6) Reporte por pantalla
- 7) Reporte en disco

De la opción "1" a la opción "5", se muestran sólo mediante impresión, mientras que las opciones "6" y "7" se muestran en el monitor y en el disco de datos respectivamente.

Cada vez que se elige alguna de las opciones anteriores, se presentan opciones adicionales aplicables al tipo de reporte específico elegido.

El pertmaster permite elegir hasta diez reportes para imprimirlos posteriormente; entiéndase el límite de diez reportes, pudiéndose repetir algún tipo de reporte variando cada vez alguna de sus opciones adicionales. Dichos reportes se podrán imprimir

uno cada vez.

Comenzaré por describir de una manera breve pero completa cada uno de los reportes:

1) Listado standard de reportes

Este reporte contiene la siguiente información para cada actividad:

- sin descripción (actividades)
- tiempo de comienzo más temprano
- tiempo de comienzo más tardío
- tiempo de terminación más temprano
- tiempo de terminación más tardío
- duración
- tiempo de holgura (con un asterisco para las actividades críticas.)

En este tipo de reporte se pueden restringir las actividades, a aquellas que sólo se deseé que aparezcan en impresión; por ejemplo las que son críticas, las que tienen holgura, etc.

2) Proyecto o período de barras

Esta opción genera una gráfica de barras o de Gantt horizontal, la cuál gráfica cada actividad contra el tiempo. El proyecto de barras abarca el proyecto entero desde su fecha de

inicio. El período de barras abarca al proyecto a partir de una fecha cualquiera, dentro del período de tiempo establecido para el mismo.

Cada tipo de barra indica las actividades críticas, las no críticas y la holgura sobre las no críticas. El mostrar la holgura es opcional, dependiendo de las características señaladas en la configuración del pertmaster (detalles del sistema).

### 3) Lista de actividades y sus relaciones

Este reporte permite determinar si el proyecto en cuestión es válido, es decir, si su estructura sigue una secuencia lógica o de otro modo si se ha introducido el proyecto correctamente en la computadora.

Este reporte requiere de una versión sin analizar de dicho proyecto, siendo recomendable imprimir éste reporte antes de analizar el proyecto para los demás reportes. Para éste reporte no hay opciones y cuando se elija se identificará como "listado de la red".

### 4) Reporte de recursos completo

Este reporte tabular proporciona el nivel de demanda para todos los recursos contra una escala de tiempo. Los requerimientos de recursos en un período de tiempo dado, son siempre mog

trados. Se puede elegir una fecha de inicio cualquiera para dicho reporte.

5) Histograma para recursos

En relación al reporte de recursos tabular descrito en el punto anterior, el pertmaster provee de una interpretación gráfica para cada recurso usado en el proyecto. Para recursos convencionales tales como materiales o mano de obra, un histograma es reproducido.

Si la abreviación para un recurso empieza con un símbolo de "\$" o de "#", entonces el recurso ha sido clasificado como de "consumo", y en tal caso será generada una "curva de flujo de caja" en vez de un histograma.

6) Reporte por pantalla

Esta opción permite reproducir tres diferentes reportes en la pantalla. Estos reportes son similares al reporte standard, período de barras e histograma para recursos; los cuales se pueden obtener como reportes impresos.

Los reportes por pantalla pueden ser usados para checar los resultados del proyecto y de ésta forma poder modificar cualquier parte del proyecto en el momento oportuno, antes de mandar a imprimir cualquier reporte.

#### 7) Reporte en disco

El reporte en disco tomará los resultados del proyecto y los escribirá en un archivo en disco. Esto permite tomar la información generada por el pertmaster, para transferirla a otro programa.

Con éste último punto se completan los siete tipos de reportes que genera el pertmaster, ya sea por impresión, por pantalla o en disco.

En seguida se mencionarán las características especiales que posee el paquete, mediante las cuales se optimiza tanto la entrada de información al pertmaster, la identificación de etapas "clave" en el desarrollo de un determinado proyecto, así como la selección de ciertas actividades para dicho proyecto.

#### **5.8 CARACTERISTICAS ESPECIALES.**

Para economizar tiempo en la introducción de actividades de un proyecto dado; cuando se tiene algún nodo en la red del cuál se originan un cierto número de actividades, no es necesario reescribir dicho nodo para cada una de sus actividades posteriores, solamente con escribirlo una vez y en los casos siguientes introduciendo la actividad en turno posterior al mismo.

Otra característica importante en la etapa de introducción de ag



tividades, es que la entrada de nodos puede ser en cualquier orden, dichos nodos no necesariamente tienen que estar en orden numérico. Sin embargo para fines prácticos y de ahorro de tiempo es importante hasta donde se pueda, llevar un orden, un seguimiento empezando con los nodos más bajos, analizando el desarrollo del proyecto, hasta llegar a los nodos finales del mismo. De ésta manera es más fácil avanzar en el progreso del proyecto y consecuentemente no habrá demora alguna para el análisis posterior del mismo.

A continuación muestro otras características especiales:

- a) Inicios y finales: Por otro lado cada proyecto debe tener al menos un inicio y un final. Sin embargo se pueden usar múltiples inicios y finales en las redes.

Tanto los inicios como los finales pueden ser fijos o no fijos. Cuando un inicio o final son no fijos, simplemente significa que ocurrirán tan temprano como el proyecto lo permita.

Un inicio fijo significa que dicho inicio no puede realizarse antes del día fijado, y un final fijo significa que dicho final debe ser completado en el día fijado. Estas características pueden ser usadas en cualquier nodo, por lo cuál pueden comprimirse períodos de tiempo en cualquier parte del proyecto.

b) Fechas clave: Las fechas clave son seleccionadas para proveer de información clave en determinados niveles o etapas de algún proyecto, las cuales requieren de información breve más que reportes detallados. Las fechas clave como eventos deben formar parte del proyecto y de esta forma, el tiempo global de dicho proyecto puede ser calculado más fácilmente.

Cualquier nodo puede ser asignado como "fecha clave" en el proyecto.

En general, por cada diez nodos debe haber una "fecha clave"; ésto dependerá del grado de complejidad en el desarrollo de la red, para un mejor entendimiento.

Es importante mencionar que una "fecha clave" no es una actividad, por lo cuál no tiene duración.

El pertmaster posee un reporte de "fechas clave", el cuál se puede obtener del reporte standar, escribiendo en uno de los submenús la palabra "milestone" (fechas clave) y de esa manera serán mostradas solo aquellas actividades las cuales fueron designadas como fechas clave en el proyecto.

c) Reporte selectivo: Se pueden crear descripciones para optimizar la salida selectiva de los reportes. Estos reportes sólo contendrán aquellas actividades en las cuales se haya especi

ficado un grupo particular de caracteres, en alguna posición de la descripción de las mismas.

Por lo tanto, se puede usar un carácter o un grupo de caracteres para crear un "código de manejo", y de ésta forma el pertmaster imprimirá sólo las actividades que contengan el código especificado. El "código de manejo" puede incluir hasta 38 caracteres. Dicho código también puede ser la abreviación para un recurso, en cuyo caso el reporte incluirá sólo aquellas actividades las cuales utilicen ese recurso.

Con éste último concepto se completan las características especiales del pertmaster; a continuación mencionaré otras facilidades del paquete.

#### 5.9 FACILIDADES.

Anteriormente mencioné facilidades tales como la configuración de la computadora y la impresora en el pertmaster; además de éstas se tiene la facilidad de crear un archivo de calendario y un archivo de abreviaciones.

- a) Archivos de calendario: En la etapa de información necesaria relativa al proyecto, hice referencia a los calendarios y mencioné la necesidad de crear un calendario antes de emitir algún reporte; ahora mencionaré las características más impor

tantes de los calendarios.

Una característica importante de los calendarios, es que permiten establecer la unidad de tiempo en la que se desea trabajar; los calendarios no necesariamente tienen que establecerse como períodos normales o comunes, ya sean semanás, meses, años; pueden establecerse períodos desde segundos, minutos, horas, días, cuartos de año, etc.

Teniendo conocimiento de la capacidad del archivo de calendarios del pertmaster, se sabrá que para efectuar todos los cálculos concernientes, no necesariamente se tendrán que definir las unidades de tiempo en las cuales se va a trabajar. El pertmaster podrá efectuar sus cálculos en unidades de tiempo no definidas.

Más claramente, al trabajar con un archivo de calendarios, se debe introducir la semana normal de trabajo, pero si se establecen todos los días de la semana como "no laborales", las actividades que se hayan introducido sin unidades de tiempo definidas, se extenderán más allá de la fecha final del calendario y éstas se mostrarán como números de unidad de tiempo (no definidos) en paréntesis. En seguida mencionaré todo lo relativo a las abreviaciones.

b) Archivos de abreviaciones: Al igual que para los calendarios,

mencioné la necesidad de crear un archivo de abreviaciones, antes de emitir algún reporte; a continuación describiré las características más importantes de dichos archivos.

Cuando se crea un nuevo proyecto requiere en general de un archivo de abreviaciones. Este archivo debe contener las abreviaciones que serán usadas para las actividades y para los recursos.

Si se está trabajando con un proyecto pequeño, el cuál no requiere tanto de abreviaciones para las actividades como de llevar la cuenta de recursos; aún en este caso el pertmaster requiere de un archivo de abreviaciones para analizar el proyecto en cuestión. Hay dos modos de solucionar este problema; uno de ellos es usando alguno de los archivos de abreviaciones ya creados en el disco de datos y como no tiene abreviaciones el proyecto, solamente utilizará dicho archivo para continuar con los cálculos pertinentes.

El otro modo, el cuál se puede aplicar a cualquier proyecto que no necesite de abreviaciones; es el crear un archivo de abreviaciones que tenga nombre pero no tenga abreviación alguna; el decir que no tenga abreviaciones significa que cuando se crea dicho archivo, se pide enseguida la primera descripción, se deja en blanco y entonces ya creado el archivo se grabará en disco.

Por último, dentro de las facilidades que posee el pertmaster mencionaré en seguida la facilidad de combinar proyectos, la cuál es sumamente útil.

- c) Combinación de proyectos: El pertmaster tiene la capacidad de combinar varios proyectos en un proyecto global.

Cuando se combinan proyectos, el pertmaster permite agregar o quitar el número de alguna actividad o los números de los nodos de las mismas en el proyecto combinado. Lo anterior es usado para eliminar las actividades duplicadas o los números de los nodos que se repitan en el proyecto global.

También se pueden agregar hasta 20 caracteres en la descripción para cada actividad. Dichos caracteres adicionales son constantes para cada proyecto combinado y serán puestos en la misma posición para cada descripción; de ésta manera se puede identificar cada proyecto combinado, sin embargo éstos caracteres pueden ser cambiados para cada proyecto individual que haya sido combinado.

Cuando se combina un proyecto con otro, teniendo los dos el mismo nombre, se creará una versión "0" (cero) para el nuevo proyecto, con diferentes números de nodos para los cuales hayan sido asignados.

Se debe tener especial cuidado de no exceder el espacio en disco o la memoria disponible en la computadora, cuando se use la opción de "combinar proyectos", especialmente cuando se combinan proyectos largos; en este caso el pertmaster no avisará que está siendo sobrecargado y se detendrá sin dar mensaje de error.

