

TUES
1501
L896g
2000
EJ 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA CIVIL



GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES UTILIZANDO TÉCNICAS DE
PROCESAMIENTO DE DATOS ASISTIDO POR COMPUTADORA.

PRESENTADO POR:

RICARDO ANTONIO LOVO ZELAYA.
HERBERTH ANTONIO PARADA TORRES.
OSCAR ERNESTO VENTURA VÁSQUEZ.

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

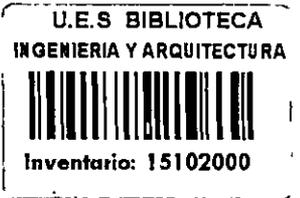
15102000
151020-00



4926

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2000.

Ricardo Antonio Lovo Zelaya



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

:

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Lcda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO

:

Ing. Alvaro Antonio Aguilar Orantes

SECRETARIO

:

Ing. Saúl Alfonso Granados

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR

:

Ing. Luis Rodolfo Nosiglia Durán

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de graduación previo a la opción al grado de:
INGENIERO CIVIL**

Título :

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES UTILIZANDO TÉCNICAS DE
PROCESAMIENTO DE DATOS ASISTIDO POR COMPUTADORA.**

Presentado por :

**RICARDO ANTONIO LOVO ZELAYA
HERBERTH ANTONIO PARADA TORRES
OSCAR ERNESTO VENTURA VÁSQUEZ**

Trabajo de graduación aprobado por:

Coordinador :

ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO

Asesor :

ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA

Asesor :

ING. ADRY VIVINA FLORES ALVARADO

San Salvador, Octubre de 2000.

Trabajo de graduación aprobado por :

Coordinador :



ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO

Asesor :



ING. ROBERTO ESTANIEL BERGANZA ESTRADA

Asesora :



ING. ADRY VIVINA FLORES ALVARADO



AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad de El Salvador y los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, por habernos dado la formación académica suficiente para desempeñarnos de la mejor manera en nuestra vida profesional.

A nuestro Coordinador y asesores, por haber colaborado de manera desinteresada brindándonos sus experiencias profesionales y personales con el único afán de ayudarnos en la consecución de ésta meta.

A todas las personas, instituciones y empresas que de una forma u otra colaboraron en el desarrollo de este trabajo. Especialmente a la familia Espinoza por toda su colaboración y apoyo en el momento oportuno.

RICARDO, HERBERTH Y OSCAR.

DEDICATORIA:

A JESUCRISTO, por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida regalándome vida, bendición, amor y sanidad ; así como también sabiduría espiritual que me permitieron tomar las decisiones más correctas para salir adelante. Que la gloria y la honra se ha para ÉL.

A mis padres MARIA SOLEDAD DE LOVO Y EDGAR ARMANDO LOVO por haberse sacrificado incondicionalmente hasta haberse cumplido éste sueño, y por brindarle a mi vida amor, comprensión y sabiduría.

A mi hermana ROSMERY y mi sobrino DIEGO por haberme tendido su apoyo y cariño en los momentos más difíciles de mi vida, y por estar siempre conmigo.

A mi novia, LINDA KAREN por estar conmigo en cada momento de mi vida, regalándome amor, confianza, comprensión y felicidad.

A mis compañeros de Tesis ORCAR Y HERBERTH por haber creído en mi persona, y por haberme brindando cada uno apoyo y amistad.

A todos mis amigos, especialmente a la Fam. QUINTANILLA por haberme brindado su colaboración y cariño, y a todos aquellos que me apoyaron para lograr éste triunfo.

Dios en el nombre de Jesús GRACIAS.

RICARDO LOVO.

DEDICATORIA:

A Dios todopoderoso, por haberme dado la fuerza física y mental para culminar mis estudios de manera satisfactoria y no abandonarme en los momentos difíciles para salir adelante.

A mis padres ROSA ANTONIA TORRES y JOSÉ DEL CARMEN PARADA por haberme dado su amor y su apoyo incondicional en todos los aspectos y en todo momento en que necesité de su ayuda, y por sus sabios consejos para hacerme un hombre de bien.

A mi hermano WILFREDO por ser mi modelo a seguir y por darme su ayuda cuando más lo necesité; a mis hermanos MARIO, PATTY y ROXANA por su cariño y amor y por estar siempre conmigo.

A mi tía FRANCISCA, esposo e hijos por haberme tendido la mano y por darme siempre muestras de su afecto.

A todos mis sobrinos en especial a RICKY, CARLOS y WILLIAM por todo su cariño.

A todos mis amigos que me dieron su tiempo y apoyo, y por compartir momentos gratos. Un agradecimiento muy especial a Efraín, Alejandro, Luis y Ricardo.

HERBERTH ANTONIO.

A JESUCRISTO NUESTRO SEÑOR, el Ingeniero por excelencia y en quien deposito toda mi confianza, por haberme permitido llevar a cabo una de mis metas y por estar conmigo cuando lo necesito, dándome la fuerza y voluntad para enfrentar todas las adversidades.

A mis padres JOSÉ ALEJANDRO VENTURA Y ANA GLADYS VÁSQUEZ DE VENTURA porque siempre creyeron en mí, brindándome su apoyo de manera incondicional y sacrificándose hasta el final para conseguir éste triunfo, el cual comparto con ellos de manera muy especial.

A mi abuela NACHA, quien desde pequeño me aconsejó y me enseñó las virtudes que me hacen tener como ideal, ser un hombre de provecho.

A mi hermano ALEJANDRO y su esposa VICKY, con quienes pude contar para llevar a cabo este logro dándome palabras de aliento para seguir siempre adelante.

A mi sobrino VICTOR ALEJANDRO, quien representa toda mi inspiración y por quien siempre daré todo lo mejor de mí.

A mi familia, muy especialmente a tía NENA y tío NETO por apoyarme de manera desinteresada y ayudarme en el momento oportuno.

A mi novia, LILIANA por darme su comprensión y demostrarme su amor, siempre que fue necesario, y por creer en mí apoyándome en cada una de mis decisiones.

A mis compañeros de Tesis, HERBERTH Y RICARDO por permitirme compartir con ellos éste triunfo y por tener la paciencia suficiente para soportarme en los momentos más difíciles.

A todos mis amigos, especialmente MARTÍN Y ROBERTO por haber compartido conmigo cada momento, demostrándome su amistad a través de su apoyo.

OSCAR ERNESTO.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio consiste en la elaboración del proyecto de investigación, correspondiente al trabajo de graduación denominado: **“Guía para la Planificación y Control de recursos en la construcción de edificaciones utilizando técnicas de procesamiento de datos asistidos por computadora”**, el cual cumple con el reglamento vigente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de la Universidad de El Salvador.

El objetivo de ésta investigación es elaborar una guía que facilite la Planificación, Programación, Control y Monitoreo de recursos utilizados en la construcción de edificios, aplicando un programa de computadora; así como también, que éste documento sirva de apoyo para la formación académica en el área de Planeamiento y Administración de Obras.

El capítulo I contiene una recopilación de los aspectos que motivaron la realización de ésta investigación.

En el siguiente capítulo se establece un marco teórico acerca de la metodología utilizada en las diferentes etapas de la Administración de Obras.

El capítulo III presenta una descripción de las funciones básicas del programa Microsoft Project; desde la forma en que se puede tener acceso al programa, hasta el procedimiento a seguir para programar y dar seguimiento a los proyectos de construcción.

Después de conocer el programa, en el capítulo IV se realiza la aplicación de éste a un proyecto de construcción con el objetivo de establecer la utilidad que representa para la Administración de obras.

El capítulo V muestra un análisis de alternativas en la programación del proyecto, considerando la ventaja de utilizar el programa para efectuar cambios en la redistribución de recursos, implementación de horas extra, dobles turnos y cambios en los procesos constructivos presentando los resultados de la realización tales modificaciones.

El capítulo VI presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación; describiendo los aspectos más relevantes de los resultados obtenidos. En las recomendaciones se exponen algunas propuestas con la finalidad que éste estudio sea beneficioso para los profesionales y estudiantes interesados en conocer más acerca de la administración de obras con la ayuda de la computadora como una herramienta muy útil.

INDICE.

CONTENIDO	PAGS.
INTRODUCCIÓN.....	i
CAPITULO I: GENERALIDADES.	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.4 JUSTIFICACIONES.....	8
1.5 OBJETIVOS.....	10
1.5.1 Objetivos generales.....	10
1.5.2 Objetivos Específicos.....	10
1.6 ALCANCES GLOBALES.....	11
1.7 LIMITACIONES.....	11
CAPITULO II: METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN, PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS.	
2.1 INTRODUCCIÓN.....	12
2.2 CONCEPTOS GENERALES.....	13
2.2.1 Planeación.....	13
2.2.2 Programación de obra.....	13
2.2.3 Diagrama de Gantt.....	14
2.2.4 Método de la Ruta Crítica.....	14
2.2.4.1 Ruta Crítica.....	15
2.2.5 Diagrama PERT.....	15

2.2.6 Control de Obra.....	15
2.2.7 Recursos utilizados en la Construcción.....	16
2.2.8 Personal.....	16
2.2.8.1 Personal de Oficina.....	16
2.2.8.2 Personal de Campo.....	17
2.2.9 Presupuesto.....	17
2.2.10 Especificaciones.....	18
2.2.11 Actividad.....	18
2.2.11.1 Actividad Principal.....	19
2.2.11.2 Actividades Precedentes.....	19
2.2.11.3 Actividades Coexistentes.....	19
2.2.11.4 Actividades Secuentes.....	19
2.2.12 Rendimiento.....	19
2.2.13 Tiempos de Ejecución.....	19
2.2.13.1 Días Calendarios.....	20
2.2.13.2 Días Laborales.....	20
2.2.13.3 Vacaciones.....	20
2.2.13.4 Jornada Laboral Normal.....	20
2.2.13.5 Jornada Laboral Extra.....	21
2.2.14 Costos de un Bien o Servicio.....	21
2.2.15 Costos Directos.....	21
2.2.16 Elementos que integran el Costo Directo.....	21
2.2.17 Costos Indirectos.....	24
2.2.18 Elementos que integran el Costo Indirecto.....	24

2.2.19 Costos Pasados.....	27
2.2.20 Costos Presentes.....	27
2.2.21 Costos Futuros.....	28
2.2.22 Costos Unitarios.....	28
2.2.23 Gastos Financieros.....	29
2.2.24 Flujo de Caja.....	30
2.2.25 Utilidad.....	30
2.2.26 Imprevistos.....	31
2.3 METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN, PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y SEGUIMIENTO DE OBRAS.....	31
2.3.1 Funciones Básicas de la Administración de Proyectos.....	31
2.3.2 Planeación.....	36
2.3.2.1 Objetivos, Ámbito y Suposiciones del Proyecto.....	37
2.3.2.2 Identificar las Actividades del proyecto.....	39
2.3.3 Planificación.....	42
2.3.3.1 Secuencia de Actividades.....	45
2.3.3.2 Estimación de la Duración de Actividades.....	48
2.3.4 Programación.....	50
2.3.4.1 Asignación de Recursos.....	54
2.3.4.2 Calendarización del Proyecto.....	58
2.3.5 Seguimiento de la Programación del Proyecto.....	59
2.3.5.1 Evaluación del Programa.....	60
2.3.5.2 Control de Obra.....	60
2.3.5.3 Reprogramación.....	74

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA MICROSOFT PROJECT

3.1 INTRODUCCIÓN	77
3.2 INTRODUCCIÓN A MICROSOFT PROJECT.....	78
3.2.1 Acceso al programa Microsoft Project.....	78
3.2.2 Interfaz de Microsoft Project	79
3.2.3 Campos básicos de Microsoft Project.....	81
3.2.4 Principales vistas de Microsoft Project.....	82
3.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO EN TAREAS E HITOS	86
3.3.1 Bases de la planeación: Actividades.....	86
3.3.2 Definición de actividades en el campo: Nombre de tareas	87
3.3.3 Como eliminar actividades.....	88
3.3.4 Definición de actividades repetitivas	88
3.3.5 Agregar Hitos	90
3.3.6 Cambiar la duración de actividades	90
3.3.7 Criterios utilizados para agrupar las actividades	91
3.4 VINCULACIÓN DE ACTIVIDADES	92
3.4.1 Elegir la vinculación adecuada	92
3.4.2 Crear vinculación entre actividades.....	93
3.4.3 Eliminar o cambiar vínculos	94
3.4.4 Adelantar o retrasar actividades	95
3.5 RESTRICCIÓN DE ACTIVIDADES A FECHAS ESPECÍFICAS.....	97
3.5.1 Tipos de delimitaciones ofrecidas por el programa.....	98
3.5.2 Descripción y uso de las delimitaciones	98

3.5.3 Como establecer una delimitación	100
3.5.4 Como comprobar una delimitación	101
3.5.5 Activar el asistente para planeación	101
3.5.6 Como invalidar una delimitación	102
3.6 DETERMINACIÓN DE RECURSOS Y PERÍODOS LABORALES	102
3.6.1 Crear una lista de recursos.....	103
3.6.2 Modificación de un calendario de proyecto	104
3.6.3 Modificar un calendario laboral para un recurso individual	106
3.7 ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES	107
3.7.1 Pilares en la programación de actividades	108
3.7.2 Como programar actividades usando Microsoft Project	109
3.7.3 Asignación de recursos a una actividad	110
3.7.4 Control de trabajo del recurso humano	111
3.7.5 Reducción del personal asignado a una actividad	113
3.7.6 Reemplazo de recursos de personal	113
3.8 ASIGNACIÓN DE COSTOS AL PLAN DEL PROYECTO	114
3.8.1 Ventajas	114
3.8.2 Asignar costos a recursos de personal o equipo	115
3.8.3 Asignación de costos predeterminados a recursos de personal	115
3.8.4 Asignar varios pagos a un recurso	116
3.8.5 Asignar pagos diferentes a un recurso	117
3.8.6 Asignar un costo fijo a una actividad	118
3.9 EVALUAR Y AJUSTAR LA PROGRAMACIÓN	119

3.9.1 Revisar los objetivos, el ámbitos y las suposiciones	119
3.9.2 Revisar las estimaciones de las duraciones de actividades	119
3.9.3 Determinar si las delimitaciones de fecha fija son necesarias	120
3.9.4 Comprobar los costos con el presupuesto	121
3.9.5 Identificar y corregir errores obvios	121
3.10 ANÁLISIS DE LA RUTA CRÍTICA	122
3.10.1 Analizar las actividades críticas	123
3.10.2 Identificar las actividades de la Ruta Crítica	124
3.10.3 Ordenar las actividades de la Ruta Crítica por su duración	125
3.10.4 Reducción del ámbito del proyecto	125
3.10.4.1 Eliminación de tareas críticas	126
3.10.4.2 Reducción del ámbito de una actividad	127
3.10.5 Reducción en la duración de una actividad	127
3.10.5.1 Asignación de recursos adicionales	128
3.10.5.2 Ampliar el horario laboral	129
3.10.5.3 Asignación de trabajo dentro de la jornada laboral extra	130
3.10.6 Adelantar la fecha de comienzo de las actividades	131
3.10.6.1 Modificar la secuencia de las actividades	131
3.10.6.2 Dividir una tarea grande en tareas más pequeñas	132
3.10.6.3 Agregar tiempo de adelanto a las tareas	133
3.10.6.4 Cambiar el tipo de vinculación	134
3.10.6.5 Cambiar el tipo de delimitación	135
3.10.6.6 Cambiar el tipo de actividad	136

3.11 UTILIZACIÓN EFICAZ DE LOS RECURSOS	138
3.11.1 Recursos sobreasignados	139
3.11.2 Ajustar actividades sobreasignadas	140
3.11.2.1 Retrasar una actividad manualmente	141
3.11.2.2 Retrasar actividades automáticamente	141
3.11.3 Disminuir el trabajo del recurso en una actividad	144
3.11.4 División de una actividad en partes separadas	145
3.11.5 Ajustar la asignación de recursos de personal	146
3.11.5.1 Cambiar los recursos	147
3.11.5.2 Reasignación de recursos a tiempo parcial	148
3.11.5.3 Reasignación de recursos infraasignados	148
3.11.6 Modificar el horario laboral de un obrero	149
3.11.6.1 Programar mas horas laborales o turnos adicionales	150
3.11.6.2 Asignación de personal a horas variables de trabajo	150
3.12 CHEQUEO DE COSTOS	151
3.12.1 Costos que se pueden mostrar	152
3.12.2 Costo total del proyecto	153
3.12.3 Costo total de una actividad	153
3.12.4 Costo total de un recurso	154
3.12.5 Distribución de los costos a lo largo	
la duración de una actividad	154
3.13 USO DE FLITROS	155
3.13.1 ¿Qué es un filtro?	155
3.13.2 Tipos de filtros	155

3.13.3 Principales tipos de filtros para actividades	157
3.13.4 Principales tipos de filtros para recursos	159
3.13.5 Activar un filtro	160
3.13.6 Desactivar un filtro	161

CAPITULO IV: APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL PROYECTO

EN ESTUDIO.

4.1 INTRODUCCIÓN.....	162
4.2 PLANEACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	163
4.2.1 Descripción Técnica del proyecto.....	163
4.2.1.1 Descripción Arquitectónica.....	164
4.2.1.2 Descripción Estructural.....	166
4.2.1.3 Descripción de la red Hidráulica y Sanitaria.....	175
4.2.1.4 Descripción de la red Eléctrica.....	177
4.2.2 Listado de actividades del proyecto.....	182
4.2.2.1 Listado de actividades principales.....	182
4.2.3 Listado de recursos del proyecto.....	195
4.2.3.1 Recursos humanos.....	195
4.2.3.2 Listado de equipo y herramienta.....	196
4.2.4 Relación de dependencia entre actividades.....	200
4.2.5 Asignación de duraciones a las actividades.....	202
4.3 PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.....	203
4.3.1 Inicio de la calendarización de actividades.....	204
4.3.2 Vinculación de las actividades del proyecto.....	206

4.3.3	Asignación de recursos a actividades.....	219
4.3.4	Asignación de costos a tareas y recursos.....	223
4.3.5	Definición del calendario laboral.....	250
4.3.6	Asignar delimitaciones predeterminadas a las actividades.....	252
4.3.7	Presentación de los diagramas Gantt y PERT.....	253
4.3.7.1	Diagrama de Gantt.....	253
4.3.7.2	Diagrama PERT.....	255
4.3.8	Presentación de la Ruta Crítica.....	257
4.4	CONTROL Y MONITOREO.....	259
4.4.1	Seguimiento del proyecto.....	262
4.4.2	Presentación de informes.....	268

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS EN LA PROGRAMACIÓN.

5.1	INTRODUCCIÓN.....	273
5.2	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	274
5.2.1	Redistribución de Recursos.....	274
5.2.2	Implementación de horas extras.....	276
5.2.3	Implementación de dobles turnos.....	277
5.2.4	Cambios en los Procesos Constructivos.....	278
5.3	MODIFICACIONES EN LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO	
	ESTUDIO.....	279

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1	CONCLUSIONES.....	287
-----	-------------------	-----

6.2 RECOMENDACIONES.....	289
BIBLIOGRAFÍA.....	292

CAPITULO I

GENERALIDADES.

1.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presenta una recopilación de los elementos más relevantes de la investigación preliminar que fueron desarrollados en el anteproyecto. Inicialmente se describen los antecedentes sobre los aspectos que definen la planificación y programación de obras, así como también los procedimientos que han sido utilizados para este propósito y como se han desarrollado con el paso del tiempo; luego se realiza el planteamiento de los principales problemas que existen para el desarrollo de cada etapa del proyecto y los resultados negativos que se obtienen al no realizar una buena programación. Se justifica la investigación mediante la ventaja que ofrece la utilización de nuevas técnicas y el uso de la computadora. Finalmente se establecen los objetivos, donde se determina la finalidad de esta investigación, del mismo modo se presentan los alcances y limitaciones que delimitan la investigación facilitando la consecución de los objetivos propuestos.

1.2 ANTECEDENTES.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para la ejecución de proyectos en el área de Ingeniería Civil es la Programación, que consiste en un proceso administrativo de Planeación, Diseño, Ejecución y Control de todas las actividades componentes que deben desarrollarse en una forma lógica y secuencial dentro de un tiempo crítico y a un costo óptimo, evitando así atrasos en su realización; por lo tanto para programar es necesario planear, es decir definir una o varias rutas o caminos de acción para alcanzar las metas propuestas, lo que requiere del conocimiento claro y preciso de lo que se va a

realizar.

En nuestro país el control de proyectos tiene sus orígenes en los años 50 con la aplicación de métodos convencionales limitados de acuerdo a la disponibilidad de recursos de la época, tales como Diagramas de Flechas, de Barras y Diagramas de Precedencia.¹ Sin embargo las empresas constructoras no cuentan con una metodología que establezca los lineamientos básicos y específicos a seguir para una mejor planificación y control en el desarrollo de un proyecto; generalmente se utiliza la programación cuando el proyecto se está ejecutando, con fines de establecer únicamente el avance físico de la obra, dejando a un lado la asignación de recursos y el seguimiento de los diferentes movimientos que se realizan para el desarrollo de las actividades, lo que incurre muchas veces en el olvido de algunas de éstas, obligando a enmendar errores en el camino que a la larga aumentan el período de ejecución y el costo de la obra.

En los procedimientos utilizados actualmente por las empresas constructoras no se da mucha importancia a la aplicación de técnicas que faciliten el control de materiales y equipo, la asignación de recurso humano planificado, el uso del flujo de caja con el que se controla el capital de trabajo de la empresa y la determinación de imprevistos de una forma realista; esta falta de información se deriva del uso inadecuado de los instrumentos existentes, la carencia de personal capacitado, poca experiencia y la falta de preparación de las empresas nacionales a los avances tecnológicos.

La Industria de la Construcción, por sus características, requiere de la utilización

¹ Referencia Bibliográfica No 1

adecuada de la Planeación y el control de proyectos, con el objeto de lograr una mejor utilización de los recursos y finalizar de forma satisfactoria con el tiempo, el costo y la calidad esperada. Dentro de estas características tenemos:²

- Trabajo y actividades temporales.
- La mayor parte del personal es transitorio.
- Variedad en los procesos así como mucho riesgo físico y económico.

En la actualidad existen diversas formas de llevar un control en el campo, entre las cuales están: uso de Cardex para el control en bodegas, inspecciones físicas del proyecto, reportes diarios de las actividades, información técnica, control de planillas, etc.; lo que no se cumple totalmente debido a la inexistencia de un control de costos y recursos minuciosos que permitan a las empresas tomar decisiones en cualquier etapa del proyecto acerca del porque una determinada partida o rubro requiere de mayor inversión, pues no poseen sistemas que ofrezcan en forma periódica la información detallada de los gastos realizados.

Por otro lado, es del conocimiento general la gran ventaja que ofrece el uso de computadoras específicamente en el área de Ingeniería, como una herramienta valiosa que permite reducir el tiempo de procesamiento de datos, logrando con ello hacer más énfasis en el análisis de la información y de los resultados obtenidos; es así como existen una serie de programas de computadora para las diferentes áreas de Ingeniería tales como: Estructuras, Hidráulica, Geotecnia, Ingeniería de Carreteras y Construcción de

² Referencia Bibliográfica No 2

Edificaciones; sin embargo para que todos éstos programas proporcionen la utilidad esperada es necesario conocer los mecanismos de su funcionamiento, y tener pleno conocimiento de los elementos de cada área de estudio que están involucrados en la investigación.

Es común en nuestro país la utilización de los programas de una manera superficial, producto de factores tales como: la falta de personal capacitado, limitación bibliográfica referente al programa y la falta de guías que tomen en consideración las características particulares de nuestro medio.

La mayoría de programas de aplicación en computadora destinados a la programación y el control en la construcción se denominan Manejadores de Proyectos. Estos tipos de software son específicos para el manejo de obras en cuanto a tiempos, actividades, costos y recursos, contando con buen número de aplicaciones (comandos) que permiten agilizar el control, realizar informes específicos, representaciones gráficas como Diagramas de Gantt, CPM, Histogramas, etc., de forma fácil y práctica . Algunos de los Programas más utilizados para ésta actividad son:³

- Microsoft Management
- Primavera Project
- Timber Line
- Harvard Project Manager
- Opus.

³ Referencia Bibliográfica No 3

- Sure Track.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El objetivo fundamental al ejecutar un proyecto es suplir una necesidad minimizando los costos de su ejecución; para ello es importante además de una correcta elaboración del presupuesto, una buena programación y el control exhaustivo de los recursos utilizados en la obra. Con el tiempo al planeador se le ha dificultado el manejo de la programación debido a los nuevos procesos constructivos y al apareamiento de nuevos materiales y equipos utilizados en la construcción, por lo que métodos convencionales como el Diagrama de Barras, el Diagrama de Flechas y el de Precedencias, que conforman la Ruta Crítica, han sido incorporados en procesos computarizados para su fácil y rápida aplicación en la programación de proyectos de considerable magnitud (generalmente mayores de 50 actividades).

El objeto de aplicar la planeación de redes es obtener la construcción de un modelo gráfico del proyecto; por lo tanto la importancia de un buen Diagrama de flechas es que nos permite llevar una secuencia en los trabajos, indicando la lógica de las actividades a desarrollar.⁴ Actualmente no se cuenta con una guía en la que se muestren todos los aspectos presentes en la elaboración, control y seguimiento de recursos para establecer los costos en las obras; del mismo modo se tiene que los costos (directos e indirectos) no están acorde a los gastos efectuados en el proceso de ejecución del proyecto aunque se

⁴ Referencia Bibliográfica N° 9

haya elaborado un presupuesto bien detallado; éstos costos estarán fuera de la realidad si no se considera el tiempo de ejecución, la asignación de recursos y la capacidad financiera de la empresa. Los programas de computadora han venido a revolucionar la aplicación de estas técnicas haciendo más fácil la Planificación, la Programación y el Control de recursos.

En base a lo expuesto anteriormente, la idea fundamental de realizar éste estudio es aprovechar las ventajas que ofrece el programa Microsoft Project para resolver dificultades en la Programación y Control de recursos en la construcción, pues aunque el programa ya es conocido en algunos sectores de la industria de la construcción, en la aplicación del software no se explotan todos los elementos que contiene, ya que únicamente se usa para establecer el diagrama de barras que determine la programación de actividades que conforman el proyecto. Algunos de estos elementos son:⁵

- La asignación de recursos por actividad que permite determinar, en base a la experiencia del realizador, la cantidad de personas que realizarán cada tarea.
- Control de horas y días de trabajo a realizar por actividad y por rubro.
- Determinar el impacto económico de costos directos, al reducir el tiempo de ejecución al implementar dobles turnos o aumentar personal.
- La determinación del flujo de caja. Introduciendo los elementos que forman una partida se puede conocer los desembolsos que se efectuarán periódicamente durante el desarrollo de la obra (control de inversión).

⁵ Referencia Bibliográfica N° 4

- El control de rendimiento refleja, en base al avance de la obra, el estado de cada partida en cualquier momento, determinando la existencia de una saturación de mano de obra, incorrecta asignación de insumos o falta de conocimiento del proceso constructivo, consiguiendo con esto un mayor control de los gastos por partida.

En general con esta investigación se pretende obtener una guía que muestre la forma de aplicar adecuadamente los comandos del programa, consiguiendo un mejor aprovechamiento de los principales recursos que se utilizan en la ejecución de un proyecto, por lo cual su análisis se basará específicamente en el estudio de un edificio de 3 niveles, obteniendo información suficiente que permita efectuar el seguimiento correcto de cada actividad en el avance de cada partida, planteando una solución de como llevar un control minucioso de la inversión que se realice en cualquier proyecto de construcción.

Para la aplicación del programa se ha propuesto el análisis del proyecto: "*Edificio de la Biblioteca para el área de las Ingenierías y Arquitectura*", que se encuentra ubicado dentro del Campus Universitario en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la U.E.S; el área de construcción del edificio es de 1074.25 m², y este consta de tres niveles distribuidos de la siguiente manera:

- En el primer nivel se tienen las áreas de vestíbulo, sala de exposiciones, sala de profesores, sala de sesiones, centro de cómputo, oficina del administrador, bodega, área para lectores de micro formas y servicios sanitarios.
- El segundo nivel es utilizado para actividades de investigación general e incluye

una sala de lectura y préstamo de bibliografía editada, Planoteca, Hemeroteca y Tesario con sala de lectura individual, así como también sala de estudio colectivo y área de servicios sanitarios.

- Para el tercer nivel se proyectó la ubicación de áreas tales como cubículos para investigadores, cubículo audiovisual, cubículo colectivo y servicios sanitarios. El sistema constructivo utilizado es el de marcos con vigas y columnas de concreto estructural con entresijos constituidos por losas densas en los tableros centrales incluyendo la losa de cubierta y losas prefabricadas en los tableros de los extremos con cubierta de techo a base de lámina de fibrocemento.

1.4 JUSTIFICACIONES.

Considerando que en la mayoría de proyectos de Construcción las pérdidas derivadas provienen de factores como: Inexperiencia, la improvisación generada por la falta de planificación, desperdicio de materiales, mala calidad en la mano de obra, falta de materiales en bodega, etc.,⁶ es necesario presentar una solución a cada uno de éstos problemas, por lo que se buscará una alternativa para ejercer un mejor control en la ejecución de obras, de acuerdo a la variedad de situaciones que se presentan y a los recursos disponibles, mediante un adecuado sistema de control y administración de los mismos, lo cual contribuirá a resolver el problema de márgenes de utilidad bajos o la quiebra de las empresas.

⁶ Referencia Bibliográfica No 2

Referente al control de costos de proyectos de Construcción, es notable que éste ha sido relacionado únicamente con el control del avance físico de la obra durante todo el proceso constructivo, utilizando para ello mecanismos tales como: Diagramas de Barras, método de la Ruta Crítica y otros, haciendo poco énfasis en el análisis y control de la inversión, aspecto que es significativo para determinar la eficiencia en el desarrollo de un proyecto. Con una buena Planeación y Programación es posible determinar el monto de la inversión necesaria para desarrollar la obra, así como establecer los períodos donde se darán las erogaciones más fuertes de dinero para gestionar financiamientos cuando sean requeridos. Es preciso hacer más confiable el control de costos y recursos para optimizar la inversión; en este sentido es necesario apoyarse en instrumentos capaces de proporcionar resultados rápidos, tales como programas de computadoras diseñados para manejar trabajos de acuerdo a los criterios del implementador.

Dentro de la Ingeniería Civil, la computación ha evolucionado considerablemente en todos sus campos de aplicación; en el área de Construcción específicamente, existen aplicaciones para presupuestos, cálculo y dibujo, programación y control de obra, topografía, diseño estructural, etc.; sin embargo son pocos los profesionales que se involucran en éstas áreas haciendo uso de la computadora, por lo tanto es necesario facilitar documentos que muestren las ventajas que ofrece su uso en actividades específicas, agilizando y haciendo más sencillo el trabajo, así como evitando el quedar relegados en el desempeño profesional ante el avance tecnológico actual.

Los manejadores de proyectos como el Microsoft Project, permiten elaborar y programar actividades y recursos, monitorear los procesos y reprogramar la obra, definir rápidamente la Ruta Crítica y el PERT de acuerdo a la información proporcionada en la base de datos, y corregir los recursos asignados a cada rubro al momento de desarrollar la obra, lo cual representa una buena alternativa para efectuar la planeación de obras.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivos Generales.

- Proporcionar una guía que facilite la Planificación, Programación, Control y Monitoreo de recursos utilizados en la construcción de un edificio aplicando técnicas modernas.
- Crear un documento actualizado que sirva de apoyo a la formación académica en el área de Planeamiento y Administración de obras, que facilite el control de proyectos y la utilización de técnicas de computación.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Elaborar una metodología, implementando la experiencia y criterios constructivos, que permitan al estudiante poder Planificar, Programar, Controlar y Monitorear recursos utilizando el programa de gestión de proyectos (Microsoft Project).
- Aplicar los comandos que ofrece el programa Microsoft Project tomando en cuenta toda la información acerca de los diferentes rubros relacionados con la ejecución de la obra en base a su planificación.

- Efectuar el seguimiento del proyecto con la utilización del programa para conseguir que el costo real de la obra esté acorde al monto presupuestado.

1.6 ALCANCES GLOBALES.

- Elaboración de un documento que facilite a los estudiantes y profesionales interesados en la Planificación de obras, los lineamientos básicos de Programación y Control de recursos.
- Aplicación de nuevas técnicas que permitan elaborar programas de trabajo para la construcción de obras, utilizando como herramientas las computadoras.
- Utilización del documento en el desarrollo de la enseñanza académica en el área de Planeamiento y Administración de obras.
- Elaborar reportes específicos del proyecto para el Control de recursos.

1.7 LIMITACIONES.

- La investigación se realizará utilizando un programa específico para la Planificación, Programación, Control y Seguimiento de recursos en la construcción de una edificación.
- La aplicación del programa se efectuará en un proyecto específico que corresponde a la construcción de un edificio de tres niveles.
- El documento se limitará a proporcionar una guía para la Planificación, Programación y Control de recursos por lo que no se realizarán memorias de cálculo para diseño y elaboración del proyecto en estudio.

CAPITULO II

METODOLOGÍA DE

PLANEACIÓN, PLANIFICACIÓN,

PROGRAMACIÓN Y

SEGUIMIENTO DE PROYECTOS.

2.1 INTRODUCCIÓN.

Considerando la necesidad de introducir al lector con los aspectos relacionados con la planeación, planificación, programación y control de obras, el presente capítulo ha sido dividido en dos secciones. En la primera parte se presenta una recopilación de conceptos utilizados en el área de Planeamiento y Administración de obras, por lo que se encontrarán definiciones de planeación, programación, método de la ruta crítica, control de obras, personal, tiempos de ejecución, tipos de costos, presupuesto, etc.; con lo que se pretende familiarizar al lector con la terminología utilizada en esta área de estudio.

El segundo apartado sugiere mayor interés, pues contiene una metodología para realizar las etapas que conforman la ejecución de un proyecto de Construcción, haciendo una descripción de las funciones básicas de la administración de proyectos, es decir, la definición y realización del plan del proyecto, monitoreo y cierre del mismo; también se describe el proceso de Planeación y sus etapas, explicando como identificar y enlistar las actividades, se exponen las ventajas de la Planificación, la manera de establecer la secuencia de las actividades, sus duraciones, etc.; de la misma forma se desarrolla el contenido de la programación, para qué y porqué se realiza, cómo y cuándo realizarla; se incluye los aspectos y los pasos necesarios para realizar la asignación de recursos, así como programar el inicio y fin del proyecto a través de la calendarización de actividades; para finalizar se determina la importancia de realizar el seguimiento del programa de trabajo a partir de su evaluación y control, presentando algunas técnicas de control utilizadas que permiten reprogramar el plan cuando sea necesario.

2.2 CONCEPTOS GENERALES.

2.2.1 Planeación: Es la determinación de las actividades que constituyen el proceso y el orden en que éstas deberán efectuarse. Para efectuar una correcta planeación de las actividades a desarrollar en la Obra, es necesario conocer a profundidad los rendimientos unitarios de cada actividad, la cantidad de personal que es necesario y la que se tiene a disposición, y determinar cuales actividades anteceden, preceden y pueden realizarse simultáneamente con otras, sin interferir en el avance real de la Ruta Crítica.⁷

Considerando su campo de acción, la planeación se puede dividir en:

- a) **Planeación Estratégica:** consiste en la determinación de los objetivos generales del proyecto, y la investigación y valorización de las posibles alternativas de diseño del mismo para el establecimiento de la estrategia de realización.
- b) **Planeación de Operaciones:** Consiste en el establecimiento de las tácticas de realización y el uso de recursos para alcanzar los objetivos del proyecto.

2.2.2 Programación de Obra: Se define como la distribución de todos los procesos involucrados en la ejecución de un proyecto dentro de cierto período, y constituye uno de los requisitos a que se ha de ajustar la oferta del contratista. La programación define: el sistema de ejecución, el orden de sucesión de los diferentes trabajos parciales, el tamaño y clase de equipo y herramientas necesarias, la importancia de las instalaciones auxiliares, etc. Sólo cuando se ha adquirido en esta forma una visión de

⁷ Referencia Bibliográfica N° 7

conjunto de la obra a ejecutar, puede pasarse al estudio detallado de las diversas unidades.⁸

También la programación puede definirse como una tabla de tiempos calendarios, para asignar o aplicar recursos a las actividades del proyecto, dentro de los límites disponibles. Tal asignación debe tener lugar hasta después de que haya sido trazado, refinado y aprobado el plan de ejecución; el objetivo principal es nivelar recursos al asignarlos a las actividades con el fin de reducir los costos de producción.⁹

2.2.3 Diagrama de Gantt: Fué creado por Henry L. Gantt, y se define como un procedimiento gráfico que representa una matriz de doble entrada donde en las columnas se indica el tiempo de duración y en las filas el nombre de la actividad; en cada actividad se marca una barra horizontal limitada por líneas verticales, la cual indica la fecha de iniciación y finalización de la misma, de modo que la longitud total del trazo representa el tiempo de duración de cada actividad, ya sea en términos de meses, semanas o días.¹⁰

2.2.4 Método de la Ruta Crítica: Es un proceso administrativo de Planeación, Programación, Ejecución y Control de todos los procesos que definen un proyecto de Construcción, permitiendo conocer las actividades que definen el tiempo de duración del mismo, y que deberán ejecutarse dentro de un tiempo crítico y a un costo óptimo. El método de la Ruta Crítica representa el Plan del Proyecto a través de diagramas de redes, donde se describe la secuencia lógica y la interrelación de las actividades que

⁸ Referencia Bibliográfica N° 10

⁹ Referencia Bibliográfica N° 11

¹⁰ Referencia Bibliográfica N° 5

componen el proyecto, permitiendo evaluar y comparar los programas de operación de trabajo, procesos constructivos y equipo a utilizar.¹¹

2.2.4.1 Ruta Crítica: Llamado también Camino Crítico, es la suma de los tiempos de las actividades que determina la duración total del proyecto y se obtiene sumando los tiempos de las diferentes actividades que tienen un margen de demora total igual a cero.¹²

2.2.5 Diagrama PERT: Su nombre se deriva por sus iniciales en inglés de Program Evaluation and Review Techniques (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas). Consiste en un instrumento en el que, con base en una red de actividades y eventos y mediante la estimación de tres tiempos (óptimo, promedio y pesimista), se evalúa la probabilidad de terminar un proyecto para una fecha determinada.¹³

2.2.6 Control de Obra: Es la aplicación de un sistema que incluye métodos como: elaboración de planillas, control de inventarios, flujos de desembolsos, métodos de programación, etc., durante la ejecución de un proyecto, desde el inicio hasta su ejecución, con el objeto de comparar lo programado con lo ejecutado, permitiendo al encargado del control efectuar modificaciones o acciones correctivas antes o después de la finalización de cada actividad o etapa del proyecto.¹⁴

Algunas de las funciones del control de obra son:

- a) Llevar el control diario de todo lo referente a la obra.
- b) Control de las notificaciones recibidas por modificaciones a los planos.

¹¹ Referencia Bibliográfica N° 9

¹² Referencia Bibliográfica N° 12

¹³ Referencia Bibliográfica N° 7

¹⁴ Referencia Bibliográfica N° 13

- c) Control de material, equipo, personal, etc., que se encuentra en la obra.
- d) Reporte semanal de avance y gastos.
- e) Solicitar oportunamente materiales, equipo y personal.
- f) Mantenimiento y reparación del equipo de la obra, previo reporte y autorización.
- g) Pedir autorización para efectuar gastos imprevistos.
- h) Controlar en la obra el rendimiento, para comprobarlo con el que ha sido planificado.

2.2.7 Recursos utilizados en la Construcción: Son la base fundamental para la implementación y puesta en marcha de un proyecto, sin los cuales difícilmente se podría ejecutar y llevar lo programado a un feliz término. Los recursos son todos los medios que se necesitan para la realización de las actividades, y se determinan en base al tipo de actividad y al método de ejecución establecido acorde a las condiciones específicas de la localidad en que se realizará la obra. Entre ellos tenemos: recursos humanos, económicos, materiales, maquinaria y equipo.¹⁵

2.2.8 Personal: Se refiere al recurso humano que se emplea para realizar un proyecto. Dependiendo de la capacidad de la empresa, así como de la magnitud del proyecto, así será la cantidad de personal disponible para el desarrollo de los trabajos. Generalmente se clasifica en personal de campo (Administrativo, obreros, personal de dirección y técnicos) y de oficina.

2.2.8.1 Personal de Oficina: Es el que inicia el desarrollo de un proyecto en

¹⁵ Referencia Bibliográfica N° 12

cuanto a las investigaciones preliminares, gastos de licitación, contratación, diseños, planificación, elaboración del presupuesto, etc., y que dirige la administración cuando el proyecto se está ejecutando. En éste tenemos: Gerente General, Directiva, Ingeniero calculista, dibujantes, secretarias, motoristas, etc.

2.2.8.2 Personal de Campo: Es el que está relacionado directamente con el avance físico de la obra y el personal que lleva el control de ésta. En el personal de dirección y técnico se encuentra: Ingeniero residente, maestro de obra, topógrafo, etc; en el personal obrero tenemos: albañiles, armadores, carpinteros, auxiliares, etc. y en el administrativo: Gerente, secretaria, bodeguero, etc.