El pertmaster puede avisar cuanta memoria hay disponible, escribiendo una "F" en el menú principal o en el de facilidades. Si la cantidad de espacio en disco disponible para los proyectos que se van a combinar, es menor que la memoria disponible mostrada cuando se escribe "F", no hay problema para combinar dichos proyectos.

Se ha resumido de una manera general la capacidad del paquete pertmaster, mencionando sus principales características, características especiales y las facilidades que posee, para un mejor entendimiento del mismo; así como para saber su alcance en los diversos campos de aplicación. En el siguiente capítulo se mostrará la aplicación directa del pertmaster a los proyectos de la Copa Mundial de Futbol México '86.

CAPITULO VI

APLICACION DEL PAQUETE PERTMASTER A LOS PROYECTOS

DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86.



## CAPITULO VI

### APLICACION DEL PAQUETE PERTMASTER A LOS PROYECTOS DE LA COPA MUNDIAL DE FUTBOL MEXICO '86

#### 6.1 OBJETIVO.

Para la introducción de la información de cada uno de los proyectos al pertmaster, es necesario primero, como lo mencione en el capítulo II, estructurar y codificar la información de cada proyecto general en sus diferentes niveles; proyecto, subproyecto y actividad, para que de esta manera se optimize el manejo de información referente a la programación de obras, instalaciones y servicios, así como el flujo de información periódica de avance de obra para cada proyecto.

La finalidad de este capítulo, es mostrar mediante la aplicación del sistema de programación y seguimiento y la utilización posterior del paquete pertmaster a los proyectos de la Copa Mundial de Futbol México '86; el análisis de cada uno de ellos, donde se podrá observar principalmente cuales son sus actividades críticas y cuales son sus holguras, conceptos sumamente importantes para establecer la duración total del proyecto en cuestión, así como para la asignación adecuada de recursos y mano de obra en cada etapa del proyecto.

Es importante mencionar que no se mostrarán las rutas críticas

de cada proyecto general, debido a que son alrededor de ciento cuarenta y cuatro rutas críticas para cada uno, en relación a obras e instalaciones y en el caso de los servicios son aproximadamente ciento diecinueve rutas críticas para cada proyecto; por lo que al estar considerando ocho proyectos generales resultarían un poco más de mil rutas críticas. En razón del gran número de rutas críticas obtenido, no es necesario mostrar cada una de ellas debido a la similitud que hay en la estructura para cada proyecto, además de los periodos de tiempo comunes en cada etapa de los mismos.

#### 6.2 PROYECTOS ELEGIDOS PARA EL ANALISIS DE LA RUTA CRITICA.

Las rutas críticas que expondré a continuación, se eligieron dentro del marco conceptual de un proyecto general, específicamente el de Telecomunicaciones; los proyectos que se consideraron fueron el C.I.R., los estadios Universitario, Olímpico y Azteca, comprendidos en el proyecto de telecomunicaciones. Para estos proyectos se tomó únicamente el subproyecto generación y transmisión de T.V. y audio, siendo suficiente la exposición de las rutas críticas de estos cuatro proyectos para dicho subproyecto; entendiéndose que de manera análoga se obtuvieron las restantes rutas críticas por proyecto, para los demás subproyectos en el proyecto de Telecomunicaciones; así como también se calcularon de manera análoga las demás rutas críticas por proyecto, para cada subproyecto para los otros proyectos generales.

La elección tanto del proyecto general, la de los proyectos, así como la del subproyecto en cuestión se hizo indistintamente, de igual manera se pudo haber elegido alguno de los otros proyectos generales, con sus correspondientes proyectos y algún subproyecto del mismo.

En el capítulo I hice referencia a las tres etapas básicas de la programación de proyectos; la planeación, la programación y el control; en este capítulo mostraré cada una de estas etapas, agrupando para cada uno de los cuatro proyectos mencionados cada una de sus etapas, es decir, mostrando su red de actividades, su diagrama de tiempos y por último los reportes de ruta crítica obtenidos mediante el pertmaster.

### **6.3 DESCRIPCION DE LAS ETAPAS CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.**

En la etapa de planeación, además de mostrar la red de actividades para cada proyecto, se presenta un reporte complementario llamado "listado de la red", el cuál indica la composición de cada red, es decir su estructura lógica y los elementos que la componen.

En la etapa de programación, incluyo un formulario de la programación de actividades para cada proyecto, donde se muestran las fechas de inicio y final para cada actividad, las actividades precedentes internas o de otro proyecto y por último las metas

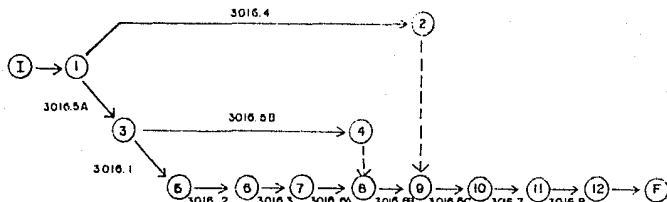
críticas para dichas actividades. Además se muestra un reporte complementario donde aparecen las actividades graficadas contra el tiempo.

En la etapa de control, presento un formulario de avance de obra para cada proyecto, además de mostrar los reportes de ruta crítica por proyecto; tales como el reporte standard, listando en el mismo las actividades por orden de ejecución, empezando por las más tempranas y el reporte del proyecto de barras o gráfica de Gantt, en el cuál se muestran las actividades graficadas contra el tiempo.

A continuación se presentan las tres etapas para cada proyecto, comenzando por el proyecto C.I.R. y en seguida cada uno de los tres estadios antes mencionados para el subproyecto Generación y Transmisión de TV y Audio.

Los comentarios generales para los proyectos considerados en cada una de sus etapas, se muestran al final de los listados.

6.4 LISTADOS.



RED DE ACTIVIDADES C. I. R.

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE :ACTIVITY LISTING

PRINTING SEQUENCE :Node/Activity Number Sequence

SELECTION CRITERIA :ALL

PLAN I.D. :CIR VERSION 0

TIME NOW DATE : 11/JAN/85

DUR	PREC	SUCC	DUR	DESCRIPTION	RESOURCES
NODE	NODE	NODE	NODE		
START=> 1 UNSCHEDULED					
START	=> 1	=> 2	380	3016.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	
	=> 3	104	3016.5A	CONSTRUCCION EN FABRICA	
380	1	=> 2	=> 9	0	DUMMY
104	1	=> 3	=> 4	244	3016.5B CONSTRUCCION EN FABRICA
	=> 5	77	3016.1	INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	
244	3	=> 4	=> 8	0	DUMMY
77	3	=> 5	=> 6	62	3016.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA
62	5	=> 6	=> 7	61	3016.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA
61	6	=> 7	=> 8	45	3016.6A MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ
0	4	=> 8	=> 9	31	3016.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ
45	7	=>			
0	2	=> 9	=> 10	105	3036.6C MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ
31	8	=>			
105	9	=> 10	=> 11	61	3016.7 OPERACION DE LA RED
61	10	=> 11	=> 12	31	3016.8 DESMONTAJE
31	11	=> 12	=FINISH	NOT AFTER DAY	577

3000.0 PROYECTOS DE: TELECOMUNICACIONES

DATOS: PROGRAMACION

3010.0 PROYECTO: C.I.R.

(FIRMA)

JEFE SUBPROYECTO

3016.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)

DIRECTOR PROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	F E C H A S		ACTIVIDAD (S) PRECEDENTE (S)		META CRITICA
		INICIO	TERMINO	INTERNAS	DE OTRO PROYECTO	
3016.1	DEF. DE NECESIDADES	15/ABR/85	30/JUN/85			15/ABR/85
3016.2	ANTEPROYECTO	1/JUL/85	31/AGO/85	3016.1		1/JUL/85
3016.3	PROYECTO	1/SEP/85	31/OCT/85	3016.2		1/SEP/85
3016.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86			1/ENE/85
3016.5	CONSTR. EN FABRICA	1/ENE/85	15/DIC/85			1/ENE/85
3016.6	MONTAJE Y PRUEBAS	1/NOV/85	30/ABR/86	3016.3		1/NOV/85
3016.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	3016.6		1/MAY/86
3016.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	3016.7		1/JUL/86



3000.0 PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

DATOS: AVANCE DE OBRA

3010.0 PROYECTO: C.I.R.

AL: 30 DE JUNIO DE 1986  
(FECHA)

3016.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)  
JEFE SUBPROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHA (REAL) INICIO	FECHA (REAL) TERMINO	PORCENTAJE DE AVANCE	COMENTARIOS (PROBLEMAS, ETC.)
3016.1	DEF. DE NECESIDADES	15/ABR/85	30/JUN/85	100%	
3016.2	ANTEPROYECTO	1/JUL/85	31/AGO/85	100%	
3016.3	PROYECTO	1/SEP/85	31/OCT/85	100%	
3016.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86	100%	
3016.5	CONSTR. EN FABRICA	1/ENE/85	15/DIC/85	100%	
3016.6	MONTAJE Y PRUEBAS	1/NOV/85	30/ABR/86	100%	
3016.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	100%	
3016.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	0%	









GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : PERIOD BARCHART  
 START DATE : 24/JUN/86  
 PLAN I.D. : CIR VERSION 0

S. P. S.

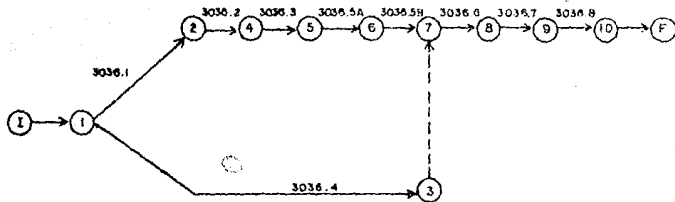
MEXICAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NEW DATE : 17/JAN/85

```

=====1986=====
PERIOD COMMENCING DATE      124  11  18  115  122  129  1
MONTH                       1JUN  1JUL  1  1  1  1  1
PERIOD COMMENCING TIME UNIT 1540 1547 1554 1561 1568 15751
=====
3016.7 OPERACION DE LA RED  <1000000!  1  1  1  1  1
3016.8 DESMONTAJE          1  1000000010000000100000010000001000!
=====
  
```

Barchart Key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :Float



## RED DE ACTIVIDADES " UNIVERSITARIO "

GENERACION Y TRANS. IV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '88

REPORT TYPE :ACTIVITY LISTING

PRINTING SEQUENCE :Node/Activity Number Sequence

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 6

SELECTION CRITERIA :ALL

TIME NOW DATE : 11/JUN/88

DUR	PREZ	SUCC	DUR	DESCRIPTION	RESOURCES
NODE	NODE	NODE	NODE		

START=> 1 UNSCHEDULED  
 => 4 NOT BEFORE DAY 91  
 => 5 NOT BEFORE DAY 224  
 => 7 NOT BEFORE DAY 424  
 => 8 NOT BEFORE DAY 456

START => 1 => 2 31 3036.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES  
 => 3 300 3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO

31 1 => 2 => 4 58 3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA

390 1 => 3 => 7 0 DUMMY

START => 4 => 5 45 3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA  
 56 2 =>

START => 5 => 6 55 3036.5A CONSTRUCCION EN FABRICA  
 45 4 =>

55 5 => 6 => 7 102 3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA

START => 7 => 8 12 3036.6 MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ  
 0 3 =>  
 102 6 =>

START => 8 => 9 61 3036.7 OPERACION DE LA RED  
 12 7 =

61 8 => 9 => 10 31 3036.8 DESMONTAJE

31 5 => 10 =FINISH NOT AFTER DAY 577

3000.0 PROYECTOS DE : TELECOMUNICACIONES

DATOS : PROGRAMACION

3030.0 PROYECTO : UNIVERSITARIO

(FIRMA)

JEFE SUBPROYECTO

3036.0 SUBPROYECTO : GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)

DIRECTOR PROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	F E C H A S		ACTIVIDAD (ES) PRECEDENTE (S)		META CRITICA
		INICIO	TERMINO	INTERNAS	DE OTRO PROYECTO	
3036.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85			
3036.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	3036.1		
3036.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	3036.2		
3036.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86			
3036.5	CONSTR. EN FABRICA	15/MAY/85	30/NOV/85	3036.3		
3036.6	MONTAJE Y PRUEBAS	1/DIC/85	30/ABR/86	3036.5		
3036.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	3036.6		1/MAY/86
3036.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	3036.7		1/JUL/86



3000.0 PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

DATOS: AVANCE DE OBRA

3030.0 PROYECTO: UNIVERSITARIO

AL: 30 DE JUNIO DE 1986  
(FECHA)

3036.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)  
JEFE SUBPROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHA (REAL) INICIO	FECHA (REAL) TERMINO	PORCENTAJE DE AVANCE	COMENTARIOS (PROBLEMAS, ETC.)
3036.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85	100%	
3036.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	100%	
3036.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	100%	
3036.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86	100%	
3036.5	CONSTR. EN FABRICA	12/AGO/85	5/OCT/85	100%	
3036.6	MONTAJE Y PRUEBAS	28/FEB/86	11/MZO/86	100%	
3036.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	100%	
3036.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	0%	



GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :STANDARD LISTING

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86  
 PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/85

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

ACTIVITY DESCRIPTION	EARLIEST START	EARLIEST FINISH	LATEST START	LATEST FINISH	DURATION	FLOAT
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	1/JAN/85	15/JAN/86	4/APR/85	18/APR/86	380	93
3036.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	1/JAN/85	31/JAN/85	2/JUL/85	1/AUG/85	31	192
3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	1/FEB/85	30/MAR/85	2/AUG/85	26/SEP/85	58	182
3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	1/APR/85	15/MAY/85	29/SEP/85	12/NOV/85	45	181
3036.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	12/AUG/85	5/OCT/85	13/NOV/85	6/JAN/86	55	95
3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	6/OCT/85	15/JAN/86	7/JAN/86	18/APR/86	102	93
3036.6 MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	28/FEB/86	11/MAR/86	19/APR/86	30/APR/86	12	90
3036.7 OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	1/MAY/86	20/JUN/86	61	0 *
3036.9 DESMONTAJE	11/JUL/86	31/JUL/86	1/JUL/86	31/JUL/86	31	0 *

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86  
 PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/85

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

PERIOD COMMENCING DATE	11	18	115	122	129	15	112	119	126	15	112	!
MONTH	1	JAN	1	1	1	1	FEB	1	1	1	MAR	1
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	11	18	115	122	129	136	143	150	157	164	171	!

3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3036.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Barchart key: C=Critical Activities == Non Critical Activities NN=Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE :PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First

START DATE :19/MAR/85

SELECTION CRITERIA :ALL

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

TIME NOW DATE :17/JAN/85

-----1985-----												
PERIOD COMMENCING DATE	119	126	12	19	116	123	130	17	114	121	128	!
MONTH	MAR	!	MAR	!	!	!	!	MAY	!	!	!	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	178	185	192	199	1106	1113	1120	1127	1134	1141	1148	!
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)											
3036.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	(.....)											
3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	(.....)											
3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	(.....)											

Barchart Keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :fFloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE :PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First

START DATE :4/JUN/85

SELECTION CRITERIA :ALL

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

TIME NOW DATE :17/JAN/85

-----1985-----												
PERIOD COMMENCING DATE	14	111	118	125	12	19	116	123	130	16	113	!
MONTH	JUN	!	!	!	JUL	!	!	!	!	AUG	!	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1155	1162	1169	1176	1183	1190	1197	1204	1211	1218	1225	!
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)											
3036.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	(.....)											
3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	(.....)											
3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	(.....)											

3036.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!(.....)
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Barchart Keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :fFloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE :PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First

START DATE :20/AUG/85

SELECTION CRITERIA :ALL

PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

TIME NOW DATE :17/JAN/85

-----1985-----												
PERIOD COMMENCING DATE	125	127	13	110	117	124	!	19	115	122	129	!
MONTH	AUG	!	!	!	!	!	!	OCT	!	!	!	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1232	1239	1246	1253	1260	1267	1274	1291	1298	1295	1302	!
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)											
3036.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	(.....)											
3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	(.....)											
3036.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	(.....)											

3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	!	!	!	!	!	!	!	!(.....)	!(.....)	!(.....)	!(.....)	!(.....)
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------	----------	----------	----------	----------

Barchart Keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :fFloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE : 5/NOV/85  
 PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/86

-----1985-----											
PERIOD COMMENCING DATE	15	112	119	126	13	116	117	124	131	17	114
MONTH	NOV	!	!	!	DEC	!	!	!	!	JAN	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1309	1316	1323	1330	1337	1344	1351	1358	1365	1372	1379
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	(.....)	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
3036.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Barchart Keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNW :Activity with neg float ... :ffloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE :21/JAN/86  
 PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/86

-----1986-----											
PERIOD COMMENCING DATE	121	128	14	111	118	125	14	111	118	125	11
MONTH	JAN	!	FEB	!	!	!	MAR	!	!	!	APR
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1386	1393	1400	1407	1414	1421	1428	1435	1442	1449	1456
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.6 MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	!	!	!	!	!	!	.....	.....	.....	.....	.....

Barchart keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNW :Activity with neg float ... :ffloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE : 8/APR/86  
 PLAN I.D. :UNIVERSI VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/86

-----1986-----											
PERIOD COMMENCING DATE	16	115	122	129	16	113	120	127	13	110	117
MONTH	APR	!	!	!	MAY	!	!	!	!	JUN	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1463	1470	1477	1484	1491	1498	1505	1512	1519	1526	1533
3036.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.6 MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	(.....)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3036.7 OPERACION DE LA RED	!	!	!	!	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Barchart keys- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNW :Activity with neg float ... :ffloat

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE :PERIOD BARCHART

START DATE :24/JUN/86

PLM I.D. :UNIVERSI VERSION 0

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First

SELECTION CRITERIA :ALL

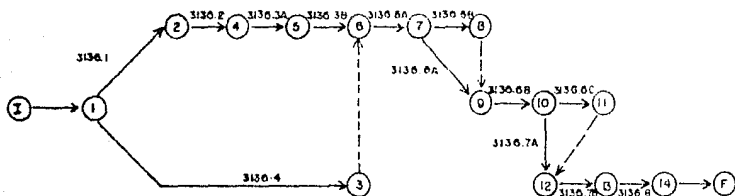
TIME NOW DATE : 17/JUN/85

```
=====1986=====
PERIOD COMMENCING DATE      124  11  18  115  122  129  1
MONTH                       JUN  JUL  1  1  1  1  1
PERIOD COMMENCING TIME UNIT 1540 1547 1554 1561 1568 15751
=====
```

3036.7 OPERACION DE LA RED <10000001 1 1 1 1 1 1

3036.8 DESMONTAJE 1 10000001000000010000000100000001000000100001

Barchart Key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities MNW :Activity with neg float ... :Float



## RED DE ACTIVIDADES "OLIMPICO 68"

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
REPORT TYPE: ACTIVITY LISTING

S. F. S.

MUNDIAL MEXICO '68

PRINTING SEQUENCE : Node/Activity Number Sequence  
SELECTION CRITERIA : ALL  
TIME NOW DATE : 17/JAN/68

PLAN I.D. : OLIMPICO VERSION 0

DUR	PREC	SUCC	DUR	DESCRIPTION	RESOURCES
NODE	NODE	NODE			

START=> 1 UNSCHEDULED  
=> 4 NOT BEFORE DAY 91  
=> 6 NOT BEFORE DAY 365

START => 1 => 2 31 3136.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES  
=> 3 380 3136.4 CONTRAT. 1/0 ADQUIS. DE EQUIPO

31 1 => 2 => 4 58 3136.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA

380 1 => 3 => 6 0 DUMMY

START => 4 => 5 45 3136.3A PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA  
58 2 =>

45 4 => 5 => 6 245 3136.3B PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA

START => 6 => 7 67 3136.5A CONSTRUCCION EN FABRICA  
0 3 =>  
245 5 =>

67 6 => 7 => 8 18 3136.5B CONSTRUCCION EN FABRICA  
=> 9 16 3136.6A MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ

18 7 => 8 => 9 0 DUMMY

18 7 => 9 => 10 16 3136.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ  
0 8 =>

16 9 => 10 => 11 8 3136.6C MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ  
=> 12 8 3136.7A OPERACION DE LA RED

8 10 => 11 => 12 0 DUMMY

8 10 => 12 => 13 55 3136.7B OPERACION DE LA RED  
0 11 =>

53 12 => 13 => 14 31 3136.8 DESMONTAJE

31 13 => 14 =FINISH NOT AFTER DAY 577

3000.0 PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

DATOS: AVANCE DE OBRA

3130.0 PROYECTO: OLIMPICO '68

Al: 30 DE JUNIO DE 1986  
(FECHA)

3136.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)  
JEFE SUBPROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHA (REAL) INICIO	FECHA (REAL) TERMINO	PORCENTAJE DE AVANCE	COMENTARIOS (PROBLEMAS, ETC.)
3136.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85	100%	
3136.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	100%	
3136.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	100%	
3136.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86	100%	
3136.5	CONSTR. EN FABRICA	20/ENE/86	15/ABR/86	100%	
3136.6	MONTAJE Y PRUEBAS	28/MZO/86	9/MAY/86	100%	
3136.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	100%	
3136.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	0%	



3000.0 PROYECTOS DE : TELECOMUNICACIONES

DATOS : PROGRAMACION

3130.0 PROYECTO: OLIMPICO '68

(FIRMA)  
JEFE SUBPROYECTO

3136.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)  
DIRECTOR PROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	F E C H A S		ACTIVIDAD (ES) PRECEDENTE (S)		META CRITICA
		INICIO	TERMINO	INTERNAS	DE OTRO PROYECTO	
3136.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85			1/ENE/85
3136.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	3136.1		1/FEB/85
3136.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	3136.2		1/ABR/85
3136.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86			1/ENE/85
3136.5	CONSTR. EN FABRICA	15/MAY/85	30/NOV/85	3136.3		15/MAY/85
3136.6	MONTAJE Y PRUEBAS	1/DIC/85	30/ABR/86	3136.5		1/DIC/85
3136.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	3136.6		1/MAY/86
3136.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	3136.7		1/JUL/86



GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : STANDARD LISTING

S. F. S.

MUNDIAL MEXICO '86  
 PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NOW DATE : 11/JAN/85