2.2.9 Presupuesto: Es el estudio por medio del cual se prevé o presupone el importe de una obra, donde queda comprendido el enlistamiento ordenado de todos los recursos utilizados en ellas: materiales, mano de obra, herramientas, equipo, recursos financieros o de capital, etc. necesarios, describiéndolos ampliamente a fin de no dudar de su identificación; todo lo anterior seccionado en partidas, con precios unitarios e importes totales. Para llevar a cabo un presupuesto es necesario compenetrarse en todos aquellos factores que van intervenir en el desarrollo de la construcción, analizándolos hasta el mínimo detalle, como lo son: planos de localización, arquitectónicos, estructurales, etc., así como de los requisitos a los que deberán sujetarse teniendo a la mano una lista de las especificaciones detalladas de la obra.¹⁶

¹⁶ Referencia Bibliográfica N° 10

También puede definirse el Presupuesto como todos los factores que intervienen en el costo de un proceso a realizar, sea esta una construcción, una supervisión o cualquier actividad que requiera la utilización de recursos, tales como: materiales, mano de obra, herramientas, equipo y capital. En la construcción, el presupuesto es realizado para determinar el valor estimado que tendrá una serie de procesos constructivos para la realización de una obra física, donde intervienen la mano de obra, el costo de los materiales, herramientas, equipo y el costo indirecto.¹⁷

2.2.10 Especificaciones: La constituyen el conjunto de documentos que incluye las especificaciones Contractuales, especificaciones de Construcción o Técnicas y las Disposiciones Especiales, que son las que definen el proyecto y, cualquier apéndice que con relación a las mismas se emita. Las especificaciones para construcción de obras se componen de disposiciones generales y técnicas que son aplicables usualmente a tales construcciones; el objeto de las especificaciones es el de regir la construcción de una obra que se propone ejecutar. Los planos y las especificaciones se complementan.¹⁸

2.2.11 Actividad: Es una unidad de trabajo del proyecto que consume tiempo y recurso (recurso humano, materiales, herramientas, equipo y capital). Aunque esta unidad de trabajo emplea uno o más recursos, su característica más importante es el tiempo que consume y a través del cual nos permite determinar el periodo de ejecución.¹⁹ De acuerdo a su categoría y secuencia, las actividades se clasifican en :

¹⁷ Referencia Bibliográfica N° 13

¹⁸ Referencia Bibliográfica N° 3

¹⁹ Referencia Bibliográfica N° 12

2.2.11.1 Actividad Principal: Es la que forma parte vital de un proceso para realizar un proyecto, y son las que consumen la mayor parte del tiempo de ejecución del proyecto.

2.2.11.2 Actividades Precedentes: Son todas aquellas actividades que deben ser terminadas para que una actividad principal pueda iniciar su ejecución, por lo que es posible que una actividad principal pueda clasificarse como actividad precedente.

2.2.11.3 Actividades Coexistentes: Son todas aquellas que pueden realizarse simultáneamente con pequeñas variaciones de inicio o finalización dependiendo del tiempo de ejecución de cada una de ellas.

2.2.11.4 Actividades Secuentes: Son aquellas que pueden iniciarse luego de terminada una actividad principal, por lo que dependen de la realización de dicha actividad.

2.2.12 Rendimiento: Es una medida de la capacidad de ejecución de una actividad en un tiempo determinado, y está sujeto a diversos factores tales como: características del proceso, experiencia del realizador, condiciones de trabajo, disponibilidad de recursos, etc.²⁰

2.2.13 Tiempos de Ejecución: Es el tiempo de duración o tiempo necesario para realizar cada una de las actividades que comprenden un proyecto, por lo que el total de dichos tiempos determinan el periodo de ejecución. Las escala de tiempo en las

²⁰ Referencia Bibliográfica N° 10

actividades son : horas, días, semanas, quincenas, meses, etc.²¹

2.2.13.1 Días Calendarios: Es la unidad de tiempo utilizada para definir períodos sin interrupción; esto es, tomando en cuenta días hábiles o laborales, días de asueto, vacaciones, días de descanso semanal, días festivos, e incluso los días en que se suspenden las actividades debido a imprevistos.²²

2.2.13.2 Días Laborales: Son los días designados como laborables para el recurso humano en la ejecución de un proyecto, que de acuerdo a la Ley son trabajados por el salario básico, exceptuando el caso que el patrono haga laboral un día de asueto, vacación, descanso semanal y festivos, donde se deberá pagar el salario básico más un porcentaje del mismo.²³

2.2.13.3 Vacaciones: Es un período de descanso que por Ley el trabajador tiene derecho siempre y cuando haya cumplido un año de trabajo continuo en la misma empresa o establecimiento, o bajo la dependencia de un mismo patrono. Según el código de trabajo este período de vacaciones será de quince días y serán remuneradas con una prestación equivalente a su salario ordinario correspondiente a dicho lapso mas el treinta por ciento del mismo.²⁴

2.2.13.4 Jornada Laboral Normal: Es el período de trabajo comprendido entre las seis horas y las diecinueve horas de un mismo día, que según la Ley no excederá de ocho horas diarias para actividades no peligrosas; para actividades peligrosas como el caso de la industria de la construcción la jornada no debe

²¹ Referencia Bibliográfica N° 12

²² Referencia Bibliográfica N° 12

²³ Referencia Bibliográfica N° 22

²⁴ Referencia bibliográfica N° 22

exceder de siete horas.²⁵

2.2.13.5 Jornada Laboral Extra: Son el número de horas laborales diarias (variables) que el trabajador podría trabajar adicionalmente de la jornada laboral normal, siempre y cuando exista un acuerdo mutuo con el patrono. Según la ley comprenden de las diecinueve horas de un día a las seis horas del siguiente, y no excederá de siete horas para actividades no peligrosas, y de seis para actividades peligrosas.²⁶

2.2.14 Costo de un Bien o Servicio: El costo de un bien o servicio, es simplemente la inversión de recursos de capital (dinero) que debe hacerse para producirlo, por lo que cualquier actividad que demande la realización del trabajo en un período de tiempo determinado tiene un costo. Para su análisis, los costos se clasifican en directos e indirectos.

2.2.15 Costos Directos: Es la suma de gastos incurridos en la compra de materiales, mano de obra, prestaciones sociales y económicas, herramientas y equipo, de los diferentes rubros o partidas que conforman un presupuesto para la realización de un proyecto. Los costos directos se caracterizan porque aumentan proporcionalmente con el aumento mismo de la producción.

2.2.16 Elementos que integran el Costo Directo:²⁷

Mano de Obra: Es la fuerza física o mental empleada en la realización de las distintas actividades relacionadas con la ejecución de la obra, la cuál se traduce, para fines de

²⁵ Referencia Bibliográfica N° 22

²⁶ Referencia Bibliográfica N° 22

²⁷ Referencia Bibliográfica N° 10

costos, en remuneración o compensación.

La evaluación del costo de la mano de obra en la construcción es un problema dinámico y complejo; su carácter dinámico lo determina el costo de la vida, así como de los procesos constructivos que difieren debido a nuevos materiales, herramientas y maquinarias. Así mismo la complejidad de la mano de obra varía conforme a la facilidad o dificultad de realización, la magnitud de la obra a ejecutar, el riesgo o la seguridad en el proceso, el sistema de pago, las relaciones de trabajo y más aun las condiciones climáticas y costumbres locales.

Las principales formas de estipulación de salario son los siguientes:²⁸

- i) Por unidad de tiempo: Cuando el salario se paga ajustándolo a unidades de tiempo, sin consideración especial al resultado del trabajo.
- ii) Por unidad de obra: Cuando sólo se toma en cuenta la cantidad y calidad de obra realizada, pagándose por elementos producidos o medidas o conjuntos determinados, independientes del tiempo invertido.
- iii) Por sistema mixto: Cuando se paga de acuerdo a las unidades producidas o trabajo realizado durante la jornada de trabajo.
- iv) Por tarea: Cuando el trabajador se obliga a realizar una determinada cantidad de obra o trabajo en la jornada u otro período de tiempo convenido, entendiéndose cumplida dicha jornada o período de tiempo en cuanto se haya concluido el trabajo fijado en la tarea.

²⁸ Referencia Bibliográfica N° 10

v) Por destajo, ajuste o precio alzado: Cuando se pacta el salario en forma global, habida cuenta de la obra que ha de realizarse, sin consideración especial al tiempo que se emplee en ejecutarla y sin que las labores se sometan a jornadas laborales.

Para definir la forma de contratación que se utilizará en cada proyecto es necesario considerar aspectos, tales como:

- Leyes laborales.
- Categorías establecidas por las empresas.
- Contratos colectivos de trabajo entre sindicatos y empresas constructoras.
- Establecimiento de salarios convencionales entre trabajador y empresa.

a) **Materiales:** Son elementos no procesados, semiprocesados o procesados, de tipo constructivo con los cuales se elabora alguna obra física. Su precio es variable y depende mucho de la situación económica, política y social, así como de la oferta y la demanda; también varía según el lugar y el tiempo. Para elaborar un presupuesto se tienen que tomar en cuenta éstas variables, así como la posibilidad de obtener en el mercado local todos los materiales especificados.

Considerando que los materiales son uno de los componentes más importantes que intervienen en la ejecución de una obra, se han clasificado en: Directos y Auxiliares. Al primer grupo pertenecen los materiales que constituyen propiamente la construcción (Piedra, arena, grava, cemento, etc.). Los Auxiliares son aquellos que al cumplir la misión se retiran de la obra, es decir no forman parte de la misma (madera, lámina, tuberías y materiales eléctricos provisionales, etc.)

b) **Herramientas y equipo:** Son los implementos que se requieren para ejecutar los diferentes trabajos de una actividad. Más específicamente, como herramientas se conocen los utensilios utilizados por los recursos humanos que actúan directamente en un proceso específicamente manual. Equipo, son elementos mecánicos, ya sea liviano o pesado, utilizados para agilizar en determinado momento algún proceso constructivo, por lo que únicamente están presentes en cierto período de tiempo en la obra.

2.2.17 Costos Indirectos: Son los gastos generados por una empresa aplicados a la oficina central, que se prorratan entre las diversas obras que se realizan; y los determinados para la propia obra que sólo son considerados en la misma.²⁹

También se pueden definir como la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo. Se caracterizan principalmente porque se mantienen constantes haya o no producción, pero tienen siempre una relación con ellas, tales como: alquiler de oficinas, costos de publicidad, pago de servicios de comunicación, transporte, etc. Con relación a la unidad, a mayor producción, menores costos indirectos.

2.2.18 Elementos que integran el Costo Indirecto:³⁰

A) Gastos generales y Administrativos:

1. Gastos de Licitación:

a) Compra de Cartel de Licitación.

²⁹ Referencia Bibliográfica Nº 10

³⁰ Referencia Bibliográfica Nº 10

- b) Preparación y elaboración de Ofertas.
- c) Gastos de presentación.
- d) Gastos notariales y otros.(Legalización de documentos, etc.)
- e) Visitas al sitio de la obra.
- f) Levantamientos topográficos y estudios preliminares.
- g) Fianzas(Garantía de oferta, etc.).

2. Gastos de Contratación:

a) Fianzas:

- Anticipo.
- Fiel cumplimiento.
- Buena obra.

b) Honorarios de Abogado.

c) Gastos de Rótulos para la obra.

d) Gastos de pruebas o estudios (Suelos, materiales).

e) Gastos de estudios de programación y control.

f) Gastos notariales.

g) Seguros:

- Daños a terceros.
- Equipo y maquinaria.

3. Administrativos y Generales de campo:

- a) Salarios, prestaciones y beneficios de personal directivo (Residente o jefe de la obra, maestro general de la obra, técnicos).

- b) Salarios, prestaciones y beneficios de personal auxiliar (Bodegueros, planilleros, vigilantes, etc.).
- c) Amortización de equipo de oficina.
- d) Impresos, útiles de escritorio y otros.
- e) Transporte, viáticos y alojamiento.
- f) Bonificaciones y otros.
- g) Honorarios de profesionales (Superintendente, Ing. Residente, Ing. Auxiliar) y técnicos (Técnico en Ing. Civil, Arquitectura, etc.).

4. Administrativos y Generales de oficina:

- a) Alquiler de local, alumbrado, teléfono, limpieza y otros.
- b) Salarios, prestaciones y beneficios de personal directivo.
- c) Salarios, prestaciones y beneficios de personal administrativo (Administrador, Contador, Secretarias, Motoristas, etc.).
- d) Seguros contra daños e incendios.
- e) Impresos, útiles de escritorio y otros.
- f) Amortización de equipo de Ingeniería y oficina.
- g) Transporte, viáticos del personal directivo y administrativo.
- h) Bonificaciones y otros.
- i) Gastos de Licitaciones no otorgadas.
- j) Gastos legales y notariales.
- k) Suscripciones, revistas y publicaciones.

B) Gastos Financieros (Intereses o sobregiros aplicados al proyecto).

- a) Interés por créditos otorgados.
- b) Comisiones por trámites de créditos.
- C) Imprevistos.
- D) Utilidad.
- E) Impuestos municipales.

2.2.19 Costos Pasados: Son costos históricos o estadísticos reales, obtenidos y registrados en la contabilidad de las empresas; además de su finalidad física y financiera, permiten, dentro de ciertas condiciones, la estimación de costos futuros teniendo cuidado que su conocimiento sea muy claro antes de estimar que dichos costos se van a repetir; además, hay que tener presente que el costo de una partida de obra es válido exclusivamente para cada caso particular y que pueden variar para otras obras.³¹

2.2.20 Costos Presentes: Son aquellos que se producen en el transcurso de la ejecución de la obra y están bajo control de la empresa en la medida en que cuente con los sistemas adecuados, como son: Información oportuna, veracidad y fácil entendimiento, es decir, una buena organización en la obra. Este control permitirá que al instante se apliquen los factores correctivos que fuesen necesario hacer para garantizar una aceptable utilidad, permitiendo además detectar omisiones en los presupuestos y estimar con precisión, los importes de trabajos ordinarios, extraordinarios o no previstos que invariablemente se presenten en la práctica.³²

³¹ Referencia Bibliográfica N° 10

³² Referencia Bibliográfica N° 10

2.2.21 Costos Futuros: Son los que se evalúan al presupuestar una obra y la base de una operación eficiente de la empresa. Para preverlos es necesario el conocimiento de costos similares ya obtenidos; pero es indispensable el estudio y análisis de las condiciones particulares ha determinar para cada caso específico. Es bastante común cometer errores de apreciación cuando se da el valor absoluto al resultado del análisis, efectuado con factores estandarizados, rendimientos convencionales y teóricos y planteamientos esquemáticos que incidan en los costos de partidas del presupuesto de la obra.³³

2.2.22 Costos Unitarios: El costo unitario se entiende como la suma de los costos de materiales, mano de obra, equipo y herramientas requeridas por unidad constructiva o por consumo unitario; varían en el tiempo y en el espacio pues dependen directamente del costo de los recursos, que a su vez están ligados a la situación económica, política y social. El costo unitario es el rubro más difícil de evaluar cuando se está considerando involucrar completamente el costo de una obra, siendo este el que se integra a cada unidad y cantidad de obra para establecer el presupuesto de un proyecto en particular.³⁴

Los costos unitarios se clasifican en:

- a) **Históricos:** Son aquellos costos unitarios obtenidos de otros proyectos similares de conocimiento general; a veces son utilizados y tal vez en exceso para elaborar presupuestos con relativa rapidez. El problema puede surgir si no

³³ Referencia Bibliográfica Nº 10

³⁴ Referencia Bibliográfica Nº 10

están actualizados y que algunos de sus componentes se hayan modificado sustancialmente que los vuelven obsoletos, por tanto, formular un presupuesto con tales costos unitarios, significa un grave riesgo.

- b) **Actuales:** Son los analizados especialmente en cada presupuesto. Estos son los que deberán ser adaptados en un presupuesto realista, su ventaja es su actualidad; su confiabilidad depende de la habilidad del técnico que los elabora; no necesariamente la realización de cálculos y de datos produce un buen costo; todo depende del método empleado y de fidelidad de la información básica. Para su elaboración, los costos históricos establecen parámetros de comparación.
- c) **Costos Índice:** Son costos históricos de unidades genéricas, que definen por sí solo el costo de una obra civil. Lo utilizan mucho planificadores, promotores y proyectistas; son muy útiles para obtener instantáneamente un orden de valores dentro del cual puede estarse moviendo el costo real de una obra, mucho antes de que el proyecto haya sido desarrollado, sirven además como parámetros de comparación para juzgar la eficiencia de un proyecto.

2.2.23 Gastos Financieros: Son aquellos gastos referentes a la cantidad de dinero que las empresas constructoras tienen que pagar por la adquisición de préstamos financieros.³⁵

Esta concepto está dividido en los siguientes rubros:

³⁵ Referencia Bibliográfica N° 13

- a) **Interés por Estimación:** Es el interés de financiamiento de crédito por construcción y se calcula en base al flujo de retiros que se realizarán, que a su vez se calcularán de acuerdo a las necesidades económicas del avance físico
- b) **Valúo:** Un porcentaje mínimo (1%) del monto del proyecto y se cancela al retirar el crédito por adelantado.
- c) **Manejo de Crédito:** Constituye el 2.5% del proyecto y se paga a la asociación de préstamo en concepto de manejo del crédito.
- d) **Impuestos al Valor Agregado (IVA), Renta, Impuestos Municipales:**
Dependen de cada estimación y se paga en cada una de ellas.

2.2.24 Flujo de Caja: Es la presupuestación de las entradas y las salidas del efectivo, que deberá realizar la empresa durante la ejecución de una obra civil, con el objeto de evitar graves consecuencias económicas durante el desarrollo del proyecto.³⁶

2.2.25 Utilidad: Es la ganancia (capital) que debe recibir el Contratista por la ejecución del concepto de trabajo; es determinada libremente por cada empresa teniendo como objetivo indispensable proporcionar la remuneración equitativa del capital invertido y el riesgo implícito de toda empresa, garantizando su supervivencia en el campo económico y social; se expresa en porcentaje y representa aproximadamente el 10% del costo total de la obra.³⁷

Se establece como: $UTILIDAD = INGRESOS - GASTOS$.

³⁶ Referencia Bibliográfica N° 10

³⁷ Referencia Bibliográfica N° 15

2.2.26 Imprevistos: Los imprevistos en la construcción son gastos que las empresas pueden efectuar o no durante la ejecución de la obra, debido a sucesos impredecibles asociados al azar que es imposible controlarlos, tal como el medio ambiente y el elemento humano que repercuten en paros de las actividades.³⁸

El concepto de imprevisto no debe confundirse con el de adicionales, que se produce por modificaciones, ampliaciones u otras causas cuantificables.

2.3 METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN, PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y SEGUIMIENTO DE OBRAS.

2.3.1 Funciones Básicas de la Administración de Proyectos.

La Administración es la integración dinámica y óptima de las funciones de planeación, organización, dirección y control para alcanzar un fin grupal, de la manera más económica y en el menor tiempo posible, que tiene como objetivo primordial obtener un equilibrio entre el ámbito, la programación y los recursos, que se traduce en la planeación, la organización, el control y seguimiento de las actividades del proyecto, las cuales constituyen las funciones básicas de la Administración de Proyectos.³⁹

Se entiende por ámbito, el intervalo de actividades necesarias para cumplir con el objetivo del proyecto; programación como el desarrollo lógico y el tiempo de ejecución de cada actividad que definen la duración del proyecto; y recursos como los medios necesarios para la ejecución del proyecto (mano de obra, herramientas, materiales,

³⁸ Referencia Bibliográfica N° 13

³⁹ Referencia bibliográfica N° 16

maquinaria, equipo y recursos de capital).⁴⁰

Una buena administración se caracteriza por la capacidad de adaptabilidad a condiciones críticas que se presentan en los proyectos, especialmente en proyectos de obras civiles, donde las tomas de decisiones se presentan inesperadamente, y deben ser precisas y correctas, ya que significan grandes desembolsos de dinero; por lo tanto, es necesario que los sistemas, métodos, procedimientos y criterios que se utilicen, estén acorde a las condiciones existentes del proyecto.

En la Administración de proyectos no existe un método único; tanto así que si se le pide a un grupo de expertos en este campo, que expliquen la mejor manera de realizarla, se obtendrían respuestas diferentes; sin embargo el siguiente procedimiento, que representa las funciones básicas de la Administración, resumidas en cuatro pasos, permiten ejercerla de buena manera:⁴¹

A) DEFINICIÓN DEL PROYECTO. Constituye la etapa donde se toman importantes decisiones para la ejecución del proyecto, por lo que se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir el ámbito del proyecto: Consiste en definir los objetivos del proyecto; estos incluyen el alcance, quién o cuantos recursos serán afectados, el marco de tiempo y la estrategia a seguir, las actividades necesarias y fundamentales para el cumplimiento de dichos objetivos.

Para determinar los objetivos del proyecto, hay que definir:

⁴⁰ Referencia bibliográfica N° 4

⁴¹ Referencia bibliográfica N° 17

- a) Funcionalidad del proyecto.
- b) El nivel socioeconómico a que se dirige el proyecto.
- c) Destino del uso del proyecto (habitacional, servicio médico, etc.)
- d) Magnitud del proyecto (por ejemplo si se trata de un proyecto habitacional se define por unidades habitacionales).

2. Determinar los recursos: Consiste en definir todos los recursos disponibles y además necesarios que permitan alcanzar los objetivos del proyecto, tales como: maquinaria, materiales, herramientas, dinero y mano de obra.
3. Determinar cuales son los límites de la programación : En este punto se determinará el tiempo que se tiene para finalizar el proyecto.

B) REALIZAR UN PLAN DE PROYECTO. Un plan de proyecto forma parte de las cuatro funciones interactivas de la Administración; sin embargo también representa el núcleo de la administración de proyectos, donde se definen factores tales como: exactamente cuántas y cuáles son las actividades que deben realizarse, quién las va a realizar, el costo estimado de cada una de ellas, su secuencia, la dependencia entre ellas y duración parcial y total del proyecto. Su objetivo es permitir una visión integral del proyecto, previo a la construcción del mismo;⁴² por lo tanto, es importante para la ejecución de cualquier proyecto de obra civil, contar con un plan de proyecto que nos permita definir los factores antes mencionados.

⁴² Referencia bibliográfica N° 4

Para lograr un plan de proyecto bien consolidado y eficaz se requiere seguir el siguiente proceso:⁴³

1. Identificar todas las actividades que comprende el proyecto para su realización, como también quiénes o con qué se realizarán.
2. Realizar una estimación del trabajo y del tiempo de ejecución de cada actividad. Es preferible que esta información sea proporcionada por personas con experiencia, o bien por personas directamente implicadas en tal actividad.
3. Determinar la dependencia entre actividades. Es importante definir y tener claro cuales actividades comienzan después de otras, si existen actividades que pueden desarrollarse simultáneamente o deben terminar aproximadamente en igual fecha.
4. Indicar las delimitaciones de actividades. Consiste en especificar una fecha exacta o aproximada para el inicio de una o más actividades.

C) MONITOREO DEL PLAN DE PROYECTO. La realización de un seguimiento al plan de proyecto, permite llevar un control del avance real de ejecución de las actividades y de las estimaciones planificadas, con lo cual se hace posible establecer la necesidad de ajustar la programación cuando sea necesario para cumplir la fecha de finalización.

La utilización del monitoreo en la ejecución del proyecto, nos permite manejar

⁴³ Referencia Bibliográfica N° 4

los siguientes aspectos:⁴⁴

1. Definir y dirigir la obra con precisión.
2. Mantener información sobre el desarrollo del proyecto, así como de su eficiencia de acuerdo a lo programado, haciendo una comparación de los datos reales con los estimados originalmente.
3. Revisar factores relativos a recursos, al ámbito y la programación para equilibrar las prioridades.
4. Corregir defectos y analizar posibles imprevistos que puedan afectar lo programado.
5. Revisar los recursos que fueron asignados a cada una de las actividades con el objeto de corregir posibles deficiencias o excesos en la asignación.

D) CIERRE DEL PROYECTO. Esta etapa debe realizarse una vez finalizado el proyecto, con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos, identificar y analizar los problemas surgidos durante el proceso de ejecución de la obra, todo esto con el fin de hacer recomendaciones sobre como mejorar la planificación y el desarrollo en proyectos futuros. Específicamente esta etapa permite:

1. Evaluar la efectividad del plan original con el progreso real que se tuvo de la obra.
2. Analizar problemas e identificar áreas que deben ser mejoradas.

⁴⁴ Referencia bibliográfica N° 4

3. Almacenar el archivo del proyecto para que sirva como base para trabajos similares.
4. Obtener el finiquito del proyecto.

2.3.2 Planeación.

Se define como el estudio y selección de alternativas sobre pronósticos de operaciones futuras.⁴⁵ La definición de planeación muestra que lo fundamental para iniciar un proyecto es tener muy claro su objetivo, es decir, la descripción completa de lo que se desea alcanzar; por lo que en esta etapa habrá que imaginar que los hechos irán ocurriendo dentro de cierta lógica, en los lugares indicados dentro del proyecto, por medio de tareas y procesos conocidos y explicados en el programa de trabajo a realizar en la etapa de planificación. La aplicación del método a implementar para desarrollar la planeación va a estar a criterio del administrador o planeador y de su equipo de trabajo. Así, si una actividad puede hacerse de distintas maneras o en distinto orden, será necesario plantear las distintas alternativas separadamente, compararlas, evaluarlas y después adoptar una solución, esto es, tomar una decisión.⁴⁶

Los proyectos de construcción deberán estar cuidadosamente planeados y estimados, en forma tal que puedan ser terminados satisfactoriamente en cuanto a calidad, tiempo y costo. La planeación ayuda a seleccionar el método de construcción más económico, determinando el equipo, ajustando las necesidades financieras y de mano de obra, fijando aproximadamente los pedidos y entregas de materiales,

⁴⁵ Referencia bibliográfica N° 8

⁴⁶ Referencia bibliográfica N° 6

estableciendo la supervisión necesaria, definiendo la necesidad de solicitar subcontratistas competentes en el tiempo adecuado para ello. En la planeación se identifican las siguientes etapas: Objetivo, Ámbito y Suposiciones, y la Identificación de las actividades del proyecto.⁴⁷

2.3.2.1 Objetivos, Ámbito y Suposiciones del Proyecto.

A) OBJETIVOS DEL PROYECTO. El primer paso antes de ejecutar los trabajos es definir claramente los objetivos que se persiguen, los cuales deben ser lo más específicos, consistentes, realizables y medibles que se pueda. Un objetivo específico aclara el ámbito del proyecto, las personas afectadas y el período de tiempo, facilitando la planeación. Los resultados del proyecto sólo podrán tener la misma calidad que los objetivos establecidos; así, si éstos son imprecisos, los resultados también lo serán.

Definir objetivos claros y concretos de un proyecto permite:

1. Que el equipo de trabajo conozca exactamente lo que se quiere implementar.
2. Estimar con mayor precisión los recursos del proyecto.
3. Medir los objetivos en términos de tiempo, costo, calidad y cantidad.
4. Determinar la fecha de fin del proyecto.

B) ÁMBITO DEL PROYECTO. El segundo paso es definir el ámbito del proyecto, que no es más que la combinación de todos los objetivos del proyecto, más el trabajo necesario para cumplirlos. Se trata de toda la suma de actividades individuales concretas que el equipo debe realizar.⁴⁸

⁴⁷ Referencia Bibliográfica N° 4

⁴⁸ Referencia Bibliográfica N° 4

Para definir el ámbito del proyecto es determinante considerar los siguientes cinco elementos:⁴⁹

1. **Materiales.** A partir de los planos y especificaciones técnicas se debe determinar la cantidad y tipo de material que se necesitará para ejecutar el trabajo, y se debe pensar en la disponibilidad y el tiempo de entrega que tendrán estos materiales por parte de los proveedores, ya que en algunos casos es necesario esperar mucho tiempo; por ejemplo, con las piezas de acero, ya que éstas son fabricadas muchas veces de acuerdo a pedidos.
2. **Equipo.** El tipo de equipo a utilizar en la ejecución de un proyecto dependerá del tipo de material que se usará y del procedimiento constructivo que se haya previsto. Al igual que los materiales se debe investigar la disponibilidad y el compromiso de entrega de éstos.
3. **Fuerza de trabajo.** En los diferentes proyectos de construcción se requiere de diversos tipos de recursos humanos; sea personal especializado o no. En algunos casos existe la necesidad de capacitarlos o de traerlos de lugares lejanos, o bien ambos casos; este aspecto es muy importante ya que no se debe subestimar la localización geográfica de la obra y su influencia en el ámbito laboral.
4. **Dinero.** En la construcción de proyectos se debe contar con los fondos necesarios para la compra de materiales, maquinaria y el pago de la mano de obra; por tal razón se requiere de un presupuesto y la determinación de un

⁴⁹ Referencia Bibliográfica N° 14

flujo de efectivo viable. Es importante evaluar si la empresa cuenta con los fondos propios necesarios para realizar el proyecto o en caso contrario buscar financiamiento de una institución de crédito para obtener dichos fondos.

5. **Tiempo.** El propietario de una obra, muchas veces exige que se le informe específicamente fechas de inicio y finalización del proyecto; esto generalmente se debe hacer en los documentos legales. También hay límites de tiempo impuestos por las necesidades generales de la organización de la construcción y éstas se deben tomar en cuenta a medida que avanza la planeación.

C) **SUPOSICIONES DEL PROYECTO.** El tercer paso son las suposiciones del proyecto, donde se plantean las hipótesis sobre la forma en que algunos factores relevantes del proyecto afectarán la duración y el costo de las actividades específicas, así como a todo el proyecto en conjunto. Algunos de estos factores son: la disponibilidad del recurso en el momento esperado, la determinación de imprevistos, huelgas, inexistencia de materiales por disminución en la producción, etc.⁵⁰

2.3.2.2 Identificar las Actividades del Proyecto:

Como parte de la planeación del proyecto, está la identificación de actividades necesarias para su realización, por lo que es fundamental aplicar un método eficiente que permita alcanzar dicho propósito; el más conocido es el de la “lluvia de ideas”, en el cual una vez revisados los planos y especificaciones técnicas, el planificador y su equipo deben efectuar una lista de actividades generales sin previo orden, tratando de abarcar el

⁵⁰ Referencia bibliográfica N° 4

proyecto completo, para luego unificar criterios y hacer un listado más detallado.

La facilidad con que puede dividirse un proyecto en sus actividades, depende del conocimiento que de él tenga el analista, de su experiencia, y de la complejidad de la información previamente recogida; la complejidad depende de la naturaleza y tamaño del proyecto, así como del grado de control deseado. La lluvia de ideas comprende dos fases:

1. LISTADO DE ACTIVIDADES.

En este paso de la planeación es importante contar con suficiente información del proyecto a realizar (planos constructivos, especificaciones técnicas, etc.) con el objeto de conocer las características de la obra; cubriendo aspectos arquitectónicos, estructurales, eléctricos, hidráulicos, etc.

Para la elaboración del listado de actividades, el planeador y su grupo de trabajo deben evaluar muchos factores. No hay dos planeadores que piensen igual al revisar los planos y especificaciones, por lo tanto no es raro ver que elaboran listas diferentes, con distintas dependencias entre actividades.

Para realizar un listado de actividades es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:⁵¹

1. Elementos o divisiones físicas de la obra. Pueden tomar la forma de elementos estructurales, tales como fundaciones, pisos, paredes, cubierta, etc.
2. Área de responsabilidad. Todas las actividades realizadas por un determinado

⁵¹ Referencia Bibliográfica N° 1

servicio o contratista pueden englobarse en una sola operación.

3. Profesionalidades y oficios. Cuando se desea equilibrar la carga de mano de obra, es muy conveniente definir las actividades de tal forma que cada una se realice con operarios de un sólo oficio (carpinteros, armadores, fontaneros, etc.)
4. Equipo y material utilizado. Cuando la disponibilidad de un determinado elemento sea limitado, la parte de cada actividad que requiera el empleo de ese elemento puede considerarse como independiente.
5. Posibilidades teóricas y prácticas. La elección entre la posibilidad teórica y la conveniencia práctica debe decidirse normalmente a favor de esta última. Por ejemplo, en la ejecución de un proyecto que comprenda varios edificios, teóricamente podrían empezarse todos al mismo tiempo, pero es probable que la falta de recursos obligue a comenzarlos en forma escalonada.

Luego de conocer los factores que deben ser considerados para elaborar un listado de actividades, es importante establecer un proceso para elaborarlo, como el siguiente:

1. Revisar y estudiar los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto.
2. Elaborar una lista de actividades hasta lograr cubrir por completo el proyecto.
3. Revisar el listado de actividades con el objeto de ver si cubre adecuadamente el proyecto tal como se pensó.
4. Discutir, el grupo de trabajo, el listado de actividades hasta unificar criterios, con el objeto de lograr un listado más detallado.

2. AGRUPACIÓN LÓGICA DE ACTIVIDADES.

Una vez se ha intercambiado ideas entre el equipo de trabajo sobre el listado general de actividades realizado, es preciso y recomendable agruparlas por rubros o partidas (Instalaciones provisionales, Excavaciones, Concreto estructural, etc.) y formularlas en un orden lógico de ejecución en base al sistema constructivo proyectado. Otra manera de agrupar las actividades es a partir de los rubros, desglosando las actividades que se requieren para ejecutarlo, teniendo en cuenta siempre un orden lógico de ejecución.

2.3.3 Planificación.

Después de haber realizado una lista de todas las actividades que constituyen el proyecto, se procede a determinar las relaciones esenciales entre ellas. Aunque muchas de las actividades se pueden realizar simultáneamente, algunas deben ordenarse de acuerdo a una secuencia necesaria, estimando el tiempo de duración correspondiente a cada actividad y determinando el orden de ejecución de éstas, teniendo en cuenta la relación entre ellas. Partiendo de los procesos constructivos seleccionados se asignan recursos a las actividades.⁵²

Entre las ventajas que se obtienen al planificar están:

1. Reduce la posibilidad de omitir tareas que deben incluirse en el proyecto.
2. Muestra la relación existente entre las distintas actividades del proyecto.
3. Facilita la comunicación de ideas.

⁵² Referencia Bibliográfica N°18

4. Ayuda a pensar disciplinadamente. Con ello se evitan errores por omisión y descuidos y se logra confianza en la integridad de la programación.

La determinación de la secuencia entre actividades está sujeta a las siguientes restricciones:⁵³

- a) **Físicas:** Cuando no se puede ejecutar una actividad sin haber realizado antes actividades de compra o preparación que preceden a ésta. Ej.: no se puede colar un elemento sin haber moldeado y colocado el acero de refuerzo. No se puede instalar una tubería sin haberla comprado.
- b) **De seguridad:** No es adecuado realizar actividades sin haber finalizado otras que representen un peligro potencial para la seguridad de los trabajadores. Ej.: no es recomendable realizar una excavación profunda de una vez, sin haber ademado los taludes cuando éstos representen un peligro para los obreros. En nuestro país las Empresas Constructoras han tenido poco avance en cuanto a la seguridad ocupacional en el trabajo, debido a la falta de interés de parte de los organismos responsables de supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad, así como también la poca importancia de los constructores por cumplir con las normas mínimas que establecen las leyes en la construcción.

La mayoría de accidentes ocurridos en este campo, tienen como origen la falta de información proporcionada a los trabajadores, así como a la deficiente formación de éstos, lo cual no permite conocer la cantidad de riesgos a los que

⁵³ Referencia bibliográfica N° 18

estarán expuestos. Los accidentes que provienen de fallas o deficiencias en las instalaciones, equipo, maquinaria o los métodos establecidos, son conocidos como *Accidentes Técnicos*, y aquellos que son producto de la actitud del trabajador se denominan *Accidentes humanos*.

En toda construcción de obras Civiles, deben implementarse programas de prevención de accidentes, con el objetivo de proteger a los trabajadores de accidentes de trabajo, enfermedades, lesiones, así como también proteger de daños a terceros tanto dentro como fuera de la construcción.

En las Empresas, es la Dirección, a través de la supervisión, la responsable de implementar los programas y ser los encargados de prevenir los accidentes a través del cumplimiento de las normas y leyes de seguridad.

Las leyes de seguridad ocupacional en el área de la Construcción son las siguientes:

- “El Reglamento de Seguridad en Labores de Excavación”. En él se establecen las condiciones mínimas de seguridad en el que deben desarrollarse las labores de excavación con el objeto de reducir el riesgo de accidente.
- “El Reglamento de la Ordenanza del Control del Desarrollo Urbano y de la Construcción”. A través de él se regulan las normas mínimas de seguridad física y social en las edificaciones, como también todas las actividades relacionadas con la planificación, ejecución y control de Proyectos de parcelación y /o construcción en el Area Metropolitana de San Salvador.
- “Contrato-Colectivo de Trabajo del Sindicato Unión de Trabajadores de la

Construcción". Se describen los derechos y deberes de las partes involucradas en la Construcción.

- c) **De recursos:** Cuando se presenta la necesidad de aplazar una actividad porque los recursos asignados a ella no están disponibles: por ejemplo, la desocupación de cierto equipo que ha sido destinado a otro trabajo, no puede efectuarse hasta determinada fecha, y, consecuentemente, algunas actividades deben posponerse hasta que el equipo esté disponible; en otras condiciones las actividades podrían hacerse simultáneamente, por ejemplo si se tuviera más de un equipo.
- d) **Mano de obra:** Este es el caso de actividades que requieren mano de obra especializada difícil de obtener; por ejemplo, es difícil obtener personal especializado en soldadura, y todas las actividades de soldar deben realizarse en secuencia con una pequeña cuadrilla, cuando de otra manera se harían simultáneamente.
- e) **Administrativas:** Cuando por ejemplo, la secuencia de actividades que serían independientes, es controlada por una decisión de la gerencia, o cuando actividades que normalmente son simultáneas, son ordenada para efectuarse en cierta secuencia, simplemente porque la gerencia, desea que se realice de esa manera por cuestiones de financiamiento.

Para establecer la planificación, es necesario determinar la secuencia y la duración de las actividades del proyecto.

2.3.3.1 Secuencia de Actividades.

Una vez se tenga agrupada la lista de actividades, corresponde establecer cual es el orden de precedencia obligado entre ellas y cuales pueden ejecutarse paralelamente. Una forma de realizarla es a través de un camino progresivo, y para ello es necesario formular la siguiente pregunta: ¿qué actividades deben hacerse después de ésta?. Al buscar una respuesta a la interrogante, surgirán actividades que no merecen dudas, es decir aquellas cuyas secuencias son de orden técnico o de secuencias operativas bien conocidas; sin embargo habrá otras en que hay alternativas por optar en su proceso de ejecución.⁵⁴

La secuencia de actividades se puede registrar a través de la “matriz de secuencias” que consiste en una cuadrícula en donde se anotan en la columna “antes” y en la fila “después”, el listado de actividades lógicas del proyecto. El proceso a seguir para determinar la secuencia lógica de las actividades es:

1. Realizar el listado de actividades en forma lógica del proyecto, tal como se explicó en el apartado 2.3.2.2
2. Anotar el listado tanto en la columna “antes” como en la fila “después”.
3. Analizar cada una de las actividades de la columna “antes” haciendo la pregunta ¿Qué actividades deben hacerse inmediatamente después de ésta?, y buscar en la fila después, aquellas actividades que contesten la interrogante marcando en el cuadro correspondiente una “x”.

A continuación se presenta un ejemplo sobre la matriz de secuencia:

⁵⁴ Referencia Bibliográfica N° 18

LISTADO DE ACTIVIDADES:

- Trazo.
- Excavación de fundaciones.
- Preparación de armadura.
- Colocación de armadura.
- Moldeado y colado de solera de fundación.
- Compactación.
- Construcción de paredes.
- Anclaje de paredes a vigas de entrepiso.
- Repello y afinado de paredes.

DESPUÉS / ANTES	Trazo	Excavación de fundaciones.	Preparación de armadura.	Colocación de armadura.	Moldeado y colado de solera.	Compactación.	Construcción de paredes.	Anclaje de paredes a vigas.	Repello y afinado.
Trazo		x							
Excavación de fundaciones.			x						
Preparación de armadura.				x					
Colocación de armadura.					x				
Moldeado y colado de solera.						x			
Compactación.							x		
Construcción de paredes.								x	
Anclaje de paredes a vigas.									x
Repello y afinado.									

Tabla 2.1 Matriz de secuencia para construcción de paredes.

2.3.3.2 Estimación de la Duración de Actividades.

Una vez establecida la secuencia de actividades, corresponde la determinación de la duración adecuada para cada actividad. Primero se debe elegir la unidad de tiempo que se va a usar como medida básica (días, semanas, quincenas, meses, etc.), luego se debe hacer una estimación del tiempo de duración para cada actividad, basada en los procesos constructivos a utilizar y los recursos (materiales, mano de obra, herramientas, equipo y capital.), que se van a emplear. Estas duraciones se pueden determinar a través de rendimientos actualizados basados en la experiencia, tiempo óptimo, tiempo promedio, y tiempo pesimista, o en otras fuentes como: Información histórica establecida a través de valores estadísticos, experiencia propia y experiencia de otros.

Quizás la fuente adicional más directa para obtener información sobre el tiempo que se necesita, es por medio de entrevistas con el personal de campo (Ingeniero Residente, Superintendente) que realmente ejecutará la obra; estas personas se deben incluir en el proceso de planeación y programación, debido a la aportación que puedan hacer a la lógica que se debe seguir, como también aportar ideas acerca de los procesos constructivos a proponer, que permitan de alguna forma reducir costos y determinar tiempos de duración más exactos.⁵⁵

El método para obtener el tiempo de duración de cada actividad es el siguiente:⁵⁶

- A través de la ecuación:

$$\text{DURACIÓN} = \text{TRABAJO} / \text{RENDIMIENTO.}$$

⁵⁵ Referencia bibliográfica N° 14

⁵⁶ Referencia Bibliográfica N° 6

Para aplicar dicha ecuación es necesario analizar y determinar previamente cantidades de obras a través de los planos constructivos referente al proyecto a ejecutar. En cuanto al rendimiento, es la cantidad de obra producida en un lapso determinado, por ejemplo $m^3 / \text{día}$; el rendimiento involucra: la productividad de la mano de obra, las condiciones de trabajo, las herramientas adecuadas al proceso, la variación de capacidad del personal, la composición de la cuadrilla en relación al número de obreros y ayudantes, la mecanización del trabajo y la utilización del equipo adecuado.