PLAN I.D. : OLIMPICO VERSION 0

ACTIVITY DESCRIPTION	EARLIEST START	EARLIEST FINISH	LATEST START	LATEST FINISH	DURATION	FLOAT
3136.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	17/JAN/85	15/JAN/86	5/JAN/85	19/JAN/86	390	4
3136.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	17/JAN/85	31/JAN/85	6/JAN/85	5/FEB/85	31	5
3136.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	1/FEB/85	30/MAR/85	6/FEB/85	4/APR/85	58	5
3136.3A PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	1/APR/85	15/MAY/85	5/APR/85	19/MAY/85	45	4
3136.3B PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	16/MAY/85	15/JUN/86	20/MAY/85	19/JUN/86	245	4
3136.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	20/JAN/86	27/MAR/86	20/JAN/86	27/MAR/86	67	0 +
3136.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	28/MAR/86	14/APR/86	28/MAR/86	14/APR/86	15	0 +
3136.6A MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	28/MAR/86	14/APR/86	28/MAR/86	14/APR/86	18	0 +
3136.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	15/APR/86	30/APR/86	15/APR/86	30/APR/86	16	0 +
3136.7A OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	8/MAY/86	1/MAY/86	8/MAY/86	8	0 +
3136.6C MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ	1/MAY/86	8/MAY/86	1/MAY/86	8/MAY/86	8	0 +
3136.7B OPERACION DE LA RED	9/MAY/86	30/JUN/86	9/MAY/86	30/JUN/86	53	0 +
3136.8 DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	1/JUL/86	31/JUL/86	31	0 +

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : PERIOD BARCHART

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86  
 PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NOW DATE : 11/JAN/85

PLAN I.D. : OLIMPICO VERSION 0

PERIOD COMMENCING DATE	11	18	115	122	129	15	112	119	126	15	112	!
MONTH	JAN	!	!	!	!	!	FEB	!	!	!	MAR	!
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	11	18	115	122	129	136	143	150	157	164	171	!
3136.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
3136.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
3136.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

Barchart key: C=C Critical Activities == Non Critical Activities !N= Activity with neg float ... :float



GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : PERIOD BARCHART  
 START DATE : 5/NOV/85  
 PLAN I.D. : OLYMPICO VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO 86

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	15	112	119	126	13	110	117	124	131	17	114
MONTH	NOV					DEC				JAN	
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1309	1316	1323	1330	1337	1344	1351	1358	1365	1372	1379
3136.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	<----->										
3136.5B PROYECTO E.E.C. Y PROGRAMA	<----->										
3136.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

Barchart key:- CCC :Critical Activities    == :Non Critical Activities    NNN :Activity with neg float    ... :Float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : PERIOD BARCHART  
 START DATE : 21/JAN/86  
 PLAN I.D. : OLYMPICO VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO 86

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	121	128	14	111	118	125	14	111	119	125	11
MONTH	JAN		FEB				MAR				APR
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1386	1393	1400	1407	1414	1421	1428	1435	1442	1449	1456
3136.5A CONSTRUCCION EN FABRICA	< ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
3136.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										
3136.6A MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										

Barchart key:- CCC :Critical Activities    == :Non Critical Activities    NNN :Activity with neg float    ... :Float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE : PERIOD BARCHART  
 START DATE : 8/APR/86  
 PLAN I.D. : OLYMPICO VERSION 0

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO 86

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA : ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	18	115	122	129	16	113	120	127	13	110	117
MONTH	APR					MAY				JUN	
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1463	1470	1477	1484	1491	1498	1505	1512	1519	1526	1533
3136.5B CONSTRUCCION EN FABRICA	< ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
3136.6A MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										
3136.6B MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										
3136.7A OPERACION DE LA RED	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										
3136.6C MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										
3136.7B OPERACION DE LA RED	! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !										

Barchart key:- CCC :Critical Activities    == :Non Critical Activities    NNN :Activity with neg float    ... :Float

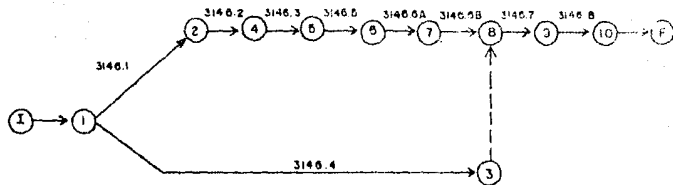
GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
REPORT TYPE : PERIOD EARLIEST  
START DATE : 24/JUN/65  
PLAN I.D. : OLIMPICO VERSION 6

S. P. 6.

MEXICAL MEXICO 86  
PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First  
SELECTION CRITERIA : ALL  
TIME NOW DATE : 17/JAN/65

```
=====
PERIOD COMMENCING DATE      124  11  18  115  122  129  !
MONTH                       JUN   JUL   !   !   !   !
PERIOD COMMENCING TIME UNIT 1549  1547  1554  1561  1568  1575!
=====
3136.7B OPERACION DE LA RED  (CCCCCCC)  !   !   !   !
3136.8 DESMONTAJE           !   !CCCCCCC!CCCCCCC!CCCCCCC!CCCCCCC!CCCC!
=====
```

Barchart Key: - CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :Float



## RED DE ACTIVIDADES "AZTECA 2000"

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO S.C.

REPORT TYPE : ACTIVITY LISTING

PRINTING SEQUENCE : Node/Activity Number: Sequence

SELECTION CRITERIA : ALL

PLAN I.D. : AZTECA VERSION 0

TIME NOW DATE : 1/2/74 05

DUR.	PREC.	SUCC	DUR	DESCRIPTION	RESOURCES
NODE	NODE	NODE	NODE		
START => 1 UNSCHEDULED					
	=> 4			NOT BEFORE DAY 91	
	=> 5			NOT BEFORE DAY 166	
	=> 6			NOT BEFORE DAY 316	
	=> 8			NOT BEFORE DAY 486	
START	=> 1	=> 2	31	3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	
		=> 3	380	3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	
31	1	=> 2	=> 4	58	3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA
380	1	=> 3	=> 6	0	DUMMY
START	=> 4	=> 5	45	3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	
58	2	=>			
START	=> 5	=> 6	78	3146.5 CONSTRUCCION EN FAERICA	
45	4	=>			
START	=> 6	=> 7	1	3146.6A MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ	
78	5	=>			
1	6	=> 7	=> 6	64	3146.6B MONT. EN SITIO. PRUEBAS/INTERFAZ
START	=> 3	=> 9	61	3146.7 OPERACION DE LA RED	
0	3	=>			
64	7	=>			
61	8	=> 9	=> 10	31	3146.8 DESMONTAJE
31	9	=> 10	=> FINISH	NOT AFTER DAY 577	

5000.0 PROYECTOS DE: TELECOMUNICACIONES

DATOS: PROGRAMACION

3140.0 PROYECTO: AZTECA 2000

(FIRMA)  
JEFE SUBPROYECTO

3146.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA)  
DIRECTOR PROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHAS		ACTIVIDAD (ES) PRECEDENTE (S) INTERNAS DE OTRO PROYECTO	META CRITICA
		INICIO	TERMINO		
3146.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85		
3146.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	3146.1	
3146.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	3146.2	
3146.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86		
3146.5	CONSTR. EN FABRICA	15/MAY/85	30/NOV/85	3146.3	
3146.6	MONTAJE Y PRUEBAS	1/DIC/85	30/ABR/86	3146.5	
3146.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	3146.6	1/MAY/86
3146.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	3146.7	1/JUL/86



3000.0 PROYECTOS DE : TELECOMUNICACIONES

DATOS: AVANCE DE OBRA

3140.0 PROYECTO: AZTECA 2000

AL: 30 DE JUNIO DE 1986  
(FECHA)

3146.0 SUBPROYECTO: GENERACION Y TRANSMISION DE TV/AUDIO

(FIRMA) \_\_\_\_\_  
JEFE SUBPROYECTO

CODIGO	MACROACTIVIDADES	FECHA (REAL) INICIO	FECHA (REAL) TERMINO	PORCENTAJE DE AVANCE	COMENTARIOS (PROBLEMAS, ETC.)
3146.1	DEF. DE NECESIDADES	1/ENE/85	31/ENE/85	100%	
3146.2	ANTEPROYECTO	1/FEB/85	30/MZO/85	100%	
3146.3	PROYECTO	1/ABR/85	15/MAY/85	100%	
3146.4	ADQUISICION EQUIPO	1/ENE/85	15/ENE/86	100%	
3146.5	CONSTR. EN FABRICA	15/JUN/85	31/AGO/85	100%	
3146.6	MONTAJE Y PRUEBAS	12/NOV/85	12/NOV/85	100%	
3146.7	OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	100%	
3146.8	DESMONTAJE	1/JUL/86	31/JUL/86	0%	



GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :STANDARD LISTING

S. P. S.

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/85

PLAN I.D. :AZTECA VERSION 0

ACTIVITY DESCRIPTION	EARLIEST START	EARLIEST FINISH	LATEST START	LATEST FINISH	DURATION	FLOAT
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	1/JAN/85	15/JAN/86	16/APR/85	30/APR/86	289	105
3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	1/JAN/85	31/JAN/85	28/JUL/85	27/AUG/85	31	216
3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	1/FEB/85	30/MAR/85	28/AUG/85	24/OCT/85	58	206
3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	1/APR/85	15/MAY/85	25/OCT/85	8/DEC/85	45	207
3146.5 CONSTRUCCION EN FABRICA	15/JUN/85	31/AUG/85	9/OCT/85	24/FEB/86	76	177
3146.6A MONT. EN SITIO,PRUEBAS/INTERFAZ	12/NOV/85	12/NOV/85	25/FEB/86	25/FEB/86	1	105
3146.6B MONT. EN SITIO,PRUEBAS/INTERFAZ	13/NOV/85	15/JAN/86	26/FEB/86	30/APR/86	64	105
3146.7 OPERACION DE LA RED	1/MAY/86	30/JUN/86	1/MAY/86	30/JUN/86	61	0.4
3146.8 DEMONSTRAR	1/JUL/86	31/JUL/86	1/JUL/86	31/JUL/86	31	0*

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARSHART

S. P. S.

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 1/JAN/85

PLAN I.D. :AZTECA VERSION 0

PERIOD COMMENCING DATE	11	12	115	122	129	15	112	119	126	15	112	1
MONTH	JAN	1	1	1	1	FEB	1	1	1	MAR	1	1
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	11	10	115	122	129	130	143	150	157	164	171	1
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	=====											
3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	=====											
3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	=====											

Barchart Keys- CCC :Critical Activities --- :Non Critical Activities --- :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE :17/MAR/85  
 PLAN I.D. :AZTECA VERSION 0

S. P. S.

MONDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/85

PERIOD COMMENCING DATE	115	126	12	19	111	122	130	17	114	121	128
MONTH	MAR		APR					MAY			
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	175	185	192	195	1156	1113	1125	1127	1134	1141	1148
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	.....										
3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	.....										
3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	.....										
3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	.....										

Barchart key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE :4/JUN/85  
 PLAN I.D. :AZTECA VERSION 0

S. P. S.

MONDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/85

PERIOD COMMENCING DATE	14	111	118	125	12	19	116	123	130	16	115
MONTH	JUN				JUL					AUG	
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1155	1162	1169	1176	1183	1190	1197	1204	1211	1218	1225
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	.....										
3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	.....										
3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	.....										
3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	.....										

3146.5 CONSTRUCCION EN FABRICA

Barchart key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO  
 REPORT TYPE :PERIOD BARCHART  
 START DATE :20/AUG/85  
 PLAN I.D. :AZTECA VERSION 0

S. P. S.

MONDIAL MEXICO '86

PRINTING SEQUENCE :Earliest Activities First  
 SELECTION CRITERIA :ALL  
 TIME NOW DATE : 17/JAN/85

PERIOD COMMENCING DATE	120	127	13	110	117	124	11	18	115	122	129
MONTH	AUG		SEP				OCT				
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1222	1229	1246	1253	1260	1267	1274	1281	1288	1295	1302
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO	.....										
3146.1 INVEST. Y DEF. DE NECESIDADES	.....										
3146.2 ANTEPROYECTO DEL SISTEMA	.....										
3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA	.....										

3146.5 CONSTRUCCION EN FABRICA

Barchart key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE : PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First

START DATE : 5/NOV/85

SELECTION CRITERIA : ALL

PLAN I.D. : AZTECA VERSION 0

TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	15	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175
MONTH	NOV				DEC					JAN	
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1309	1316	1323	1330	1337	1344	1351	1358	1365	1372	1379
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO											
3146.3 PROYECTO EJEC. Y PROGRAMA											
3146.5 CONSTRUCCION EN FABRICA											
3146.6A MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ											
3146.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ											

Barchart key- CCC :Critical Activities == Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE : PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First

START DATE : 21/JAN/86

SELECTION CRITERIA : ALL

PLAN I.D. : AZTECA VERSION 0

TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	121	129	14	111	118	125	14	111	118	125	14
MONTH	JAN		FEB				MAR				APR
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1366	1393	1400	1407	1414	1421	1428	1435	1442	1449	1456
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO											
3146.5 CONSTRUCCION EN FABRICA											
3146.6A MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ											
3146.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ											

Barchart key- CCC :Critical Activities == Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :float

GENERACION Y TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MUNDIAL MEXICO '86

REPORT TYPE : PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First

START DATE : 8/APR/86

SELECTION CRITERIA : ALL

PLAN I.D. : AZTECA VERSION 0

TIME NOW DATE : 17/JAN/86

PERIOD COMMENCING DATE	15	115	122	129	136	143	150	157	164	171
MONTH	APR				MAY				JUN	
PERIOD COMMENCING TIME UNIT	1463	1470	1477	1484	1491	1498	1505	1512	1519	1526
3146.4 CONTRAT. Y/O ADQUIS. DE EQUIPO										
3146.6B MONT. EN SITIO, PRUEBAS/INTERFAZ										
3146.7 OPERACION DE LA RED										

Barchart key- CCC :Critical Activities == Non Critical Activities NN :Activity with neg float ... :float

GENERACION : TRANS. TV/AUDIO

S. P. S.

MEXICAL MEXICO '66

REPORT TYPE : PERIOD BARCHART

PRINTING SEQUENCE : Earliest Activities First

START DATE : 24/JAN/66

SELECTION CRITERIA : ALL

PLAN I.D. : AZTECA VERSION 0

TIME NOW DATE : 1/JAN/85

```
=====1966=====
PERIOD COMMENCING DATE      124  11  18  115  122  129  !
MONTH                       1JUN  1JUL  !  !  !  !  !
PERIOD COMMENCING TIME UNIT 1540 1547 1554 1561 1568 15751
=====
3146.7 OPERACION DE LA RED  (<1CCCCCCC!  !  !  !  !  !
3146.8 DESMONTAJE          !  !CCCCCCC!CCCCCCC!CCCCCCC!CCCCCCC!CCCC!>
=====
```

Barchart Key:- CCC :Critical Activities == :Non Critical Activities NNN :Activity with neg float ... :Float

## 6.5 COMENTARIOS GENERALES DE CADA ETAPA ANALIZADA.

A continuación hare los comentarios generales de cada una de las etapas, para los cuatro proyectos antes mencionados.

### Etapas de planeación

En relación a la etapa de planeación, se muestra la red de actividades para cada proyecto con la información complementaria de dichas redes (listado de la red), pudiendo observar la estructura lógica de cada red.

### Etapas de programación

El resultado final de la etapa de planeación (calculos de la red), es la elaboración del diagrama de tiempos. En esta etapa se muestra el diagrama de tiempos para cada proyecto; comparando cada diagrama con su red de actividades, se observa que en la red hay mayor número de actividades que en el diagrama; esto es debido a que fue necesario dividir algunas actividades en relación a sus fechas, para que coincidieran con los inicios o los finales de otras y la red tuviera una secuencia. El subdividir tales actividades no implica una mayor duración del proyecto, ya que al dividir las se dividen sus fechas (duraciones), por lo cual aparecen las actividades subdivididas con la misma codificación decimal, diferenciandose cada una por una letra.

Las actividades precedentes internas mostradas en dicho diagrama, indican que hasta que no se terminen dichas actividades no pueden comenzar las siguientes, es decir, hay una dependencia hacia las mismas, mostrandose en seguida la meta crítica situada en la última columna, la cuál indica las fechas críticas en el proyecto, es decir, que cada actividad debe iniciarse en la fecha crítica indicada.

Por último, en la etapa de programación se muestra un diagrama de barras complementario al formulario de programación.

Es importante mencionar que la elaboración del diagrama de tiempos, debe hacerse dentro de las limitaciones de los recursos disponibles, ya que en algunos casos no puede ser posible realizar actividades concurrentes, debido a las limitaciones de personal y equipo; en este caso son de gran utilidad las holguras totales.

Sin embargo aún no habiendo limitación en los recursos, es común utilizar las holguras totales para nivelar los recursos sobre la duración del proyecto completo.

#### Etapa de control

Esta etapa comprende la red de actividades y el diagrama de tiempos, es decir, se basa en las dos etapas anteriores para emitir

reportes periodicos del progreso del proyecto.

El primer formulario que muestro para dicha etapa, es el de avance de obra, el cuál es similar al de programación de actividades, con la diferencia de que en este formulario se muestran las fechas reales de inicio y término, las cuales son iguales a las programadas en el proyecto CIR; para los estadios sólo variaron las fechas reales de inicio y término en las etapas de construcción en fábrica y de montaje y pruebas, debido principalmente a una variación en la etapa de construcción en fábrica, la cuál no dependía directamente de los contratistas y a consecuencia de la misma se originó el retraso de montaje y pruebas.

En este formulario se muestra también una columna de porcentaje de avance, donde se observa que las siete primeras etapas estan cubiertas al 100 % excepto la última; ésto es debido a que dicha información fue capturada al día 30 de junio de 1986 y la última etapa se inició a partir del día 1 de julio al 31 de julio de 1986, en cada uno de los cuatro proyectos mencionados.

La última columna de este formulario, es para hacer los comentarios pertinentes en cada etapa si es que hubiere problemas.

A continuación se muestra el reporte standard, en el cuál se indican las fechas de inicio y final más tempranas del proyecto, dichas fechas son iguales a las fechas del formulario de avance

de obra; en seguida se muestran las fechas de inicio y final más tardías, en las cuales se puede ver que cuando la fecha de inicio más tardía es igual a la fecha de inicio más temprana, la actividad es crítica y cuando son diferentes las dos fechas, la actividad no es crítica, es decir tiene holgura; por último para éste reporte se muestran la duración y la holgura para las actividades del proyecto.

El último reporte que se muestra es la gráfica de barras, en la cual aparecen las actividades graficadas contra el tiempo; cada mes se muestra por semana y las barras se muestran con la simbología abajo descrita para cada actividad.

En general se piensa que puede descartarse la red de actividades habiendo elaborado el diagrama de tiempos, pero no debe descartarse dicha red, debido a que tendrá un uso importante durante la realización del proyecto. En la mayoría de los proyectos, los programas de tiempo desarrollados para los mismos en la fase de planeación, no se llevan exactamente en la fase de ejecución, esto es debido a que ciertas actividades se demoran o se aceleran; tal es el caso de las actividades "construcción en fábrica y montaje y pruebas". El plan original se ve alterado con dichos disturbios, por lo que es necesario desarrollar un nuevo programa de tiempos para la porción restante del proyecto en cuestión.

Además es importante observar el progreso del proyecto sobre la



red de actividades, más que sobre el diagrama de tiempos. Dicho diagrama se utiliza principalmente para verificar si cada actividad esta en tiempo. El efecto de una demora en alguna actividad sobre la porción restante del proyecto, se visualiza mejor en la red de actividades.

En casos reales se requieren normalmente muchas revisiones del diagrama de tiempos en las primeras etapas de la fase de realización, después sigue un periodo estable, en el cuál se requiere de poca revisión del diagrama actual.

En general se ha resumido la aplicación del paquete pertmaster a los cuatro proyectos expuestos anteriormente, contando con el apoyo del sistema de programación y seguimiento, para una mejor identificación y control de las actividades; como lo mencione anteriormente, se hizo lo mismo para cada uno de los proyectos generales, a nivel proyecto y subproyecto, para cada una de sus actividades, obteniendo los reportes necesarios para la toma de decisiones oportuna, para un más óptimo aprovechamiento del tiempo disponible para dichos proyectos.

### CONCLUSIONES

Para el control de todos los proyectos de la Copa del Mundo México '86, fue fundamental el empleo de la técnica de programación de proyectos, ya que dio como resultado una buena administración del tiempo, en cada fase del proyecto en estudio; a nivel proyecto, subproyecto y macroactividad. Se analizó de manera objetiva cada proyecto, considerando la graficación de las redes de actividades, el cálculo de las rutas críticas, obteniendo las actividades críticas de las cuales depende fundamentalmente la duración de cada proyecto y en la fase final se realizó la evaluación de dichas redes y la red del proyecto global.

Por otro lado, se obtuvieron conclusiones referentes a la utilización tanto de la técnica manual como de la técnica por computadora; resumiendo que la técnica manual conlleva a un costo adicional de tiempo, debido a los numerosos cálculos realizados para llegar a determinar la ruta crítica del proyecto; en la técnica por computadora, el costo adicional inicialmente es en la adquisición de un equipo de cómputo, así como del posible error en la captura de los datos, pudiendo llegar a resultados no deseados.

Cabe remarcar que la justificación de controlar un proyecto mediante la técnica del CPM, es de suma importancia hoy en día, ya que actualmente se realizan grandes obras de infraestructura,

así como complejos industriales de gran magnitud, los cuales requieren de un grado de análisis muy profundo, para poder optimizar el costo de su realización así como su duración.

También fue de gran ayuda el diseño de un sistema de programación y seguimiento, por medio del cuál se clasificaron todos los proyectos, definiendo los niveles necesarios para un mejor análisis y de esta forma se obtuvo una adecuada programación y seguimiento, para un mejor control en cada fase de los mismos, así como en el contexto del proyecto general.

En lo que concierne a la elección del paquete que se empleo, denominado pertmaster; la aplicación del mismo dio como resultado rapidéz en la obtención de resultados, así como la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad oportunos, tambien facilitó el análisis para cada etapa del proyecto en estudio, mediante los diferentes tipos de reportes, llegando a una óptima toma de decisiones a nivel staff. Los elementos fundamentales para la toma de decisiones fueron las redes de actividades, los diagramas de tiempos y los reportes de ruta crítica para cada proyecto.