Al existir una actividad cuyo tiempo de ejecución no puede calcularse con la ecuación antes mencionada, se deberá recurrir a las siguientes fuentes:⁵⁷

- A) Valores estadísticos. Información obtenida a través de estudios realizados por medio de métodos estadísticos, de los diferentes proyectos ya ejecutados por las empresas constructoras, que tiene como objeto obtener valores promedios de rendimiento de obra. Sin embargo hay que tomar en cuenta que no todos los proyectos se desarrollan en las mismas condiciones, por lo que estos valores no son muy exactos.
- B) Experiencia de otros. Este método consiste en obtener los rendimientos a través de la experiencia obtenida por otros Ingenieros o empresas que hayan realizado actividades similares; este método es utilizado cuando se tiene poca o ninguna experiencia en la industria de la construcción, o no se tiene información histórica referente a rendimientos de obra.

⁵⁷ Referencia Bibliográfica N° 6

C) Experiencia propia. Los tiempos de duración de las actividades que forman el proyecto son determinados en base a la experiencia propia del planeador o administrador, permitiendo tener un mejor criterio de asignación de tiempo debido al conocimiento de las condiciones en que se desarrollarán las actividades; el cálculo de todos los rendimientos tiene lugar al momento de desarrollarse la obra realizando monitoreos de la producción, estableciendo un período de tiempo para cada actividad; los conteos se realizan en diferentes momentos para establecer un promedio, considerando que el rendimiento de una actividad, no será el mismo al inicio de la jornada laboral que al finalizar la misma.

2.3.4 Programación.

La Programación es una herramienta de dirección y coordinación de elementos tales como materiales, herramientas, mano de obra, equipos y dinero.⁵⁸

Para tener una idea mas clara sobre el proceso de programación es necesario darle respuesta a las siguientes interrogantes:⁵⁹

- 1.¿Qué contiene la programación?
- 2.¿Quién pone en marcha la programación?
- 3.¿Para qué se realiza la programación?
- 4.¿Por qué se realiza la programación?
- 5.¿Cómo realizar la programación?

⁵⁸ Referencia Bibliográfica N° 6

⁵⁹ Referencia Bibliográfica N° 6

6. ¿Cuándo realizarla?

7. ¿Dónde debe permanecer el programa de trabajo?

1. La programación contiene la marcha de los trabajos necesarios y previsibles para la terminación de la obra, sus características, emplazamiento, entorno y condiciones para su desarrollo. También hay que distinguir cuáles son los elementos o circunstancias que se imponen indefectiblemente (que no pueden faltar), y cuáles están dentro de las distintas categorías de decisiones que corresponde analizar y definir, para realmente afirmar la posibilidad de conducir un programa de trabajo.

2. Corresponde al Director Técnico o al Constructor, programar la marcha de los trabajos cuya ejecución van a comenzar; sin embargo la delimitación de las funciones merece ser analizada extensamente para dárselas a conocer a los ejecutantes.

3. La programación se realiza para determinar el momento adecuado en que entrarán los materiales, equipo y herramientas a la obra. Para decidir la duración de las actividades es necesario conocer la formación de las cuadrillas de personal, su organización por especialidades, la cantidad de tiempo que necesitará su trabajo en taller y en obra, lo que implica hacer una evaluación del personal disponible.

Del programa debe surgir la información sobre el momento de entrada de los equipos necesarios y el lapso de su utilización en la obra, la factibilidad y previsiones necesarios para efectuar entregas parciales de la obra, determinar las instalaciones del obrero, además de las tareas generales y específicas del director de obra sobre coordinación y supervisión.

4. La programación se realiza porque es necesario analizar en cada trabajo la

distribución y asignación de recursos (materiales, mano de obra, equipo, herramientas y capital), que permiten la evaluación de cada etapa y del resultado final. En este punto es posible analizar “los porqué” no se cumplen a veces los programas, es decir:

a) Aparición de hechos no previstos, ocasionados por situaciones climáticas, falta de materiales, dificultad de conseguir personal especializado o en general.

b) Realización de trabajos no previstos. Estas situaciones suelen presentarse con frecuencia debido a nuevos requerimientos, cambio de condiciones al momento de ejecutar, insuficiente estudio del proyecto inicial por parte del planeador.

c) Modificaciones del proyecto. Suele deberse a la aparición de nuevos materiales, imposibilidad de ejecución, proyectos incompletos, etc.

d) Falta de dinero, equipos, materiales, etc., ocasionados fundamentalmente por dificultades financieras o defectuosa previsión en la disponibilidad de fondos o en las entregas de equipo, materiales y elementos prefabricados.

e) Hechos no previsibles, tales como accidentes o huelgas que pueden afectar la obra mientras ocurren o después de ocurridos.

f) Apartarse la obra de la programación. A pesar de haberse analizado y elaborado el programa, la dirección de la obra tiene a veces razones justificadas para dejar de lado la programación, por ejemplo cuando aparecen cambios o dificultades imprevistas que dan lugar a correcciones periódicas durante la ejecución (terremotos, temporales, etc.).

5. Para realizar una programación hay que comenzar descomponiendo la obra en sus partes físicas homogéneas (rubros); para ello es necesario conocer el proyecto íntimamente y en base a este procedimiento imaginar la manera de llevarlo a la práctica.

La simulación del proyecto de ejecución involucra una serie de decisiones sobre los recursos necesarios y disponibles. Finalmente hay que determinar los tiempos parciales y el total del proceso.

Las sesiones para la formulación de un programa se aconsejan en base a técnicas grupales de análisis, elaboración individual y crítica colectiva. El control de la programación se aconseja actualizarla por semanas o quincenas y evaluar así la necesidad de correcciones. Al finalizar la obra, se hará una evaluación crítica sobre el objetivo alcanzado y la incidencia del programa en el desarrollo del trabajo.

6. El programa como instrumento de análisis y coordinación, debe realizarse antes de comenzar la obra, para poder tomar las previsiones que aseguran la continuidad de la misma, comprometer los recursos y tener pleno conocimiento de los lineamientos del proyecto, del lugar y otras circunstancias en que se desarrollará la ejecución.

7. El programa de trabajo, como herramienta de dirección, debe hallarse en la obra, al alcance del equipo coordinador de las actividades; pero también el programa es el cuadro donde se refleja el sistema de trabajo, y en ese sentido debe tenerse a mano en las oficinas centrales donde los responsables de la construcción toman decisiones sobre compra de materiales, asignación de personal, contratación de equipo, etc.

Dentro de la programación, existen técnicas que nos permiten realizar una evaluación y supervisión de la misma para determinar el éxito del programa; entre estas técnicas tenemos el Diagrama de Gantt, el Método de la Ruta Crítica (CPM), el Método PERT que significa Técnica de Evaluación y Supervisión de Programas, el Método de los Potenciales (ROY), el MOST (Management Operation System Technique), el

Manpower Scheduling, etc.; de todos estos métodos los más conocidos son el PERT y el CPM, los cuales al analizarlos se puede comprobar que están basados en los mismos principios y por lo cual siguen procedimientos similares. La diferencia fundamental entre los dos métodos, es que el PERT considera la duración de actividades como variable entre un tiempo mínimo u optimista, y un tiempo máximo o pesimista, de modo que la duración esperada de cada actividad es una función probabilística entre esos tiempos extremos y el tiempo mas probable; el CPM en cambio, asigna a la duración de cada actividad un tiempo fijo o determinístico. De lo anterior se deduce que el PERT es más valioso cuando hay muy poca información disponible acerca de los antecedentes, de manera que los datos de costo-tiempo no son suficientemente exactos, y además permite una mejor coordinación en los trabajos, la disminución de plazos de ejecución, economía en los costos de producción, conocimiento de la probabilidad de cumplir un plazo prefijado de entrega y el control y detección con suficiente anticipación de los aspectos críticos que determinan el éxito del programa.⁶⁰ La etapa de programación comprende dos pasos: la asignación de recursos y la calendarización del proyecto.

2.3.4.1 Asignación de Recursos:

Cada actividad de un proyecto necesita tener asignado todos los recursos necesarios para llevarla a cabo. Entre estos recursos tenemos: materiales, mano de obra, equipo, herramienta y capital; todo recurso cuenta con requerimientos específicos necesarios para su máxima utilización y funcionalidad dentro del proceso de ejecución

⁶⁰ Referencia Bibliográfica N° 18

del proyecto; su asignación dentro del plan de ejecución deberá hacerse individualmente, es decir, de acuerdo a sus necesidades particulares. Los recursos requeridos por cada tarea se especifican cuando se calcula su duración. Para la asignación de recursos debe tomarse en cuenta los siguientes aspectos: ⁶¹

1. La secuencia de realización mostrada en el plan de ejecución.
2. El método de ejecución dado por el plan, esto es, el personal necesario, los materiales, el tipo y número de maquinaria y equipo, el capital, etc.
3. Los recursos se asignarán solamente hasta el límite disponible; esto significa que se establecen límites que no pueden ser sobrepasados.
4. La duración del proyecto no se extiende más allá de lo especificado por el plan de ejecución.

Los pasos a seguir para una correcta asignación de recursos, se describen a continuación:⁶²

- A) Determinación de recursos disponibles: Antes de asignar recursos a cada una de las actividades que comprende el proyecto, es necesario hacer un inventario de los recursos con que se cuenta para llevar a cabo los objetivos planteados. Todo proyecto de construcción dependerá de la cantidad máxima disponible de recursos, y su éxito está en función de cómo se utilizarán dichos recursos, es decir, de la distribución que se haga a lo largo de la obra. La asignación óptima de recursos además de reducir el costo total del

⁶¹ Referencia Bibliográfica N° 7

⁶² Referencia Bibliográfica N° 7

proyecto, también frecuentemente deja libre recursos para otros proyectos que se encuentren en ejecución en ese momento.

B) Establecimiento de recursos necesarios: Después de conocer los recursos disponibles y en función de las actividades, se determina los recursos a utilizar en el proyecto sin especificar en esta etapa las cantidades requeridas; ésta determinación está relacionada con los procesos constructivos a utilizar.

C) Agregar recursos de acuerdo al plan de proyecto: Para la asignación de recursos es muy importante hacer una buena nivelación de ellos, y para ello existen tres maneras diferentes: variable, fija y combinada.

- La nivelación variable consiste en el establecimiento de una programación ideal que establezca un crecimiento gradual en la utilización de los recursos, que de preferencia alcance un máximo único cerca del final del proyecto. Generalmente sucede que la demanda de recursos es fluctuante, por ejemplo existen días donde la demanda de trabajadores es mayor que otros. En estas condiciones, el procedimiento de programación será una mínima utilización de los recursos al inicio del proyecto, luego se dará un incremento gradual hasta que la demanda se anule al final del proyecto.
- La nivelación fija consiste en seleccionar el mejor número fijo de recursos y programarlos de tal manera que todos estén productivamente utilizados la mayor parte del tiempo. La situación común a que se enfrenta la industria de la construcción es encontrarse con una cantidad de recursos que son subutilizados o que permanecen sin producir durante cierto

tiempo, por ejemplo la maquinaria. El objetivo de este tipo de nivelación será determinar el límite idóneo y el mejor programa para cada tipo de recursos, de tal manera que el tiempo no productivo sea mínimo.

- En la nivelación combinada se asignará al proyecto un complemento fijo mínimo de cada tipo de recursos requeridos; a continuación, para satisfacer las necesidades en aumento, también se asigna un complemento variable. No obstante no puede excederse el número de cada tipo de recurso disponible para todo el proyecto.
- Casos especiales: existen proyectos en los que la distribución de los recursos a utilizar no corresponden a ninguno de los casos estudiados anteriormente; esto se debe a factores tales como el tipo de proyecto y las condiciones de su ejecución; como ejemplo se pueden mencionar casos en donde al inicio de la construcción se tengan actividades de demolición y desalojo de la infraestructura existente, sin la posibilidad de utilizar equipo o maquinaria pesada debido a dificultades de acceso; por lo tanto, demandará la utilización de una cantidad masiva de personal para que desarrollen dichas tareas, y cuando éstas hayan finalizado, se tendrá una disminución considerable de personal; posteriormente se podrá programar la distribución del personal y demás recursos utilizando una nivelación variable, fija o combinada, lo que estará en función de los objetivos y condiciones del proyecto.

Cualquier técnica de asignación es importante que permita una completa

flexibilidad al resolver los problemas de nivelación variable, fija y combinada, para cada tipo de recurso, cuando se aplica a todo el proyecto simultáneamente.⁶³

2.3.4.2 Calendarización del Proyecto.

Una vez realizada la planificación de recursos y determinada la duración del proyecto, integrando al plan de ejecución los tiempos de cada actividad, se deberá programar el inicio y finalización del proyecto.

Es muy importante tomar en cuenta en la determinación del período laboral, algunos factores que podrían influir en la prórroga del mismo, tales como: condiciones climatológicas desfavorables, huelgas sindicales, dificultades financieras, etc.; por consiguiente, un incremento de tiempo durante la ejecución del proyecto implicaría, en algunas ocasiones, un mayor costo de la obra.

En la construcción de obras civiles es necesario e importante determinar los siguientes aspectos:

- A) **Calendario laboral:** Corresponde a la determinación de los días que serán laborables durante el período de ejecución de la obra; los días de asueto, de descanso y vacaciones que los trabajadores tendrán durante el período de construcción según lo establece el Laudo Arbitral y el Código de Trabajo, quedan excluidos de éste calendario.

También se determina la jornada laboral normal para los trabajadores, que

⁶³ Referencia Bibliográfica N° 7

normalmente comprende de 7 a 8 horas diarias.

- B) **Calendario no laboral:** Es la definición de los días de asueto, vacaciones, días de descanso semanal y días festivos establecidos en el Laudo Arbitral y en el Código de Trabajo comprendidos en el tiempo de ejecución del proyecto.

Su importancia radica en que son excluidos en el tiempo real de ejecución de la obra y de la programación del mismo.

- C) **Calendario de Recursos específicos:** Consiste en la planificación y programación de recursos de acuerdo al plan de ejecución a desarrollar; este tipo de calendario es usado en el caso de proyectos donde el equipo a utilizar será alquilado temporalmente, permitiendo tener un mejor control de él, cuando se están ejecutando simultáneamente proyectos diferentes donde los recursos mano de obra y equipo pueden ser utilizados en ambos proyectos, cuando se realizarán actividades por subcontrato, si existe mano de obra especializada que requiere atención especial o existen procesos constructivos que deben realizarse en un período sin interrupción.

2.3.5 Seguimiento de la Programación del Proyecto.

A través del seguimiento es posible controlar los costos, por lo que se convierte en un complemento indispensable del presupuesto y del flujo de caja; para lograr el seguimiento es necesario contar con el personal capacitado para realizar esta actividad. Dentro de este personal está el Ingeniero residente, Ingeniero auxiliar y técnicos.⁶⁴

⁶⁴ Referencia Bibliográfica N° 21

2.3.5.1 Evaluación del Programa.

Debe entenderse como la capacidad de revisión y adaptación del programa. Es el mecanismo operativo que conviene prever como formando parte del programa mismo, para que los técnicos encargados de la construcción tengan exacta información sobre las características del programa de trabajo que se usará en la obra.⁶⁵

El programa de obra debe contener las provisiones para que se realice el ajuste con relación a los sucesos reales dentro de la cual se desenvuelve. La necesidad de éste ajuste se debe a que durante el transcurso del tiempo, entre la formulación del proyecto y el momento de su ejecución, es muy probable que se hayan madurado ideas nuevas sobre la programación original, modificaciones del proyecto, evolución de la técnica constructiva, cambio o ingreso de nuevo personal, aparición de situaciones imprevistas; ante estas situaciones se hace necesario actualizar periódicamente el programa para que sea eficaz; esto se puede lograr mediante mecanismos de control de la programación.

El planeador debe realizar una revisión antes de la ejecución de todas las disposiciones contenidas en el programa, y la manera de su implementación correcta para asegurar la marcha del proyecto; se debe comprobar si las operaciones, como coordinación de actividades, son factibles o no, y si son suficiente o no, y evaluar la flexibilidad que se tiene en la programación para hacer frente a situaciones imprevistas o a cambios del mismo.⁶⁶

2.3.5.2 Control de Obra.

⁶⁵ Referencia Bibliográfica N° 6

⁶⁶ Referencia Bibliográfica N° 6

El control de obra es el establecimiento de sistemas que permitan detectar errores, desviaciones, causas y soluciones de una manera económica. El control comprende los medios necesarios para asegurar que el trabajo ejecutado encaje con lo que fue planeado; el propósito primordial del control de proyectos es revisar los procedimientos en curso y pronosticar las necesidades futuras del trabajo, para que éste sea terminado satisfactoriamente. Con un sistema de control eficiente, se obtiene un banco de información permanente acerca del movimiento de materiales, la distribución del recurso humano, los gastos y la evolución del proyecto.

Los elementos esenciales de un sistema de control son:⁶⁷

- Un plan del proyecto que cubra el alcance, programa y ejecución de los costos esperados.
- Un sistema de control continuo que compare la ejecución contra el plan, con el uso de herramientas de control modular, pero interrelacionadas.
- Un sistema de información que identifique las desviaciones del plan por medio de tendencias y pronósticos.
- Acciones oportunas para tomar ventaja de las tendencias correctas beneficiosas.

Los controles ejercidos en las obras, son necesarios para llevar a cabo el control del avance físico y de la inversión en la misma, convirtiéndose en un complemento del presupuesto y del flujo de caja del proyecto. Un buen análisis y control durante la etapa de ejecución tiene como resultado una mejor racionalidad de los recursos.

⁶⁷ Referencia Bibliográfica N° 17

En la construcción de cualquier proyecto de Obra Civil, el control deberá ejercerse en las áreas siguientes:⁶⁸

- a) Contenido de la obra. Se llevará a cabo, de acuerdo con el proyecto establecido, un control de las cantidades de obra ejecutada, el cual servirá para elaborar las estimaciones de pago y el avance real de la obra.
- b) Calidad de la obra. La calidad de la obra se garantizará por medio de revisión de las Especificaciones Técnicas, controles de materiales, análisis y recomendaciones de los laboratorios de suelos y materiales y por la Supervisión del proyecto.
- c) Plazo de ejecución. Este aspecto se controlará por medio de comparaciones periódicas entre la obra programada y la ejecutada.
- d) Costos. El control de costos se realizará estableciendo un sistema de comparación del contenido por análisis unitario de la obra contra las cantidades de obra ejecutadas.

Los niveles de control y de reporte varían de manera amplia en la Industria de la Construcción y dependen de:⁶⁹

1. Reconocimiento, entendimiento y necesidad de control.
2. Tamaño y complejidad del proyecto.
3. Recursos de personal y su capacidad.
4. Arreglos contractuales del Propietario y Contratista.

⁶⁸ Referencia Bibliográfica N° 7

⁶⁹ Referencia Bibliográfica N° 17

5. Aceptación del Control de Costos.

El empleo del monitoreo y control de obra proporciona los beneficios siguientes:⁷⁰

- Mantendrá totalmente informados sobre la ejecución del proyecto.
- Permite corregir defectos o situaciones no previstas que surjan y que ocasionen desviaciones en los procesos.
- Permite un mayor control del rendimiento en la realización de actividades.
- Ofrece la capacidad de realizar una nueva programación en caso de ser necesario.

PRINCIPALES TÉCNICAS DE CONTROL.

Las técnicas de control consisten en gráficos o tablas de resumen que tienen como objetivo el manejo de información recolectada durante la ejecución de la obra. Esta información se debe recoger metódicamente (diaria o semanal), asentarse en planillas y gráficas para su rápido análisis, combinarse con otras informaciones, compararse con las previsiones programadas, ser evaluadas por los encargados de conducción y programación, redefinir como síntesis de las decisiones, implementarse para corrección y modificación del trabajo posterior y finalmente.⁷¹

El control del avance físico es la base para el control de la inversión. La forma de controlar el avance debe estar bien definida, así como también debe limitarse con anterioridad los períodos de control y los procedimientos, para tomar nota del avance físico y analizarlo posteriormente. La base de un buen control, es la veracidad de los datos recolectados en el sitio de la obra, razón por la que es más indicado contar con un

⁷⁰ Referencia Bibliográfica N°-7

⁷¹ Referencia Bibliográfica N° 6

sistema de formatos impresos que permitan controlar los recursos (materiales, mano de obra, herramienta, equipo y capital.), logrando fijar de manera determinante los datos que se deben recoger, evitando olvidos y consecuentemente errores en el análisis del avance de un período, lo que conllevaría a un control falso de la inversión.⁷²

En cuanto a los períodos de control, éstos deben determinarse de acuerdo con el volumen de la obra, su complejidad y la programación de la inversión que se realizará en el proyecto. El reporte del avance físico debe ser elaborado en el sitio de la obra, tomando la información directamente de lo realizado, nunca de otros reportes o de información verbal de los ejecutores. La tarea de realizar el avance debe ser encomendada a alguien con suficiente autoridad y conocimiento, permitiendo comprobar con satisfacción que los resultados obtenidos sean los esperados o detectar las fallas o atrasos si los hay, y poder así, reprogramar el resto de las actividades en caso necesario.⁷³

Dentro de las principales técnicas de control implementadas en proyectos de obras civiles tenemos:

- Control de materiales, herramientas y equipo: La bodega o almacén, en su concepto general, es el eje principal para el control de los materiales, herramientas y equipo, alrededor del cual se mueven las cuentas de relación exterior que determinan el gasto y procedencia (compras, alquileres, etc.) y las cuentas interiores y mecanismos de control que nos llevan a la estimación del costo de las actividades (salida de materiales, préstamo de herramientas y equipo

⁷² Referencia Bibliográfica N° 19

⁷³ Referencia bibliográfica N° 13

revisión de inventario, etc.). Según la dimensión y estructura de la empresa, puede existir un almacén central (plantel), almacenes de zonas o sucursales y el almacén o bodega de la obra; siendo este último el más importante para la labor de control debido al contacto directo, inmediato y permanente con la producción. El responsable del manejo de la bodega (bodeguero), se encarga de controlar los consumos o salidas para producción, devoluciones a proveedores, préstamos a subcontratistas o a otras obras de la empresa, pedidos al plantel o al departamento de proveeduría, etc.

Los instrumentos de control y registro suelen estar formados por libros de registro, vales y Cardex (Tarjetero o fichero de existencias), pieza fundamental del control y valoración, con desgloses de artículos y saldos constantes, por lo que se considera uno de los métodos más adecuados y más usado por las empresas. El tarjetero se puede organizar por secciones, divisiones de obra o grupo de materiales, según las condiciones y organización de la obra, siendo conveniente para facilidad de valoraciones y de inventario, el establecer una separación por recursos, esto es, materiales, equipo y herramientas.⁷⁴ Un ejemplo del formato para el uso del Cardex se presenta en las tablas No 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5.

La tabla N° 2.2 representa el formato para el control de entradas de materiales a la obra, el cual permite hacer anotaciones sobre el ingreso de un material específico al proyecto, el número de envío, la fecha en que se recibe y

⁷⁴ Referencia Bibliográfica N° 20

el almacén de procedencia, así como también la cantidad y los despachos que se realizarán dentro de la obra, permitiendo conocer el saldo de material con que se cuenta; también es posible hacer observaciones acerca de la hora en que se reciben y el estado de los materiales.

La tabla N° 2.3 es utilizada para controlar el despacho de materiales en bodega, en donde se anotan el tipo y cantidad de material despachado, las actividades en que se utilizará, quién realiza la autorización y quién la solicita.

En la tabla N° 2.4 se realizan las anotaciones para el control de herramientas en bodega, donde se controla el tipo y cantidad de herramientas entregada y/o recibida, la actividad en que se utilizará, el obrero solicitante, así como quién autoriza la entrega.

La tabla N° 2.5 es utilizada para el control del préstamo de equipo en la obra, donde se establece el nombre del solicitante, el tipo y cantidad de equipo, el período de tiempo a utilizarlo de acuerdo a la programación y las observaciones necesarias en caso se utilice más tiempo del requerido o se entregue averiado.

- Inspecciones periódicas: El administrador del proyecto puede obtener un buen control de la obra mediante contacto y observación directa. Este procedimiento es eficiente tanto en tiempo como en esfuerzo, pero requiere un gran sentido de colaboración entre el administrador y el personal de campo (Ingeniero residente, maestro de obra y caporales); sin embargo, esto es posible solo cuando el área de control es pequeña, como sucede en los proyectos pequeños. Se obtiene información sobre entrega de materiales, costos, etc., por medio de las

CONTROL DE INGRESO DE MATERIALES EN LA OBRA.

Proyecto _____

Responsable del Proyecto _____

Bodeguero _____

Fecha _____

Material _____

FECHA RECIBID A	N° DE ENVÍO	PROCEDENCIA	CANTIDAD			UNIDAD	OBSERVACIONES
			RECIBIDA	DESPACHADA	SALDO		

Realizado por _____

Recibido por _____

Revisado por _____

Tabla N° 2.2 Formulario para el control de entradas de materiales en la obra.

CONTROL DE SALIDA DE MATERIALES EN BODEGA.

Proyecto _____

Responsable del proyecto _____

Bodeguero _____

Fecha _____

SOLICITA	COD. MATERIAL	NOMBRE DEL MATERIAL	CANTIDAD SOLICITADA	UNIDAD	USO	OBSERV.

Autorizado por _____

Recibido por _____

Revisado por _____

CONTROL DE HERRAMIENTAS EN BODEGA.

Proyecto _____

Responsable del proyecto _____

Bodeguero _____

Fecha _____

NOMBRE DEL SOLICITANTE	HERRAMIENTAS	USADA EN	CANTIDAD		OBSERV.
			ENTREGADA	RECIBIDA	

Autorizado por _____

Recibido por _____

Revisado por _____

CONTROL DE EQUIPO EN EL PROYECTO.

Proyecto _____

Responsable del proyecto _____

Bodeguero _____

Fecha _____

SOLICITA	EQUIPO	PROGRAMACIÓN			USO	CANTIDAD		OBSERVACIONES
		PERÍODO	INICIO	FIN		ENTREGADA	RECIBIDA	

Autorizado por _____

Recibido por _____

Revisado por _____

Tabla N° 2.5 Formulario para el control de equipo en la obra.

anotaciones realizadas por el administrador durante sus visitas a la obra. La información puede ser complementada con fotografías que muestre el avance de la obra, lo cual permite presentar informes más representativos.⁷⁵

- **Control de inicio y finalización por actividad:** Otro método que permite obtener información para realizar controles adecuados en una obra, es por medio de listas de revisión. Al inicio del periodo de ejecución, el planeador prepara una lista de actividades que se van a iniciar, continuar o terminar durante el siguiente intervalo; así el chequero, caporal o el encargado de llevar este control, solo necesita comprobar en la columna adecuada, al lado de la actividad listada, para señalar cuando se inició una actividad o cual se ha terminado, y compararla con la fecha de inicio y finalización de la actividad según la programación; esto permite determinar el porcentaje de avance de dicha actividad; luego la lista se regresa al administrador para que este la evalúe.

Las listas de revisión de actividades son efectivas para obtener información de campo; esto es cierto si los períodos de información son cortos, (diarios, semanales o quincenales); también son eficaces cuando la lista comprende un número pequeño de partidas.⁷⁶ En la tabla No 2.6 se muestra un formato con el que se puede llevar este tipo de control.

- **Control de la inversión:** El control de la inversión es uno de los métodos que más importancia reviste durante el desarrollo de un proyecto. Dentro del control de la

⁷⁵ Referencia Bibliográfica N° 14

⁷⁶ Referencia Bibliográfica N° 14

inversión una de las actividades que tiene mayor importancia es la programación de los egresos, previa a la ejecución del proyecto, ya que ésta es la que sirve de patrón de comparación durante la etapa de control. Un método muy conocido para realizar este control es el denominado como Cash Flow (Flujo de caja o flujo de desembolsos), el cual se puede hacer por quincena o mensual, dependiendo de la magnitud de la obra, tipos de información requerida, etc. La tabla N° 2.7, muestra un formato para el control de flujo de desembolsos; en las casillas de materiales, mano de obra y alquiler de equipo se colocan las cantidades de dinero gastadas en el periodo definido, se suman estas cantidades y se comparan con los datos previstos en el cuadro de valor según presupuesto; esto nos proporciona el saldo que nos permite detectar exceso de gasto en determinada partida. Los datos de mano de obra se obtienen de las planillas y los de materiales y equipo se obtienen de los controles de bodega.

La programación de los egresos debe hacerse tomando en cuenta la programación del avance físico y las características propias de la empresa, y consiste en estimarle el costo a cada actividad del proyecto, relacionado con el tiempo en que se realizará el desembolso. Es aconsejable para un mejor control, que los egresos estén desglosados de acuerdo con la naturaleza del gasto (materiales, mano de obra, indirectos, etc.). En todo proyecto, generalmente se presentan variaciones entre el costo estimado en el presupuesto de cada actividad, con respecto al costo real obtenido en la práctica; estas variaciones pueden ser de ahorro o de incremento en el costo, debiéndosele dar especial

atención cuando sean de incremento para poder detectar las causas que las originan.⁷⁷

INFORME DEL AVANCE DE OBRA.

Proyecto _____

Responsable del proyecto _____

Responsable del control _____

Fecha _____

Partida _____

ACTIVIDADES	PROGRAMACIÓN		FECHA REAL		% AVANCE	OBSERV.
	INICIO	FIN	INICIO	FIN		

Realizado por _____

Recibido por _____

Revisado por _____

Tabla N° 2.6 Formulario para el control del avance físico de las actividades.

⁷⁷ Referencia Bibliográfica N° 13

CONTROL DEL FLUJO DE DESEMBOLSOS.

Proyecto _____

Responsable del proyecto _____

Responsable del control _____

PARTIDA	FECHA	PERÍODO	VALOR PRESUPUESTO	COSTO REAL				TOTAL	SALDO	OBSERVACIÓN
				MAT.	M. DE OBRA	EQUIPO				
		TOTAL.								

Realizado por _____

Revisado por _____

Tabla N° 2.7 Formulario para el control de la inversión en el Proyecto.

2.3.5.3 Reprogramación.

En esta etapa, y en base a los resultados de la información recogida y analizada, se realizarán las operaciones de corrección, modificación, ampliación, etc., que resulten factibles a la programación original del proyecto, y las atribuciones de decisión otorgadas a la conducción. Esta información de la obra cumplida se puede comparar con las previsiones del programa a través de planillas o sobre los gráficos del programa y de ambas maneras simultáneamente.⁷⁸

Entre algunas modificaciones y correcciones que pueden realizarse al programa del proyecto tenemos:⁷⁹

- **Reprogramación de actividades.** Este proceso es consecuente de la labor del monitoreo y control; su razón fundamental es encausar dentro del plan, aquellas actividades que se encontró, no terminarían en la fecha prevista, o se determinó que los gastos reales sobrepasarían exageradamente el costo previsto. Otra razón considerable se refiere al cambio de criterio durante el desarrollo de la obra, lo que incide en el cambio del plan de proyecto, aspecto que puede depender de un acontecimiento externo, por ejemplo: el compromiso del propietario para inaugurar el proyecto en fecha anterior a la prevista, provoca una reprogramación de todas las actividades.
- **Reasignación de recursos.** Este proceso es dependiente de la programación de actividades, pues si se toma en cuenta que la asignación de recursos efectuada al

⁷⁸ Referencia bibliográfica N° 6

⁷⁹ Referencia Bibliográfica N° 8

inicio del proyecto se realizó en base al plan del proyecto, habrá que revisar y hacer una nueva asignación de recursos para el nuevo plan.

- Cambio de detalles en la estructura. Cuando sobre la marcha de los trabajos, se decide modificar elementos propios del diseño de la estructura, o en un dado caso se decide efectuar un nuevo diseño de la obra que, obligadamente repercutiría en la creación de una nueva programación de la obra.
- Cambio en la función objetivo. Es posible que el criterio mismo de un objetivo cambie durante el curso del proyecto. La función del control está fuertemente relacionado con la función objetivo, y no es difícil determinar que cambiando el equilibrio de la importancia entre el tiempo y el dinero se pueda afectar el control del proyecto.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

MICROSOFT PROJECT.



3.1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo contiene una descripción de los elementos más importantes del programa Microsoft Project, cuya buena utilización permite realizar una correcta planeación, programación y seguimiento de proyectos en ejecución; se ha tratado de extraer los comandos de mayor relevancia para desarrollar satisfactoriamente las funciones antes mencionadas.

En la primera parte se presenta la introducción al programa, describiendo la forma de acceder a éste, se explica la interfaz del programa (lo que se muestra en la pantalla), los campos básicos de Microsoft Project donde se ingresan los datos de entrada, así como las principales vistas en las que se puede trabajar (Diagrama de Gantt, Diagrama PERT, Calendario, etc.); posteriormente se explica cómo el programa permite estructurar el proyecto en tareas e hitos, determinando el porqué las actividades son la base de la planeación, describiendo la manera de introducirlas en el programa, cómo definir las, eliminarlas, cambiar su duración, y como establecer una actividad repetitiva.

En el siguiente apartado se describen aspectos relacionados con la vinculación de actividades, tales como: la manera de elegir las vinculaciones, cómo crearlas, cuándo eliminarlas, etc.; otro aspecto importante desarrollado en las secciones siguientes es la asignación de recursos al programa de trabajo y la forma de evaluar y ajustar la programación cuando sea necesario. Se desarrolla un apartado donde se trata únicamente lo relacionado con la ruta crítica y para finalizar se exponen algunas consideraciones acerca de la utilización adecuada de los recursos, acciones para realizar el chequeo de los costos del proyecto, y una acción de mucha ayuda como lo es el uso de filtros.

3.2 INTRODUCCIÓN A MICROSOFT PROJECT.

3.2.1 Acceso al programa Microsoft Project.

Antes de aprovechar todas las ventajas que ofrece Microsoft Project, es necesario abrir el programa; es posible acceder a éste de dos maneras: la primera es establecer el ícono de Microsoft Project como un elemento de escritorio en la pantalla del monitor; en este caso para abrir el programa se hace doble clic con el mouse en dicho ícono; si se abre el cuadro de diálogo **Bienvenido**, se pulsa el botón cerrar y se presenta la ventana de programa de proyecto con un archivo nuevo.

La otra manera de abrir el programa es pulsar en **Inicio** de la barra de tareas; cuando se abre el menú **Inicio** se señala con el puntero en **Programas** y luego se pulsa **Microsoft Project**, tal como se muestra en la figura 3.1; si se accede al cuadro de diálogo **Bienvenido** se pulsa el botón cerrar y se abre la ventana de programa de proyecto con un archivo en blanco.

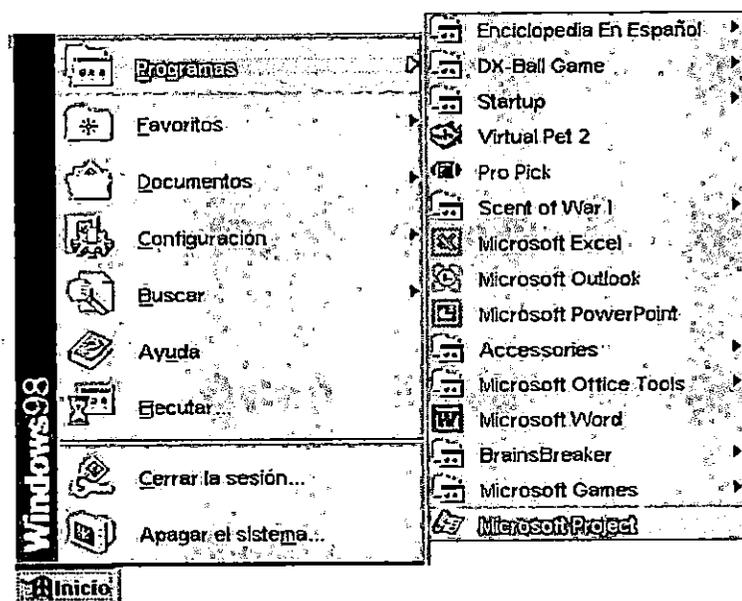


fig. 3.1 Acceso al Programa Microsoft Project

3.2.2 Interfaz de Microsoft Project.

Antes que la información sea procesada dentro de Microsoft Project, es necesario que se produzca un intercambio de información entre el usuario y la interfaz del programa, es decir, lo que aparece en la pantalla del equipo una vez abierto éste; Microsoft Project se comunica con el usuario por medio de su interfase, o sea todos los diagramas, gráficos y hojas, menús y barras de herramientas que aparecen alrededor de los bordes. Los datos que se introducen a través de la interfase viajan hasta la base de datos, que no es más que un contenedor especial donde se almacenan los datos de manera ordenada en los campos. La figura 3.2 muestra una interfaz del Programa.

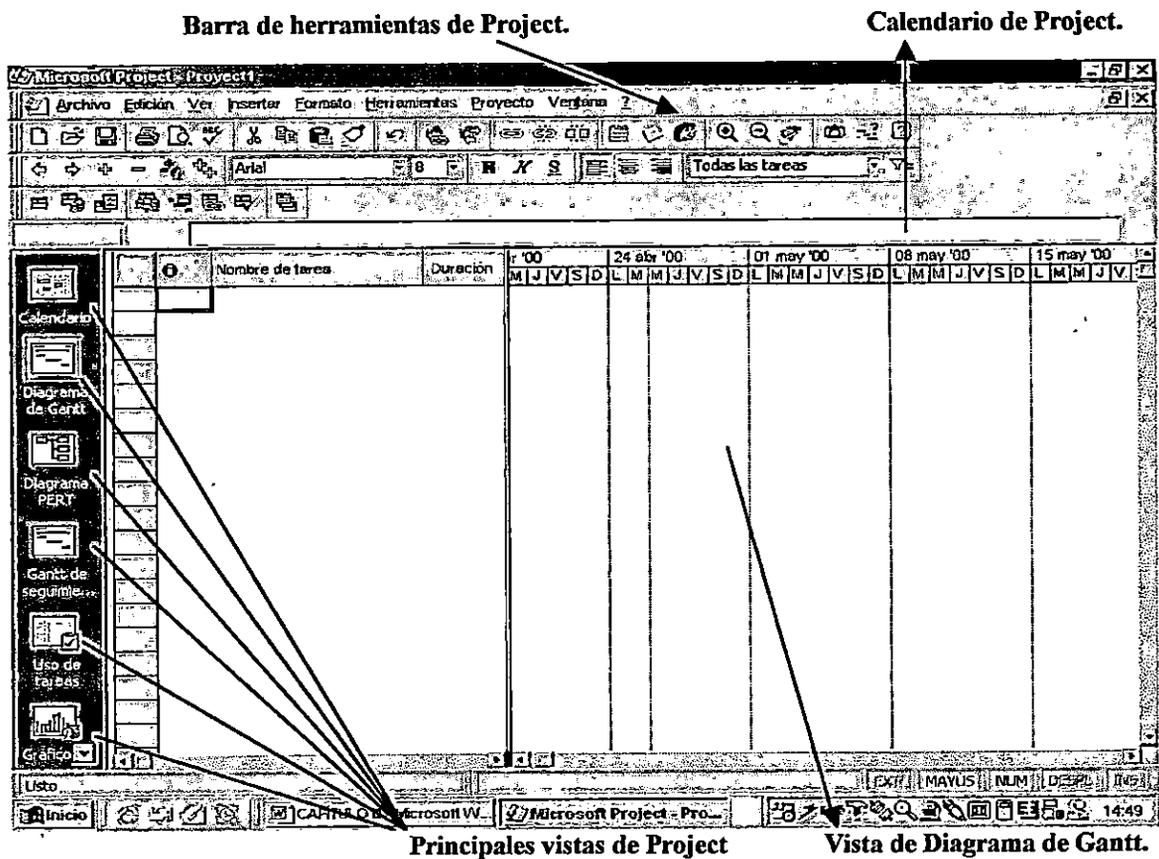


Fig. 3.2: Interfaz de Microsoft Project

Dentro de la interfaz de Microsoft Project, existen una serie de íconos o botones de acceso directo a comandos establecidos en la barra de herramientas, que facilitan el manejo de las funciones del programa. En la figura 3.3 se presenta el contenido de las barras de menús y de herramientas, describiendo los elementos más importantes.

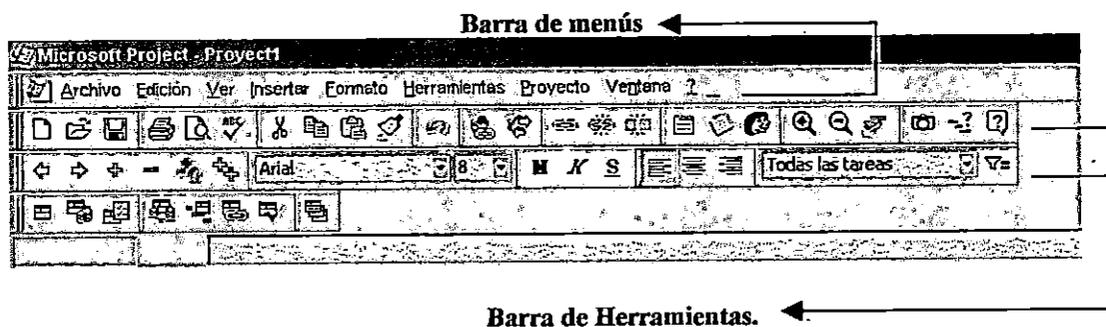


Fig 3.3 Barra de menús y de Herramientas de Microsoft Project.

PRINCIPALES ÍCONOS DE LA BARRA DE HERRAMIENTAS.

-  **Vincular tareas:** vincula o enlaza las actividades seleccionadas.
-  **Desvincular tareas:** desvincula las actividades seleccionadas.
-  **Dividir tareas:** inicia la división de una tarea. El puntero se transforma en  y a continuación se puede situar en la barra de tareas que se quiere dividir, luego se arrastra la barra hacia la derecha para dividirla.
-  **Información de tareas:** muestra la información de las actividades o recursos que se pueden modificar.
-  **Asignar recursos:** muestra el cuadro de diálogo **Asignación de recursos**, donde se puede agregar, cambiar y quitar asignaciones de recursos.
-  **Acercar:** muestra un incremento de tiempo menor en la escala temporal.

-  **Alejar:** muestra un incremento de tiempo mayor en la escala temporal.
-  **Ir a la tarea seleccionada:** muestra el área del Diagrama de Gantt que contiene la barra correspondiente a la tarea seleccionada.
-  **Anular sangría:** anula la sangría de las tareas seleccionadas un nivel por vez.
-  **Aplicar sangría:** aplica la sangría a las tareas seleccionadas un nivel cada vez.
-  **Mostrar subtareas:** muestra las subtareas que se encuentran un nivel por debajo de las tareas resumen.
-  **Ocultar subtareas:** oculta las subtareas de las tareas de resumen seleccionadas.
-  **Mostrar todas las tareas:** muestra todas las tareas del proyecto.
-  **Autofiltros:** oculta o muestra el autofiltro de los títulos de columna que aparecen en las vistas de hoja.

3.2.3 Campos básicos de Microsoft Project.

En la base de datos de Microsoft Project (en adelante MS Project), las columnas se denominan: **Campos**; en cada campo se almacena un tipo concreto de información; la base de datos almacena los datos relacionados en los campos o columnas de una tabla. Los campos básicos de MS Project son los siguientes: **Nombre de tarea, Comienzo, Duración, fin, Nombre de recursos y Predecesora.**

- **Nombre de tarea:** es el campo donde se introduce, visualiza o modifica el listado de actividades de un proyecto elaborada en la etapa de planeación.

- **Duración:** en el campo duración se muestra el período de tiempo de trabajo de una actividad hasta ese momento, en función de la duración programada y del trabajo restante actual o de porcentaje completada.
- **Comienzo:** el campo comienzo muestra la fecha de comienzo planeada para una actividad en el momento en que se guarda una línea base.
- **Fin:** el campo fin muestra la fecha de conclusión planeada para una actividad en el momento en que se guarda una línea base.
- **Nombre del recurso:** contiene el nombre de un recurso para poder mostrarlo o modificarlo.
- **Predecesora:** es el campo donde se especifican todas las actividades que anteceden a una tarea específica.

Además de éstos, existen otros campos importantes que permiten el control de los recursos del proyecto, como son: Capacidad máxima, Tasa estándar, Tasa de hora extra, Costo por uso, etc. La figura 3.4 muestra los campos básicos que ofrece MS Project en la vista del Diagrama de Gantt.

3.2.4 Principales vistas de Microsoft Project.

Si la única ventaja de MS Project fuese almacenar los datos en un segundo plano en la base de datos, no sería muy útil como ayuda en la Administración de Proyectos; permitir ver los datos del proyecto y agregar mas información, modificarlos o eliminarlos según las circunstancias, sería beneficioso; MS Project dispone de las herramientas necesarias para hacerlo, las cuales se denominan: **Vistas**.

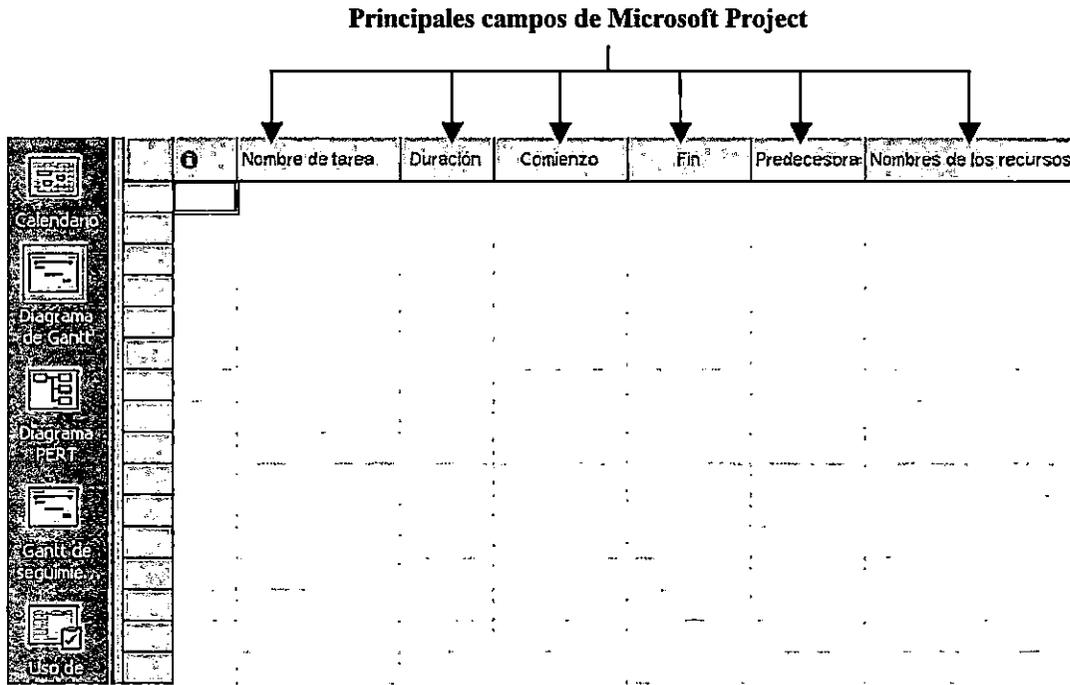


fig. 3.4 Campos básicos de MS Project

Una **Vista** es un formato en el cuál se puede introducir, modificar o visualizar la información; las vistas pueden mostrarse en un formato individual o combinado, en donde una vista individual es una única hoja, diagrama, gráfico o formulario; una combinada es aquella donde se muestran conjuntamente dos vistas; por ejemplo, la vista de Diagrama de Gantt combina la tabla de entrada, que es una hoja, y el Diagrama de Gantt que es un gráfico. La figura 3.5 muestra algunas de las vistas que ofrece MS Project.

Existen dos categorías principales de vistas: **Vistas de actividades** y **Vistas de recursos**. La vista de actividades muestra información acerca de una o más tareas; la más utilizada es la vista de Diagrama de Gantt. La vista de recursos muestra información acerca de uno o varios recursos (personal, equipo, costos, herramientas, etc.) que se

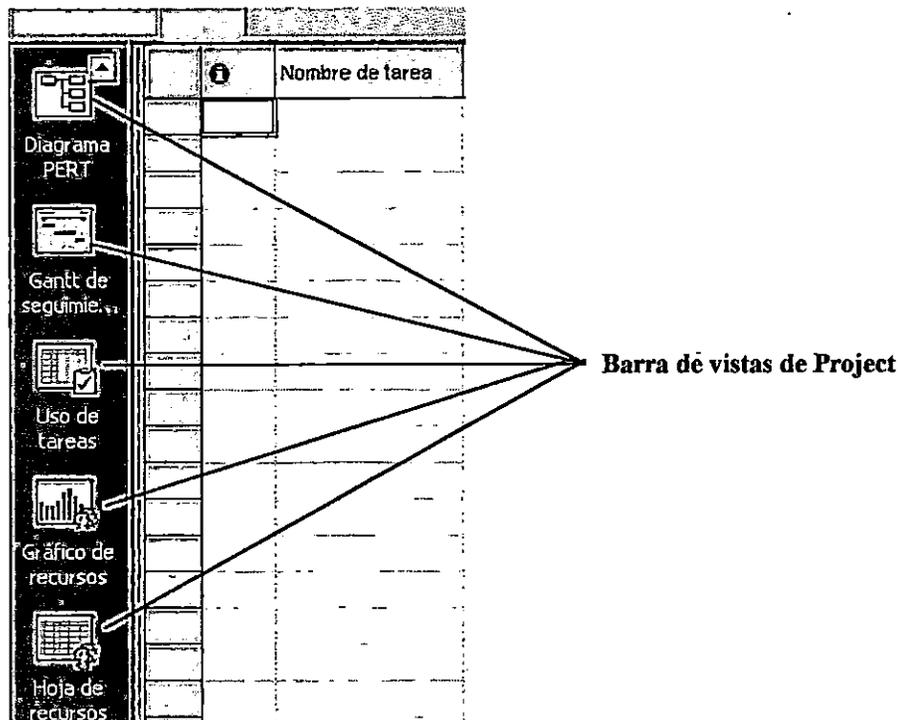


Fig. 3.5 Principales vistas de Project.

haya asignado a un proyecto. A continuación se describen las principales vistas de tareas y recursos, y el tipo de información que muestran:

- *Diagrama de Gantt*: muestra una lista de actividades e información relacionada y un diagrama que presenta gráficamente, en forma de barras horizontales, las tareas y duraciones en función del tiempo; se utiliza para escribir y programar un listado de actividades de un proyecto. A diferencia del Diagrama de Gantt encontrado en los libros de texto, el programa lo presenta con las siguientes características: permite identificar la Ruta Crítica, debido a que existe vinculación entre las actividades del proyecto, mostrando la barra que corresponde a una actividad crítica con un color diferente al resto de actividades; dicha vinculación se representa por medio de líneas de vínculo (flechas) que conectan las barras

individuales llamadas barras de tareas. El Gantt presentado también permite ver, a la par de la barra, el nombre del personal que ejecutará la actividad.

- *Diagrama PERT*: es un diagrama de red que muestra todas las actividades y sus dependencias; esta vista es utilizada para crear y ajustar la programación en formato de diagrama de flujo y representa cada actividad con un cuadro, llamado **nodo**; en el nodo se pueden mostrar hasta cinco campos de información, incluyendo el nombre de la actividad, el número, la duración actual, fecha de comienzo y de finalización; sin embargo, estos cuadros de información pueden ser modificados para mostrar otra información del proyecto. Los nodos correspondientes a la Ruta Crítica tienen el borde de color rojo tramado. Otro aspecto importante del PERT que presenta el programa es que la información que sea modificada en él, se reflejará en las restantes vistas de MS Project.
- *Calendario*: es un calendario mensual que muestra las actividades y sus duraciones; se utiliza para mostrar las tareas programadas en una semana o en un intervalo de semanas concretas.
- *Uso de Tareas*: comprende una lista de actividades que muestran los recursos asignados agrupados bajo cada una; es utilizada para ajustar la cantidad de trabajo que los obreros realizan en las actividades.
- *Gantt de Seguimiento*: es una lista de tareas e información relacionada y un diagrama que muestra gráficamente las barras de las tareas planeadas y programadas. Sirve para comparar la programación deseada con la real.

- *Hoja de Tareas*: muestra una lista de tareas e información relacionada; se utiliza para escribir y programar tareas en un formato de hoja de cálculo.
- *Gráfico de Recursos*: es un gráfico que muestra la asignación de recursos o las horas extra; esta vista permite mostrar información acerca de un sólo recurso o un grupo de estos.
- *Hojas de Recursos*: comprende una lista de recursos; es utilizada para escribir y modificar información del recurso en un formato similar al de una hoja de cálculo.
- *Más vistas*: abre el cuadro de diálogo **Más vistas**, en donde se muestran una lista con todas las vistas disponibles en el programa, entre ellas: Entrada de tareas, Formulario de recursos, Hoja de entradas PERT, etc.

3.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO EN TAREAS, E HITOS.

Un paso importante previo a la ejecución de obras Civiles, es definir los objetivos que se pretenden alcanzar; una forma de materializarlos es a través de las tareas o actividades. En un proyecto, la agrupación lógica de las actividades completa un punto relevante llamado: **Fase**, y la conclusión de una fase del proyecto indica que se ha alcanzado un **Hito**, es decir un hecho significativo que marca el progreso de la obra.

El programa MS Project permite relacionar las tareas en grupos (fases), la creación de hitos (actividades con duración cero) y la visualización de éstas.

3.3.1 Bases de la planeación: Actividades.

Una tarea o actividad es un paso concreto, necesario para alcanzar los objetivos del proyecto, y se consideran como el trabajo que se deberá realizar en la obra. Una lista de

actividades es la base de la Planeación, y la elaboración de ella permiten el análisis de los trabajos que deben realizarse para conseguir los objetivos propuestos. Un factor muy importante a tomar en cuenta en la definición de actividades, es que éstas deben estar bien definidas, ser precisas, detalladas y relevantes. En MS Project la definición de las actividades que comprenderán el proyecto se efectúan específicamente en la vista de Gantt. El programa permite durante la elaboración de la lista, agregar hitos, asignar el tiempo estimado que durará cada una de ellas y la eliminación de aquellas que se consideren innecesarias.

3.3.2 Definición de actividades en el campo: Nombre de tareas.

Una vez definido el listado de actividades en el papel, es preciso introducirlo en el programa de acuerdo a la planificación realizada; esto se hace mediante la tabla de entrada de la vista Diagrama de Gantt, específicamente en la columna **Nombre de tareas**. También es posible digitar el listado de actividades en otras vistas que tengan una columna **Nombre de tareas**.

Cada tarea de la lista es asociada con un número identificador de actividades; este número es asignado a cada actividad que se introduce y se indica en el encabezado gris situado a la izquierda de la vista del Diagrama de Gantt con una **i**. Aunque MS Project comienza a programar las tareas en cuanto el usuario las digita, la programación del proyecto y de las actividades no será exacta hasta que todo el plan esté definido.

□ Para definir una tarea en la vista Diagrama de Gantt:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tarea**, escriba el nombre de la actividad.

3. Haga clic en la siguiente línea o presione **enter**.

3.3.3 Como eliminar actividades.

El programa permite eliminar fácilmente aquellas actividades que no son necesarias o que se introdujeron de manera equivocada.

- Para eliminar una actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad que desea eliminar.
 3. En el menú **Edición**, elija **Eliminar tarea**.

Nota: cuando se elimina una actividad del listado en el programa, éste de forma automática vuelve a enumerar las actividades restantes.

3.3.4 Definición de actividades repetitivas.

Es importante establecer cuáles actividades ocurren de manera repetitiva durante la ejecución de una obra, ya sea diaria, semanal o mensual. En MS Project sólo se definen las actividades repetitivas una vez; todas las ocurrencias de la misma se agregarán automáticamente al plan del proyecto con la frecuencia asignada, la duración de cada aparición, cuándo y cuántas veces se repetirá; por ejemplo, en una construcción la compra de cemento no es conveniente realizarla en su totalidad al inicio, sino de acuerdo al avance del proyecto, por lo que se convierte en una actividad repetitiva.

- Para definir una actividad repetitiva:
 1. En la barra de vistas haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la fila por encima de la cual desea insertar una tarea repetitiva.

3. En el menú **Insertar**, haga clic en **tarea repetitiva**.
4. En el menú **Nombre**, escriba el nombre de la actividad.
5. En el cuadro **Duración**, escriba la duración de una aparición de la tarea.
6. En **Esto sucede**, seleccione el intervalo de repetición de la tarea. La opción que seleccione determina si se muestran las opciones **Diariamente**, **Semanalmente**, **Mensualmente** o **Anualmente**.
7. En **Diariamente**, **Semanalmente**, **Mensualmente** o **Anualmente**, especifique la frecuencia de la actividad.
8. En **Plazo**, escriba la fecha de comienzo en el cuadro **Desde** y la fecha de fin en el cuadro **Hasta**, o escriba el número de veces que se repetirá la tarea en el cuadro **Para ocurrencias**.

En la figura 3.6 se muestra el formato que presenta el programa para establecer una tarea repetitiva.

The image shows a dialog box titled "Información de tarea repetitiva". It contains the following fields and options:

- Nombre:** Compra de cemento
- Duración:** 1d
- Esto sucede:**
 - Diariamente
 - Semanalmente
 - Mensualmente
 - Anualmente
- Mensualmente options:**
 - El día 21 de cada meses
 - El último miércoles de cada meses
- Plazo:**
 - Desde:** mi 31/05/00
 - Hasta:** lu 21/08/00
 - Repetir:** 3 veces
- Buttons:** Aceptar, Cancelar

fig. 3.6 Definición de una actividad repetitiva

3.3.5 Agregar Hitos.

En MS Project , un hito se define como una actividad a la que se asigna un tiempo de duración cero, y se usa para marcar el principio o la conclusión de secciones significativas del proyecto. El primer paso para agregar un hito, es escribirlo en el campo **Nombre de tarea**; al asignarle el tiempo de duración de cero días, el programa mostrará el símbolo de hito ◆ en el Diagrama Gantt al comienzo de ese día.

□ Para especificar un hito:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Duración** de la tarea que desee cambiar, escriba **0 días**.
3. Presione **enter**.

3.3.6 Cambiar la duración de actividades

Cuando se introduce en el programa el listado de actividades que comprenderá el proyecto, automáticamente éste le asigna la duración de un día a cada una de ellas. Por tal razón, es necesario cambiar el tiempo de duración de cada una de ellas de acuerdo a lo estimado por el planeador o administrador del proyecto.

El programa permite una escala de asignación de tiempo en periodos de minutos, horas, días o semanas. Las duraciones pueden ser modificadas seleccionando los comandos de incremento y decremento que son mostrados al seleccionar un campo de duración.

□ Para cambiar la duración de una actividad:

1. En la barra de vistas haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Duración** de la actividad que se cambiará, escriba una duración.

3. Presione enter.

3.3.7 Criterios utilizados para agrupar las actividades.

Cuando se realiza el listado de actividades de una obra en la etapa de planeación, el siguiente paso es generar un ordenamiento lógico y secuencial, es decir, un orden realista; al ordenar y agrupar las actividades de forma lógica se pueden mostrar las dependencias jerárquicas entre ellas creando un esquema. Existen dos criterios muy utilizados para el agrupamiento de actividades, estos son:

1. Actividades que forman parte del mismo proceso, por ejemplo: Excavación y fundaciones son actividades que forman parte del proceso de realizar los cimientos.
2. Actividades que se completen en el mismo período de tiempo, ejemplo: todas las actividades necesarias para realizar las fundaciones se deben completar en una fecha específica antes de comenzar a levantar columnas y paredes del primer nivel.

Una vez establecido el orden y el agrupamiento lógico de las actividades, el programa permite trasladar una actividad de un grupo a otro con el que se encuentre relacionado, como también el reordenamiento de las actividades de un grupo. La forma de hacerlo es la siguiente:

□ Para mover una tarea:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. Haga clic en el número de identificación de la actividad que desee mover.
3. Haga clic en **cortar tarea**, en el menú **Edición**.

4. Seleccione la fila de la actividad sobre la que desee insertar la tarea que ha cortado y haga clic en **pegar**, en **Edición**.

3.4 VINCULACIÓN DE ACTIVIDADES.

Además de determinar la secuencia de las actividades de un proyecto, es necesario definir la vinculación que existe entre ellas, ya que el comienzo o fin de algunas son afectadas por el inicio o terminación de otras. Una forma de determinar correctamente la secuencia de las actividades es a través de las siguientes interrogantes para cada una de ellas:

- ¿Depende la fecha de comienzo o de fin de ésta actividad de la fecha de inicio o fin de otra?. Es importante saber que no todas las actividades dependen de otras.
- ¿De qué otras actividades depende ésta?. Una de las dependencias más comunes entre actividades es que una debe finalizar antes de que otra pueda comenzar.
- ¿Qué actividades dependen de ésta?. Es necesario definir que actividades comenzarán hasta que comience o termine ésta.

3.4.1 Elegir la vinculación adecuada.

Las actividades que comprenden un proyecto pueden tener diferentes tipos de dependencias; generalmente, una actividad debe finalizar antes que otra inicie, o en ocasiones ambas deben iniciar al mismo tiempo, por ejemplo: se puede estar trabajando en las excavaciones para fundaciones y al mismo tiempo se puede estar preparando su armadura. Habiendo determinado la secuencia de las actividades e identificado las predecesoras y sucesoras de cada una, se determina el tipo de vinculación que se va a

utilizar para asociar las actividades.

El programa proporciona cuatro tipos de vinculaciones predeterminadas entre actividades, estas son mostradas en la tabla 3.1:

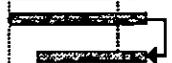
TIPO DE VINCULACIÓN	INDICA QUE:	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
Fin a comienzo (FC)	Una tarea comienza cuando su predecesora termina	
Comienzo a comienzo (CC)	Una actividad comienza cuando su predecesora comienza.	
Fin a fin (FF)	Una actividad finaliza cuando su predecesora finaliza.	
Comienzo a fin (CF)	Una actividad finaliza después de comenzar su predecesora	

Tabla 3.1 Tipos de vinculación entre actividades.

Nota: Los tipos de vinculación que se elijan afectarán la duración del proyecto. Por ejemplo: Si a todas las actividades se les asigna un vínculo (FC), su duración será más de lo necesario, por tal razón habrá que superponer algunas actividades con el objeto de reducir el período de ejecución ya sea sustituyendo vínculos (FC) por vínculos (CC) o (FF).

3.4.2 Crear vinculación entre actividades.

En la programación de obras, el tipo de vinculación más utilizado por el planeador o administrador es el vínculo Fin a Comienzo (FC), donde el comienzo de una actividad dependerá del final de otra. El programa aplica, de forma predeterminada, una vinculación **Fin a comienzo**, por lo que es necesario definir el tipo de vinculación que refleje con más precisión la dependencia entre ellas.

□ Para vincular tareas:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.

2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione dos o más actividades que desee vincular.
3. Haga clic en **Vincular tareas**, y aparecerá una flecha de vínculo en el Diagrama de Gantt, conectando las actividades seleccionadas.

3.4.3 Eliminar o cambiar vínculos.

Si el tipo de vinculación seleccionado para dos o más actividades no refleja con exactitud la dependencia entre ellas, el programa permite cambiar o eliminar la vinculación, o simplemente no establece ninguna vinculación.

- Para cambiar una vinculación entre actividades:
 1. En la barra de vistas, haga clic **Diagrama de Gantt**.
 2. Haga doble clic en la flecha de vínculo de las actividades que desee cambiar.
 3. En el cuadro **Tipo**, haga clic en la vinculación entre actividades que desee aplicar.

En la siguiente figura se muestra el cuadro o ficha donde se definen los tipos de vinculación de las actividades.

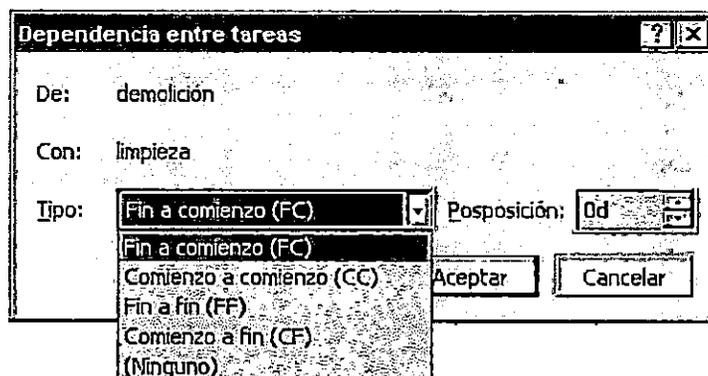


fig. 3.7 Tipos de dependencia entre tareas.

- Para quitar un vínculo entre actividades:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione las actividades que desee desvincular.
3. Haga clic en **Desvincular tareas**. La tarea será reprogramada en función de las demás dependencias.

3.4.4 Adelantar o retrasar actividades.

Existen casos en que las vinculaciones entre actividades no reflejan con precisión el comienzo real de las actividades; por ejemplo, se tienen las actividades de colado de entepiso y colocación de piso cerámico, con una vinculación Fin a comienzo; según lo programado, se establece que el piso será colocado una vez finalice el colado de la losa; sin embargo esto supondría que no existen actividades entre ellas que son necesarias, tales como: paredes, estructura de techo, cubierta, etc.

Para obtener una precisión en la vinculación de actividades y garantizar un buen proceso, es necesario utilizar los tiempos de posposición y adelanto; éstos permiten especificar un período de espera o retraso entre el final de una actividad y el comienzo de otra.

El tiempo de posposición y adelanto se expresan en función de unidades de tiempo o como un porcentaje de la duración de la actividad predecesora, y mediante el uso de éstos se podrá precisar la programación y reducir el tiempo de ejecución; por ejemplo la colocación del piso tendrá que esperar que finalicen las tareas mencionadas, el albañil deberá esperar que se haya finalizado por lo menos el 50% de las paredes para poder repellar.

- Para agregar un adelanto o una posposición:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la tarea sucesora que desee y, a continuación, haga clic en **Información de tareas**.
 3. Seleccione la ficha **Predecesoras**.
 4. En el campo **Pos (posposición)**, escriba el tiempo de adelanto o retraso que desee, en forma de duración o porcentaje de la duración de la actividad predecesora.

El tiempo de retraso se representará con un número positivo o con un porcentaje de conclusión positivo y el tiempo de adelanto con un número negativo o un porcentaje de conclusión negativo. Las unidades de tiempo disponibles son: minutos, horas, días o semanas. Para especificar la duración transcurrida, se escribirá el período de tiempo seguido de la letra "t", (por ejemplo **diast**); éstos días incluyen fines de semana y periodos no laborales. Ver figura 3.8.

The screenshot shows a software window titled "Información de la tarea" with several tabs: "General", "Predecesoras", "Recursos", "Avanzado", and "Notas". The "Predecesoras" tab is active. It contains a "Nombre:" field with the value "limpieza" and a "Duración:" field with the value "4d". Below these is a table labeled "Predecesoras:" with the following data:

Id	Nombre de tarea	Tipo	Pos
3	demolición	Fin a comienzo (FC)	3d

Buttons for "Aceptar" and "Cancelar" are located to the right of the table.

fig. 3.8 Establecer fecha de adelanto o posposición de una actividad.

3.5 RESTRICCIÓN DE ACTIVIDADES A FECHAS ESPECÍFICAS.

Por lo general, en la planificación de obras, la programación de actividades se realiza para que sucedan en un período determinado, enumerándolas lógicamente, vinculándolas y estableciendo períodos de adelanto o retraso de acuerdo al desarrollo de la obra. Realizar una programación de este tipo implica proporcionar la máxima flexibilidad a la misma, ya que se está previendo cualquier anomalía que se presente en la obra; de esta manera, si una actividad comienza antes o después de lo previsto, todas las actividades vinculadas a ella también sufrirán cambios en su programación. Sin embargo, muchas veces para que un proyecto sea desarrollado con éxito, es necesario ejecutar actividades que deben comenzar o finalizar en una fecha específica, por ejemplo, el alquiler de equipo está disponible para una fecha determinada, en este caso existe una tarea delimitada.

Cuando se introducen las actividades, MS Project aplica una delimitación de forma predeterminada; dicha delimitación es “Lo antes posible”, la cual indica que la actividad se debe programar para que inicie en la fecha más cercana posible, tomando en cuenta, lógicamente, los vínculos que existan con las actividades predecesoras, los períodos de adelanto o retraso, así como otros factores de la programación. El programa calcula las fechas de inicio y fin de las actividades vinculadas y si la programación es modificada, el cálculo se repite.

Las delimitaciones aplicadas a una actividad pueden ser flexibles o inflexibles. Una delimitación flexible permite que se recalculen automáticamente las fechas de inicio y fin de una actividad cuando las actividades vinculadas a ellas cambien; mientras la

delimitación inflexible no permite el cambio de fecha de la actividad asociada a ella. Si una actividad no necesita comenzar en una fecha específica, es innecesario aplicar una delimitación inflexible, ya que éstas pueden ocasionar problemas al reprogramar el proyecto.

3.5.1 Tipos de delimitación ofrecidas por el programa.

MS Project proporciona 8 tipos de delimitaciones, asignando en forma predeterminada la delimitación “**Lo antes posible**” a las actividades. La elección de una delimitación está en función de los requisitos de programación de la obra.

Los tipos de delimitación que ofrece el programa son:

1. Lo antes posible (LAP).
2. Lo más tarde posible (LMTP).
3. No finalizar antes del (NFAD).
4. No comenzar antes del (NCAD).
5. No finalizar después del (NFDD).
6. No comenzar después del (NCDD).
7. Debe finalizar el (DFE).
8. Debe comenzar el (DCE).

3.5.2 Descripción y uso de las delimitaciones.

La mayoría de las delimitaciones se basan en la fecha que se especifica al programa, asociando a esa fecha el comienzo o el final de una actividad. La tabla 3.2 muestra los tipos de delimitación, la descripción de ellas, y además se especifica cuando deben utilizarse.

DELIMITACIÓN	DESCRIPCIÓN	CUANDO UTILIZARLA
Lo antes posible (LAP)	Comienza la actividad lo antes posible en función de los vínculos con otras. Permite realizar cambios en la programación para comenzar las actividades antes o después.	Para comenzar una actividad en cuanto lo permitan sus vínculos con sus predecesoras, si los hubiera. No escriba ninguna fecha con esta delimitación.
Lo más tarde posible (LMTP)	Comienza la actividad lo más tarde posible en función con los vínculos de otras; permite realizar cambios en la programación para comenzar las actividades antes o después.	Para comenzar una actividad lo más tarde posible sin retrasar la fecha de fin del proyecto o de otra sucesora.
No finalizar antes del (NFAD)	Finaliza la actividad en o después de la fecha que se escriba. Permite realizar cambios en la programación para finalizar las actividades después.	Para las tareas que quizás puedan pero no deban terminar antes de una fecha. Al indicar la fecha de comienzo, MS Project asignará automáticamente esta delimitación.
No comenzar antes del (NCAD)	Comienza la actividad en o después de la fecha que se escriba. Permite realizar cambios en la programación para comenzar las actividades después.	Para las actividades que deban comenzar en o después de una fecha específica. Cuando indique la fecha de comienzo, el programa asignará automáticamente esta delimitación.
No finalizar después del (NFDD)	Finaliza las actividades en o antes de la fecha que se escriba. Permite adelantar la fecha de fin hasta la fecha especificada.	Para las actividades que deban finalizar en torno a una fecha concreta.
No comenzar después del (CND)	Inicia una actividad en o antes de la fecha que escriba. Se puede adelantar la fecha de comienzo hasta la fecha especificada pero no después de la misma	Para las tareas que deban comenzar en torno a una fecha fija.
Debe finalizar el (DFE)	Finaliza una actividad en una fecha determinada. Los cambios en la programación no afectan la fecha de fin.	Para las actividades que deban finalizar en una fecha específica.
Debe comenzar el (DCE)	Comienza una actividad en una fecha determinada. Los cambios en la programación no afectan la fecha de comienzo.	Para las actividades que deban comenzar en una fecha determinada.

Tabla 3.2. Tipos de delimitación y su descripción.



3.5.3 Como establecer una delimitación.

En el caso que una actividad deba comenzar o finalizar en una fecha concreta o aproximada, quizás no es suficiente vincular las actividades, sino que se hace necesario establecer una delimitación. El tipo de delimitación que se establezca para una actividad dependerá de los requisitos de programación de la misma.

□ Para establecer una delimitación a una actividad se hace lo siguiente:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad que desee y a continuación haga clic en **Información de tarea**.
3. Haga clic en la ficha **Avanzado**.
4. En el cuadro **Tipo**, elija un tipo de delimitación.
5. Si se seleccionó una delimitación distinta a “**Lo más tarde posible**” o “**Lo antes posible**”, haga clic en una fecha de delimitación en el cuadro **Fecha**; de lo contrario el programa utilizará los fechas de comienzo y de fin actuales de la actividad. Ver fig. 3.9.

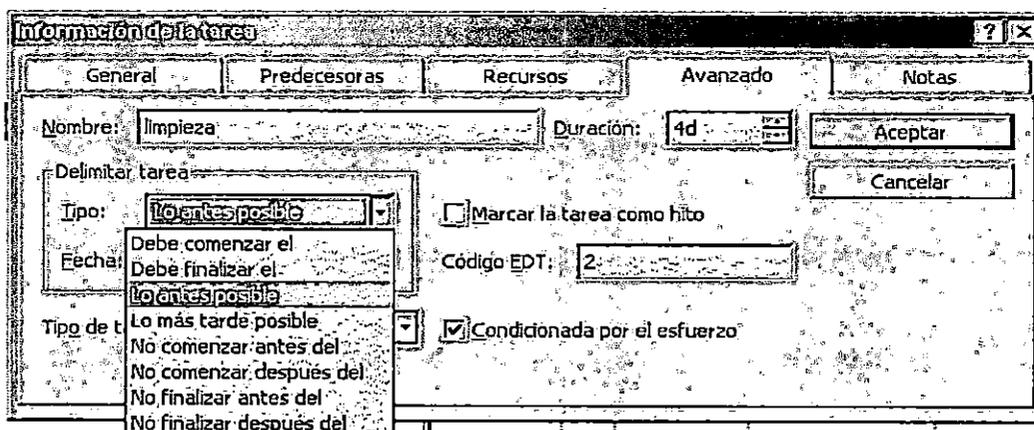


fig. 3.9 Selección del tipo de delimitación de actividades.

3.5.4 Como comprobar una delimitación.

Es recomendable comprobar con cierta frecuencia las delimitaciones.

- Para comprobar una delimitación se realiza lo siguiente:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ver**, señale **Tabla** y a continuación elija **Más tablas**.
 3. En el cuadro **Tablas**, seleccione **Fechas de delimitación**.
 4. Haga clic en **Aplicar**.

Se mostrará una lista de las delimitaciones de las actividades.

Nota aclaratoria: Si se crea una actividad con la función de arrastrar en el Diagrama de Gantt o en el Calendario, MS Project le impondrá una fecha de delimitación. También se aplicará una delimitación cuando arrastre una barra de tareas para mover una actividad en el Diagrama. Esto se debe a que MS Project asume que al arrastrar una fecha determinada, se está indicando una fecha de comienzo o de fin para la actividad. La delimitación que se impone es “No comenzar antes del” o “No finalizar antes del”, dependiendo de donde haya comenzado o finalizado la acción de arrastrar.

3.5.5 Activar el asistente para planeación.

En muchas ocasiones pueden surgir conflictos en la programación producto de una delimitación inflexible; es decir, es posible que algunas actividades predecesoras no finalicen antes de que comience una actividad delimitada de tipo inflexible. En estos casos, MS Project ofrece un elemento de mucha ayuda que muestra un mensaje cada vez que se establece una delimitación que cause un conflicto de programación; además describe el conflicto y proporciona una lista con posibles soluciones. Este elemento se

denomina: **“Asistente para planeación”**.

Si el asistente no está activado no será posible visualizar un conflicto.

- Para activar el asistente para Planeación se hace lo siguiente:
 1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
 2. Haga clic en la ficha **General**.
 3. En **Asistente para planeación**, active la casilla de verificación **Consejos sobre errores**.

3.5.6 Como invalidar una delimitación.

Cuando se utilizan delimitaciones en el proceso de planeación, es posible elegir que éstas se invaliden cuando sea necesario hacer ajustes en la programación, o de lo contrario que una delimitación invalide un ajuste en el plan de proyecto, ya que el programa no admite ambas opciones a la vez.

- Para establecer delimitaciones de modo que los cambios en la programación las invaliden:
 1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones**.
 2. Haga clic en la ficha **Programación**.
 3. Desactive la casilla de verificación **Las tareas siempre respetan las fechas de delimitación**.

3.6 DETERMINACIÓN DE RECURSOS Y PERIODOS LABORALES.

Los recursos son las personas, equipos y elementos como herramientas, capital y materiales, necesarios para realizar una actividad. Al asignar recursos a una actividad es

posible controlar el trabajo necesario para llevar a cabo dicha actividad, su costo y el progreso del proyecto.

Para determinar con precisión los recursos de una obra civil es necesario tomar en cuenta factores tales como:

- ¿Cuál es el ámbito del proyecto?. Evaluar si los objetivos del proyecto son limitados o ambiciosos.
- ¿Qué tipos de actividades se van a realizar?. Es importante pensar en este punto en términos de categoría.
- ¿Cuántas actividades se van a desarrollar?.
- ¿Qué tipo de habilidad requiere cada una de las actividades?.
- ¿Cuántos recursos se necesitan para completar a tiempo las actividades?.
- ¿Puede un recurso trabajar en más de una actividad?. Muchas veces una persona con distintas habilidades puede trabajar en más de una actividad, con lo que se reduce tanto el número de personas como los gastos generales.

3.6.1 Crear una lista de recursos.

Una vez decidido los recursos a utilizar en el proyecto, es necesario agregarlos al plan del proyecto. MS Project incluye dos métodos para agregar recursos: si se dispone de 10 o menos recursos, se pueden agregar uno por uno a medida que se asignan a las actividades; de lo contrario es preferible crear una lista de recursos antes de agregarlos a las actividades. Una lista de recursos contiene:

- Identificación del recurso (Nombre o cargo del personal, equipos, etc.)
- La cantidad máxima de tiempo que un recurso está disponible al día.

□ Para crear una lista de recursos:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
2. En el menú **Ver**, señale **Tabla**, y a continuación haga clic en **Entrada**.
3. Escriba el nombre del recurso en un campo vacío bajo **Nombre del recurso**.
4. Para designar un grupo de recursos, escriba un nombre en el campo **Grupo**.
Para agregar varios recursos al mismo **Grupo** escriba el mismo nombre de grupo en el campo **Grupo** correspondiente a cada recurso.
5. Si es necesario, escriba el número de unidades de recurso disponible en el campo **Capacidad máxima**.
6. Repetir los pasos 3 a 5 para cada recurso diferente.

Nota aclaratoria: Las unidades indican el porcentaje de tiempo que el personal trabajará en una actividad. Por ejemplo, si se asigna a una persona para que trabaje en una actividad a tiempo completo, habrá asignado a esa persona al 100 por ciento de unidades.

3.6.2 Modificación de un calendario de proyecto.

Si a una actividad que va a durar 24 horas se le asigna un recurso humano que trabaja 7 horas al día, ¿Cómo calcula MS Project el número de días que se necesitarán para completar la actividad?. Todas estas situaciones quedan establecidas en función del denominado: **Calendario laboral**, el cual almacena todas las horas y días laborales y no laborales previstos, en donde los días no laborales incluyen los fines de semana, las vacaciones y los días festivos.

Los calendarios de MS Project permiten programar las actividades, y se tienen dos

tipos: **Calendarios base y Calendarios de recursos**. El calendario base almacena los días y las horas laborales y no laborales previstos para un grupo de recursos. Por otro lado, un calendario de recursos suele contener el trabajo programado para cada recurso individual.

Cuando se crea un plan de proyecto, el programa automáticamente adjudica el calendario "**Estándar**". El calendario **estándar** muestra todos los días de la semana como laborales y los fines de semana como no laborales. Las horas de trabajo dadas para cada día laboral van de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. con un descanso de 2:00 a 3:00 p.m.; para establecer otros horarios o días festivos es necesario modificar el calendario de proyecto.

- Para modificar un calendario de proyecto o crear un calendario laboral para un grupo de recursos se realiza lo siguiente:
 1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Cambiar calendario laboral**.
 2. Haga clic en **Nuevo**.
 3. En el cuadro **Nombre**, escriba un nombre para el calendario y, después haga clic en **Aceptar**.
 4. En el calendario, seleccione la fecha que desee modificar, haciendo clic en ella.
 5. Haga clic en **Predeterminado**, en **Período laborable**, o en **Período no laborable** para modificar las fecha seleccionada.
 6. Repita los pasos 4 y 5 tantas veces como fechas desee modificar.
 7. Si en el paso 5 eligió **Período laborable**, escriba las horas en las que desea que el trabajo comience en los cuadros **Desde** y las horas en las que desea que

el trabajo termine en los cuadros **Hasta**.

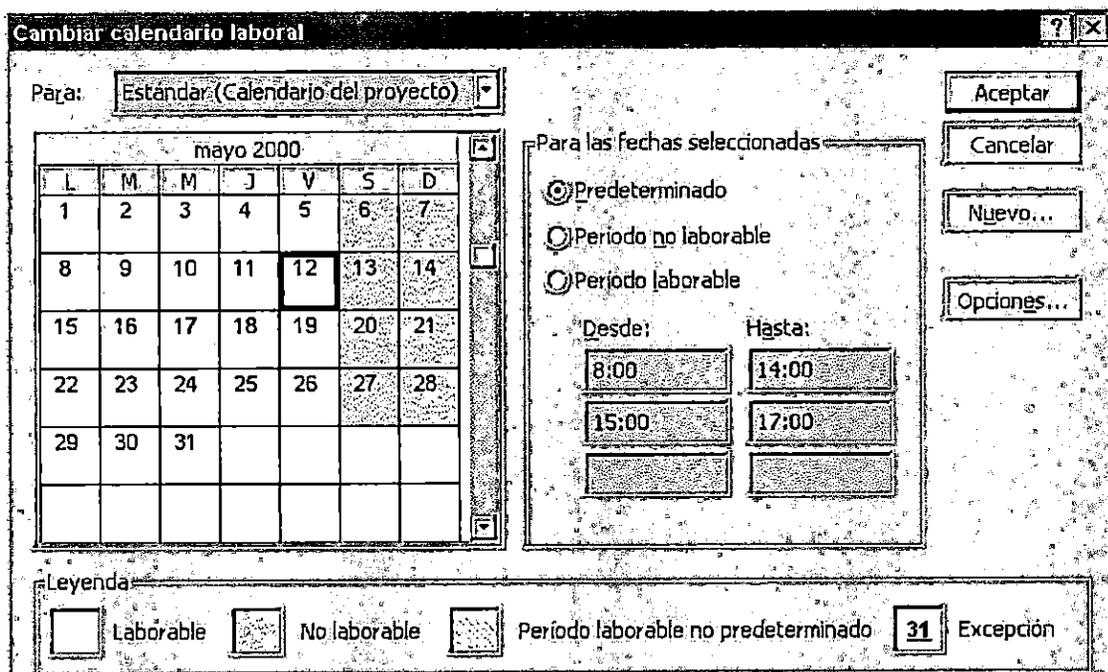


fig. 3.10 Creación o modificación de un calendario laboral.