Es importante recalcar que en este trabajo se consideraron las etapas fundamentales de la técnica de programación de proyectos; la planeación, la programación y el control del tiempo para dichos proyectos. Para cada etapa se obtuvieron los listados correspondientes, en los cuales se realizó un análisis sobre la es

trategia emprendida, para que en el caso de un retraso en alguna actividad se pudieran tomar las medidas correctivas oportunas, para la terminación de cada proyecto en la fecha prometida. En relación al análisis de recursos, éste no se llevó a cabo por razones de índole confidencial.

Por último, fue de suma importancia tener en cuenta la posible aleatoriedad en la duración de las actividades para cada proyecto, lo anterior se consideró en base a los comentarios hechos en el apéndice 1 de este trabajo.

APENDICE 1

CONSIDERACIONES DE PROBABILIDAD EN LA PROGRAMACION  
DE PROYECTOS.

## APENDICE 1

### CONSIDERACIONES DE PROBABILIDAD EN LA PROGRAMACION DE PROYECTOS.

#### **A.1 LA INCERTIDUMBRE EN LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES.**

Para el seguimiento de los proyectos de la Copa Mundial de Fútbol México '86, por medio de la ruta crítica; los cálculos realizados para obtener las rutas críticas para los diferentes proyectos, se basaron en estimaciones de tiempo para las actividades, en forma determinista, es decir, en general no se consideraron variaciones en la duración de las actividades; solo en algunos casos se registraron variaciones no significativas o dicho de otra manera, no se supuso aleatoriedad en el tiempo para dichas actividades.

Sin embargo, en ciertas ocasiones la duración de una actividad no puede estimarse con aproximación; en el caso de que dicha actividad no sea crítica y tenga un tiempo de holgura considerable, los cálculos realizados serán válidos pero se tendrá incertidumbre en la distribución de sus recursos, en la programación de la mano de obra y materiales, equipo y finanzas. En el caso de que la actividad este en la ruta crítica, la duración del proyecto y la programación de por lo menos todas las actividades subsecuentes, se vuelve incierta, a menos de que se cuente con los suficientes recursos para acelerar la actividad; si lo ante

rior no es posible, la incertidumbre se vuelve un factor determinante en el proyecto y por lo tanto deberá considerarse en los cálculos de la red.

Es conveniente considerar a la incertidumbre, en situaciones donde no se cuente con la información suficiente sobre el tiempo y costo para cada actividad; o en el caso de que las actividades requieran de investigación y experimentación.

La terminología empleada para la duración de las actividades, es el tiempo medio esperado (te), el cuál va ligado a una medida asociada de incertidumbre para la duración de la actividad. Dicha medida se expresa como la desviación estandar ( $\sigma_{te}$ ) o como la varianza ( $\sigma_{te}^2$ ) de la duración. La probabilidad para el tiempo medio esperado, se considera con un 50% de factibilidad de que la duración real sea menor y un 50% de probabilidad de que dicha duración sea mayor.

Con base en lo anterior, se debe emplear una curva de distribución de probabilidad, para poder determinar con precisión los datos de tiempo y costo para tal actividad.

Desafortunadamente no es posible saber que distribución emplear para la obtención de dichos datos, debido a que la misma se basa en información referente a las actividades, la cuál es irregular o poco precisa en relación a los cambios y retrasos a los que es

tan sujetas dichas actividades. Por lo tanto es necesario suponer una curva de distribución, la cuál para que se ajuste a las circunstancias de cada actividad individualmente, se llevan a cabo tres estimaciones del tiempo, las cuales se consideran en la curva. Estas estimaciones permiten obtener el tiempo medio esperado, la varianza y la desviación estandar.

A continuación hare mención de cada una de ellas:

- Tiempo optimista ( $t_a$ ), es una estimación del mínimo tiempo que se necesita para terminar una actividad.
- Tiempo más probable ( $t_m$ ), es el tiempo necesario para la terminación de una actividad, obteniendo este tiempo de la repetición de la actividad un cierto número de veces, bajo condiciones similares.
- Tiempo pesimista ( $t_b$ ), es el máximo tiempo que se necesita para terminar una actividad. Este tiempo puede considerar un retraso al inicio de dicha actividad.

La obtención de las tres estimaciones de tiempo, da una visión general de las dificultades particulares de cada actividad. Estas estimaciones dan la base para la elección de la curva de distribución de probabilidades, para la determinación de la duración de cada actividad.



En la figura A.1 se muestra la curva de distribución, donde se observa un pico, el cuál corresponde al tiempo más probable (tm). En los extremos del intervalo de distribución, se muestran los tiempos optimista (ta) y pesimista (tb), que indican los casos extremos los cuales tienen muy poca probabilidad.

La curva de distribución que se apega a la situación anterior es la distribución beta, la cuál se muestra en la figura A.1. Por medio de esta distribución, se pueden estimar el tiempo medio esperado de la actividad y su desviación estandar.

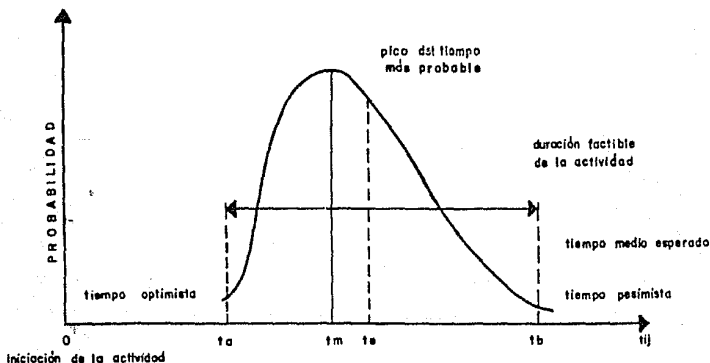


FIG. A.1 DISTRIBUCION BETA

La ecuación para obtener el tiempo medio esperado es la siguiente:

$$te = \frac{ta + 4tm + tb}{6} \quad (1)$$

La desviación estandar se da por:

$$\sigma_{te} = \frac{tb - ta}{6} \quad (2)$$

y finalmente la varianza (cuadrado de la desviación estandar) se define como:

$$(\sigma_{te})^2 = \frac{(tb - ta)^2}{6} \quad (3)$$

En la ecuación (1) se observa que el tiempo medio esperado ( $t_e$ ), es diferente del tiempo más probable, por ser la distribución no simétrica; en la curva de la distribución se puede observar lo anterior.

A los tiempos optimista ( $t_a$ ) y pesimista ( $t_b$ ), por lo general se les asigna el 1% de probabilidad por tener una probabilidad muy pequeña de que ocurran. Dichos tiempos definen el intervalo de distribución de las duraciones factibles. La desviación estandar (medida de la incertidumbre) equivale a un sexto de dicho intervalo; si el intervalo es pequeño, la duración de la actividad será muy aproximada. La duración de la actividad será real, cuando la desviación estandar y la varianza sean iguales a cero, es decir, cuando las tres estimaciones coincidan ( $t_a = t_m = t_b$ ).

El caso anterior es un caso particular donde la duración de la actividad se vuelve determinística. Cuando las duraciones de las actividades resulten determinísticas, los cálculos subsecuentes

para la obtención de la ruta o rutas críticas, se harán por medio del CPM. En general se suponen validas las duraciones de las actividades empleadas en CPM y se consideran como un caso especial de las estimaciones empleadas en PERT.

Considerando el tiempo medio esperado de las actividades, los cálculos de la ruta crítica son análogos a los realizados por CPM. Sin embargo por la metodología del PERT, a cada duración le corresponde su desviación estandar o su varianza. Por lo que las fechas calculadas para los eventos serán tiempos medios esperados de eventos, por lo que estarán sujetos a duda; la obtención de la desviación estandar sera la medida de dicha duda.

Se desarrollará el cálculo para la obtención de las desviaciones y las varianzas, considerando el evento de terminación del proyecto como a continuación se indica.

Se obtendrá la duración del proyecto, sumando el tiempo medio esperado de las actividades que estan en la ruta crítica y esta será la duración media esperada. Al ser independientes cada una de las actividades de la ruta crítica, por el método estadístico de la varianza de la duración del proyecto, se suman las varianzas de dichas actividades, para obtener la varianza de la duración del proyecto de tiempo medio esperado  $txp$ ,

$$v(txp) = (\sigma_{txp})^2 = \sum vte = \sum (\sigma_{te})^2$$

La desviación estandar de la duración del proyecto se obtiene aplicándole la raíz a la varianza obtenida. En el caso de que hubiera más de una ruta crítica, la varianza de la duración del proyecto se considerará como la máxima de las sumadas a lo largo de las diferentes rutas críticas. En base a lo anterior, es claro que la varianza del tiempo medio esperado de cualquier evento, es la suma de las varianzas de las actividades a través de la ruta crítica más larga, la cuál nos conduce a dicho evento.

Una vez obtenidos el tiempo medio esperado para un evento ( $t_x$ ) y su desviación estandar ( $\sigma_x$ ), se puede calcular, basándonos en la teoría de probabilidades, que probabilidad hay de obtener un tiempo programado para el evento específico ( $t_p$ ). Para determinar dicha probabilidad, se considera que el tiempo de terminación del evento se distribuye normalmente, con un valor medio  $t_x$  y desviación estandar  $\sigma_x$ ; estos valores se obtuvieron a partir de la serie de curvas de distribución beta de las actividades individuales.

La hipótesis anterior, se basa en el hecho de que al sumar una serie de curvas de distribución beta independientes, nos da una curva de distribución normal, lo cuál es verdadero para series infinitas, para series lo suficientemente grandes el resultado es aproximado.

De lo anterior, para calcular la probabilidad del tiempo  $t_p$ , se

debe graficar una curva de distribución normal con centro en el tiempo  $t_x$ . Dada la curva, la probabilidad de obtener el tiempo programado  $t_p$ , es determinando el porcentaje de área que abarca este tiempo del área total bajo la curva de distribución normal, tal y como se muestra a continuación en la figura A.2 .

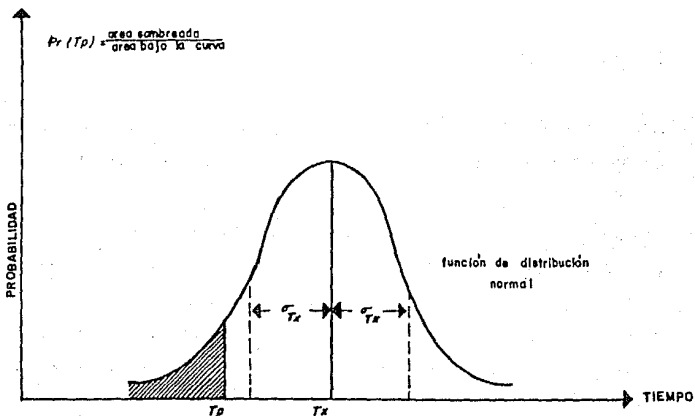


FIG. A.2 PROBABILIDAD DE CUMPLIR EL TIEMPO  $T_p$ .

La aproximación se da por medio de una tabla de probabilidades, la cuál se obtuvo de los valores de la función de distribución normal acumulada; a continuación se muestra una tabla de valores aproximados de dicha función.

Los valores de la tabla son el resultado de redondear o aproximar los valores de la función de distribución acumulada, un punto porcentual entre cada valor, dicha aproximación es más exacta

de lo que se requiere en la realidad.