- Para asignar recursos a un calendario laboral haga lo siguiente:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
 2. En el campo **Calendario base** de cada recurso que desee asignar a un calendario, seleccione el calendario que desee.

3.6.3 Modificar un calendario laboral para un recurso individual.

Si la programación de un recurso es diferente a la especificada en el calendario del proyecto, es posible crear un calendario individual para tal recurso. Un calendario de recursos almacena la programación de un recurso y contiene las excepciones al calendario base.

- Para modificar un calendario laboral de un recurso individual:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.

2. En el campo **Nombre del recurso**, seleccione un recurso y, a continuación haga clic en **Información del recurso**.
3. Haga clic en la ficha **Horario de trabajo**.
4. En el cuadro **Calendario base**, haga clic en el calendario que desee modificar para el recurso.
5. En el calendario, seleccione las fechas que desee cambiar.
6. Haga clic en **Predeterminado**, en **Período no laborable** o en **Período laborable** para modificar las fechas seleccionadas.
7. Si en el paso 6 hizo clic en **Período laborable**, escriba las horas en las que desea que el trabajo comience en los cuadros **Desde** y las horas en las que desea que el trabajo termine en los cuadros **Hasta**.

3.7 ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.

A nivel de un proyecto, es posible agregar o quitar recursos para compensarlos con el alcance y con el tiempo en cualquier fase del mismo. Con respecto a las actividades, se puede mejorar el trabajo, la duración y los recursos para programar cada una de ellas en el momento adecuado, hacerlas lo más cortas posibles y utilizar los recursos eficazmente.

Realizar una asignación de recursos a las actividades proporciona las siguientes ventajas:

- La programación reflejará las circunstancias reales con más precisión.
- Es posible asignar responsabilidades para las actividades.

- Se puede controlar la carga de trabajo y realizar los ajustes necesarios para evitar la sobreasignación de recursos.
- Se controlan los costos de los recursos, que normalmente suponen la mayor parte de los costos del proyecto.

La manera en que MS Project utiliza el trabajo, la duración y los recursos para programar las actividades es un proceso denominado: **“programación condicionada por el esfuerzo”**, que es el método de programación predeterminada. La programación condicionada por el esfuerzo permite ver inmediatamente el efecto de asignar o eliminar un recurso de una actividad. Los recursos se pueden administrar controlando el momento en el que un recurso comienza a trabajar en una actividad y eliminando aquellos que ya no son necesarios.

3.7.1 Pilares en la programación de actividades.

Los 3 pilares básicos en la programación de las actividades de un proyecto son: el trabajo, la duración y los recursos. Cuando se asignan recursos a una actividad, MS Project calcula la programación de la misma utilizando el trabajo, la duración y los recursos que tenga asociados.

El trabajo es la cantidad de esfuerzo, medido en unidades de tiempo (como horas o días) que un recurso realiza en una actividad. El trabajo total de la actividad es la suma de todas esas unidades de tiempo, independiente del número de recursos asignados a la actividad. La duración es el período de tiempo comprendido entre las fechas de comienzo y de fin de la actividad. MS Project calcula la duración de una actividad basándose en el número de recursos y en la cantidad de trabajo asignado a ellos. En una

actividad normal, cuantos más recursos sean asignados, menor será la duración.

Los recursos son las personas, los equipos, los materiales, y el capital necesarios para completar las actividades de un proyecto.

3.7.2 Como programar actividades usando Microsoft Project.

MS Project realiza la programación de actividades en función de la información que se introduzca en el plan del proyecto, como la duración de la actividad, el tipo de vínculo que se asigne a la actividad, las asignaciones de los recursos y las delimitaciones.

Para que MS Project programe exactamente como se desea, es necesario conocer el funcionamiento de estos factores:

- El vínculo entre una actividad y su predecesora. La fecha de comienzo de una actividad que calcula MS Project depende del vínculo que se le haya asignado; así, si se asigna un vínculo "Fin a comienzo" la actividad comenzará en cuanto finalice su predecesora.
- La duración que se indique para la actividad. El programa utiliza la duración de la actividad para calcular la fecha de comienzo o de fin. Es recomendable antes de establecer la duración, decidir primero el número de recursos que realizarán la actividad.
- El período laborable y no laborable de un recurso. Los días y las horas laborables y no laborables de los recursos se definen en un calendario de recursos e indican a MS Project los días y horas diarias que un recurso se encuentra disponible para trabajar.

- El tiempo de cada recurso asignado a una actividad. Con el programa, es posible determinar el porcentaje total de horas de trabajo que el recurso estará asignado a una actividad, a lo cual se le denomina: **Unidades de recursos**. Al no especificar el porcentaje, MS Project asignará el 100% en dicha actividad, excepto aquellos que estén trabajando a tiempo parcial; el 100% significa el total de horas diarias asignadas; así, si un recurso tiene asignado en su horario un total de 7 hrs. diarias, éste será el 100% de unidades de trabajo.

Como las actividades están relacionadas con el esfuerzo dedicado a cada una de ellas, entre más personal se asigne a una actividad, menor será su duración.

3.7.3 Asignación de recursos a una actividad.

Efectuar el seguimiento de los recursos que realizan determinada actividad, o el trabajo de un recurso durante un período de tiempo estipulado, así como el costo de cada recurso desde que inició el proyecto, es una labor complicada; sin embargo, esto se facilita si se realiza con la ayuda del programa. A esta función se le denomina: **“Asignación de recursos”**, y permite asignar personal a cualquier actividad o cambiar asignaciones en cualquier momento.

Con este comando es posible asignar más de una persona a una actividad y especificar si trabajará a tiempo completo o a tiempo parcial con el uso del término **“unidades de recursos”**. De forma predeterminada, el programa supone el 100%, lo que significa que está laborando a tiempo completo; si se asigna por ejemplo un grupo de 3 pintores a tiempo completo el porcentaje de unidades de recursos será del 100%.

Sin embargo, al asignar más trabajo del tiempo disponible por día, indicado en el

calendario laboral, MS Project mostrará en color rojo el nombre del personal sobreasignado en las vistas de recursos.

- Para asignar personal a una actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad a la que desee asignar el personal.
 3. Haga clic en **Asignar recursos**.
 4. En el campo **Nombre**, seleccione el personal que desee asignar a la actividad. Si lo requiere se puede escribir el nombre del nuevo trabajador en un campo **Nombre** que se encuentre vacío.
 5. Haga clic en **Asignar**. Si la asignación se efectuó correctamente se mostrará una marca de verificación a la izquierda del campo **Nombre** indicando que el trabajador ha sido asignado a la actividad seleccionada.

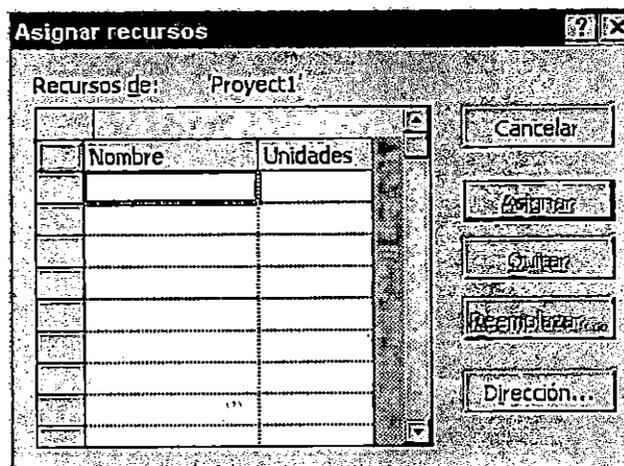


fig. 3.11 Forma de asignar recursos a las actividades.

3.7.4 Control de trabajo del recurso humano.

Al realizar la asignación de personal a una actividad, el programa asume que cada

recurso empieza a trabajar en ella en la fecha de comienzo de la misma. Sin embargo, no siempre es así, pues existen recursos que comienzan a trabajar después de la fecha de inicio. MS Project permite indicar el momento exacto en que el personal comienza a trabajar en una actividad. Esto es posible aunque se trate de una sola persona; cuando se trate de un grupo, se puede escalonar los momentos en los que cada uno comienzan a trabajar en la misma actividad retrasando el momento de comienzo de uno o de todos. Cuando se retrasa el comienzo de la asignación de un trabajador, el programa recalcula la fecha de comienzo y el tiempo que el trabajador dedicará a la actividad.

- Para controlar el trabajo del personal asignado:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ventana**, haga clic en **Dividir**.
 3. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad para la que desee retrasar el trabajo del personal.
 4. Haga clic en la vista **Formulario de tareas** en la sección inferior.
 5. En el menú **Formato**, señale **Detalles** y, a continuación, haga clic en **Programación del recurso**.
 6. Si la persona no tiene trabajo asignado, escríbalo en el campo **Trabajo**, y a continuación, presione **enter**.
 7. En el campo **Retraso del recurso**, escriba la duración que desee aplicar para el retraso en la fecha de comienzo.
 8. Haga clic en **Aceptar**.
 9. En el menú **Ventana**, haga clic en **Quitar la división**.

3.7.5 Reducción del personal asignado a una actividad.

Al igual que las condiciones de una actividad se mantienen cambiando, de la misma forma se pueden cambiar las condiciones del personal. Así, el programa puede eliminar un trabajador o un grupo, cuando se tengan razones para ello, por ejemplo: el trabajador se asignará a otra actividad o se reportó enfermo, etc.

- Para disminuir el personal asignado a una actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad de la que desea eliminar un recurso.
 3. Haga clic en **Asignar recursos**.
 4. En el campo **Nombre**, seleccione el personal que desee quitar y a continuación haga clic en **Quitar**.

3.7.6 Reemplazo de recursos de personal.

El programa permite reemplazar un trabajador por otro con un solo paso, en lugar de hacer los pasos anteriores en forma separada, es decir, quitar un recurso y luego asignar otro recurso en una acción diferente. Esta función es muy útil en situaciones tan comunes como: cuando se encuentra una persona mejor preparada para desempeñar una labor y se decide cambiar el personal.

- Para reemplazar un personal por otro:
 1. En la barra de vistas, haga clic **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad en la que desee reemplazar el personal.

3. Haga clic en **Asignar recursos**.
4. En el campo **Nombre**, seleccione el trabajador que desee reemplazar y, a continuación, haga clic en reemplazar.
5. En el campo **Nombre** seleccione el personal que desee asignar y después, elija **Aceptar**.

3.8 ASIGNACIÓN DE COSTOS AL PLAN DEL PROYECTO.

3.8.1 Ventajas.

Además de realizar la vinculación de actividades, establecer sus duraciones y asignarle recursos, es importante saber cuanto dinero se gastará y cuando se harán estos gastos, por lo que se puede agregar esta información al plan del proyecto; además puede utilizarse esta característica como ayuda para estimar el costo de futuros proyectos.

Algunas de las ventajas de esta función son las siguientes:

- Asignar los costos de los recursos.
- Determinar el costo de cada actividad.
- Estimar el costo total del proyecto.
- Ver el costo actualizado de una actividad determinada o del proyecto en general.
- Controlar la acumulación de costos.
- Determinar la posibilidad de contratar recursos adicionales para agilizar la programación sin salirse del presupuesto.
- Realizar un seguimiento completo de la ejecución de las actividades lo que además permite controlar las cantidades de obra ejecutada.

3.8.2 Asignar costos a recursos de personal o equipo.

El primer paso para realizar un seguimiento de los costos es asignarlos a cada recurso. Estos costos pueden asignarse por hora o fijarse dependiendo de la actividad que se trate. Así, es posible fijar los costos por hora normal de trabajo, por horas extra (para quien labore más tiempo del horario normal), y también se puede fijar un precio cuando el contrato sea por suma global.

También es posible asignar un valor fijo por uso más un costo adicional por hora. Este tipo de asignación se utiliza en casos en los que se tenga un costo fijo más un recargo por hora, situación que es muy común con el alquiler de equipos donde la entrega e instalación tiene un costo fijo pero se tiene un costo adicional de recargo por hora. A este costo se le denomina: **Costo por uso**.

Para asignar un pago a un recurso:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
2. En los campos **Tasa estándar**, **Tasa horas extra** y **Costo por uso del recurso**, escriba las tasas que correspondan y, a continuación, presione **enter**.

3.8.3 Asignación de costos predeterminados a recursos de personal.

Esta acción es utilizada cuando se agregue al proyecto, personal que tenga el mismo salario o costo por hora, por ejemplo el personal auxiliar; de esta manera, antes de agregar un nuevo grupo de auxiliares, se puede asignar su costo previamente y este valor se impondrá únicamente al personal que se agregue después. Además es posible aplicar un costo diferente para cada nuevo grupo de trabajadores; así, MS Project aplicará el costo al siguiente personal que se asigne; de igual forma, se podrá cambiar el

costo de un salario predeterminado para asignarlo después a cualquier recurso excepto al que se introdujo antes de modificarlo.

- Para asignar costos predeterminados al personal:
 1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Opciones** y, a continuación, en la ficha **General**.
 2. En el cuadro **Tasa estándar predeterminada**, escriba el tipo de costo.
 3. En el cuadro **Tasa predeterminada para horas extra**, escriba el costo.
 4. Haga clic en **predeterminar**.
 5. Para cambiar el símbolo de moneda y el número de dígitos decimales predeterminados, haga clic en **Vista** y cambie la información de **Moneda**.

3.8.4 Asignar varios pagos a un recurso.

Es posible que cierto personal tenga que realizar varias actividades que requieren distintos costos, por lo que es posible asignar diferentes costos en la tabla de **tasa de costos**; cada recurso puede tener hasta cinco tipos de costos y cada uno puede modificarse hasta veinticinco veces.

- Para asignar más de un costo a un recurso:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
 2. En el campo **Nombre del recurso**, seleccione un recurso y, a continuación, haga clic en **Información del recurso**.
 3. Haga clic en la ficha de **Costos**. La tabla de costos **A**, aparece seleccionada; pero si no especifica la tabla de costo de recursos que desea utilizar para una actividad, MS Project utiliza la tabla **A** de forma predeterminada.

4. En los campos **Tasa estándar**, **Tasa de horas extra** y **Costo por uso**, escriba los costos del recurso. También puede indicar la fecha en la que dichas tasas entrarán en vigor.
 5. Haga clic en otra de las fichas de tasas de costo y repita el paso 4.
- Aplicar un pago predeterminado a una asignación de actividad.
1. En la barra de vistas, haga clic en **Uso de tareas**.
 2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione el recurso cuyo costo desee cambiar.
 3. Haga clic en **Información de la asignación**.
 4. Elija la ficha **General**.
 5. En el cuadro **Tabla de tasas de costos**, haga clic en la tabla que desee utilizar para el recurso en esa actividad.

3.8.5 Asignar pagos diferentes a un recurso.

Para realizar cambios en las **tasas de costos** de los recursos como aumento o reducciones, se puede asignar diferentes tasas para aplicarlas en los momentos que se especifique.

Utilizando **tasas variables de recursos**, se puede controlar los cambios en los costos de recursos a lo largo del proyecto. Las **tasas variables de recursos** incluyen las fechas correspondientes, de modo que los nuevos costos se aplican al proyecto en el momento adecuado; los cambios de los costos pueden introducirse en forma de número o de porcentaje; la introducción de un porcentaje positivo en los campos **Estándar** o de **Horas extra**, calcula automáticamente el nuevo valor y se obtiene sumando el valor

anterior más el porcentaje correspondiente del mismo. Un porcentaje negativo hace que se calcule una disminución .

- Para asignar tasas diferentes a un recurso.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
 2. En el campo **Nombre del recurso**, seleccione el recurso para el que desea indicar costos de pagos diferentes.
 3. Haga clic en **Información del recurso** y, a continuación, elija la ficha **Costos**. La tabla de costos predeterminada **A**, aparecerá seleccionada si no especifica la tabla de costos de recursos que desea utilizar para una actividad.
 4. En **Tablas de tasas de costos**, escriba la fecha efectiva y el nuevo costo estándar, de horas extra o por uso en los campos correspondientes de la primera fila en blanco.

3.8.6 Asignar un costo fijo a una actividad.

Esta acción se utiliza cuando se conoce el costo exacto de los materiales de una actividad o no se está asignando recursos a la actividad. El costo fijo puede ser el costo de los suministros para los que ya se ha negociado un precio de compra. También se considera el costo por una oferta aceptada de un subcontratista.

- Para asignar un costo fijo a una actividad:
 1. En la barra vistas , haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ver**, señale **Tabla**, y a continuación, haga clic en **Costo**.
 3. En el campo **Costo fijo**, seleccione la actividad y escriba el costo.
 4. Presione **enter**.

3.9 EVALUAR Y AJUSTAR LA PROGRAMACIÓN.

Este procedimiento tiene lugar cuando se experimentan cambios en el ámbito, en los recursos o en el tiempo de ejecución que en consecuencia modifican la fecha de conclusión del proyecto. Al realizar una evaluación se tendrá una idea más precisa de los elementos que se deben ajustar; por ejemplo: revisar si la programación contiene información completa y exacta, verificar si cumple los objetivos del proyecto, si incluye las tareas necesarias, etc.

Algunos métodos que se pueden emplear para tal función se presentan a continuación:

3.9.1 Revisar los objetivos, el ámbito y las suposiciones.

Considerando que los objetivos son parte fundamental para el desarrollo del proyecto y su ámbito, es necesario revisar si los objetivos se mantienen o si es posible delimitarlos aún más para determinar pasos concretos.

En esta etapa habrá que revisar aspectos como:

- ¿La relación con los proveedores puede afectar el proyecto?
- ¿La capacidad de la mano de obra y el personal de dirección será la adecuada?
- ¿Cómo fluctúa el costo de materiales durante el desarrollo del proyecto?
- ¿Se han considerado los factores externos, tales como: huelgas, inclemencias climáticas, casos fortuitos?

3.9.2 Revisar las estimaciones de las duraciones de actividades.

Para una adecuada programación de actividades, es necesario que la información

que se utilice para determinar el plan del proyecto sea muy precisa. Por tal razón, es muy importante revisar los tiempos estimados para las duraciones de cada actividad; es posible que algunas actividad pueda realizarse en menor tiempo del estimado.

3.9.3 Determinar si las delimitaciones de fechas fija son necesarias.

Existen algunas actividades específicas que pueden comenzar o terminar en una fecha determinada, para lo cual el programa permite aplicar una delimitación de fecha fija, tales como: **Debe comenzar el** o **Debe finalizar el**; sin embargo, si estas delimitaciones se aplican innecesariamente pueden impedir que MS Project calcule la programación correctamente; por ejemplo, si se especifica que una actividad debe comenzar en una fecha determinada cuando no es necesario, es posible que impida que MS Project programe dichas actividad para que comience en la fecha más próxima posible. Es importante tomar en cuenta que aunque sea necesario aplicar delimitaciones de fechas fijas, cuanto antes comience y finalice una actividad, también antes finalizará el proyecto (ver sección 3.5.1).

A continuación se describen los procedimientos que utiliza MS Project, para aplicar las delimitaciones de fecha fija :

- Al escribir una actividad en el campo **Nombre**, posteriormente se especifica una fecha correspondiente al inicio o finalización de la misma, en los campos: **Comienzo** y **Fin**; sin embargo, es importante investigar la necesidad de aplicar esta función, pues MS Project se encarga de asignar fechas de inicio y finalización después de vincular las actividades.
- También se puede hacer una delimitación de fecha fija si se arrastra el puntero en

el Diagrama de Gantt para crear una barra de actividades. Si se genera una tarea con este procedimiento, el programa delimita dicha actividad según se haya arrastrado el puntero; si se arrastra de izquierda a derecha, el programa delimitará la actividad para que no comience antes de una fecha y si se hace de derecha a izquierda, el programa delimitará la tarea para que no finalice antes de una fecha.

3.9.4 Comprobar los costos con el presupuesto.

Al realizar el programa de trabajo, e indicar los costos de las actividades y asignar los recursos para cada una de ellas, se puede comprobar el costo total del proyecto. Si al hacer esto, se determina que se ha sobrepasado el presupuesto o resulta inaceptablemente alto, habrá que examinar los costos de las actividades y asignación de los recursos uno por uno, con el objetivo de reducirlos. Por ejemplo, se puede reducir el ámbito de una actividad o reemplazar un recurso por otro menos costoso.

3.9.5 Identificar y corregir los errores obvios.

En esta parte se requiere enfatizar la importancia de revisar el plan del proyecto para descubrir y, más importante, corregir los errores encontrados, de lo contrario el plan será menos preciso y confiable al momento de desarrollarlo y controlar su progreso; por tal razón, lo más indicado es buscar y corregir dichos errores antes de que el proyecto esté en marcha. A continuación se describen algunos de los errores más comunes al realizar el plan del proyecto:

- Introducción de información incorrecta. Por ejemplo, ¿Es exacto un costo fijo, como el costo de materiales para en una tarea?, ¿ Se ha indicado, por descuido una duración de 20 días para una actividad que realmente dura 2 días?.

- Asignar un recurso de mano de obra a una actividad incorrecta. Quizás se ha asignado un carpintero a una actividad de albañilería.
- La información es incorrecta. Por ejemplo: si se tiene una cuadrilla de auxiliares o peones, y se asigna incorrectamente un salario más alto a uno de ellos.
- Las actividades están desordenadas. Por ejemplo: se programa la instalación de una tubería, sin haber programado antes la compra de todo el material a utilizar en dicha actividad.
- Faltan actividades o recursos. Al realizar y ordenar de forma secuente algunas actividades, se establecieron con poco detalle; es decir, existen dentro de ellas otras actividades importantes que deben ser programadas para lograr un mejor ordenamiento del plan del proyecto, por ejemplo: para la construcción de un cuarto frío, es posible que entre las actividades de levantar la estructura y construir las paredes, es necesario insertar la actividad agregar el material aislante.

3.10 ANÁLISIS DE LA RUTA CRÍTICA.

Cualquier proyecto de Construcción puede dividirse en un número considerable de procesos u operaciones, cada uno de los cuales puede ejecutarse por diferentes combinaciones de métodos constructivos, equipo, capacidad de cuadrillas y horas de trabajo; los factores principales que predominan en ellos son el costo y el tiempo. A primera vista puede pensarse que predomine el costo directo de cada operación,

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

Sin embargo, en numerosos proyectos, el tiempo es el principal factor restrictivo: la fecha límite del proyecto se debe cumplir; esto significa que el proyecto se debe terminar antes de la fecha de finalización. Si el proyecto encuentra limitaciones de tiempo, la mejor solución es reducir la programación.

3.10.1 Analizar las actividades Críticas.

Antes de pensar en aplicar cualquier método para reducir la programación y finalizar en el tiempo esperado, es necesario revisar las actividades que forman la Ruta Crítica, las cuales deben terminar a tiempo para que todo el proyecto finalice de acuerdo a lo planeado, debido a que la Ruta Crítica representa la secuencia y duración de las actividades que definen la fecha de fin de proyecto.

El disminuir la duración de una tarea aumentará su costo y disminuirá su tiempo, pero puede no disminuir el tiempo total del proyecto, a menos que la actividad acelerada sea crítica; por tanto, resulta necesario encontrar una combinación apropiada de operaciones que deberán ser reducidas en tiempo, a fin de que produzcan el proyecto más económico teniendo en cuenta todos los costos involucrados.

De forma predeterminada las actividades críticas no poseen ninguna holgura, lo que significa que tienen valor cero en tiempo como margen de demora total, que es la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin que se atrase la fecha de fin del proyecto. En conclusión, si se retrasa una actividad de la Ruta Crítica, también se retrasará la fecha de fin del proyecto. El programa permite calcular la Ruta Crítica y ajustarla cada vez que se cambien los datos de las actividades; al hacer esto, es posible que las actividades que se consideren críticas se puedan convertir en no críticas y viceversa a medida que se asignan los recursos, se cambien los vínculos, etc.

De lo anterior se desprende que no se debe modificar la Ruta Crítica con el objeto de reducir y perfeccionar la programación hasta que se logre identificar las actividades críticas de las no críticas. MS Project permite visualizar las tareas críticas y ordenarlas por su duración de acuerdo al proceso que se describe a continuación.

3.10.2 Identificar actividades de la Ruta Crítica.

Considerando que las actividades o tareas críticas desempeñan una función fundamental para la determinación de la duración total del proyecto y su fecha de finalización, el programa ofrece dos vistas que distinguen visualmente las actividades críticas de las no críticas por medio de un color rojo; tales vistas son: **Gantt detallado** y **Gantt de seguimiento**.

- Para identificar todas las tareas de la ruta crítica.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Más vistas**.
 2. En la lista **Vistas**, haga clic en **Gantt detallado** o en **Gantt de seguimiento** y elija **Aplicar**.

Al mostrar las tareas críticas y las no críticas, se puede observar como al modificar las actividades críticas, la fecha de fin del proyecto y las fechas de las actividades no críticas se ven afectadas. Si una tarea no crítica se convierte en crítica, es posible que tenga que alterarse para modificar el efecto que produce en la fecha de fin de la obra.

3.10.3 Ordenar las actividades de la Ruta Crítica por su duración.

Debido a que las actividades críticas son las que afectan la duración del proyecto, aquellas que tienen más tiempo serán las que produzcan un mayor impacto en el mismo. Cuando es necesario mantener o reducir la duración del proyecto, lo indicado es reducir las tareas críticas que tienen una mayor duración. La forma más fácil de hacerlo es ordenarlas por su duración para facilitar su identificación.

- Para ordenar las tareas críticas por la duración.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Proyecto**, señale **Filtro para** y haga clic en **Tares críticas**.
 3. En el menú **Proyecto**, señale **Ordenar** y, a continuación, elija **Ordenar por**.
 4. En el cuadro **Primer criterio**, haga clic en **Duración** y después en **Descendente**.
 5. Haga clic en **Ordenar**.

3.10.4 Reducción del ámbito del proyecto.

La reducción del ámbito del proyecto es un cambio que puede afectar la obra generando beneficios (revisar concepto de ámbito en capítulo 2). La forma más adecuada para realizar esto es eliminando tareas críticas; sin embargo, este método puede ser el más complicado, ya que primero es necesario identificar las tareas que no

son absolutamente necesarias para completar el proyecto.

Otra manera de reducir el ámbito del proyecto consiste en simplificar el ámbito de las tareas individuales. El ámbito de una tarea se compone de objetivos específicos y de la cantidad de tiempo y de esfuerzo necesario para lograrlo. Al realizar este procedimiento se puede reducir la totalidad del tiempo, el esfuerzo y el costo necesario para completar el proyecto. A continuación se describe la forma en que MS Project permite realizar dos funciones para reducir el ámbito del proyecto:

3.10.4.1 Eliminación de tareas críticas.

Se puede eliminar las tareas críticas que no son absolutamente necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto. Al eliminarlas, se puede obtener un efecto inmediato: el proyecto finalizará antes; además se puede liberar algunos recursos y asignarlos a tareas más urgentes u otros proyectos.

Cuando se realiza esta función para tareas que estén vinculadas con sus predecesoras y sucesoras con un vínculo del tipo **Fin a comienzo (FC)**, automáticamente el programa mantiene el mismo vínculo entre las predecesoras y las sucesoras de la que fue eliminada; sin embargo, si ésta posee otro tipo de vínculo, la nueva vinculación entre las tareas habrá que hacerla manualmente.

Para eliminar una tarea crítica.

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo, **Nombre de tareas**, seleccione la tarea que desea eliminar.
3. En el menú **Edición**, elija **eliminar tarea**.

3.10.4.2 Reducir el ámbito de una actividad.

Para reducir el ámbito de una actividad, es conveniente reducir su duración, así al examinar el progreso de la programación, es posible que observe que algunas tareas críticas abarcan más tiempo del necesario y por lo tanto duran más. Una forma de reducir su duración utilizando MS Project se presenta a continuación:

- Para reducir la duración de una tarea.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ver**, señale **Tabla** y, a continuación haga clic en **Entrada**.
 3. En el campo **Duración**, escriba una nueva duración para la actividad.
 4. Presione **enter**.

3.10.5 Reducción en la duración de una actividad.

Algunos proyectos están bien planeados; tanto así que es difícil eliminar actividades o modificar su ámbito para conseguir reducir el tiempo de ejecución de la obra, debido a que todos los objetivos del proyecto son fundamentales; sin embargo, esta conclusión no significa que no se pueda reducir la programación para ajustarla al plan del proyecto; por lo tanto, se puede reducir disminuyendo las duraciones de las tareas críticas; para conseguir esto, existen algunos métodos, a continuación se presentan tres de ellos:

- Asignación de más recursos. Se utiliza cuando la empresa dispone de recursos adicionales.
- Aumentar las horas de trabajo de los recursos de mano de obra.
- Asignación de trabajo durante la jornada laboral extra.

3.10.5.1 Asignación de recursos adicionales.

Antes de realizar este procedimiento, es necesario revisar y comparar de que manera se mantienen al mínimo el incremento de los costos. Si se asigna recurso humano adicional se reduce el tiempo de duración de una actividad, pero aumenta el costo por mano de obra; por otro lado sí se mantiene la cantidad de recurso asignado, aumenta el período de ejecución por lo que también aumentaría el costo por mano de obra por los días adicionales que no estaban contemplados en el plan.

Después de haber realizado este análisis se puede saber si conviene realizar la asignación de recurso adicional.

- Para asignar recursos adicionales a una actividad.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la tarea a la que desee asignar más recurso.
 3. Haga clic en **Asignar recursos**.
 4. En el campo **Nombre**, escriba el recurso que desee asignar a la actividad seleccionada.
- Para asignar un solo recurso, escriba un número en el campo **Unidades**, para indicar el porcentaje de tiempo de trabajo que desea que el recurso dedique a esa tarea. Para asignar el recurso a tiempo completo, escriba **100%** y para asignarlo un tiempo parcial escriba un porcentaje menor.
- Para asignar varios recursos diferentes, mantenga presionada la tecla **CTRL** (control) y, a continuación, seleccione los recursos.

- Para asignar más recursos del mismo conjunto de recursos, escriba el número de unidades en el campo **Unidades**. Por ejemplo si desea asignar dos albañiles a tiempo completo al grupo albañiles de una tarea, deberá escribirse el **100%**.
5. Haga clic en **Asignar**.

La marca de verificación, , que aparece a la izquierda del campo **Nombre**, indica que el recurso ha sido asignado a la tarea seleccionada.

- Para aumentar las unidades de recursos asignadas a una actividad:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la actividad cuyas unidades de recurso desee aumentar.
3. Haga clic en **Asignar recursos**.
4. En el campo **Unidades** del recurso, escriba el número de unidades de recurso que desee y, a continuación, haga clic en **Asignar**.

3.10.5.2 Ampliar el horario laboral.

Este segundo método es aplicable también para reducir el tiempo de ejecución de una tarea, y es utilizado cuando no se cuenta con recursos adicionales para ser asignado a las actividades o porque se determinó que dicha acción aumentaría los costos significativamente; por tanto se puede reducir la duración de actividades, aumentando el número de horas de trabajo para recursos que estén asignados.

- Para aumentar el horario de trabajo de un recurso:

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Cambiar calendario laboral**.
2. En el cuadro **Para** seleccione el recurso cuyo calendario desee cambiar.

3. En el calendario, seleccione los días que desee cambiar. Para cambiar un día de la semana en todo el calendario, seleccione el día que aparece en la parte superior del calendario.
4. Haga clic en **Predeterminados** o en **Período laborable**.
5. Para cambiar los horarios de trabajo, escriba los nuevos horarios en el cuadro **Desde y Hasta**.

3.10.5.3 Asignación de trabajo dentro de la jornada laboral extra.

Es posible que en algún proyecto, por sus características, no se puede asignar recursos adicionales y que todos los recursos asignados estén trabajando a tiempo completo. Por ejemplo: si se está construyendo un edificio a base de perfiles de acero, debe existir una supervisión muy estricta del control de calidad de la soldadura, por lo tanto se requiere personal especializado adicional, y no está disponible; además, el personal que ha sido aprobado por la supervisión, está trabajando a tiempo completo. Si se requiere una reducción en la duración de actividades, será necesario trabajar en tiempo extra.

Sin embargo, asignar trabajo extra, puede resultar costoso aunque en ocasiones será la opción más acertada.

- Para asignar trabajo en tiempo extra a una actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ventana**, haga clic en **Dividir**.
 3. Haga clic en cualquier punto de la sección inferior.
 4. En el menú **Formato**, señale **Detalles** y haga clic en **Trabajo del recurso**.

5. En la sección superior, seleccione la tarea a la que desee asignar trabajo de horas extras en el campo **Nombre de tareas**.
6. En la sección inferior, escriba el número de horas extras para cada recurso en el campo **Trabajo horas extra de cada recurso**.

3.10.6 Adelantar la fecha de comienzo de las actividades.

Otra forma de reducir el tiempo de ejecución del proyecto, es reducir su ámbito y las duraciones de las actividades críticas, adelantando la fecha de comienzo de ellas. También es posible que realizando una combinación de estos métodos se ajuste la programación de una forma más conveniente, en términos económicos.

A continuación se exponen algunos métodos para tal propósito, y su utilización, ya sea por separado o en conjunto, estará siempre en función de las condiciones, características y objetivos de cada proyecto.

3.10.6.1 Modificar la secuencia de las actividades.

Después de haber estudiado el concepto de la ruta crítica (ver sección 3.10.1), se entiende que la secuencia en que suceden las actividades pueden afectar la duración de la obra, de tal forma que el retraso en una actividad afectará todo el proyecto; sin embargo es posible que al cambiar la secuencia de las actividades se logre mantener la duración de la obra.

Por tal razón, es importante revisar la programación para determinar si es conveniente cambiar el orden en la secuencia de las actividades.

- Para mover una tarea:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.

2. Haga clic en el número de identificación (situado en el extremo izquierdo de una columna de tareas) de la actividad que desee mover.
3. Haga clic en **Cortar tareas**.
4. Haga clic en el número de identificación de la fila en la que desee insertar la tarea.
5. Haga clic en **Pegar**.
6. Examine los vínculos entre tareas que haya movido y sus tareas predecesoras y sucesoras, y cambie los que considere necesario.

3.10.6.2 Dividir una tarea grande en tareas más pequeñas.

Al momento de elaborar el listado de actividades y determinar su secuencia, no todas ellas se crean de la misma forma; es decir, algunas pueden contener subtareas o actividades más pequeñas; sin embargo esto no significa que sean menos importantes. Son estas actividades las que se pueden analizar para reducir la programación, y la manera de hacerlo es dividiendo la tarea macro en tareas pequeñas e independientes con sus respectivas duraciones y tratar de programarlas de forma secuente pero con adelanto en algunas de ellas o incluso, si se puede, de manera simultánea.

Normalmente, cuando se utiliza MS Project para dividir una tarea extensa en otras más pequeñas, esta se convierte en una actividad de resumen si le agrega subtareas.

Para dividir una tarea extensa en una tarea de resumen y subtareas:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En la lista **Vista**, haga clic en **Gantt detallado** o en **Gantt de seguimiento** y, a continuación elija **Aplicar**.

3. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione una tarea de la ruta crítica que puede vincularse en varios pasos.
4. Haga clic en **Desvincular tareas**.
5. Elimine los recursos asignados a esta tarea.
6. Seleccione la tarea situada debajo de la que desee cambiar y haga clic en **Nueva tarea en el menú Insertar..**
7. Repita el paso 6 para cada subtarea que desee agregar.
8. Por cada nueva actividad, escriba un nombre en el campo **Nombre de tarea** y una duración en el campo **Duración**.
9. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione las nuevas actividades y haga clic en **Aplicar sangría** para convertirlos en subtareas de la original.
10. Vincule las nuevas subtareas según corresponda.

3.10.6.3 Agregar tiempo de adelanto a las tareas.

De manera general, al determinar la secuencia de las actividades, se especifican para que una no comience mientras su predecesora no haya terminado. En el programa esto se hace con vinculaciones de **Fin a comienzo (FC)**, en algunos casos esta dependencia es absolutamente necesaria y realista; sin embargo, en otros el trabajo de una tarea sucesora puede comenzar antes de que su predecesora haya finalizado totalmente, es decir, se realiza una superposición con una vinculación FC, agregando tiempo de adelanto a la vinculación. Al agregar tiempo de adelanto, se puede conseguir que la tareas sucesora comience en una fecha anticipada.

- Para agregar tiempo de adelanto:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la tarea sucesora que desee y, a continuación, haga clic en **Información de la tarea**.
3. Haga clic en la ficha **Predecesora**.
4. En el cuadro **Pos**, escriba el tiempo de adelanto que desee, como una duración (escribiendo un número negativo) o como un porcentaje de la duración de la actividad predecesora (escriba el porcentaje de conclusión negativo). Por ejemplo, si la tarea tiene una duración de dos días y se desea que la tarea sucesora comience un día antes de que se complete la predecesora, escriba -50% ó -1 en el campo **Pos**.

Las unidades de tiempo de adelanto, son minutos, horas, días y semanas. Para especificar las duraciones transcurridas, escriba el período de tiempo seguido de letra "t"(por ejemplo, díast para días transcurridos). Los días transcurridos incluyen fines de semana y otros periodos no laborales.

3.10.6.4 Cambiar el tipo de vinculación.

Cuando la secuencia de las tareas se realizan con una vinculación de **Fin a comienzo (FC)**, la duración del proyecto es mayor que si se tiene una vinculación simultánea, lo que en MS Project se conoce como vinculación **Comienzo a comienzo (CC)** o **Fin a fin (FF)**. Estos dos tipos de vinculación de tareas reducen la duración total del proyecto; por tanto para reducir la duración de la obra, se puede tratar de cambiar los vínculos FC por CC o FF, revisando detalladamente los casos donde realmente sea posible cambiar la vinculación, y las tareas secuentes hacerlas simultáneas.

- Para revisar y cambiar una vinculación entre actividades:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. Haga doble clic en la línea de vínculo que desee ver o cambiar.
 3. En el cuadro **Tipo**, haga clic en la vinculación entre tareas que desee.

3.10.6.5 Cambiar el tipo de delimitación.

Las restricciones que aplica el programa permite fijar y controlar las fechas de inicio y finalización de las actividades importantes. Al momento de definir una actividad, MS Project le asigna automáticamente una delimitación; sin embargo, al asignar delimitaciones en forma inadecuada, se puede restringir la flexibilidad de la programación; esto se debe a que el programa ejecutará la delimitación asignada, sin tomar en cuenta la existencia de alguna dependencia entre actividades.

Un aspecto muy importante durante la etapa de ejecución, es realizar una revisión de las delimitaciones en diferentes momentos, con el objetivo de comprobar si las delimitaciones asignadas, especialmente en actividades de la ruta crítica, siguen siendo necesarias. Cualquier delimitación que requiera la introducción de una fecha, debe aplicarse con precaución. El programa puede recalcular las fechas de comienzo y finalización de una actividad con una delimitación flexible, como la delimitación **No comenzar antes del**; pero existen delimitaciones de fecha fija tales como: **Debe comenzar el** o **Debe finalizar el**, que impiden al programa recalcular las fechas de inicio y finalización si la programación cambia. Las delimitaciones de fecha fija restringen la posibilidad de redistribuir los recursos sobreasignados.

- Para examinar las delimitaciones de las actividades:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el menú **Ver**, señale **Tablas**, y a continuación, elija **Más tablas**.
3. En la lista **Tablas**, haga clic en **Fechas de delimitación** y, a continuación, elija **Aplicar**.
4. Desplácese hacia la derecha para ver los campos **Tipo de delimitación** y **Fecha de delimitación**.
 - Para cambiar una delimitación:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad cuya delimitación desee cambiar y a continuación, haga clic en **Información de la tarea**.
 3. Haga clic en la ficha **Avanzado** y elija una delimitación en el cuadro **Tipo**.
 4. Si la delimitación requiere una fecha, escribala en el cuadro **Fecha**.

3.10.6.6 Cambiar el tipo de actividad.

Al momento de establecer las fechas de comienzo y finalización el programa toma en cuenta diferentes factores, tales como: las delimitaciones en las fechas, las dependencias con otras actividades y la duración de la actividad; esta última es un factor determinante debido a que la fecha de finalización del proyecto depende de la duración de las actividades. A su vez, la duración de las actividades depende de la disponibilidad de los recursos y como se explicó en el capítulo II, está determinada por la fórmula **Duración = Trabajo/Rendimiento**, la cual es utilizada por el programa como base para la programación, si se asignan recursos.

La duración de las actividades es establecida de forma predeterminada, pues el

programa la calcula automáticamente al relacionar el trabajo con el rendimiento; sin embargo, cuando sea necesario, es posible fijar cualquier variable de la ecuación mencionada anteriormente, sólo con establecer el tipo de actividad : **Duración fija, Unidades fijas o Trabajo fijo**. Este es el método que MS Project utiliza para calcular el trabajo, la duración, y las unidades de recursos de las actividades.

A continuación se describen los tres tipos de actividades que se pueden utilizar:

1. **Actividades de unidades fijas.** En el apartado 3.7.2 se explicó el significado de el término **Unidades**, de donde se entiende que éstas determinan la asignación de un recurso a una actividad. Con el 100% de unidades, el recurso estará trabajando a tiempo completo, con el 50%, trabajará a medio tiempo. El programa asignará de forma predeterminada, el 100% de unidades, a menos que se le especifique lo contrario; cuando esto sucede MS Project ajusta la programación automáticamente, por ejemplo: si se tienen asignados 2 obreros para pintar las paredes en 4 días, y se asignan 2 pintores más, a tiempo completo, la duración de la actividad será reducida automáticamente a 2 días.
2. **Actividades de trabajo fijo.** Anteriormente se explicó la forma en que el programa calcula la duración de cada actividad al establecer la asignación de recursos; cuando elige este tipo de actividad de **trabajo fijo**, el procedimiento se invierte, y para explicarlo se tiene el mismo ejemplo: después de haber asignado 2 pintores a tiempo completo para que pinten las paredes en 4 días, y se asignan 2 pintores más a tiempo completo, la duración se reducirá a dos días. Si después se modifica la duración y se cambia de 2 a 4 días, el programa no eliminará los 2 pintores

asignados posteriormente, por el contrario, modificará las unidades de 100% a 50% lo que indica que cada pintor trabajará a medio tiempo.

3. Actividades de duración fija. Cuando se elige este tipo de actividad, la duración que haya sido asignada se mantendrá fija, por lo que cuando se realicen asignaciones el programa modificará las unidades de recursos. Así, al asignar los 2 pintores a tiempo completo, la duración no se reducirá a 2 días, pues, se ha fijado 4 días como la duración de la actividad; por lo que, las unidades de recursos para cada pintor se reducirá de 100 a 50 %, lo que implica que los cuatro pintores trabajaran a medio tiempo en cuatro días.

- Para cambiar un tipo de actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad que desee cambiar.
 3. Haga clic en la ficha **Avanzado** y elija el tipo que desee en el cuadro **Tipo de tarea**.

3.11 UTILIZACIÓN EFICAZ DE LOS RECURSOS.

Establecer una asignación adecuada de los recursos disponibles para el desarrollo de un proyecto, es quizás una de las labores más complicadas para el planeador; esto se debe a la incidencia que tiene en el presupuesto; por ejemplo, un trabajador con mucha carga de trabajo podría estar devengando cada centavo, pero al estar saturado puede retrasar la producción; por otro lado, un trabajador con poco trabajo consume el total del costo asignado sin reducir la carga de trabajo, por lo tanto estará subutilizado.

De lo anterior se concluye que, el objetivo principal de analizar la asignación de recursos es distribuir el trabajo de forma tal que cada uno trabaje a su capacidad óptima, pero sin saturarse. Una situación que es común al trabajar con la asignación de recurso humano, es la sobreasignación. Cuando un recurso se encuentra **sobreasignado** significa que está trabajando más horas de las que tiene asignadas en su calendario laboral durante un período de tiempo determinado. El programa permite revisar continuamente la asignación de recursos y detectar cuando se tenga sobreasignaciones. Por ejemplo, si un obrero con 7 horas disponibles al día se encuentra asignado para trabajar 10 horas en un día, el programa indicará que el recurso está sobreasignado ese día; por otra parte, es posible que la revisión diaria no sea lo más indicado, por lo que se puede especificar al programa que realice tal proceso en un período diferente, por ejemplo semanalmente. Así, si un trabajador tiene disponibles 40 horas a la semana, MS Project indicará que existe una sobreasignación únicamente si el total de horas de trabajo asignados al finalizar el período, sobrepasa las 40 horas.

Las sobreasignaciones de horas de trabajo para el recurso humano se puede resolver de 3 formas diferentes:

- Ajustar las propiedades de las actividades.
- Cambiar las asignaciones.
- Modificar el horario laboral del recurso humano.

3.11.1 Recursos sobreasignados.

Para lograr resolver las sobreasignaciones es necesario identificar cuáles son los recursos sobreasignados, en que períodos están sobreasignados y en cuales actividades

están trabajando en dichos períodos.

Es posible que se identifiquen algunos recursos que trabajan menos horas de las que tienen disponibles, denominándoles **Infraasignados** y se les puede imponer parte del trabajo que realizan los recursos sobreasignados para nivelar la carga de trabajo.

- Para buscar los recursos sobreasignados y sus asignaciones en actividades:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Más vistas**.
 2. En la lista **Vistas**, haga clic en **Asignación de recursos**.
 3. En el menú **Ver**, señale **Barra de herramientas** y elija **Administración de recursos**.
 4. En la sección superior, haga clic en el título del campo **Nombre del recurso**.
 5. Haga clic en **Ir a la sobreasignación siguiente**. La siguiente actividad bajo el siguiente recurso sobreasignado quedará resaltada en el campo **Nombre del recurso**.
 6. En la sección superior, observe la escala temporal para ver cuando un recurso está sobreasignado; MS Project mostrará en rojo el total de horas de trabajo asignadas a un recurso sobreasignado.
 7. En la sección inferior, observe la escala temporal para ver las actividades que tienen lugar en las fechas sobreasignadas.

3.11.2 Ajustar actividades sobreasignadas.

Una forma de reprogramar las actividades sobreasignadas sin utilizar recurso humano adicional, consiste en ajustar dichas actividades. A continuación se describen 2 tipos de ajuste que ofrece el programa y las condiciones en que pueden ser utilizados:

3.11.2.1 Retrasar una actividad manualmente.

Se utiliza cuando se requiera retrasar actividades una a una, o cuando se desee ver como afecta el retraso en la programación, y ajustarlo si es necesario. También se puede hacer hasta que un recurso tenga tiempo para trabajar en ella. Esto se realiza modificando la fecha de inicio de la actividad.

3.11.2.2 Retrasar actividades automáticamente.

Cuando se tengan demasiadas sobreasignaciones, es recomendable permitir que el programa retrase las actividades de manera automática. De esta forma, se agiliza tal proceso, en comparación con el retraso manual efectuado para cada actividad (una por una). El proceso se denomina: **Redistribución**, y consiste en retrasar o dividir una actividad automáticamente hasta que el personal deje de estar sobreasignado. Se puede dar prioridad a las actividades que deben retrasarse en primer lugar y cuales no deben retrasarse bajo ninguna circunstancia. También se puede decidir si se redistribuirán todos los recursos o solamente los seleccionados; y por último, es posible redistribuir retrasando o sin retrasar la fecha de fin del proyecto.

□ Para retrasar actividades automáticamente.

1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Redistribuir recursos**.
2. Haga clic en **Manual** para redistribuir los recursos sólo cuando haga clic en el botón **Redistribuir ahora**.
3. En el cuadro **Buscar sobreasignaciones con el criterio**, haga clic en el período de tiempo que desee utilizar para reconocer las sobreasignaciones.
4. En **Ámbito de la redistribución de**, seleccione si desea redistribuir todo el

proyecto o solamente las tareas comprendidas en un período de tiempo específico (en el último caso especifique las fechas).

5. En el cuadro **Orden**, haga clic en uno de los siguientes tipos de ordenación:
 - Haga clic en **Sólo identificador**, si desea que el programa compruebe las actividades en orden ascendente de sus números identificadores antes de considerar otros criterios de redistribución.
 - Haga clic en **Estándar** si se quiere que MS Project compruebe las actividades en orden ascendente de sus dependencia de predecesoras, margen de demora, fechas, prioridad y, después, delimitación de actividades.
 - Haga clic en **Prioridad, estándar**, si se desea que el programa compruebe las prioridades de las actividades que se van a redistribuir antes de considerar las dependencias de predecesoras, el margen de demora, las fechas y las delimitaciones de actividades.
6. Para evitar que la fecha de finalización del proyecto se desplace, active la casilla de verificación **Redistribuir sólo conforme al margen de demora disponible**.
7. Para que la redistribución se ajuste cuando un obrero trabaje en una actividad, independiente de que existan otros trabajadores asignados a la misma, active la casilla de verificación **La redistribución puede ajustar asignaciones individuales**.
8. Para interrumpir las actividades creando divisiones en el trabajo restante en las tareas o asignaciones de recursos de personal, active la casilla de verificación

La redistribución puede crear divisiones en el trabajo restante.

9. Haga clic en **Redistribuir ahora**.

Al revisar los resultados es posible deshacer la acción inmediatamente, si éstos no son los esperados.

□ Para deshacer la redistribución:

1. En el menú **Edición**, haga clic en **Deshacer redistribuir**.

□ Para eliminar los efectos de la última función de redistribución.

1. Haga clic en **Borrar redistribución** en el diálogo **Redistribuir recursos**.

□ Para establecer prioridades en el orden de retraso de las actividades con personal sobreasignado:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Más vistas**.

2. En la lista **Vistas**, haga clic en **Gantt de Redistribución** y a continuación, elija **Aplicar**.

3. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione una actividad que tenga recursos sobreasignado.

4. Haga clic en **Información de la tarea**, y a continuación, elija la ficha **General**.

5. En el cuadro **Prioridad**, haga clic en una de las prioridades, en función del orden en que desee que MS Project redistribuya tareas y, a continuación, haga clic en **Aceptar**. El programa retrasará en primer lugar las actividades con prioridad más baja. Si no desea que una tarea se redistribuya, haga clic en **No redistribuir**.

6. Repita los pasos del 3 al 5 para cada tarea con recursos sobreasignado.

7. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Redistribuir recursos**.
8. En el cuadro **Orden**, haga clic en **Prioridad estándar**.
9. Haga clic en **Redistribuir ahora**.

3.11.3 Disminuir el trabajo de recurso en una actividad.

Si un trabajador esta sobreasignado y es necesario reducir su trabajo en una de las actividades, sin embargo es imposible reprogramar las actividades en las que participa el trabajador o no se puede utilizar otro recurso para tal actividad, entonces, es posible reducir el ámbito de una de las actividades durante el período de sobreasignación, disminuyendo así la cantidad de trabajo requerido del personal.

Cuando se reduce el trabajo total en una actividad, el programa también reduce la duración de ésta (de forma predeterminada).

- Para disminuir la cantidad de trabajo asignado a un obrero:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Uso de recursos**. Las actividades se muestran debajo de los recursos a los que están asignados. Los recursos, sobreasignados se resaltan en color rojo y se muestran con un ícono en el campo **Indicadores**.
 2. En los campos **Trabajo** de las actividades que poseen personal sobreasignado, escriba un valor menos (la reducción del tiempo de ejecución) hasta eliminar la sobreasignación.
- Para mantener constante la duración de una actividad después de reducir la cantidad de trabajo asignado a un recurso.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.

2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la actividad cuya duración no desee cambiar y, a continuación, haga clic en **Información de la tarea**.
3. Haga clic en la ficha **Avanzando**.
4. En el cuadro **Tipo de tarea**, haga clic en **Duración fija**.

3.11.4 División de una actividad en partes separadas.

Cuando se asigna un trabajador o un grupo a una actividad, se asume que el recurso va a trabajar de manera continua hasta finalizarla; pero algunas veces esto no sucede, ya que en ocasiones se trabajará con interrupciones, deteniéndose y volviendo a trabajar varias veces antes de completarla. Para representar con precisión el trabajo discontinuo, se puede dividir la actividad; esto debe hacerse cuando se conoce el período de tiempo que no se trabajará en ella; las actividades se pueden dividir, mover, recombinar y redividir de varias maneras:

- Una tarea se puede dividir en dos o más partes.
- Se puede quitar la división entre dos partes y recombinarlas.
- Es posible modificar las fechas de inicio y finalización de una parte sin afectar el resto.
- Cuando se divide una tarea, su duración no cambia, independientemente de la cantidad de intervalos que haya entre sus partes. La duración de una tarea dividida cambia solamente cuando se cambia la duración de una o varias de sus partes.
- Cuando se divide una tarea vinculada, la tarea completa permanece vinculada como un todo. No es posible vincular solo una parte de la misma con partes de tareas diferentes; al intentar esto, el programa realiza la vinculación de la toda la

actividad

- Para dividir una actividad.
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. Haga clic en **Dividir tarea**.
 3. Sitúe el puntero sobre la barra de la actividad que desee dividir y, a continuación, arrastre la barra para crear división.
 4. Repita los pasos 2 y 3 para cada parte que desee crear.
- Para combinar dos partes de una actividad dividida.
 1. En la barra de vista, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. Arrastre una de las partes de derecha a izquierda hasta que toque con la parte más próxima.

3.11.5 Ajustar la asignación de recursos de personal.

Si se dispone de personal adicional o se tiene algún obrero que se pueda cambiar de una actividad a otra, es posible resolver las sobreasignaciones de personal cambiando las asignaciones; sin embargo, es muy importante aclarar que la eliminación de las sobreasignaciones muchas veces puede ser un procedimiento inadecuado; pues, aunque disminuye la carga de trabajo del personal, se puede aumentar la duración de las actividades específicas.

Algunos métodos que presenta el programa para realizar ajuste en la asignación de personal son: cambiar recursos, reasignación de recursos a tiempo parcial y reasignación de recursos infraasignados.

3.11.5.1 Cambiar los recursos.

Muchas veces, esta acción provoca un retraso en la finalización del proyecto; para evitarlo, se puede trasladar el personal de las actividades con margen de demora total a las que no tengan margen de demora total.

Existen dos tipos de márgenes de demora: **La demora permisible**, que se define como la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin retrasar otra, y **El margen de demora total**, que es la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin alterar la fecha de finalización del proyecto. Sólo las tareas no críticas poseen un margen de demora total.

Cuando se haya identificado este tipo de actividad, sus recursos de personal pueden ser asignados a las tareas críticas, pero, para ello habrá que tomar en cuenta que la cantidad de margen de demora de una tarea no crítica, indica la proporción de sus recurso que pueden ser eliminados antes de convertirse en críticas; por lo tanto, al reducir todos los márgenes de demora totales de una actividad, todas los que dependen de ella se volverán críticas, pues, perderán su holgura.

- Para buscar los márgenes de demora en la programación:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el menú **Ver**, señale **Tabla** y, a continuación, elija **Programación**.
 3. Desplace o arrastre la barra de división hacia la derecha para ver los campos **Demora permisible** y **Margen de demora total**. En el campo **Margen de demora total**, la duración cero indica una tarea crítica (de forma

predeterminada), si la duración contiene valores negativos, significa que existen conflictos en la programación.

□ Para mostrar el margen de demora total gráficamente:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Más vistas**.
2. En la **Vistas**, haga clic en **Gantt detallado** y, a continuación elija **Aplicar**.

Para identificar la cantidad de margen de demora total de una actividad, ésta, se indica con una línea gruesa situada en la esquina inferior derecha de la barra que representa la actividad.

3.11.5.2 Reasignación de recursos a tiempo parcial.

Esta es otra manera de optimizar el tiempo, cuando no es posible reprogramar las actividades o eliminar el recurso sobreasignado a una de ellas.

□ Para reasignar personal para que labore en una actividad a tiempo parcial.

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione la actividad.
3. Haga clic en **Asignar recursos**.
4. En el campo **Nombre**, seleccione el recurso.
5. En el campo **Unidades**, escriba el porcentaje de tiempo que el recurso estará asignado para trabajar en la actividad. Por ejemplo, si el obrero trabajará en una actividad el 25% del tiempo, se escribe **25%**.
6. Presione **enter**.

3.11.5.3 Reasignación de recursos infraasignado.

En muchos casos, es posible encontrar que mientras un personal está saturado de

trabajo, existen otros que se encuentran disponibles. Por lo tanto habrá que analizar la posibilidad de que este personal ayude a reducir o eliminar las sobreasignaciones, nivelando la carga de trabajo.

- Para reasignar trabajo al personal infraasignado:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.
 2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione una actividad.
 3. Haga clic en **Asignar recursos**.
 4. En el campo **Nombre** seleccione el trabajador infraasignado.
 5. En el campo **Unidades**, escriba un nuevo porcentaje hasta que el recurso deje de estar infraasignado.
 6. Presione **enter**.
 7. En el campo **Nombre**, seleccione el recurso sobreasignado.
 8. En el campo **Unidades**, escriba el porcentaje de tiempo que el recurso estará disponible para trabajar en la actividad.
 9. Para eliminar el recurso sobreasignado de esta actividad completamente haga clic en **Quitar**.

3.11.6 Modificar el horario laboral de un obrero.

En las secciones precedentes se han mostrado alternativas para eliminar la sobreasignación de recursos, por lo que es posible que se haya ajustado las actividades y aún se tengan personal sobreasignado. Si todo el personal ha sido asignado para trabajar todas sus horas disponibles y el presupuesto no permite agregar más personal, se puede modificar el horario laboral del personal como última medida para reducir o eliminar las

sobreasignaciones.

Existen dos formas de modificar el calendario laboral: programar más horas laborales o turnos adicionales o cambiar el número de horas que el personal trabajará en una actividad.

3.11.6.1 Programar más horas laborales o turnos adicionales.

Sólo se podrá realizar esta acción cuando no se sobrepase el límite de horas extra. Al aumentar el número de horas por debajo del límite de horas extra, podrá seguir pagando a los recursos una **tasa estándar** y no una **tasa de horas extra**.

- Para aumentar las horas laborales de un recurso:
 1. En el menú **Herramientas**, haga clic en **Cambiar calendario laboral**.
 2. En el cuadro **Para**, seleccione el recurso cuyo calendario desee cambiar.
 3. En el calendario, seleccione los días que desee cambiar. Para cambiar un día de la semana en todo el calendario, seleccione el día que aparece en la parte superior del calendario.
 4. Haga clic en **Período laborable**.
 5. En los cuadros **Desde** y **Hasta**, escriba los nuevos horarios laborales.

3.11.6.2 Asignación de personal a horas variables de trabajo.

Otra situación muy común en algunas actividades es que el personal esté asignado para trabajar el total de horas que tiene disponible aún cuando la actividad o actividades a las que ha sido asignado requieren menos tiempo que el disponible. De lo contrario se tiene que, es posible liberar tiempo en el personal ajustando su asignaciones únicamente el tiempo que sea requerido, a esta acción se le llama: **Perfil del recurso**.

Al momento de realizar la asignación de un recurso a una actividad, MS Project asigna automáticamente el mismo número de horas por período de tiempo a toda la duración de la actividad. Esto se conoce como perfil uniforme; este comportamiento se puede cambiar para reflejar con mayor exactitud como se distribuirá el trabajo en la duración de una tarea específica. Las vistas: **Uso de recurso** y **Uso de tareas** muestran los perfiles de trabajo.

□ Para aplicar un perfil a una asignación:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Uso de tareas**. Los recursos de personal se agrupan debajo de la actividad a la que están asignados.
2. En el campo **Nombre de tareas**, seleccione un recurso
3. Haga clic en **Información de la asignación** y, a continuación, elija la ficha **General**.
4. En el cuadro **Perfil de trabajo**, haga clic en un tipo de perfil.
5. Para cambiar las fechas de comienzo y fin de la asignación del recurso, haga clic en las nuevas fechas en los cuadros **Comienzo** y **Fin**.

3.12 CHEQUEO DE COSTOS.

Al introducir información sobre los costos de un proyecto en la programación, se puede ir creando el presupuesto de la obra y a la vez analizando dichos costos, con el objeto de identificar posibles salidas del presupuesto basándose en la información de costos obtenido. Es importante, en la ejecución de una obra civil, tener un control de los costos en su desarrollo, con el objeto de reducirlos al mínimo y no dejar que los costos

reales sean mayores que los presupuestados; para tal motivo es necesario conocer factores que contribuyen al costo global del proyecto; por ejemplo, mano de obra, materiales, herramientas y equipo son los que consumen la mayor parte del presupuesto. Por lo general, entre más tiempo se ejecute un proyecto mayor serán los costos.

3.12.1 Costos que se pueden mostrar.

El programa MS Project permite mostrar diferentes tipos de costos de un proyecto de acuerdo a la información específica que el planeador o administrador necesita obtener.

Entre estos costos tenemos:

- El costo total del proyecto.
- El costo total de una actividad específica.
- El costo total de un recurso.
- El costo total de una asignación.
- Los costos distribuidos a lo largo de la duración de una actividad.

El costo total de un proyecto es el valor acumulativo calculado de las tareas, recursos (mano de obra, equipo, capital, herramientas y materiales) o las asignaciones necesarias para su desarrollo. El programa calcula los costos que muestra, en función de los costos fijos y las tasas de costos. Los **Costos fijos** son los valores específicos e independientes del tiempo o del trabajo desarrollado para finalizar una tarea, y las **Tasas de costos** son el resultado de las tasas por horas, días, semanas, meses o años que se pagan a los recursos.

Un costo distribuido a lo largo de una actividad puede ser un costo previsto, un costo acumulado o un costo real que se distribuye en el tiempo. Por ejemplo: el costo

total de la actividad limpieza final en la ejecución de una casa habitacional es de 250 colones y tiene una duración de 3 días; el costo distribuido puede ser para el primer día 90 colones, el segundo 70 colones y el tercero 90 colones.

3.12.2 Costo total del proyecto.

El programa permite conocer el costo total de un proyecto en función de la información de costos que se le haya especificado. A partir de esta información el planeador puede decidir si la obra es factible o no para su ejecución; si el costo es demasiado alto es posible revisar los costos de las actividades y los recursos individualmente, y analizar aquellas que puedan reducirse con el objeto que el total del proyecto se aproxime al presupuestado.

□ Ver el costo total de un proyecto:

1. En el menú **Proyecto**, haga clic en **Información del proyecto**.
2. Haga clic en **Estadísticas**.

La tabla inferior muestra el costo del proyecto en la fila **actual** del campo **Costo**.

3.12.3 Costo total de una actividad.

En ocasiones para ajustar el costo total del proyecto al valor presupuestado, es necesario reducir el costo de algunas actividades, ya sea reduciendo el costo de las actividades más caras o menos importantes o analizando los recursos y el costo fijo.

El costo total de una actividad es definido como la suma de los costos de los recursos más todos los costos fijos asociados a ella.

□ Para ver el costo total de una actividad:

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**.

2. En el menú **Ver**, señale **Tabla** y, a continuación, elija **Costos**.
3. Desplace o arrastre la barra de división hacia la derecha para mostrar el campo **Costo total**.

3.12.4 Costo total de un recurso.

Otra forma de reducir el costo total de un proyecto es por medio de la reducción de los costos de los recursos (mano de obra, equipo, herramientas, etc.), ya que suelen ser los factores más costosos en una obra.

- Para ver el costo total de un recurso:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Hoja de recursos**.
 2. En el menú **Ver**, señale **Tabla** y, a continuación, elija **Costos**.
 3. Examine el campo **Costos** para determinar el costo total del recurso.

3.12.5 Distribución de los costos a lo largo de la duración de una actividad.

El programa MS Project permite mostrar la distribución de costos totales, así como también los costos previstos, reales o acumulados, a lo largo de la duración de una actividad.

- Para ver como se distribuyen los costos totales a lo largo de la duración de una actividad:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Uso de tareas**.
 2. En el menú **Formato**, señale **Detalles** y, a continuación, haga clic en **Costos**.
 3. Examine el campo **Costos** para determinar el costo total del recurso.
- Para ver como se distribuyen los costos previstos, reales y acumulados:
 1. En la barra de vistas, haga clic en **Uso de tareas**.

2. En el menú **Formato**, haga clic en **Estilo de detalles**.
3. Haga clic en la fila **Detalle de uso**.
4. En la lista **Campos disponibles**, haga clic en los campos de costos que desee mostrar y después haga clic en **Mostrar**.

3.13 USO DE FILTROS.

Generalmente en una **vista** pueden verse todas las actividades o recursos de un proyecto. Cuando se requiere una visión general o global del proyecto, el uso de estas vistas es muy conveniente; sin embargo, muchas veces se tienen proyectos con una gran cantidad de actividades y recursos, dentro de las cuales existen algunos con ciertas características, por ejemplo, actividades ya completadas, actividades críticas, en curso, con un costo mayor que, actividades incompletas, sin comenzar, hitos, intervalo de fechas de actividades, etc.

Cuando se necesite ver información únicamente de actividades o recursos que comparten ciertas características, es conveniente aplicar un filtro.

3.13.1 ¿Qué es un filtro?.

Un **Filtro** es una opción o comando disponible en MS Project, el cual permite obtener información específica del proyecto de acuerdo a las instrucciones, denominadas criterios, con que cuenta este comando, que especifican las condiciones bajo las cuales aparecerá una actividad o recurso.

3.13.2 Tipos de filtros.

El programa MS Project posee dos grupos principales de filtros:

a) Filtro de actividades.

b) Filtro de recursos.

Los filtros de actividades y recursos se aplican a vistas de actividades y recursos respectivamente, y dentro de cada uno de estos grupos existen tres tipos de filtros:

1. *Filtro Estándar*: Un filtro estándar tiene las características de diferenciar las actividades y los recursos a través de uno o dos criterios; y también permite comparar los valores de dos campos de la misma actividad o recursos, por ejemplo: en la programación de un proyecto se desea conocer cuales actividades son críticas, el programa lo muestra con la aplicación de un filtro de actividades, o se puede crear un filtro que muestre aquellas actividades que su costo de ejecución ha sido mayor que el presupuestado.
2. *Filtro Interactivo*: Los filtros interactivos son aquellos que muestran las actividades o recursos que cumplen los criterios específicos indicados, ya sea como un valor específico o como un intervalo de valores.
3. *Autofiltros*: Los autofiltros permiten mostrar la actividades o los recursos que cumplen un criterio asociado a una columna determinada o a varias columnas de una vista, facilitando la rápida localización de información en un campo. Por ejemplo: Si a partir del listado de actividades contenido en el campo **Nombre de tarea** en la vista **Diagrama de Gantt**, existe más de una actividad que tiene una duración de 5 días, y se quieren conocer todas las actividades con esa duración, basta con aplicar un autofiltro en esta columna para conocer todas las actividades con dicha duración.

3.13.3 Principales tipos de filtros para actividades.

En el programa MS Project, existen diferentes tipos de filtros predefinidos que permiten obtener información específica de un proyecto, por ejemplo: ver los hitos de un proyecto, actividades finalizadas, o aquellas que aún no han iniciado.

El listado siguiente muestra todos los tipos de filtros para actividades que contiene el programa, los cuales se pueden aplicar a cualquiera de las vistas de actividades excepto al Diagrama PERT y al Diagrama PERT de tareas, debido a que los filtros se activan con el listado de actividades contenidos en el campo **Nombre de tareas**, el cual no se utiliza en el Diagrama PERT. A continuación se describen algunos de los filtros más comunes:

- **Todas las tareas:** muestra todas las actividades del proyecto.
- **Tareas completadas:** muestra las actividades que han finalizado.
- **Confirmado:** muestra las actividades que mantienen los recursos que fueron asignados.
- **Costo mayor que:** muestra las actividades que se prevé costarán más de lo presupuestado. Es un filtro interactivo.
- **Costo mayor que el presupuestado:** muestra las actividades que tienen un costo mayor que el previsto. Es un filtro calculado.
- **Creadas después del:** muestra las actividades creadas en el proyecto en o después de la fecha que se especifique. Es un filtro interactivo.
- **Tareas críticas:** muestra las actividades de la ruta crítica.
- **Intervalo de fechas :** solicita dos fechas y, a continuación, muestra todas las

actividades que comiencen o terminen entre ellas. Es un filtro interactivo.

- **Tareas en curso:** muestra todas las actividades que han comenzado pero que no se han terminado.
- **Tareas incompletas:** muestra todas las actividades y asignaciones que no se han completado.
- **Tareas con retraso o presupuesto sobrepasado asignadas a:** muestra las actividades asignadas al recurso que se especifique que excedan el presupuesto o que aún no han sido completadas y que terminarán después de la fecha de fin prevista. Es un filtro interactivo.
- **Hitos:** muestra las actividades que son hitos.
- **Grupo de recursos:** muestra las actividades asignadas a los recursos pertenecientes al grupo especificado. Es un filtro interactivo.
- **Debería comenzar el:** solicita una fecha y, a continuación, muestra las actividades que deberían haber comenzado en esa fecha pero aún no lo han hecho.
- **Deberían comenzar y finalizar el:** solicita dos fechas y, a continuación, muestra las actividades que no han comenzado y finalizado en el intervalo de fechas especificado. Es un filtro interactivo.
- **Progreso retrasado o pospuesto:** muestra las actividades retrasadas con respecto a la fecha de fin prevista en la programación o que no han progresado según esta.
- **Tareas de resumen:** muestra las actividades que tienen subtareas agrupadas.
- **Intervalos de actividades:** solicita dos números de identificación y muestra todas las tareas comprendidas en el intervalo que se especifique. Es un filtro interactivo.

- **Tareas con fechas fijas:** muestra todas las actividades que no tienen la delimitación “Lo antes posible” o “Lo más tarde posible” o que tienen una fecha de comienzo real.
- **Tareas o asignaciones con horas extra:** muestra las actividades o asignaciones en las que los recursos están trabajando horas extra.
- **Tareas de nivel superior:** muestra tareas de resumen del nivel más alto.
- **Sin confirmar:** muestra las actividades en las que no se ha confirmado la participación de los recursos solicitados.
- **Tareas sin comenzar:** muestra las actividades que no han comenzado.
- **Actualización necesaria:** muestra las actividades que presentan cambios, como fechas de comienzo y fin revisadas o reasignaciones de recursos y que se deben enviar a los recursos para su actualización.
- **Que utilizan el recurso:** muestra las actividades que usan el recurso especificado. Es un filtro interactivo.
- **Trabajo sobrepresupuestado:** muestra las actividades con mayor cantidad de trabajo programado que previsto.

3.13.4 Principales tipos de filtros para recursos.

A diferencia de los filtros de tareas, los filtros de recursos pueden aplicarse a cualquier vista de recursos. A continuación se describen los principales filtros de recursos que el programa ofrece:

- **Todos los recursos:** muestra todos los recursos del proyecto.
- **Asignaciones confirmadas:** muestra los recursos que se han asignado a una tarea

- **Costo mayor que:** muestra las tareas que van a costar más que la cantidad que se especifique. Es un filtro interactivo.
- **Costo mayor que el presupuestado:** muestra todos los recursos que tienen un costo programado mayor que el previsto.
- **Intervalo de flechas:** solicita dos fechas y, a continuación, muestra todos los recursos con asignaciones que comiencen o finalicen entre ambas fechas.
- **Grupo:** muestran todos los recursos pertenecientes al grupo que se especifique. Es un filtro interactivo.
- **Recursos sobreasignados:** muestra todos los recursos que están programados para realizar más trabajo del que pueden realizar.
- **Recursos o asignaciones con horas extras:** muestra los recursos que están trabajando horas extras o las asignaciones en las que los recursos están trabajando horas extras.
- **Trabajo realizado:** muestra los recursos que han completado todas las actividades que tenían asignadas.
- **Trabajos sin completar:** muestra todos los recursos con trabajo programado menor que el previsto.

3.13.5 Activar un filtro.

Para obtener información específica de un subconjunto de tareas o recursos en la vista en uso, es necesario la aplicación de un filtro para tal objetivo, especificándole que muestre las actividades o recursos que cumplan con los criterios establecidos; el programa permite que el filtro resalte la información en color azul.

□ Para aplicar un filtro:

1. En la barra de vistas, haga clic en una de las vistas. Para utilizar una vista que no esté en la barra, haga clic en **Más vistas**, después haga clic en la vista que desee y pulse **Aplicar**.
2. En el menú **Proyecto**, señale **Filtro para**, y haga clic en el filtro que desee aplicar. Para aplicar un filtro que no se encuentre en el submenú **Filtro para**, haga clic en **Más filtros**.
3. En la lista **Filtros**, haga clic en el que desee.
4. Haga clic en **Aplicar** para aplicar, o en **Resaltar**, para aplicar un filtro para resaltar.

3.13.6 Desactivar un filtro.

Después de aplicar un filtro y haber obtenido un subconjunto de recursos o tareas, el programa permite desactivar un filtro y mostrar todas las tareas o recursos.

□ Para desactivar un filtro:

1. En el menú **Proyecto**, señale **Filtro para** y haga clic en **Todas las tareas** si se está aplicando uno de tareas, o en **Todos los recursos**, si se trata de un filtro de recursos.

CAPITULO IV

APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL PROYECTO EN ESTUDIO.

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza la aplicación del programa MS Project al proyecto en estudio, utilizando los elementos más importantes descritos en los capítulos anteriores.

Inicialmente se presenta las etapas de Planeación y Planificación de la obra, describiendo en forma general aspectos arquitectónicos, estructurales, hidráulico-sanitarios y eléctricos, con el objeto de conocer la forma y funcionalidad del proyecto. Posteriormente se realiza el listado de actividades y de recursos previo conocimiento de los planos de construcción; se describe además los criterios utilizados para determinar las relaciones de dependencia entre actividades. En la segunda parte del capítulo, que corresponde a la Programación de la obra utilizando MS Project, se establece el proceso que da inicio a la etapa de calendarización del proyecto; posteriormente se realiza la vinculación de las actividades por medio de los comandos respectivos, utilizando los criterios que dieron base a las relaciones de dependencia entre tareas en la etapa de planificación. Se expone además los procesos a seguir para la asignación de recursos y costos, así como los elementos a conocer para establecer el calendario laboral del proyecto. Se hace una aclaración del porque no se utilizaron delimitaciones inflexibles en la programación, y además se presentan los Diagramas de Gantt y PERT una vez se ha realizado totalmente la programación; esto es cuando se han establecido las duraciones, los vínculos, tiempos de adelanto o posposición, asignación de recursos y determinado los costos fijos de las actividades y los costos de los recursos.

Finalmente se define la forma de controlar y monitorear el proyecto explicando el concepto de línea base, la forma en que el programa realiza el seguimiento del progreso

de la obra y la presentación de informes sobre su ejecución.

4.2 PLANEACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

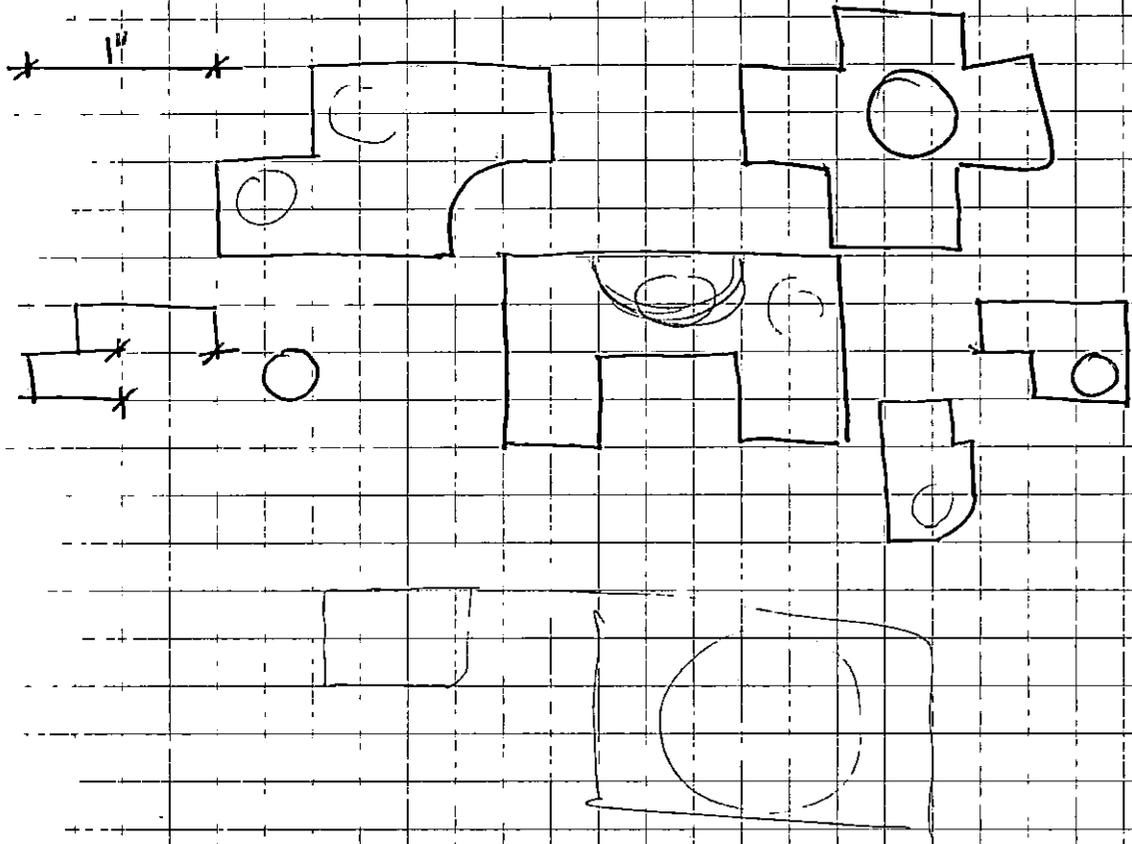
Tal como se estipuló en el Capítulo II, en la etapa de planeación corresponde, previa definición de los objetivos del proyecto, identificar las actividades que será necesario desarrollar para llevar a un feliz término tales objetivos; para esto es necesario desarrollar un listado general de actividades y luego agruparlas en forma lógica. La siguiente etapa es la Planificación, en donde, después de realizar el listado de las actividades que constituyen el proyecto, se determinan las relaciones esenciales entre ellas, que permiten establecer la secuencia o dependencia correcta y estipular sus duraciones de acuerdo a rendimientos, procesos constructivos y cantidades de obra.

4.2.1 Descripción Técnica del Proyecto.

Antes de realizar las etapas de Planeación, Planificación y Programación, es necesario haber concebido y plasmado el proyecto a través de los planos. En este apartado se realiza una descripción técnica del proyecto para tener una idea más clara de la estructura, forma y arquitectura del edificio de la “*Unidad Bibliotecaria de las Ingenierías y Arquitectura*” de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, y de esta manera establecer con mayor precisión, el tipo de actividades y procesos constructivos ha desarrollar en el proyecto.

La descripción comprende aspectos Arquitectónicos, Estructurales, Hidráulicos, Sanitarios y Eléctricos.

HOJA DE CALCULO DE UN PROYECTO ESTRUCTURAL



† El terreno presenta una superficie plana de forma rectangular, siendo su orientación norte-sur y sus calindancias al oriente-poniente con 131.30 m. y al poniente-oriente con 65.86 m. arrojando un área total de 8,647.55 m².

La urbanización del terreno contempla calles con arroyos de 8.00 m. de ancho cubiertas con carpeta asfáltica, así como banquetas de 1.00 m. de ancho a base de concreto. Los sistemas de drenaje, agua potable y eléctrico se considerarán subterráneos, obedeciendo a aspectos funcionales y estéticos que proporcionarán un atractivo ante el mercado.

† El proyecto consta de 25 módulos de cuatro casas cada uno, dos viviendas en planta baja y dos en planta alta, dando un total de 100 viviendas. Cada módulo tiene 180 m² de superficie, siendo sus medidas de 12.00 m de frente y 15.00 m. de fondo con orientación oriente-poniente.

Cada vivienda cuenta con una superficie construida de 54.00 m² que albergan el siguiente programa arquitectónico:

1. Área de Estacionamiento (considerando un vehículo por vivienda)
2. Sala
- 2
3. Comedor
4. Dos Recamaras
5. Un Baño completo
6. Cocina
7. Patio de Servicio

Sistema construido.

Estructura:

?? Cimentación: Losa de concreto armado sobre una plataforma de tepalcate compactada.

?? Muros: A base de tabique rojo colocado en forma común.

?? Castillos: A base de concreto con armex 15 x 20 x 4

?? Losa: Prefabricada de vigueta y bovedilla. $H=20$

Acabados:

?? Muros Exteriores: Repellados de mortero cemento-cal-arena y pintura vinílica

?? Muros Interiores: Aplanado con mortero de yeso y pintura vinílica. Azulejo en baños y cocina

?? Piso: Loseta vinílica

?? Cancelería: Aluminio natural y cristal claro de 3mm

?? Carpintería: Puertas de lambrilla a base de triplay de 3mm

NOVA DE CANTO DE LA BUONALLO ESTABLOVA

4.2.1.1 Descripción Arquitectónica.

La distribución arquitectónica correspondiente al proyecto de interés, está definida de la siguiente manera: en primer lugar se tiene la planta arquitectónica del primer nivel, donde están distribuidos los espacios para las diferentes ocupaciones que tendrá éste; en tal planta se encuentra la distribución de los servicios sanitarios para hombres al costado Norte de la entrada principal y para mujeres al costado Sur, cada uno contiguo a los cuerpos de escaleras. En el ala Norte del edificio se ubican la bodega, la sala de selección y adquisiciones, y la sala de profesores; en el cuerpo central del edificio se encuentra la sala de exposiciones destinada para la realización de conferencias, charlas técnicas, seminarios, cursos, congresos, etc.

En el área que comprende el ala Poniente, se tienen la sala para lectores de microfilms, las salas de procesamiento de datos y el centro de cómputo, la sala de sesiones, el centro de diseminación selectivo y la oficina del administrador.

La distribución arquitectónica en planta del segundo nivel, tiene como principal característica la simetría con el primer nivel en cuanto a su forma, dimensiones, cantidad y tipo de columnas. La distribución ocupacional del segundo nivel se tiene de la siguiente manera: el área central es utilizada para mantener el acceso y circulación entre ambas alas del entrepiso; así como también se encuentran dos cuerpos de escaleras para acceso a los demás niveles y dos baterías de servicios sanitarios; así mismo, se incluyen en esta área la sección de Planoteca, Hemeroteca y Tesis con su respectiva sala de lectura para consultas de parte de los estudiantes. Al extremo Norte se tiene la sala de estudio colectivo para los usuarios de la biblioteca; de la misma manera, en el otro

extremo (ala Poniente del edificio) se distribuye la sala de estantería individual con bibliografía editorial, y su respectiva sala de lectura.

En cuanto a la planta arquitectónica del tercer nivel, su descripción es la siguiente: las baterías de servicios sanitarios son idénticas a los niveles inferiores; en el ala Norte se encuentran los cubículos para estudiantes, en el cuerpo central se dispone de cubículos audiovisuales y de una bodega, y en el ala Poniente, se cuenta con los cubículos de investigadores o individuales.