Tabla A.1 Valores aproximados de la función  
de distribución normal

Z	probabilidad	probabilidad	Z
-2.0	0.02	0.98	+2.0
-1.5	.07	.93	+1.5
-1.3	.10	.90	+1.3
-1.0	.16	.84	+1.0
-0.9	.18	.82	+0.9
-0.8	.21	.79	+0.8
-0.7	.24	.76	+0.7
-0.6	.27	.73	+0.6
-0.5	.31	.69	+0.5
-0.4	.34	.66	+0.4
-0.3	.38	.62	+0.3
-0.2	.42	.58	+0.2
-0.1	.46	.54	+0.1
0	.50	.50	0

A continuación se calcula el factor Z como la diferencia entre el tiempo medio programado, el cuál puede ser una aproximación nuestra y el esperado para el evento, entre su desviación estan

dar, es decir:

$$Z = \frac{t_p - t_x}{\sigma t_x}$$

empleando el valor de  $Z$ , la tabla de probabilidades muestra la probabilidad de que se satisfaga el tiempo  $t_p$ . Una ecuación equivalente a la anterior sería:

$$t_p = t_x + Z(\sigma t_x)$$

La cuál permite determinar el tiempo programado para un evento, basado en un nivel de riesgo, donde el valor de  $Z$  se obtiene de dicha tabla para una probabilidad específica o un nivel de riesgo aceptable.

## A.2 PROGRAMACION DE TIEMPOS.

Al hacer el análisis de la duración de una actividad, se necesitan evaluar las tres estimaciones de tiempo (optimista, más probable y pesimista), a partir de las cuales se obtienen el tiempo medio esperado, la desviación estandar y la varianza.

La metodología del PERT utiliza el tiempo medio esperado y la varianza de cada actividad, de esta manera se esta considerando a la incertidumbre en la red. La diferencia entre los cálculos del PERT y los del CPM, es solo la inclusión de la varianza para las

actividades. A continuación considerare a manera de ejemplo, la red que se muestra en la figura 1.3 del capítulo I.

La siguiente tabla muestra las estimaciones de tiempo de las actividades individuales, además de los cálculos estadísticos de los tiempos de la red mencionada anteriormente.

Tabla A.2 Tiempos estimados para la red del capítulo I

Actividad	ta	tm	tb	te	σte	(σte) <sup>2</sup>
(1,2)	4	4	4	4	0	0
(2,3)	1	2	9	3	1.33	1.77
(3,4)	1	2	3	2	.33	.11
(6,4)	0	0	0	0	0	0
(3,5)	3	3	9	4	1.00	1.00
(3,6)	3	3	15	5	2.00	4.00
(4,5)	0	0	0	0	0	0
(5,8)	4	5	12	6	1.33	1.77
(4,7)	1	3	5	3	.66	.44
(6,9)	3	3	15	5	2.00	4.00
(7,8)	0	0	0	0	0	0
(7,10)	3	5	13	6	1.66	2.76
(8,10)	1	1	7	2	1.00	1.00
(9,10)	1	2	9	3	1.33	1.77



Para poder hacer una comparación clara entre el PERT y el CPM, se han calculado los tres tiempos, de tal forma que los tiempos medios esperados ( $t_e$ ) son iguales a las duraciones ( $D_{ij}$ ) del CPM.

En la figura A.3 se muestran los tiempos de terminación más próxima esperados ( $T_{xe}$ ) y sus varianzas ( $V_{xe}$ ). Los  $T_{xe}$  son calculados de igual manera que los  $ES_j$  obtenidos en el CPM y se han tabulado en los renglones "e" de los cuadros de tiempo para cada evento.

Una vez determinados los  $T_{xe}$  de cada evento, se han sumado las varianzas de las actividades para obtener la varianza  $V_{xe}$  de cada evento; dicho valor se indica también en el renglón "e" del cuadro de tiempos mencionado.

Para el evento 9 por ejemplo, su terminación más próxima esperada y su varianza, se calculan en base a la cadena de actividades 1-2-3-6-9, es decir:

$$T_{xe} = 0+4+3+5+5 = 17$$

$$V_{xe} = 0+0+1.77+0.44+1.77 = 3.98$$

Existen casos en los que para un evento en la ruta crítica, tal vez haya otra ruta no crítica, por medio de la cuál se llegue a

dicho evento y tenga una varianza considerablemente mayor; sin embargo, es importante recalcar que la metodología del PERT ignora las varianzas a lo largo de las rutas no críticas. Por lo anterior hay que hacer las consideraciones pertinentes cuando se emple dicha metodología, es decir, poder controlar el proyecto con técnicas de revisión dinámica, ya que de no utilizarlas, el significado de las rutas críticas obtenidas no será muy real o aproximado.

En relación a la figura A.3, el proyecto tiene un tiempo de terminación mas próximo esperado de 20 días, una varianza de 5.75 y consecuentemente una desviación estandar de 2.40. La información anterior nos sirve para definir la curva de distribución de probabilidades del proyecto. En la práctica se supone que dicha curva es la distribución normal, esta suposición es válida para proyectos con actividades numerosas.

Por lo anterior, la gráfica de la distribución del proyecto antes mencionado tendrá su centro en el Txe de 20 días, con una desviación estandar de 2.40 días. Con los datos anteriores, podemos determinar las probabilidades de que se cumplan las fechas elegidas para la terminación del proyecto, como lo muestro en la tabla A.3

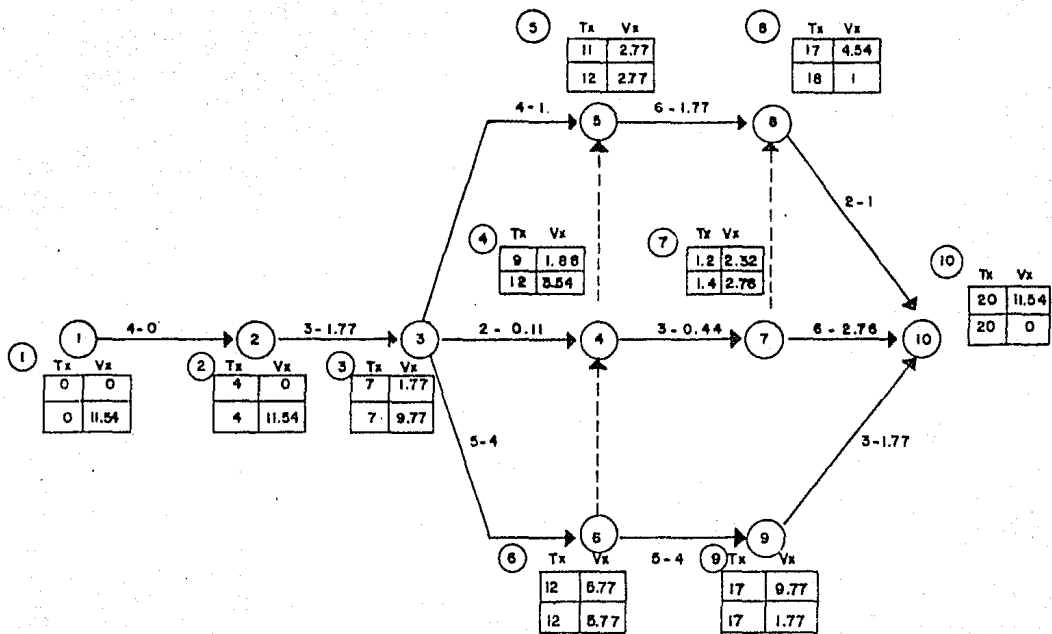


FIG. A.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA METODOLOGIA DEL PERT PARA LA RED DE ACTIVIDADES DEL CAPITULO I

Tabla A.3 Probabilidad de cumplir con los tiempos programados para el proyecto.

Número del evento	tiempo esperado Txe	desviación estandar $\sigma Txe$	tiempo program. Tp	$Z = \frac{tp - txe}{\sigma Txe}$	probabilidad de cumplir Tp (%)
10	20	3.40	16	-1.18	12
			18	-0.59	28
			20	0.0	50
			22	0.59	72
			24	1.18	88

De igual manera que para el evento final, puede calcularse la probabilidad de satisfacer el tiempo programado elegido para cualquier evento, obtenidos de antemano el tiempo medio esperado y la varianza de dicho evento.

Para los eventos próximos al inicio del proyecto, no se puede decir con certeza que sus tiempos y varianzas tengan una distribución normal, pero a falta de información más precisa, se hace esta suposición con errores no significativos, obteniendo un parámetro medio para el cálculo de probabilidades.

Para determinar el tiempo programado para un evento específico en un proyecto dado, se debe considerar la incertidumbre en el mismo, además de aceptarse diferentes niveles de riesgo en el programa global.

Dados niveles de riesgo concisos para la programación de tiempos para eventos particulares, nos es de gran utilidad obtener el tiempo de terminación más tardío esperado (T<sub>xt</sub>), para cada evento dada una probabilidad del 50%. Para la red del capítulo I, se obtendrá este tiempo a partir de una duración de 20 días; el procedimiento para la obtención de este tiempo, es análogo al del L<sub>ci</sub> (tiempo de terminación más tardío) del CPM. Las varianzas correspondientes ( $\sigma_{xt}$ )<sup>2</sup>, se calculan de manera análoga a las varianzas del tiempo de terminación más próximo esperado (T<sub>xp</sub>), pero en este caso comenzamos a partir del evento final del proyecto; los resultados obtenidos para cada evento, se muestran en los renglones "1" de la figura A.3.

Haciendo un análisis comparativo entre los valores T<sub>xp</sub> y T<sub>xt</sub>, éstos en algunas ocasiones son diferentes, a dicha diferencia se le llama holgura del evento y se define como:

$$T_{xt} - T_{xp}$$

El concepto de holgura en PERT corresponde a la holgura total en CPM, y es la cantidad de tiempo disponible, la cuál resulta de

la diferencia entre el tiempo de terminación más tardío y el más próximo esperado, por lo tanto un evento con holgura cero, forzosamente deberá estar en la ruta crítica.

De lo anterior podemos definir dos varianzas para cada evento en la red,  $V_{txp}$  y  $V_{txt}$ . La primera indica la incertidumbre en la trayectoria que abarca más tiempo, basándonos en el tiempo medio esperado de cada actividad ( $T_e$ ), hasta el evento que se considere; la segunda varianza define la incertidumbre sobre la misma trayectoria que la anterior, pero a partir del evento en consideración hasta la terminación del proyecto. Por lo tanto, para los eventos que están en la ruta crítica esperada, la suma de dichas varianzas debe ser constante; es decir

$$V_{txp} + V_{txt} = V_{txp}$$

para la red del capítulo I, se tiene una varianza total en la ruta crítica de 11.54 .

Suponiendo que no aceptamos una duración de 20 días para la terminación del proyecto y que necesitamos terminarlo en 17 días; por la metodología del CPM necesitaríamos aplicar la falla de una o más actividades, aplicando más recursos al proyecto; por la técnica del PERT podemos reducir estos tres días sin compresión de actividades, dadas buenas condiciones para terminar una o algunas actividades, ya sea en la ruta crítica esperada, o en

cualquiera de las otras rutas del proyecto. Con los tiempos calculados anteriormente (optimista, más probable, pesimista y medio esperado), se puede calcular el riesgo de tener condiciones favorables para las actividades, en las cuales es factible la reducción de tiempo.