La descripción de la planta de acabados del primer nivel, donde se establece el tipo de acabados de ventanas, puertas, paredes, cielos y pisos es la siguiente: en cuanto a la distribución de la ventanería, se tienen del tipo panorámicas y de vidrio fijo con diferentes dimensiones, en función del área de ubicación; las puertas están fabricadas en diferentes materiales: de vidrio, de madera y metálicas con variadas dimensiones, y su ubicación depende de la utilización del área donde se encuentran.

Las paredes interiores están repelladas, afinadas y pintadas; mientras que las exteriores únicamente están sisadas. Las paredes de los baños están enchapadas a una altura de 1.20 mts.; las divisiones para los cubículos de este nivel son construidas con perfiles de Panelex; todo el cielo falso está constituido por losetas de fibrocemento y el piso está construido con ladrillo tipo terrazo.

El tipo de lámina para la cubierta de techo es del tipo Zintroalum, y la estructura de techo está constituida por polines espaciales y vigas Macomber a base de perfiles angulares y celosía de hierro corrugado. Con respecto a la planta de techos, en las alas laterales (Norte y Poniente) se tiene cubierta de techo a dos aguas en el sentido

transversal; igualmente se tiene las vigas Macomber, las cuales están distribuidas a cada 6.00 mts paralelo al lado corto del edificio. En el sentido longitudinal se tiene la distribución de polines, en los cuales se apoya la cubierta de techo; la pendiente de la cubierta de techo tiene 12% en un sentido y 15% en el otro y para colectar las aguas lluvias se tiene en el sentido largo del edificio una viga canal con sus respectivas bajadas colocadas en cada columna.

4.2.1.2 Descripción Estructural.

El sistema estructural utilizado en el edificio, corresponde a un sistema de marcos de concreto estructural diseñado bajo el criterio de columna fuerte-viga débil, el cual establece que en el caso de ocurrir movimientos sísmicos de una magnitud considerable, que puedan ocasionar daños severos en la estructura, los elementos que deben absorber los mayores esfuerzos sean las vigas y no las columnas; esto con el objeto de salvaguardar la vida de los usuarios. La resistencia del concreto utilizado es de 280 kg/cm^2 , y el acero de refuerzo tiene una resistencia de 2800 kg/cm^2 (grado 40).

El tipo de fundaciones utilizado es el de zapatas aisladas, dentro de las cuales se tiene cuatro tipos en cuanto a sus dimensiones y al refuerzo utilizado; el detalle de zapata se muestra en la tabla 4.1.

Tipo	Dimensiones (AxBxC) mts.	Refuerzo // a A	Refuerzo // a B	Cantidad
Z-1	3.25 x 3.25 x 0.30	#6 a 15cms.	#6 a 15cms.	16
Z-2	3.5 x 3.5 x 0.35	#6 a 12.5cms.	#6 a 12.5cms	12
Z-3	4.0 x 4.0 x 0.30	#6 a 10.0cms.	#6 a 10.0cms	8
Z-4	1.2 x 1.2 x 0.30	#6 a 15.0cms.	#6 a 15.0cms	2

Tabla 4.1 Descripción en el detalle de las zapatas.

En cuanto a las columnas del primer nivel se tiene cinco tipos, cuatro de las cuales son columnas cuadradas (C-1, C-2, C-4, C-5) y una de tipo cilíndrica con estribo colocado en forma espiral (columna C-3); conteniendo además, pedestales con una altura variable y distribución de estribos igual que en las columnas.

Las columnas del segundo y tercer nivel están idénticamente distribuidas como las del primer nivel, teniendo las mismas dimensiones variando únicamente en la cantidad y distribución del acero de refuerzo. El detalle de los tipos de columna utilizadas en el proyecto se describe en la tabla 4.2

Además del detalle de las zapatas y columnas, se tienen tres diferentes soleras de fundación, donde en la SF-1 y la SF-3 se apoyan las paredes de bloque, en tanto la SF-2 está destinada para el levantamiento de las escaleras; también se cuenta con un sistema de tensores que conectan las columnas interiores con las exteriores, y las interiores entre sí. El detalle de las soleras de fundación y tensores se describen en la tabla 4.3.

En el primer nivel se tienen cinco tipos de paredes de bloques, diferenciándose entre sí por las dimensiones de los bloques y por la distribución de las ventanas. La pared No. 1 tiene una altura de 3.20 mts. y está constituida por bloques de 15x20x40 cms., no posee ventana y tiene tres soleras de bloque del tipo SB-1 con solera de coronamiento SC; la pared No 2 tiene una altura de 2.20 mts. y está provista de una ventana de 0.95 mts. de alto; además consta de tres soleras de bloque del tipo SB-2; la dimensión de sus bloques es de 15x20x40 cms. La pared No 3, con ventana de 1.55 mts. de altura, consta de bloques de 15x20x40 cms. y tiene una altura de 1.60 mts. con dos soleras de bloque tipo SB-2; este tipo de pared es la que se encuentra en el perímetro del

Nivel.	Tipo	Dimensiones (AxB) mts.	Pedestales	Refuerzo. (Est=estribos)	Cantidad
1° nivel	C-1	0.7 x 0.7	0.75 x 0.75 h=1.10mts	16 # 10, 3 est. # 4 c/10cms.	16
	C-2	0.7 x 0.7	0.75 x 0.75 h=1.0mts	16 # 10 + 4 # 8, 3 est. # 4 c/ 10cms.	8
	C-3	Ø=0.8	0.85 x 0.85 h=1.0mts.	12 # 10 + 12 # 8, espiral # 4 c/7.5cms.	6
	C-4	0.8 x 0.8	0.85 x 0.85 h=0.90mts	16 # 10 + 8 # 8, 3 est # 4 c/10cms.	6
	C-5	0.3 x 0.3	0.35 x 0.35 h=1.1mts	4 # 8 + 4 # 6, 2 est. # 3 C/20cms.	2
2° nivel	C-1	0.7 x 0.7		8 # 10 + 8 # 8, 3 est. # 4 c/ 10cms.	15
	C-2	0.7 x 0.7		16 # 10 + 4 # 8, 3 est. # 4 c/ 10cms.	8
	C-3	Ø=0.8		12 # 10 + 12 # 8, espiral # 4 c/7.5cms	6
	C-4	0.8 x 0.8		16 # 10 + 4 # 8, 3 est. # 4 c/10cms.	6
	C-5	0.3 x 0.3		4 # 8 + 4 # 6, 2 est. # 3 C/20cms.	1
3° nivel	C-1	0.7 x 0.7		8 # 10 + 8 # 8, 1 est. # 4 c/ 10cms ext, 2 est. # 4 c/10cms int.	15
	C-2	0.7 x 0.7		8 # 10 + 12 # 8, 3est. # 4 c/10cms.	8
	C-3	Ø=0.8		24 # 8, espiral # 4 c/7.5cms.	6
	C-4	0.8 x 0.8		16 # 10, 3 est. # 4 c/10cms.	6
	C-5	0.3 x 0.3		4 # 8 + 4 # 6, 2 est. # 3 C/20cms.	1
	C-6	0.2 x 0.2		4 # 6, est # 2 c/10cms.	32

Tabla 4.2 Detalle de columnas de los tres niveles.

Elemento	Sección (bxh) mts.	Longitud	Refuerzo
SF-1	0.4 x 0.2	Variable	6 # 3, est. # 2 c/ 20cm.
SF-2	0.6 x 0.2	Variable	6 #3, est. # 2 c/ 20 cm.
SF-3	0.2 x 0.2	Variable	4 #3, est. #2 c/ 15 cm
Tensor-1	0.3 x 0.3	Variable	6 # 6, est. #3 c/ 20 cm

Tabla 4.3 Detalle de soleras de fundación(SF) y tensor(T-1).

edificio. La pared No. 5 se encuentra al frente de las escaleras y tiene una altura de 3.20 mts. con bloque de 20x20x40 cms. y una solera de 40x20 cms. a una altura de 1.80 mts. además posee tres soleras de bloque del tipo SB-4 y una solera de concreto sobre la cual se apoya la losa de descanso del cuerpo de escaleras. El detalle de las soleras de bloque y de la solera de coronamiento se describen en la tabla 4.4 y el detalle de paredes se muestra en la tabla 4.5.

Elemento	Dimensión (bxh) mts.	Longitud	Refuerzo Longitudinal
SB-1	0.15 x 0.20	Variable	1 # 4
SB-2	0.15 x 0.20	Variable	1 #3
SB-3	0.10 x 0.20	Variable	1 # 3
SB-4	0.20 x 0.20	Variable	1 # 4
SI (apoyo de escaleras)	0.20 x 0.55	3.00 mts	2#3, 4#5, corona #3 a 15
SC	0.15 x 0.20	Variable	2 # 4 Alacrán # 2 c/15 cms.

Tabla 4.4 Detalle de soleras de bloque y de coronamiento.

Para el segundo y tercer nivel se tiene que las paredes son iguales con respecto a la simetría y dimensionamiento; se tienen cinco tipos con características diferentes identificadas desde la No 6 hasta la No 10 (ver tabla 4.5).

Tipo de pared	Dims. de bloque (cms.)	Cant. y tipo de solera	Altura de repisa (mts)	Altura de pared (mts)	Ubicación
1	15 x 20 x 40	4 SB-1, 1 SC		3.20	Perímetro del cuerpo de escaleras
2	15 x 20 x 40	3 SB-2	2.20		Pared exterior de servicios sanitarios
3	15 x 20 x 40	2 SB-2	1.60		Perímetro del 1er nivel
4	10 x 20 x 40	3 SB-3		2.20	Divisiones en servicios sanitarios
5	20 x 20 x 40	3SB-4 1 SI		3.35	Apoyo de descanso de escaleras
6	15 x 20 x 40	3 SB-1, 1 SC		2.80	Perímetro del cuerpo de escaleras
7	15 x 20 x 40	2 SB-2	1.80		Pared exterior de servicios sanitarios
8	15 x 20 x 40	1 SB-2	1.60		Perímetro de 2º y 3er nivel
9	10 x 20 x 40	2 SB-3		1.80	Divisiones en servicios sanitarios.
10	20 x 20 x 40	2 SB-4 solera (20x40)		2.95	Pared de apoyo del descanso de escaleras

Tabla 4.5 Detalle de paredes.

Las vigas principales del 1er entrepiso tienen en general una dimensión de 0.80 x 0.35 m., siendo todas coladas in situ. La diferencia primordial en las vigas es el refuerzo, que varía de acuerdo al diseño estructural realizado, el cual ha sido distribuido por ejes en el total del edificio.

En el 2º entrepiso, las vigas principales son exactamente iguales a las del 1er entrepiso, tanto en su distribución, dimensiones, así como en su refuerzo; el detalle de las vigas de acuerdo a su eje, se describen en la tabla 4.6.

Los entrepisos del primero y segundo nivel están contruidos con losas densas (bidireccionales) ubicadas en el tablero central, y losas aligeradas (unidireccionales) para las alas laterales (Norte y Poniente); para ambos entrepisos se tiene igual diseño y

Eje	Sección (bxh) mts.	Refuerzo Longitudinal
1x	0.35 x 0.80	3 # 8, 4 # 8, 3 # 10, 6 # 4.
2x=3x	0.35 x 0.80	3 # 8, 3 # 10, 6 # 4
4x	0.35 x 0.80	2 # 8, 3 # 8, 3 # 10, 6 # 4
5x	0.35 x 0.80	2 # 8, 3 # 8, 3 # 10, 6 # 4
6x	0.35 x 0.80	2 # 8, 3 # 8, 3 # 10, 6 # 4
7x	0.35 x 0.80	3 # 10, 2 # 8, 6 # 4
8x	0.35 x 0.80	3 # 10, 6 # 4
1y	0.35 x 0.80	3 # 8, 4 # 8, 3 # 10, 6 # 4.
2y=3y	0.35 x 0.80	3 # 8, 3 # 10, 6 # 4
4y	0.35 x 0.80	3 # 10, 2 # 8, 6 # 4
5y	0.35 x 0.80	2 # 8, 3 # 10, 6 # 4.
6y	0.35 x 0.80	3 # 10, 2 # 8, 6 # 4
7y	0.35 x 0.80	3 # 10, 2 # 8, 6 # 4
8y	0.35 x 0.80	3 # 10, 6 # 4
Viga Dgnal.	0.45 x 0.80	3 # 10, 2 # 8, 6 # 4

Tabla 4.6 Detalle de vigas principales de entrepisos 1º y 2º.

NOTA: El refuerzo transversal para las vigas principales consta de estribos No 4 distribuidos a cada 0.20 mts. en el área confinada y a cada 0.30mts. en área no confinada.

simetría; es decir, el cuerpo central está constituido por losa densa con peralte de 20cms. al centro y de 15cms. a los extremos, con refuerzo longitudinal No 4 (dos lechos) en ambos sentidos; y las alas Norte y Poniente del edificio están constituidas por losas prefabricadas tipo Prexcon en la que se tiene refuerzo por temperatura No 3 en ambos sentidos, un recubrimiento (topping) de concreto con peralte de 5cms. de espesor, con bastones de 2mts. de longitud a cada 1.2mts. en sentido perpendicular a las vigas principales, así como un colado de mortero proporción 1:3 como relleno en las juntas de las losetas Prexcon. La cubierta del edificio posee una losa densa de peralte 20cms. en

el interior del tablero central y 15cms. en los extremos laterales de tal tablero; así mismo, las alas Norte y Poniente del edificio contienen una cubierta de techo de lámina Zintroalum a dos aguas con pendientes de 15% y 12%; para la recolección de aguas lluvias se tiene una viga canal de concreto reforzado perpendicular al sentido de la pendiente de la cubierta; y en los costados donde no es necesaria su colocación, se tiene una pared de concreto reforzado (parapeto) para mantener la continuidad de la viga canal de forma simulada.

La estructura de techo está constituida por vigas macomber y polines; la viga macomber VM-1 de sección de 12x40cms. está construida por 2 perfiles angulares de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" y celosía de 2 varillas No 4 a 60°, y están colocadas en sentido perpendicular con respecto al eje longitudinal del edificio, conectadas por medio de una placa soldada a la viga y de dimensiones 42.5cm x 70cm x 1/4" empernada utilizando 4 pernos de Ø3/4" con tuerca, y arandela para transmitir los esfuerzos longitudinales a la columna intermedia; de la misma forma, las vigas se apoyan en la cabeza de la columna utilizando una placa soldada de 32.5cm x 15cm x 1/4". En las columnas de los extremos, las vigas están soldadas por medio de una placa de 40cm x 45cm x 3/8", y empernadas en las columnas con 4 pines de Ø3/4" con tuerca y arandela.

Los polines P-1 (tipo espacial) tienen una sección de 20x30cms., constituidos por 2 varillas No 4 en la cuerda superior y 1 No 5 en la cuerda inferior con celosía de acero Ø1/4" a 60° y Ø3/8" a 60° y están apoyados en sentido perpendicular al eje de la viga macomber VM1 separados a 1.5 mts. y anclados a las vigas utilizando 2 varillas No 4 en la parte superior y 1 No 5 en la parte inferior, por medio de soldaduras.

Las vigas que forman el cuerpo principal de la losa densa del 1° y 2° entrepiso son iguales con respecto a la simetría, dimensionamiento y diseño. Las características de las vigas se muestran en la tabla 4.7

Tipo de viga	Sección (mts.)	Refuerzo long.	Estribos (cms.)
V4	0.30 x 0.80	6 # 3, 6 # 8	#3 c/25 (No conf.) c/15(Conf.)
V3	0.20 x 0.80	4 # 8, 1 # 6, 6 # 3	# 3 a c/0.20
V2	0.20 x 0.80	5 # 8, 6 # 3	# 3 a c/0.20
V1	0.20 x 0.80	4 # 6, 6 # 3	# 3 a c/0.20

Tabla 4.7 Detalle de vigas de apoyo de losa de entrepiso

La losa de cubierta está apoyada en vigas de dimensiones y tipo de refuerzo diferentes a los de las vigas de los entrepisos inferiores; el detalle de éstas vigas se presenta en el siguiente cuadro:

Eje	Sección (cms)	Ref long. 1x-1y	Ref. Long. 2x-2y	Ref. Long. 3x-3y	Ref. long. 4x-4y	Ref. Long. 5x-5y	Ref. long. 6x-6y	Ref. Long. 7x-7y	Ref. Long. 8x-8y
1x,1y	35 x 80						6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8
4x,4y 7x,7y	45 x 80					8 # 8, 6 # 3	8 # 8, 6 # 3		
5x,5y	35 x 80				6 # 3, 6 # 8	9 # 8, 6 # 3	9 # 8, 6 # 3	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8
6x,6y	35 x 80	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 6 # 8	6 # 3, 9 # 8	9 # 8, 6 # 3	6 # 8, 6 # 3	
8x,8y	35 x 80	6#8, 6#3	6#8, 6#3	6#8, 6#3	6#8, 6#3	6#8, 6#3			
Viga Dgnal.	En los rostros: 8 # 8, 6 # 3 Al centro: 6 # 3, 6 # 8								

Tabla 4.8 Detalle de vigas principales de losa de cubierta

NOTA: El refuerzo transversal está constituido por estribos No 3 a cada 0.20 mts en las zonas confinadas (cerca de las uniones viga-columna) y a cada 0.30 en las zonas no confinadas.

Con respecto al cuerpo de escaleras del edificio, se tiene que en el primer nivel se apoyan en la solera de fundación (SF-2) y a la losa del 1^{er} entrepiso; el descanso tiene una altura de 1.8mts. con respecto al nivel 0+0.00 mts; así mismo, las secciones del segundo nivel se apoyan en la losa del primer y segundo entrepiso. El refuerzo de la losa es de acero No 4 colocado en dos lechos y en ambos sentidos y tiene un peralte de 15cms. con huellas de 30cms. y contrahuellas de 16cms para las gradas, las cuales son forjadas. La estructura del pasamanos está fabricada con tubo industrial cuadrado forrado con una pieza de madera a una altura de 1.20mts. con respecto a las gradas.

La longitud de los traslapes en refuerzos de vigas y columnas deben ubicarse en zonas alejadas de las uniones viga-columna y su longitud está en función del diámetro de las varillas, de la manera siguiente:

Diámetro (Ø)	Long.de traslape (cms.)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70
7/8"	80
1"	110
1 1/4"	160

Tabla 4.9 Longitud de traslapes en función del diámetro.

Todas las paredes del primero, segundo y tercer nivel tienen juntas horizontales de 1 cm. de espesor entre viga y solera de coranamiento y verticales de 3 cm. entre columna y pared, ambas construidas con relleno de durapás y sellador del tipo sikaflex; así también los extremos de las paredes (nervios), están ancladas a las vigas a través de un pín de acero Ø5/8" de 40cms de long., la camisa para el anclaje es de lámina galvanizada

No 26 con dimensiones de 3" de alto por 3/4" de ancho.

También existen anclajes entre las columnas (C5) y las vigas V1 del primero y segundo nivel, que se encuentra al costado izquierdo de las baterías de baños; este tipo de anclaje se realiza con un pín de varilla Ø3/4" de 1.10mts. de largo y una camisa de lámina galvanizada No 26 empotrada en la viga.

En las paredes del edificio se encuentran seis tipos de nervios, cada uno construido con bloques de diferente dimensiones y refuerzo; a continuación se presenta el detalle de cada uno de ellos.

Tipo de nervios	Dims. de bloque (cms.)	Cant. y sección del nervio	Refuerzo (A= alacranes) cms.	Ubicación
NB	15 x 20 x 40	1 □	2 # 4, A # 2 a 20	Paredes del perímetro del edif.
NB-1	15 x 20 x 40	1 □	2 # 5, A # 2 a 20	Paredes laterales de escaleras
NB-2	10 x 20 x 40	1 □	2 # 4, A # 2 a 20	Baterías de baños
NB-3	15 x 20 x 40	2 L	3 # 5, A # 2 a 20	Esquinas de escaleras
NB-4	10 x 20 x 40	2 L	3 # 4, A # 2 a 20	Batería de baños
NB-5	10 x 20 x 40 15 x 20 x 40	3 T	4 # 4, A # 2 a 20	Batería de baños
NB-6	15 x 20 x 40	3 L	4 # 4, A # 2 a 20	Batería de baños

Tabla 4.10 Detalle de nervios de las paredes del edificio.

4.2.1.3 Descripción de la red Hidráulica y Sanitaria.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias del edificio están compuestas por una red de distribución de agua potable; así como también redes de drenaje de aguas lluvias y aguas negras; en general, los materiales más utilizados en toda la red son tuberías de PVC y Ribloc.

- A) Agua potable.** La red de distribución de agua potable comprende tuberías de PVC (Cloruro de polivinil) de 1" de diámetro para la acometida, y tuberías de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " para la distribución en el primer nivel del edificio; la subida de agua potable (SAP) hacia los niveles superiores del edificio tienen un diámetro de $\frac{3}{4}$ ". La distribución de la red para el segundo y tercer nivel se hace por medio de tuberías de diámetro de $\frac{3}{4}$ ", la cual se mantiene hasta la salida de los grifos en lavamanos y conexión a tubos de abasto en inodoros y mingitorios.
- B) Aguas lluvias.** Los materiales utilizados en la red de aguas lluvias consisten en tubería Ribloc de 8" en la conexión con las bajadas y de 18" desde la salida del edificio hasta el pozo de visita, las cuales están enterradas; el cambio de diámetro se hace por medio de cajas de conexión, construidas a base de ladrillo de barro puesto de lazo con tapadera de concreto reforzado con varillas #2 a 20cms., que además se utilizan en los cambios de dirección a lo largo de la red hasta llegar al pozo de conexión con el sistema de alcantarillado; las bajadas reciben las aguas lluvias recogidas por un canal de concreto construido en el perímetro de la cubierta de techo del edificio; éstas son de PVC de 6" colocadas contiguo a las columnas C-6 del edificio; se conectan a la red utilizando cajas tragantes, construidas con ladrillo de barro puesto de lazo y tapadera de marco angular de 1"x1"x 1/16" y parrilla con acero $\varnothing 3/8$ " a cada 30cms. ubicadas al pie de las columnas.
- C) Aguas negras.** La red de drenaje de aguas negras está compuesta por tuberías de PVC. de 4" de diámetro conectadas al sistema de servicios sanitarios y

lavamanos con cajas de recepción bajo cada artefacto sanitario provistos de sifones para el control de malos olores y conectados entre sí por tubería de PVC de Ø 4"; el drenaje de las aguas negras, fuera del edificio, se realiza mediante tuberías de PVC de Ø 8" enterradas, enlazadas mediante cajas de conexión para controlar el aumento de caudal debido a la conexión de nuevos ramales y para realizar los cambios de dirección. Las bajadas para aguas negras (BAN) son de PVC de Ø 6" y están conectadas a una caja de recepción ubicada al pie de las columnas de donde se conecta a la línea de Ø 8" que llevará el drenaje hasta el pozo de conexión con el sistema de alcantarillado.

4.2.1.4 Descripción de la red Eléctrica.

La distribución del sistema eléctrico del edificio comprende lo siguiente: cableado, distribución de luminarias, tanto al interior como al exterior del edificio, distribución de tomacorrientes y red de telefonía e informática.

A) Distribución de luminarias. La iluminación de los diferentes salones del primer nivel se realiza por medio de 88 luminarias fluorescentes de 4x40watts con cuerpo blanco, difusor prismático, de encendido rápido, voltaje de 120 voltios, tubo ahorrador de energía del tipo F-40/RS/EW-11 marca phillips empotradas al cielo falso. También se utilizan 33 luminarias de 4x40 watts con difusor parabólico y características similares a la anterior. Otro tipo de luminarias utilizada es el de 2x40 watts cuyas características son similares a las descritas anteriormente; del mismo modo se tiene iluminación a base de focos de luz incandescente, que hacen una cantidad de 18, los cuales son distribuidos

y colocados en el área del vestíbulo, empotrados en el cielo falso con sistema de montaje tipo clicket de 150watts modelo 1507IR marca Silvania. Aquí mismo se tienen una distribución de 4 luminarias de luz indirecta colocadas en las columnas circulares en balastro y socket para lámpara fluorescente twin, tubo de 13 watts modelo "circo" de Silvania. En general, las conexiones de las luminarias a los interruptores se hace por medio de 3 cables TW#14 colocados en un poliducto de $\frac{1}{2}$ "; las interconexiones entre lámparas se realiza con cables 3 TW#12 en poliductos de $\frac{1}{2}$ " y los alimentadores hacia los circuitos con 2 TW#10 en poliducto de $\frac{3}{4}$ ".

En el segundo nivel consta de 160 unidades de luminarias fluorescentes de 4x40watts que están empotradas en el cielo falso con difusor prismático; 3 unidades fluorescentes de 2x40watts empotradas en cielo falso de cuerpo blanco con difusor parabólico. Al igual que en el primer nivel, existen 19 unidades de luminarias incandescente para vestíbulo, de empotrar en cielo falso con sistema de montaje tipo clicket de 150watts y 4 unidades de luminarias fluorescentes de 25watts colocadas en los baños sobre los espejos con difusor prismático modelo 103 marca Silvania. Los conductores hacia los interruptores, así como las interconexiones entre lámparas y alimentadores a los circuitos son similares a los usados en el primer nivel; las interconexiones entre lámparas para el segundo nivel comprende 2 conductores del tipo TW#10 en poliducto de $\frac{1}{2}$ ", y para los focos son 3 conductores TW#12 en poliducto de $\frac{1}{2}$ "; ambos canalizados en la losa.

En el tercer nivel se cuenta con los mismos tipos de luminarias, variando únicamente en cantidad, conservando las características descritas para los anteriores niveles.

B) Distribución de tomacorrientes. La distribución de tomacorrientes está hecha de forma tal que en cada nivel existe una serie de circuitos independientes; los cuales están alimentados por un subtablero ubicado en cada entrepiso. Para el primer nivel los circuitos del ala Poniente están alimentados por los subtableros ST-C y ST-1 de 40 AMP/3P y 75 AMP/3P respectivamente, los del cuerpo central y ala Norte del edificio al tablero ST-2 de 100 AMP/3P; todos los circuitos poseen tomacorrientes dobles y polarizados, colocados a una altura de 30cms. con respecto al piso; las interconexiones (conductores) entre tomacorrientes se realiza por medio de 2 TW#12 y 1 TW#14, canalizados con poliducto de $\varnothing \frac{1}{2}$ " y la línea del circuito al alimentador está constituida por 2 TW#10 y 1 TW#14 en poliducto de $\frac{3}{4}$ "; toda la canalización está apoyada en la estructura del cielo falso. Para el segundo nivel los circuitos del cuerpo central del edificio están alimentados por el subtablero ST-3 de 75AMP/3P, de la misma manera para los del ala Poniente, no así para el ala Norte que están alimentados del subtablero ST-4 de 75 AMP/3P, con cableado similar al utilizado en el primer nivel el cual está empotrado en la losa superior. El tercer nivel, en la parte central y a la izquierda, recibe su alimentación eléctrica del subtablero ST-6 de 100AMP/3P y el ala derecha, del subtablero ST-5 DE 75 AMP/3P.

La ubicación de los subtableros en cada entrepiso están empotrados en las paredes del cuerpo de escaleras de cada nivel. El ST-C posee un alimentador de 3 THW#6 + 1 THW#8 + 1 THW#10 en tubo conduit de Ø2" con tablero trifásico de 30 espacios y barras de 125 AMP; el subtablero ST-1 y ST-2 posee alimentadores 3 THW#2 + 1 THW#4 + 1 THW#8 en tubo de Ø2" con tablero trifásico de 30 espacios y barras de 200 AMP; por otro lado, los subtableros ST-3, ST-4, ST-5 y ST-6 poseen alimentadores 3 THW#4 + 1 THW#6 + 1 THW#8 en tubo de 2" con tablero trifásico de 30 espacios y barras de 200 AMP.

La acometida primaria de energía eléctrica que alimenta el edificio proviene de la red eléctrica existente en la Avenida Don Bosco, localizada al costado Poniente del edificio, constituido por un posteo de 35' que conduce una línea primaria de 3 fases ACSR No 2, la cual es conectada a la subestación trifásica de tres transformadores de 100 KVA cada uno, utilizados para alimentar los subtableros del edificio. Con respecto a la iluminación exterior del edificio, consta de 2 luminarias para intemperie de 250 watts localizadas en los jardines ubicados a la entrada del edificio; también se tienen 8 luminarias esféricas de sodio con 200 watts colocados en postes metálicos de Ø 4" por toda la acera principal las cuales están conectadas a los subtableros ST-1 y ST-2 a través de una línea de energía subterránea constituida por 2 THW#8 + 1 THW#10 en poliducto de 1", y luminarias de tipo "cobra" de 250 watts apoyado en postes de concreto de 35', así como luminarias de 400 watts

en poste metálico de $\varnothing 4''$ distribuidas en el perímetro del edificio.

C) Distribución telefónica y red de informática. La red informática del edificio está compuesta por un servidor con salida para 23 computadoras personales (PC), conectadas en red por medio de una línea de energía canalizadas a través de tubería de PVC de $\frac{1}{2}''$ embebido en la losa o canalizado por la estructura del cielo falso, con salida compuesta por una caja conduit empotrada en la pared con placa de baquelita color blanco colocada a 40 cm de altura sobre el nivel de piso terminado. El servidor está conectado en serie con el subtablero ST-C con alimentadores 3 TW#6 + 1 TW#8 en poliducto de $\varnothing 2''$; el tablero es del tipo trifásico de 12 espacios con barras de 125 AMP. El subtablero ST-C se encuentra conectado al tablero general que contiene los siguientes alimentadores, 9 TW#4/0 + 3 TW#4/0 + 3 TW#2/0 en tubería de poliducto de 3" de diámetro con tablero trifásico de 30 espacios y barras de 1000 AMP.

En cuanto a la distribución telefónica, se tiene una acometida aérea conectada a una regla distribuidora en caja nivel; la línea telefónica a su vez se canaliza en poliductos de $\frac{3}{4}''$ de diámetro embebido en la losa, alambrado con cable telefónico para una salida telefónica. En el primer nivel se cuenta con 2 reglas distribuidoras con seis salidas telefónicas compuestas por cajas rectangulares de 4"x 2" que están empotradas en la pared con placa de baquelita con un agujero de $\frac{3}{8}''$ en el centro; tanto en el segundo nivel, como en el tercero, no existe red informática, únicamente distribución telefónica, la cual en el segundo nivel tiene una regla distribuidora con línea canalizada en

poliducto de $\frac{3}{4}$ " de diámetro embebido en la losa, alambrado con cable telefónico para una salida telefónica compuesta por caja conduit rectangular de 4"x 2" que están empotradas en la pared con placa de baquelita con agujero en el centro de $\frac{3}{8}$ ". En el tercer nivel se tiene una regla distribuidora y 3 salidas telefónicas con iguales características que los del 1° y 2° nivel.

4.2.2 Listado de actividades del proyecto.

Corresponde en la etapa de planeación identificar las actividades que comprenderá el proyecto; para ello es necesario emplear un procedimiento que permita realizar el listado de una forma sencilla y adecuada, considerando que existen proyectos de gran magnitud que implica una gran cantidad de actividades; una forma de hacerlo fue descrita en el apartado 2.3.2.2 del capítulo II, donde a partir de la revisión de planos y especificaciones técnicas se genera el listado de actividades hasta cubrir todo el proyecto. Luego se agrupan en base a rubros o actividades macros, o si se quiere, en base a cualquier otro criterio particular que permita crear un ordenamiento lógico. Para lograr este ordenamiento, es necesario tomar en cuenta el sistema constructivo que será utilizado, como decir el tipo de paredes, losa, acabados, etc.

A continuación se presenta el listado de actividades principales y sus correspondientes subactividades, el cual ha sido ordenado en base a rubros.

4.2.2.1 Listado de actividades principales:

1. Obras preliminares.
2. Instalaciones provisionales.
3. Trazo y nivelación.

4. Excavaciones para fundaciones
5. Concreto estructural.
6. Losas y elementos prefabricados.
7. Paredes.
8. Albañilería
9. Cubierta.
10. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
11. Electricidad.
12. Pisos.
13. Puertas y ventanas.
14. Pintura y acabados.
15. Obras exteriores.
16. Limpieza y entrega final.

Las actividades principales se pueden desglosar en las siguientes sub-actividades:

1. OBRAS PRELIMINARES.

- Alquiler de equipo.
- Chapeo.
- Trazo, nivelación y descapote.
- Desalojo de ripio.

2. INSTALACIONES PROVISIONALES.

- Compra de materiales.
- Preparación y hechura de bodega.

- Oficinas para contratista y supervisión.
- Instalaciones para personal (comedor y vestidores).
- Talleres.
- Barda perimetral.
- Acometida eléctrica.
- Acometida de agua potable y servicios sanitarios.

3. TRAZO Y NIVELACIÓN.

3.1 Trazo

- Trazo de ejes del edificio
- Trazo de línea de A. P.
- Trazo de línea de A. N.
- Trazo de línea de A. LL.

3.2 Nivelación.

4. EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES.

- Excavación de zapatas.
- Excavación de soleras.
- Excavación de tensores.
- Restitución de material.
- Desalojo de material.
- Compactación

5. CONCRETO ESTRUCTURAL.

5.1 Preparación de armadura.

- Compra de materiales y alquiler de equipo.
- Hechura de helados.
- De zapatas.
- De soleras de fundación.
- De tensores.
- De vigas (1er. entrepiso).
- De escalera (1er nivel).
- De vigas (2º entrepiso).
- De escaleras (2º nivel).
- De vigas de cubierta.
- De viga canal.
- De columnas de parapeto (C-6).
- De parapeto.

5.2 Colocación de armadura.

- Para zapata y columnas de 1er nivel.
- Para soleras de fundación, nervios y tensores.
- Para vigas y losas (1er.entrepiso)
- Colocación de helados (1er. entrepiso).
- Para escaleras (1er. nivel).
- Para nervio y columnas (2º nivel).
- Para vigas y losas (2º entrepiso).

- Colocación de helado (2° entrepiso).
- Para escaleras (2° nivel).
- Para columnas y nervios (3er. nivel).
- Para vigas y losa de cubierta.
- Colocación de helados (3er. nivel).
- Para columnas de parapeto(C-6).
- Para viga canal.
- Para parapeto.

5.3 Encofrados y colados.

- Preparación y moldeado de pedestales, solera de fundación, tensores y zapatas.
- Colado de zapatas.
- Colado de pedestales, soleras de fundación y tensores.
- Compactación de fundaciones.
- Preparación y moldeado de columnas (1er. nivel).
- Colados de columnas (1er. nivel).
- Preparación y moldeado de vigas y losa (1er. entrepiso).
- Colado de vigas y losa (1er entrepiso).
- Preparación y moldeado de escaleras(1er nivel).
- Colado de losa de escalera (1er nivel).
- Preparación y moldeado de columnas (2° nivel).

- Colado de columnas (2º nivel).
- Preparación y moldeado de vigas y losa (2º entrepiso).
- Colado de vigas y losa (2º entrepiso).
- Preparación y moldeado de escaleras (2º nivel).
- Colado de losa de escaleras (2º nivel).
- Preparación y moldeado de columnas (3er. nivel).
- Colado de columnas (3er nivel).
- Preparación y moldeado de vigas y losa de cubierta.
- Preparación y moldeado de viga canal.
- Preparación y moldeado de columnas de parapeto (C-6).
- Preparación y moldeado de pretil de circunvalación (Parapeto)
- Colado de vigas, losa de cubierta, viga canal, columnas (C-6) y parapeto.

6. LOSAS Y ELEMENTOS PREFABRICADOS.

- Compra de viguetas y losetas.
- Colocación de viguetas y losetas (1er. entrepiso).
- Hechura y colocación de bastones para losa (1er. entrepiso).
- Hechura y colocación de refuerzo por temperatura para losa (1er entrepiso).
- Colado de topping de concreto (1er entrepiso).
- Colocación de viguetas y losetas (2º entrepiso).
- Hechura y colocación de bastones para losa (2º entrepiso).
- Hechura y colocación de refuerzo por temperatura para losa (2º entrepiso).

- Colado de topping de concreto (2° entrepiso).

7. PAREDES.

- Compra de materiales y alquiler de equipo.
- Paredes de 10x20x40 (1er.nivel).
- Paredes de 15x20x40 (1er nivel).
- Paredes de 20x20x40 (1er nivel).
- Solera de concreto de escalera (1er nivel).
- Soleras y nervios de bloque (1er. nivel)
- Anclaje de paredes (1er. nivel).
- Sellado de juntas en paredes(1er nivel).
- Paredes de 10x20x40 (2° nivel).
- Paredes de 15x20x40 (2° nivel).
- Paredes de 20x20x40 (2° nivel).
- Solera de concreto de escalera (2° nivel).
- Soleras y nervios de bloque (2° nivel).
- Anclaje de paredes (2° nivel).
- Sellado de juntas en paredes (2° nivel).
- Paredes de 10x20x40 (3er nivel).
- Paredes de 15x20x40 (3er nivel).
- Paredes de 20x20x40 (3er nivel).
- Soleras y nervios de bloque (3er. nivel).

- Anclaje de paredes (3er nivel).
- Sellado de juntas en paredes (3er nivel).
- Divisiones de Panelex (1ro, 2do y 3er nivel).

8. ALBAÑILERIA.

- Compra de materiales y alquiler de equipo.
- Repello y afinado de paredes interiores (1er. nivel)
- Sisado de paredes exteriores (1er nivel).
- Afinado de columnas (1er nivel).
- Repello y afinado de baños (1er nivel)
- Enchapado de baños (1er nivel).
- Forjado de gradas (1er. nivel)
- Repello y afinado de paredes interiores (2º nivel)
- Sisado de paredes exteriores (2º nivel).
- Afinado de columnas (2º nivel).
- Repello y afinado de baños (2º nivel).
- Enchapado de baños (2º nivel).
- Forjado de gradas (2º nivel).
- Repello y afinado de paredes interiores (3er nivel).
- Sisado de paredes exteriores (3er nivel).
- Afinado de columnas, vigas exteriores y parapeto (3er nivel).
- Repello y afinado de baños(3er nivel)

- Enchapado de baños (3er nivel).
- Afinado de aristas de vigas y columnas.

9. CUBIERTA DE TECHO.

- Compra de materiales y alquiler de equipo.
- Preparación de estructura de techo (Vigas macomber VM-1 y polines P-1).
- Elaboración de placas de apoyo de VM-1.
- Colocación de estructura principal VM-1.
- Colocación de apoyo de techo (polines P-1).
- Colocación de cubierta de techo.
- Instalación de cielo falso.

10. INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.

10.1 Red de agua potable.

- Compra de tuberías y accesorios.
- Excavaciones para tuberías.
- Instalación de tubería de $\varnothing 3/4''$ y $\varnothing 1/2''$.
- Compactación de tubería.
- Instalación de subida de A.P. $\varnothing 3/4''$ en paredes (1er nivel).
- Instalación de tuberías en losa de $\varnothing 1/2''$ (1er. entrepiso).
- Instalación de subida de A.P. $\varnothing 3/4''$ en paredes (2º nivel).
- Instalación de tuberías en losa de $\varnothing 1/2''$ (2º entrepiso).
- Prueba hidrostática.

- Conexión de acometida principal de $\varnothing 2''$ y $\varnothing 1''$.

10.2 Drenaje de aguas negras.

- Compra de materiales.
- Excavación para tuberías y cajas de conexión.
- Colocación de tubería de $\varnothing 4''$ y $\varnothing 8''$ (1er nivel).
- Construcción de cajas de conexión.
- Compactación sobre tubería y cajas.
- Instalación de artefactos sanitarios (1er. nivel).
- Colocación de bajada $\varnothing 6''$ de aguas negras (1er nivel).
- Colocación de tubería drenaje $\varnothing 6''$ (1er entrepiso).
- Instalación de artefactos sanitarios (2º nivel).
- Colocación de bajadas $\varnothing 6''$ de aguas negras (2º nivel).
- Colocación de tubería en losa $\varnothing 4''$ (2º entrepiso).
- Instalación de artefactos sanitarios (3er nivel).
- Construcción de pozo de visita h = 2.00 mts.
- Revisión de pendientes en la red.
- Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público.

10.3 Drenaje de aguas lluvias.

- Compra de materiales.
- Excavación para tuberías y cajas de conexión.
- Instalación de tubería Riblock $\varnothing 18''$ y $\varnothing 8''$.

- Construcción de cajas tragantes y de conexión.
- Compactación sobre tubería y cajas.
- Colocación de bajadas rectangulares.
- Construcción de pozo de visita $h = 2.00$ mts.
- Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público.

11. CONSTRUCCIÓN DE PISOS.

- Compra de materiales.
- Preparación de terrazas bajo piso.
- Colocación de pisos (1er nivel).
- Colocación de zócalo tipo terrazo (1er nivel).
- Colocación de pisos y zócalo en escaleras (1er nivel).
- Colocación de pisos (2º nivel).
- Colocación de zócalo tipo terrazo (2º nivel).
- Colocación de pisos y zócalo en escaleras (2º nivel).
- Colocación de pisos (3er nivel).
- Colocación de zócalo tipo terrazo (3er nivel).
- Limpieza y pulido de pisos.

12. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

- Compra de materiales.
- Colocación de ductos en paredes (1er nivel).
- Colocación de ductos en losas (1er entrepiso).

- Colocación de ductos en paredes (2º nivel).
- Colocación de ductos en losas (2º entrepiso).
- Colocación de ductos en paredes (3er nivel).
- Colocación de ductos en losa de cubierta y estructura de techo.
- Alambrado en 1º, 2º y 3er nivel.
- Instalación de tablero, subtableros y transformador.
- Instalación de tomacorrientes, interruptores y luminarias (1er nivel)
- Instalación de tomacorrientes, interruptores y luminarias (2o nivel)
- Instalación de tomacorrientes, interruptores y luminarias (3er nivel)
- Instalación de luminarias exteriores.
- Instalación de ductos para red telefónica.
- Instalación de ductos para red informática.
- Alambrado para red informática.
- Excavación para red de tierra, tendido subterráneo y postes.
- Colocación de red de tierra, tendido subterráneo y postes.
- Compactación sobre red de tierra y tendido subterráneo.
- Conexión a subestación eléctrica y pruebas.