En la figura A.4, se observa un programa para la red de actividades que he venido mencionando como ejemplo, con una duración de 17 días. En seguida analizaré las actividades 3-6 y 6-9, en donde supondré que en este lapso compuesto por dichas actividades, se tiene que considerar el factor clima; puesto que si el clima es adecuado, es decir, que no habrá lluvia, el avance será substancial o dicho de otra manera nos podremos ahorrar los tres días que necesitamos para terminar el proyecto, en lugar de 20 días se podrá terminar en 17 días. A continuación se muestra una tabla, en donde se resumen los tiempos estadísticos para las actividades mencionadas anteriormente;

tabla A.4 Resumen de tiempos para la red de actividades del capítulo I

Actividad	ta	tm	tb	te	factor clima
3 - 6	3	3	15	5	lluvia
6 - 9	3	3	15	5	lluvia

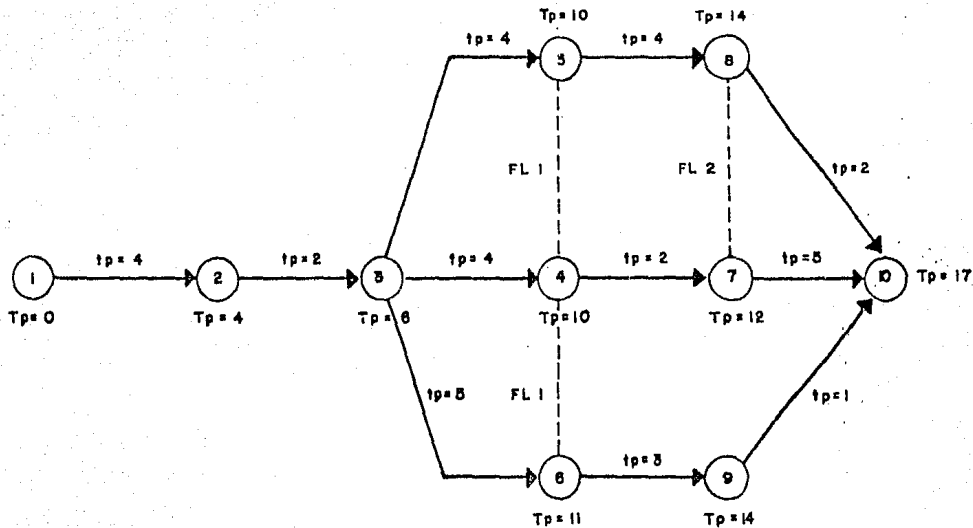


FIG. A.4 TIEMPOS PROGRAMADOS PARA LA RED DE ACTIVIDADES DEL CAPITULO I CON UNA DURACION DE 17 DIAS



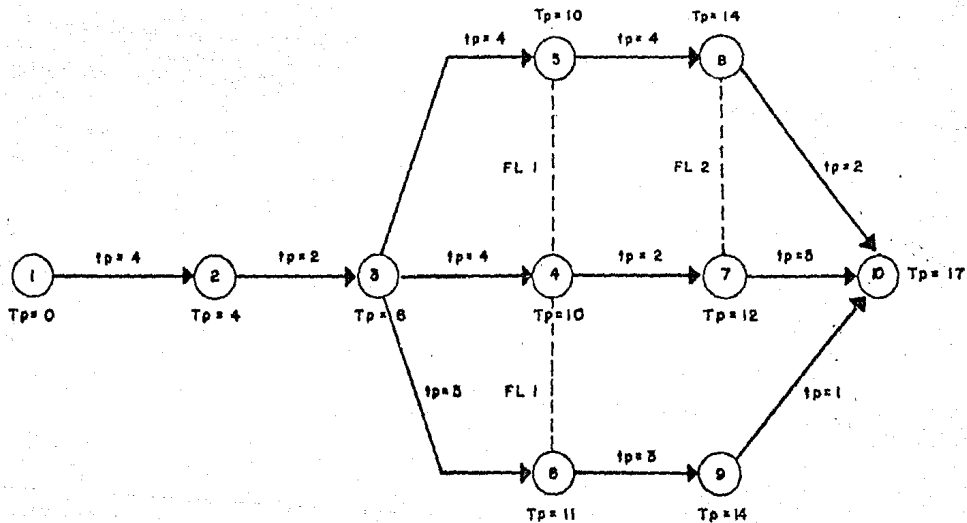


FIG. A.4 TIEMPOS PROGRAMADOS PARA LA RED DE ACTIVIDADES DEL CAPITULO I CON UNA DURACION DE 17 DIAS

Analizando la tabla anterior, se puede observar que para cada actividad, el tiempo pesimista incluye una tolerancia para la lluvia, donde dicho factor se relaciona con ambas actividades.

A pesar de que se deben considerar tales actividades como independientes, es decir, sus tiempos pesimistas individuales uno del otro, es lógico suponer que considerándolas en conjunto (puesto que son secuenciales), el riesgo por lluvia sera menor que si las consideramos por separado; dicho de otra manera: "el riesgo combinado es menor que la suma de los riesgos individuales".

Por consiguiente, considerando la diferencia entre el tiempo más probable y el tiempo medio esperado como una tolerancia para la lluvia, la duración para la primera actividad a considerar será igual a su tiempo medio esperado ( $t_e$ ), mientras que la duración para la otra actividad se programará a su tiempo más probable ( $t_m$ ) o tal vez dependiendo del caso, a su tiempo optimista ( $t_o$ ) anterior depende del valor que tome la primera actividad, para tener un margen de seguridad en el riesgo combinado).

Para el caso de la red de actividades con la que hemos estado trabajando, el evento 6 se programó a su tiempo medio esperado de 5 días, dado que solo hay una ruta para llegar a dicho evento (1-2-3-6); mientras que la actividad 6-9 se programó con la probabilidad de tener buen clima, es decir, sin lluvia, permitiendo

finalizarla en 3 días (el promedio de sus tiempos más optimista y más probable).

La probabilidad de que se realice la actividad 6-9 con esa duración, se muestra en la tabla A.5 :

Tabla A.5 Estadística de tiempo y probabilidades  
de la figura A.4

Número del evento	Tiempo esperado más próximo			tiempo prog. Tp	Z= $\frac{Tp - Txe}{\sigma Txe}$	probabilidad de cumplir con el Tp de la func. de dist. Nor.
	Tiempo medio Txe	Varianza Vxe	Desviación estandar $\sigma Txe$			
1	0	0	0	0	-	1.00
2	4	0	0	4	-	1.00
3	7	1.77	1.33	6	-0.75	0.23
4	9	1.88	1.37	10	0.73	0.77
5	11	2.77	1.66	10	-0.60	0.27
6	12	5.77	2.40	11	-0.42	0.34
7	12	2.32	1.52	12	0.00	0.50
8	17	4.54	2.13	14	-1.41	0.08
9	17	9.77	3.13	14	-0.96	0.17
10	20	11.54	3.40	17	-0.88	0.19

Analizando los tiempos programados, calculados para la red de actividades de la figura A.4, nos podemos percatar de un cambio en la ruta crítica, en comparación con la ruta mostrada en la figura A.3, es decir, ahora se tiene una ruta crítica programada en lugar de una probable.

En base al tiempo programado ( $T_p$ ), el tiempo medio más próximo esperado ( $T_{xp}$ ) y su varianza ( $\sigma_{T_{xp}}^2$ ), se pueden calcular los riesgos aceptados en la realización del proyecto o dicho de otra manera, podemos saber la probabilidad de ocurrencia de cada evento, en el tiempo programado ( $T_p$ ).

Por último, cabe mencionar que una vez que una actividad cualquiera en el proyecto ha finalizado, es cuando se conoce el tiempo real de la misma. Dicha duración deberá encontrarse en el intervalo formado por los tiempos optimista y pesimista. Sin embargo, las circunstancias de las cuales depende la duración de la actividad para que se aproxime a su tiempo más probable o a su tiempo medio esperado, están fuera de nuestro control, es decir, no son fácilmente previsible.

Por lo tanto, los resultados obtenidos por la técnica del PERT, basados en los tiempos medios esperados de las actividades, no siempre se cumplirán; sin embargo, sumando los tiempos estimados a través de la ruta crítica más larga, se obtiene la duración total del proyecto, lo cuál nos es de gran utilidad, porque de és

ta forma podemos tener una visión general del proyecto; por ejemplo el número de rutas de actividades que pueden volverse críticas, las consideraciones que deben hacerse sobre las mismas, así como las disponibilidades de tiempo con las que podemos contar en dichas trayectorias ó en algunas actividades del proyecto.

BIBLIOGRAFIA.

Antill James y Woodhead Ronald.

Método de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción.

Editorial Limusa, 1983.

Mexico, 1983.

Archibald, R. D. y Villoria R. L.

Network-Based Management Systems.

John Wiley & Sons.

Nueva York, 1967.

Bibby, J. M.; Kent, J. T.; Mardia, K. V.

Multivariate Analysis. Probability and Mathematical Statistics.

Academic Press.

New York, 1979.

Buesnel, E. L.; Hori, N.J.; Jurgens, R.C.M.

Unilever Manual on Network Planning Methods Part1.

Organisation Division, Unilever London.

London, 1964.

Collantes Díaz, A.

El Pert.

Editorial Limusa.

España, 1982.

Dooley, A. R.

Interpretations of PERT-Keeping Informed.

Harvard Business Review.

Harvard, 1964.

Hoel, Paul; Port, Sidney C.; Store, Charles J.

Introduction to Mathematical Statistics.

Collier Mac Millan International Editions.

New York, 1971.

Iannone, A.

Management Program Planning and Control with PERT, MOST & LOB.

Prentice-Hall.

Englewood Cliffs, N. J., 1971.

Kelley, J. E. Jr. y Walker, M. R.

Critical Path Planning and Scheduling.

Proceedings Eastern Joint Computer Conference.

Boston, 1959.

Levin, R. I. y Kirkpatrick C. A.

Quantitative Approaches to Management

McGraw-Hill Book Company

New York, 1975.

Malcolm, D. G.; Rosenboom, J. H.; Clark, C. E. and Fazar, W.  
Application of a Technique for Research and Development Program  
Evaluation.

Operations Research, Vol. 7, 1959.

McLaren, K. G. y Buesnel, E. L.  
Network Analysis in Project Management  
Londres Cassell & Co.  
London, 1969.

Mendenhall, William; Reinmuth, James.  
Statistics for Management and Economics.  
Duxbury Press.  
Massachusetts, 1978.

Miller, R.  
Schedule, Cost, and Profit Control with PERT: A Comprehensive  
Guide for Program Management.  
McGraw-Hill Book Company  
Nueva York, 1963.

Mize, J. H.; White, C. R. y Brooks, G. H.  
Operations Planning and Control.  
Prentice-Hall  
Englewood Cliffs, N. J., 1971.



Moder, J. J. y Phillips, C. R.  
Project Management with CPM and PERT.  
Van Nostrand.  
Nueva York, 1970.

Taha H.  
Investigación de Operaciones  
Representaciones y Servicios de Ingeniería.  
Mexico, 1976.

Thierauf, Robert J.  
Introducción a la Investigación de Operaciones.  
Editorial Limusa.  
México, 1982.

Wiest, J. D. y Levy, F. K.  
A Management Guide to PERT/CPM.  
Prentice-Hall.  
Englewood Cliffs, N.J., 1969.