13. PUERTAS Y VENTANAS.

- Compra de materiales.
- Preparación y hechura de puertas de madera.
- Preparación y hechura de puerta metálica.

- Instalación de puerta de madera.
- Instalación de puerta metálica.
- Instalación de puerta vidrio.
- Instalación de ventanería.
- Zulaqueado de marcos de ventanas.

14. PINTURA Y ACABADOS.

- Compra de materiales.
- Hechura y colocación de pasamanos en escaleras.
- Pintura de paredes, vigas exteriores y columnas.
- Colocación de espejos en baños.
- Pintura de pasamanos.
- Pintura en bajadas de aguas lluvias.
- Pintura de pretil de circunvalación y viga canal.

15. OBRAS EXTERIORES.

- Construcción de aceras.
- Construcción de piso en acceso principal.
- Construcción de rampa de acceso.
- Engramado de jardín exterior.

16. LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL.

- Desalojo de ripio.
- Desmontaje y traslado de instalaciones provisionales.

- Limpieza general.

4.2.3 Listado de recursos del proyecto.

La determinación del listado de los recursos que se utilizarán en la construcción de la obra, se realiza a partir del estudio efectuado en la etapa de planeación, donde se conocen los planos constructivos y especificaciones técnicas con el objeto de planear la forma en que se desarrollará el proyecto; por tanto, se definen las actividades que lo conformarán y los recursos que se emplearán en su ejecución en base a los procesos constructivos. Sin embargo, para decidir el personal, el equipo y las herramientas a utilizar es necesario conocer la disponibilidad de cada recurso, debido a que de eso depende la reducción de los costos; esto es, porque de no tener el recurso disponible es necesario buscar alternativas para resolver la asignación de recursos, y en otros casos, será necesario modificar el proceso constructivo con el único fin de mantener la reducción de la inversión. Todo éste análisis debe ser efectuado en la etapa de planeación; es así como, en la etapa de planificación se determinan los recursos que serán utilizados en la ejecución del edificio.

A continuación se presenta el listado de los recursos que serán utilizados en el proyecto:

4.2.3.1 Recurso humano.

- Carpinteros.
- Armadores.
- Albañiles.
- Mecánicos (Obra de banco).

- Fontaneros.
- Electricistas.
- Pintores.
- Jardineros.
- Instaladores.
- Vigilantes.
- Auxiliares.
- Ingenieros, Técnicos y maestro de obra.

4.2.3.2 Listado de equipo y herramientas.

a) Equipo:

- Camión (capac. 4 Ton).
- Minicargador c/ brazo excavador bobcat 773
- Compactadora Mikasa MT-60 diesel.
- Teodolito
- Nivel fijo.
- Equipo para soldadura eléctrica (300 Amp.)
- Vibrador eléctrico Mikasa de 11/2"
- Concretera (capac. 1 bolsa)
- Rotomartillo Hilti TE-92.
- Andamios de h = 1.8mts.
- Puntales.(long. ext. 3.50 mts.)

- Bomba para concreto.

b) Herramientas:

- Alicates.
- Almádana de 2 lbs.
- Almádana de 3 lbs.
- Almádana de 10 lbs.
- Apisonador de concreto.
- Azadón de 3 lbs. y de 2 ½" lbs.
- Baldes de hierro .
- Baldes de lámina galvanizada.
- Barra de uña de 24" y de 50".
- Barril de 50glns.
- Cántaro plástico de 25 bot.
- Carretilla rueda de hule.
- Carretilla rueda de hierro.
- Cedazo 30x30.
- Cinta métrica de 30, 15, 7, 5 y 3 ml.
- Cortadora de hierro de 36".
- Corvo de 24".
- Cuchara de albañil 8" y 9".
- Cuma.

- Destornillador phillips 6."
- Destornillador plano 8".
- Escuadra metálica.
- Eslingas de 1".
- Extensión eléctrica de 100mts, 110 v, 100 amp.
- Garlopa.
- Grifa de 3/8". (dobladora de acero)
- Grifa de 1/2".
- Grifa de 5/8".
- Lazo de mescal.
- Lijadora manual.
- Lima media canal de 6" y triangular de 8".
- Lima triangular 8".
- Llana de madera.
- Llana lisa de metal.
- Llana dentada de metal.
- Llave cangreja 10".
- Llave steelson 14".
- Lámpara de mano.
- Manguera de 3/4".
- Manguera de 1/2"

- Marco de sierra".
- Martillo de bola 1", 1 ½", 2", ¾" y de ½"
- Martillo de oreja de 25cms, 27cms y 29cms.
- Navaja p/ electricista.
- Nivel de caja de 24".
- Pala mango corto.
- Pala mango largo.
- Pala posteadora (duplex).
- Piedra de afilar de 8x2x1".
- Piocha.
- Plomada.
- Prensa de 4".
- Punta de 12".
- Serrucho de 22".
- Sierra p/ hierro 18/12".
- Sierra p/ hierro.
- Taladro industrial de 3/8".
- Tenaza de presión 10".
- Tenaza p/ electricista.
- Tijeras p/ lámina 11".
- Zaranda 4x4, 6x6, 8x8mm.



4.2.4 Relación de dependencias entre actividades.

Debido a que la determinación de la duración total del proyecto depende de la vinculación entre las diferentes actividades y del cálculo de sus duraciones individuales, es necesario establecer una relación de dependencia de una forma lógica y real con el objetivo de evitar errores al momento de hacer las vinculaciones por medio del programa; esto se debe a que MS Project no determina si existe un error en la vinculación entre dos o más actividades a menos que dicha vinculación se haga con la misma actividad o que se genere un conflicto en la programación producto de la existencia de una delimitación de fecha específica.

Una forma de realizar ésta dependencia es relacionando las actividades generales o más representativas del proyecto para tener una mejor idea de cómo efectuar las vinculaciones por medio de MS Project.

Es necesario y recomendable obtener, previo a la realización de las obras iniciales de cualquier proyecto, la firma del contrato y la orden de inicio; es decir que, antes de realizar las tareas denominadas obras preliminares (limpieza y chapeo), así como de trazo y nivelación y el levantamiento de las instalaciones provisionales, es preferible culminar con el proceso legal y de esta manera evitar futuros problemas. Este proceso puede parecer irrelevante para incluirlo en el listado de actividades pero representa una buena forma de ir estableciendo todas las posibles relaciones entre las actividades del proyecto, pues con esto se facilita la vinculación de las mismas, la cual representa uno de los puntos medulares en la programación de obra. El proceso de determinar la secuencia correcta entre actividades puede realizarse por medio de una matriz.

A continuación se presenta un ejemplo de la forma en que se relacionaron las actividades del proyecto para determinar la dependencia entre ellas y posteriormente realizar las vinculaciones utilizando los comandos del programa.

Actividad: Construcción de paredes.

DESPUÉS / ANTES	Excavación de fundaciones	Moldeado y coloc de arm.	Colado de solera de fundación	Construcción de paredes.	Anclaje de paredes a vigas de entrepiso.	Repello y afinado de paredes.
Excavación de fundaciones		x				
Moldeado y coloc de arm.			x			
Colado de solera de fundación				x		
Construcción de paredes.					x	
Anclaje de paredes a vigas de entrepiso.						x
Repello y afinado de paredes.						

Tabla 4.11 Matriz de secuencia para construcción de paredes.

El ejemplo anterior corresponde al proceso de construcción de paredes y la relación de dependencia entre las actividades se hizo únicamente para conocer el seguimiento que se lleva en tal proceso; para ello se utilizó el criterio de la matriz de secuencia explicado en el apartado 2.3.3.1. Sin embargo, pueden existir otras actividades

a incluir en el levantamiento de paredes, lo cual está sujeto al criterio del planeador; para explicar esto se puede mencionar que la actividad de trazo se realiza en diferentes momentos del proceso de construcción de paredes y sin embargo no se ha incluido porque está contenida en el rubro trazo y nivelación (ver listado de actividades en 4.2.2).

Se puede notar con este ejemplo que la relación de dependencias entre actividades se realiza en función de un proceso constructivo de orden lógico, por lo que al revisar el listado de actividades se comprueba que el ordenamiento de ellas se efectuó usando el criterio de rubros o actividades macro, y la relación de dependencia se hizo sin importar su ubicación en el listado de actividades.

La relación de dependencias del resto de actividades del proyecto se obtuvo de la misma forma que el ejemplo anterior, lo que facilitará la vinculación entre ellas cuando se utilicen los comandos que proporciona el programa MS Project.

4.2.5 Asignación de duraciones a las actividades.

Las actividades que conforman un proyecto de construcción, por lógica, consumen tiempo y recursos para completarse individualmente y establecer en forma conjunta la duración total de la obra. En el capítulo II se explicó que después de haber establecido la secuencia de actividades se procede a determinar la duración adecuada para las diferentes tareas; para ello es necesario elegir las unidades de tiempo en que se medirán estas duraciones (horas, días, etc); luego se debe hacer un análisis del tiempo de duración para cada actividad basado en los procesos constructivos que se utilizarán y los recursos a emplear (materiales, mano de obra, herramienta y equipo, capital) y conjugarlos con los rendimientos, volúmenes de obra y la experiencia del planeador.

Para el caso del proyecto en estudio, se determinó la duración de las actividades haciendo un análisis completo de los planos constructivos, de los cuales se calcularon los volúmenes de obra de acuerdo al tipo de actividad, permitiendo elaborar un listado ordenado en base a rubros. Una vez obtenido el listado de actividades y sus correspondientes cantidades de obra, es necesario contar con tablas de rendimientos que permita establecer la relación entre el trabajo y la duración de las tareas, involucrando en esta relación la productividad de la mano de obra, las condiciones de trabajo, las herramientas adecuadas al proceso, la mecanización del trabajo y la utilización del equipo adecuado; dichos rendimientos se obtuvieron utilizando la fuente denominada valores estadísticos; esto es, la recopilación de una serie de tablas de rendimientos calculados en diferentes condiciones de trabajo, y posteriormente se determinó un valor promedio para cada uno de ellos. Debido a que los rendimientos están calculados en base a valores unitarios, es decir: hora-hombre (hr-h), día-hombre (d-h), hora-máquina (hr-m), etc, al relacionarlos con las cantidades de obra se obtienen duraciones para dichos valores unitarios; posteriormente se relacionó con el listado de recursos (presentado en el apartado 4.2.3.) para determinar las cantidades de personal que se utilizarán de acuerdo a su especialidad, consiguiendo con esto calcular duraciones estimadas para cada actividad.

4.3 PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Una vez establecida la planificación del proyecto, en la cual se ha determinado las relaciones de dependencias fundamentales, el tipo y la cantidad de recursos y las

duraciones de las diferentes actividades realizando un estudio de los planos constructivos y de rendimientos, corresponde iniciar la etapa de programación utilizando MS Project.

La programación inicia desde el momento en que se ingresan los datos al archivo de programa, pues éste automáticamente va calendarizando las tareas en base a la información proporcionada por el planeador, es decir, duraciones, vinculaciones, asignación de recursos y los cambios realizados en el calendario del proyecto.

4.3.1 Inicio de la calendarización de actividades

Como se estableció en el apartado 3.3.2 cuando se ha definido el listado general de actividades y agrupados en los principales rubros, se introducen las tareas en el campo: **Nombre de tarea** de la vista **Diagrama de Gantt**. Una vez introducidas las actividades, se procede a realizar el cambio en sus duraciones, pues como se mencionó en el capítulo anterior, automáticamente el programa asigna un día a cada una de ellas. De ahí que las duraciones que se asignarán son el resultado del análisis mencionado en el apartado 4.2.5.

Este proceso representa la primera etapa de la calendarización de actividades, efectuada en la vista del Diagrama de Gantt y se muestra en la tabla 4.12, en la cual se presenta únicamente un grupo de actividades del proyecto a manera de ejemplo. Se notará que todas las actividades sin importar sus duraciones, tienen la misma fecha de inicio, porque, tal como se expuso en el apartado anterior, mientras no se efectúen vinculaciones o no se realice la asignación de recursos la calendarización de actividades no es modificada.

Id	Nombre de tarea	Duración						29 oct '00					05 nov '00					12 nov '00					19
			M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
1	PROYECTO DE TESIS	2 días	■																				
2	OBRAS PRELIMINARES	2 días	■																				
3	Alquiler de equipo	0,5 días	■																				
4	Chapeo	1 día	■																				
5	Descapote	2 días	■	■																			
6	Desalojo de ripio	2 días	■	■																			
7	INSTALACIONES PROVISIONALES	2 días	■																				
8	Compra de materiales	1 día	■																				
9	Preparación y hechura de bodega	2 días	■	■																			
10	Barda perimetral	1 día	■																				
11	Oficinas contratista y supervisión	1 día	■																				
12	Instalaciones para personal	1 día	■																				
13	Talleres	0,5 días	■																				
14	Acometida eléctrica	1 día	■																				
15	Acometida de agua potable y servicios	2 días	■	■																			
16	TRAZO Y NIVELACIÓN	1 día	■																				
17	Trazo	1 día	■																				
18	Nivelación	1 día	■																				

Proyecto: tesis UES	Tarea		Resumen	
	Hito		Tarea resumida	

4.12 inicio de la calendarización

4.3.2 Vinculación de las actividades del proyecto.

Establecido el listado de actividades del proyecto y sus correspondientes duraciones, es necesario definir el tipo de vinculación tomando como base las relaciones de dependencias, pues en algunos casos el comienzo o fin de una actividad es afectada por el inicio o terminación de otra. Es importante mencionar que para determinar el tipo de vínculo más adecuado entre actividades, es imperativo revisar y analizar las dependencias de las actividades y la disponibilidad del recursos humano, con el objeto de obtener mejores resultados. Los cuatros tipos de vínculos que ofrece el programa fueron presentados en la tabla 3.1.

En este apartado se establecerán los vínculos entre actividades y los tiempos de posposición y adelanto estudiados en la sección 3.4.4, pues en ocasiones es necesario adelantar o retrasar la ejecución de una actividad respecto a su predecesora. Cuando se efectúa una vinculación y además se establece un tiempo de adelanto, en el campo **Predecesora** que corresponda a dicha actividad se visualizará el tipo de vinculación y un signo negativo seguido de la duración del adelanto determinado; por ejemplo si una actividad tiene una vinculación del tipo **Fin a comienzo (FC)** con su predecesora y se le asigna un tiempo de adelanto de 3 días en la ficha del campo **Predecesora** correspondiente a dicha actividad, se observará **FC-3días**; en caso contrario si se asigna un tiempo de posposición (atraso) de 3 días se visualizará como **FC+3días**. Por ejemplo, la preparación y moldeado de columnas del 2º nivel tiene una vinculación del tipo **Fin a comienzo** con el colado de vigas y losa 1er entrepiso con un tiempo de atraso de 5 días efectivos, es decir días laborales, los cuales corresponden al periodo de curado de 7 días

(cuando el concreto alcanza el 60% de su resistencia), ya que en este período se incluye los dos días de descanso del fin de semana posterior al colado. Pasado este tiempo es posible comenzar a preparar los moldeados de las columnas del 2° nivel.

Un ejemplo sencillo para comprender como se realiza la vinculación es el siguiente:

Para vincular las actividades chapeo, descapote y desalojo de ripio:

1. En el campo **Nombre de tarea** seleccione las actividades manteniendo el botón izquierdo del mouse presionado hasta que estén sombreadas las 3 tareas.
2. Haga clic en el ícono **Vincular tareas** y aparecerá una flecha de vínculo en el Diagrama de Gantt conectando las 3 actividades, y en el campo **Predecesoras**, aparecerá el número identificador de la actividad predecesora correspondiente.

Gráficamente este proceso se mostrará tal como se ve en la figura 4.1

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	PROYECTO DE TESIS	20 días	lu 24/07/00	vi 18/08/00	
2	OBRAS PRELIMINARES	5 días	lu 24/07/00	vi 28/07/00	
3	Alquiler de equipo	0,5 días	lu 24/07/00	lu 24/07/00	
4	Chapeo	1 día	lu 24/07/00	lu 24/07/00	
5	Descapote	2 días	ma 25/07/00	mi 26/07/00	4
6	Desalojo de ripio	2 días	ju 27/07/00	vi 28/07/00	5

Fig 4.1 Vinculación de actividades.

Al vincular las actividades, el programa establece de forma predeterminada un vínculo **Fin a comienzo (FC)** por lo que en caso de ser necesario se debe establecer el vínculo mas adecuado.

En la tabla 4.13 se presenta el listado general de actividades con sus duraciones y sus respectivas vinculaciones.

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
1	PROYECTO DE TESIS	203,69 días	lu 24/07/00	ju 24/05/01	
2	OBRAS PRELIMINARES	5,5 días	lu 24/07/00	lu 31/07/00	
3	Trámite para alquiler de equipo	0,5 días	lu 24/07/00	lu 24/07/00	
4	Chiappo	1 día	lu 24/07/00	ma 25/07/00	3
5	Descapote	3 días	ma 25/07/00	sá 29/07/00	4
6	Desdollo de ripio	2 días	vi 28/07/00	lu 31/07/00	5
7	INSTALACIONES PROVISIONALES	5 días	sá 29/07/00	lu 07/08/00	
8	Compra de materiales	1 día	sá 29/07/00	lu 31/07/00	6FF
9	Preparación y hechura de bodega	2 días	lu 31/07/00	mi 02/08/00	8
10	Barda perimetral	1 día	lu 31/07/00	ma 01/08/00	9CC
11	Oficinas contratista y supervisión	1 día	ma 01/08/00	mi 02/08/00	10
12	Instalaciones para personal (comedor y vestidores)	1 día	ma 01/08/00	mi 02/08/00	11CC
13	Talleres	0,5 días	mi 02/08/00	vi 04/08/00	12
14	Acomida eléctrica	1 día	ma 01/08/00	mi 02/08/00	9FC-1 día
15	Acomida de agua potable y servicios sanitarios	2 días	mi 02/08/00	lu 07/08/00	9
16	TRAZO Y NIVELACIÓN	3,99 días	lu 31/07/00	lu 07/08/00	
17	Trazo	1,99 días	lu 31/07/00	mi 02/08/00	
18	Trazo de ejes del edificio	1 día	lu 31/07/00	ma 01/08/00	6
19	Trazo de líneas de A.P.	0,33 días	ma 01/08/00	ma 01/08/00	18
20	Trazo de líneas de A.N.	0,33 días	ma 01/08/00	mi 02/08/00	19
21	Trazo de líneas de A.L.L.	0,33 días	mi 02/08/00	mi 02/08/00	20
22	Nivelación	2 días	mi 02/08/00	lu 07/08/00	21

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
23	EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES	14 días	lu 07/08/00	sá 26/08/00	
24	Excavación de zapatas	11 días	lu 07/08/00	mi 23/08/00	22
25	Excavación de soleras SF	3 días	mi 23/08/00	sá 26/08/00	24
26	Excavación de tensores	2 días	ju 24/08/00	sá 26/08/00	25
27	Restitución de material	0,5 días	vi 25/08/00	vi 25/08/00	26
28	Desalojo de ripio	0,5 días	vi 25/08/00	sá 26/08/00	27
29	CONCRETO ESTRUCTURAL	150,5 días	lu 07/08/00	ma 20/03/01	
30	PREPARACIÓN DE ARMADURIA	50 días	lu 07/08/00	ju 19/10/00	
31	Compra de materiales y alquiler de equipo	2 días	lu 07/08/00	ju 10/08/00	9;24CC
32	hechura de helados	1 día	ju 10/08/00	vi 11/08/00	31
33	Armadura para zapatas	8 días	ma 08/08/00	lu 21/08/00	31CC+1 día
34	Soleras de fundación	1 día	ju 24/08/00	vi 25/08/00	45
35	Tensores	1 día	ju 24/08/00	vi 25/08/00	34CC
36	Vigas (1er entrepiso)	11 días	mi 06/09/00	sá 23/09/00	46
37	Escaleras (1er nivel)	1 día	vi 22/09/00	sá 23/09/00	36FF
38	Vigas (2º entrepiso)	11 días	sá 23/09/00	lu 09/10/00	37
39	Escaleras (2º nivel)	1 día	sá 07/10/00	lu 09/10/00	38FF
40	Vigas de cubierta	3 días	lu 09/10/00	vi 13/10/00	39
41	Viga canal	2 días	vi 13/10/00	ma 17/10/00	40
42	Columnas C-6	2 días	ma 17/10/00	ju 19/10/00	41
43	Parapeto	2 días	ma 17/10/00	ju 19/10/00	42CC
44	COLOCACIÓN DE ARMADURÍA	139,5 días	ma 15/08/00	ma 13/03/01	

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
45	De zapatas y columnas del (1er nivel)	6 días	ma 15/08/00	ju 24/08/00	24FC-5 días;33FC-4 días
46	Nervios,Sf y tensores	8 días	vi 25/08/00	mi 06/09/00	26;35
47	Vigas y losas (1° entrepiso)	12 días	vi 20/10/00	mi 08/11/00	37;67
48	Colocación de helados (1er entrepiso)	1 día	ma 07/11/00	mi 08/11/00	47FF
49	Escaleras (1er nivel)	0,5 días	mi 08/11/00	mi 08/11/00	69;47
50	Columnas y nervios (2° nivel)	7 días	vi 27/10/00	mi 08/11/00	47FC-7 días
51	Vigas y losas (2° entrepiso)	12 días	mi 20/12/00	mi 10/01/01	48;49;73
52	Colocac de helados (2° entrepiso)	1 día	ma 09/01/01	mi 10/01/01	51FF
53	Escaleras (2° nivel)	0,5 días	mi 10/01/01	ju 11/01/01	51;75
54	Columnas y nervios (3er nivel)	7 días	mi 10/01/01	vi 19/01/01	51
55	Colocación de helados (3er nivel)	1 día	sá 10/03/01	ma 13/03/01	59FF
56	Vigas y losa de cubierta	6 días	vi 02/03/01	sá 10/03/01	40;79
57	Columnas C-6	1 día	sá 10/03/01	ma 13/03/01	56;42;78
58	Viga canal	1 día	sá 10/03/01	ma 13/03/01	41;57CC
59	Parapeto	1 día	sá 10/03/01	ma 13/03/01	43;58CC
60	ENCOFRADOS Y COLADOS	138,5 días	ju 24/08/00	ma 20/03/01	
61	Prep. y moldeado de pedestales,SF,tensores	2 días	lu 28/08/00	ju 31/08/00	62FC+1 día
62	Colado de zapatas	2 días	ju 24/08/00	sá 26/08/00	45
63	Colado de pedestales, soleras y tensores	1 día	ju 31/08/00	vi 01/09/00	61
64	Compactación de fundaciones.	12 días	lu 04/09/00	vi 22/09/00	63FC+1 día
65	Prep. y moldeado de columnas de (1er nivel)	7 días	ju 14/09/00	ma 26/09/00	64CC+8 días
66	Colado de columnas (1er nivel).	1,5 días	lu 25/09/00	mi 27/09/00	65FC-1 día

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
67	Prep. y moldeado de vigas y losa (1º entrepiso)	16 días	mi 27/09/00	vi 20/10/00	66
68	Colado de vigas y losa (1er entrepiso)	1 día	mi 08/11/00	ju 09/11/00	50
69	Prep. y moldeado de losa escaleras (1er nivel)	2 días	vi 20/10/00	lu 23/10/00	37;67
70	Colado de losa de escaleras (1er. Nivel)	0,4 días	mi 08/11/00	ju 09/11/00	68FF
71	Prep. y moldeado de columnas (2º nivel)	7 días	vi 17/11/00	ma 28/11/00	68FC+5 días
72	Colado de columnas (2º nivel)	1,5 días	vi 24/11/00	ma 28/11/00	71FC-1 día
73	Prep. y moldeado de vigas y losa (2º entrepiso)	16 días	ma 28/11/00	mi 20/12/00	72
74	Colado de vigas y losa de 2º entrepiso	1 día	vi 19/01/01	lu 22/01/01	54
75	Prep y moldeado de losa escaleras (2º nivel)	2 días	mi 20/12/00	ma 26/12/00	39;73
76	Colado de losa de escaleras (2º nivel)	0,4 días	lu 22/01/01	lu 22/01/01	74FF
77	Prep y moldeado de columnas (3er nivel)	7 días	ma 30/01/01	vi 09/02/01	74FC+5 días
78	Colado de columnas (3er nivel)	1,5 días	ju 08/02/01	sá 10/02/01	77FC-1 día
79	Prep y moldeado de vigas y losa de cubierta	14 días	sá 10/02/01	vi 02/03/01	78
80	Prep y moldeado de viga canal	2 días	ma 13/03/01	ju 15/03/01	58
81	Prep y moldeado de columnas C-6 y parapeto	4 días	sá 10/03/01	vi 16/03/01	59CC
82	Colado de vigas y losa de cubierta,viga canal,C-6 y parapeto	2 días	vi 16/03/01	ma 20/03/01	81
83	LOSAS Y ELEMENTOS PREFABRICADOS	80,5 días	vi 22/09/00	lu 22/01/01	
84	Compra de viguetas y losetas	15 días	vi 22/09/00	vi 13/10/00	66FC-3 días
85	Coloc de viguetas y losetas (1er entrepiso)	4 días	vi 13/10/00	vi 20/10/00	84
86	Hechura y coloc de bastones para losa (1er entrepiso)	0,5 días	vi 20/10/00	sá 21/10/00	85
87	Hechura y coloc de refuerzo por temperatura (1er entrepiso)	4,5 días	vi 20/10/00	ju 26/10/00	86CC
88	Colado de topping de concreto (1er entrepiso)	1 día	ma 07/11/00	mi 08/11/00	87FC+7 días

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
89	Colocac de viguetas y losetas (2° entrepiso)	5 días	ma 26/12/00	ma 02/01/01	51FC-10 días
90	Hechura y colocac de bastones (2° entrepiso)	0,5 días	ma 02/01/01	mi 03/01/01	89
91	hechura y coloc de refuerzo por temperatura (2° entrepiso)	4,5 días	mi 03/01/01	mi 10/01/01	90
92	Colado de topping de concreto (2° entrepiso)	1 día	vi 19/01/01	lu 22/01/01	54
93	PAREDES	128,7 días	ju 09/11/00	ma 22/05/01	
94	Compra de materiales y alquiler de equipo	1 día	ju 09/11/00	vi 10/11/00	68
95	Paredes de 10X20X40 (1er nivel)	0,8 días	vi 08/12/00	lu 11/12/00	96
96	Paredes de 15X20X40 (1er nivel)	10 días	ju 23/11/00	vi 08/12/00	94FC+9 días
97	Paredes de 20X20X40 (1er nivel)	1,6 días	vi 08/12/00	ma 12/12/00	95CC
98	Solera intermedia de escaleras (1er nivel)	1 día	vi 08/12/00	lu 11/12/00	97CC+0,45 días
99	Solera y nervios de bloque (1er nivel)	11 días	ju 23/11/00	lu 11/12/00	96CC
100	Anclaje de paredes (1er nivel)	2 días	vi 08/12/00	ma 12/12/00	96
101	Sellado de juntas en paredes (1er nivel)	8 días	ma 12/12/00	vi 22/12/00	100
102	Paredes de 10X20X40 (2° nivel)	0,75 días	mi 21/02/01	ju 22/02/01	103
103	Paredes de 15X20X40 (2° nivel)	10 días	mi 07/02/01	mi 21/02/01	186
104	Paredes de 20X20X40 (2° nivel)	1,5 días	mi 21/02/01	vi 23/02/01	102CC
105	Solera intermedia de escaleras (2° nivel)	1 día	mi 21/02/01	vi 23/02/01	104CC+0,45 días
106	Solera y nervios de bloque (2° nivel)	10,5 días	mi 07/02/01	ju 22/02/01	103CC
107	Anclaje de paredes (2° nivel)	2 días	mi 21/02/01	vi 23/02/01	103
108	Sellado de juntas en paredes (2° nivel)	8 días	vi 23/02/01	mi 07/03/01	107
109	Paredes de 10X20X40 (3er nivel)	0,75 días	lu 26/03/01	ma 27/03/01	110
110	Paredes de 15X20X40 (3er nivel)	10 días	lu 12/03/01	lu 26/03/01	189

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dépendencias
111	Paredes de 20X20X40 (3er nivel)	1,5 días	lu 26/03/01	mi 28/03/01	109CC
112	Solera y nervios de bloque (3er nivel)	11 días	lu 12/03/01	ma 27/03/01	110CC
113	Anclaje de paredes (3er nivel)	2 días	lu 26/03/01	mi 28/03/01	110
114	Sellado de juntas en paredes (3er nivel)	8 días	mi 28/03/01	ma 10/04/01	113
115	Divisiones de Panelex 1º, 2º y 3er nivel	2 días	sá 19/05/01	ma 22/05/01	191
116	ALBAÑILERÍA	99,7 días	vi 17/11/00	mi 18/04/01	
117	Compra de materiales y alquiler de equipo.	1 día	vi 08/12/00	ma 12/12/00	97FF
118	Repello y afinado de paredes interiores (1er nivel)	5 días	ma 12/12/00	lu 18/12/00	117;99
119	Sisado de paredes exteriores (1er nivel)	10 días	ju 23/11/00	vi 08/12/00	96CC
120	Afinado de columnas y vigas exteriores (1er nivel)	3 días	lu 18/12/00	vi 22/12/00	118
121	Repello y afinado de baños (1er nivel)	2 días	vi 22/12/00	mi 27/12/00	120
122	Enchapado de baños (1er nivel)	1,5 días	mi 27/12/00	vi 29/12/00	121
123	Forjado de gradas (1er nivel)	1,5 días	vi 17/11/00	sá 18/11/00	70FC+5 días
124	Repello y afinado de paredes interiores (2º nivel)	5 días	ju 22/02/01	mi 28/02/01	106
125	Sisado de paredes exteriores (2º nivel)	10 días	mi 07/02/01	mi 21/02/01	103CC
126	Afinado de columnas y vigas exteriores (2º nivel)	3 días	mi 28/02/01	ma 06/03/01	124
127	Repello y afinado de baños (2º nivel)	3 días	ma 06/03/01	vi 09/03/01	126
128	Enchapado de baños (2º nivel)	1,5 días	vi 09/03/01	lu 12/03/01	127
129	Forjado de gradas (2º nivel)	1,5 días	ma 30/01/01	ju 01/02/01	76FC+5 días
130	Repello y afinado de paredes interiores (3er nivel)	5 días	ma 27/03/01	mi 04/04/01	112
131	Sisado de paredes exteriores (3er nivel)	10 días	lu 12/03/01	lu 26/03/01	110CC
132	Afinado de columnas vigas exteriores y parapeto (3er nivel)	4 días	mi 04/04/01	ma 10/04/01	130

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
133	Repello y afinado de baños (3er nivel)	2 días	ma 10/04/01	lu 16/04/01	132
134	Enchapado de baños (3er nivel)	1,5 días	lu 16/04/01	mi 18/04/01	133
135	CUBIERTA DE TECHO Y CIELO FALSO	30 días	sá 24/03/01	mi 09/05/01	
136	Compra de materiales y alquiler de equipo.	1 día	sá 24/03/01	lu 26/03/01	82FC+3 días
137	Preparación de viga macomber VM-1 y polines P-1	10 días	lu 26/03/01	lu 09/04/01	136
138	Elaboración de placa de apoyo para YM-1	2 días	lu 09/04/01	lu 16/04/01	137
139	Colocación de VM-1	3 días	lu 16/04/01	ju 19/04/01	138
140	Colocación de polines P-1	5 días	ju 19/04/01	ju 26/04/01	139
141	Colocación de cubierta de techo	3 días	ju 26/04/01	ma 01/05/01	140
142	Instalación de cielo falso	6 días	ma 01/05/01	mi 09/05/01	141
143	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	109,7 días	ju 07/12/00	ma 22/05/01	
144	RED DE AGUA POTABLE	53,3 días	ju 07/12/00	ma 27/02/01	
145	Compra de tuberías y accesorios	1 día	ju 07/12/00	vi 08/12/00	96FF
146	Excavaciones para tuberías	1 día	vi 08/12/00	lu 11/12/00	64;22;95CC
147	Instalación de tubería de 1/2" y 3/4"	1 día	lu 11/12/00	ma 12/12/00	146
148	Compactación sobre tubería	1 día	ma 12/12/00	mi 13/12/00	147
149	Instalación de subida A.P.3/4" en paredes (1er nivel)	1 día	lu 11/12/00	ma 12/12/00	99;145
150	Instalación de tuberías 1/2" en losa (1er entrepiso)	1 día	ma 12/12/00	mi 13/12/00	149
151	Instalación de subida de A.P.3/4" en paredes (2º nivel)	1 día	ju 22/02/01	vi 23/02/01	106
152	Instalación de tuberías 1/2" en losa (2º entrepiso)	1 día	vi 23/02/01	sá 24/02/01	151
153	Prueba hidrostática	1 día	sá 24/02/01	lu 26/02/01	152
154	Conexión de acometida principal	0,5 días	lu 26/02/01	ma 27/02/01	153

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
155	DRENAJE DE AGUAS NEGRAS	109,7 días	ju 07/12/00	ma 22/05/01	
156	Compra de tubería y accesorios	1 día	ju 07/12/00	vi 08/12/00	145FF
157	Excavación para tuberías y cajas de conexión	3 días	mi 13/12/00	lu 18/12/00	148
158	Colocación de tubería (1er nivel)	2,5 días	lu 18/12/00	mi 20/12/00	157
159	Construcción de cajas de conexión	1,5 días	lu 18/12/00	ma 19/12/00	158CC
160	Compactación sobre tuberías y cajas	2 días	ma 19/12/00	vi 22/12/00	159
161	Excavación para pozos de visita	1 día	vi 22/12/00	ma 26/12/00	160
162	Instalación de artefactos sanitarios (1er nivel)	0,6 días	lu 05/02/01	ma 06/02/01	185
163	Colocación de bajadas de 6" (1er nivel)	2 horas	mi 13/12/00	mi 13/12/00	150
164	Colocación de tubería de drenaje de 6" (1er entrespiso)	1 día	mi 13/12/00	vi 15/12/00	163
165	Instalación de artefactos sanitarios (2º nivel)	1 día	vi 09/03/01	sá 10/03/01	188
166	Colocación de bajadas de 6" (2º nivel)	2 horas	ma 27/02/01	ma 27/02/01	164;154
167	Colocación de tubería de drenaje de 4" (2º entrespiso)	1 hora	ma 27/02/01	ma 27/02/01	166
168	Instalación de artefactos sanitarios (3er nivel)	2 días	sá 19/05/01	ma 22/05/01	167;191
169	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	2 días	ma 26/12/00	ju 28/12/00	159;161
170	Revisión de pendiente en la red	0,5 días	ju 28/12/00	vi 29/12/00	169
171	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	1 día	vi 29/12/00	sá 30/12/00	170
172	DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS	64,5 días	vi 22/12/00	ju 29/03/01	
173	Compra de tubería y accesorios	1 día	vi 22/12/00	ma 26/12/00	161CC
174	Excav/ tuberías, pozo de visita, cajas tragantes y de conexión	20 días	ma 26/12/00	ju 25/01/01	22;161
175	Instalación de tubería Ribloc de 8" y 18"	15 días	ju 04/01/01	sá 27/01/01	174FC-14 días
176	Construcción de cajas tragantes y de conexión	10 días	ju 11/01/01	sá 27/01/01	175FF

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
177	Compactación sobre tubería y cajas de conexión	4 días	sá 27/01/01	ju 01/02/01	176
178	Colocación de bajadas rectangulares	2 días	ma 27/03/01	ju 29/03/01	82FC+5 días
179	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	2,5 días	ju 25/01/01	lu 29/01/01	174
180	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	0,5 días	lu 29/01/01	ma 30/01/01	179
181	CONSTRUCCIÓN DE PISOS	108,1 días	lu 11/12/00	mi 23/05/01	
182	Compra de materiales	1 día	lu 11/12/00	ma 12/12/00	118CC-0,5 días
183	preparación de terrazo bajo piso	10 días	ma 12/12/00	ju 28/12/00	182
184	Colocación de piso (1er nivel)	22 días	ju 28/12/00	mi 31/01/01	183
185	Colocación de zócalo (1er nivel)	3 días	mi 31/01/01	lu 05/02/01	184
186	Colocación de piso y zócalo en escaleras (1er nivel)	1,2 días	lu 05/02/01	mi 07/02/01	185;123
187	Colocación de piso (2º nivel)	22 días	ju 01/02/01	ma 06/03/01	129
188	Colocación de zócalo (2º nivel)	3 días	ma 06/03/01	vi 09/03/01	187
189	Colocación de piso y zócalo en escaleras (2º nivel)	1,2 días	vi 09/03/01	lu 12/03/01	188
190	Colocación de piso (3er nivel)	19 días	mi 18/04/01	ma 15/05/01	134
191	Colocación de zócalo (3er nivel)	3 días	ma 15/05/01	sá 19/05/01	190
192	Limpieza y pulido de pisos	0,5 días	ma 22/05/01	mi 23/05/01	168
193	INSTALACIÓN ELECTRICA	104,2 días	ju 09/11/00	ma 17/04/01	
194	Compra de materiales	1 día	ju 09/11/00	vi 10/11/00	94FF
195	Colocación de ductos en paredes (1er nivel)	0,5 días	ju 23/11/00	vi 24/11/00	96CC
196	Colocación de ductos en losa (1er entrepiso)	0,5 días	vi 24/11/00	vi 24/11/00	47;195
187	Colocación de ductos en paredes (2º nivel)	0,5 días	mi 07/02/01	mi 07/02/01	103CC
198	Colocación de ductos en losa (2º entrepiso)	0,5 días	mi 07/02/01	ju 08/02/01	51;197

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
199	Colocación de ductos en paredes (3er nivel)	0,5 días	lu 12/03/01	lu 12/03/01	110CC
200	Colocación de ductos en losa de cubierta y estructura de techo	0,5 días	lu 12/03/01	ma 13/03/01	56;199
201	Alambrado en 1º, 2º y 3er nivel	10 días	ma 13/03/01	ma 27/03/01	200
202	Instalación de tablero, subtablero y transformador	1 día	mi 04/04/01	ju 05/04/01	201;130
203	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (1er nivel)	1 día	ju 05/04/01	vi 06/04/01	202
204	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (2º nivel)	1 día	vi 06/04/01	sá 07/04/01	203
205	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (3er nivel)	1 día	sá 07/04/01	ma 10/04/01	204
206	Instalación de luminarias exteriores	0,5 días	mi 11/04/01	mi 11/04/01	212
207	Instalación de ductos para red telefónica	0,5 días	ma 10/04/01	ma 10/04/01	205
208	Instalación de ductos para red informática	0,5 días	ma 10/04/01	mi 11/04/01	207
209	Alambrado para red telefónica	0,5 días	mi 11/04/01	mi 11/04/01	208
210	Alambrado para red informática	0,5 días	mi 11/04/01	lu 16/04/01	209
211	Excavación para red de tierra, tendido subterráneo y postes	1 día	sá 07/04/01	ma 10/04/01	205CC
212	Instalación de red tierra, tendido subterráneo y postes	1 día	ma 10/04/01	mi 11/04/01	211
213	Compactación sobre red tierra y tendido subterráneo	1 día	mi 11/04/01	lu 16/04/01	212
214	Conexión a subestación eléctrica y pruebas	1 día	lu 16/04/01	ma 17/04/01	213
215	PUERTAS Y VENTANAS	29 días	lu 12/03/01	mi 25/04/01	
216	Compra de materiales	1 día	lu 12/03/01	ma 13/03/01	128
217	Preparación y hechura de puertas de madera	20 días	ma 13/03/01	mi 11/04/01	216
218	Preparación y hechura de puerta metálica.	3 días	ma 13/03/01	vi 16/03/01	217CC
219	Instalación de puertas de madera	5 días	mi 11/04/01	sá 21/04/01	217
220	Instalación de puerta metálicas	1 día	vi 16/03/01	ma 20/03/01	218

Tabla 4.13 Vinculación de Actividades.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
221	Instalación de puerta de vidrio	0,5 días	ma 13/03/01	mi 14/03/01	216
222	Instalación de ventanería	3 días	ma 17/04/01	sá 21/04/01	219FF
223	Zulaqueado de marcos de ventana	5 días	mi 18/04/01	mi 25/04/01	222FC-2 días
224	PINTURA Y ACABADOS	39,3 días	vi 09/03/01	ma 08/05/01	
225	Compra de materiales	1 día	vi 09/03/01	sá 10/03/01	189CC
226	Hechura y colocación de pasamanos en escaleras	2,3 días	sá 10/03/01	mi 14/03/01	225
227	Pintura de paredes, vigas y columnas	7 días	mi 25/04/01	sá 05/05/01	223
228	Colocación de espejos en baños	1 día	sá 05/05/01	lu 07/05/01	227
229	Pintura de pasamanos	1 día	mi 14/03/01	ju 15/03/01	226
230	Pintura en bajadas de aguas lluvias	1 día	sá 05/05/01	lu 07/05/01	178;227
231	Pintura de parapeto y viga canal	2 días	sá 05/05/01	ma 08/05/01	230CC
232	OBRAS EXTERIORES	15 días	lu 16/04/01	lu 07/05/01	
233	Construcción de aceras	7,5 días	sá 21/04/01	ju 03/05/01	176;82;234
234	Construcción de piso en acceso principal	4,5 días	lu 16/04/01	sá 21/04/01	213
235	Construcción de rampa de acceso	1 día	ju 03/05/01	vi 04/05/01	233
236	Engramado de jardines exteriores	2 días	vi 04/05/01	lu 07/05/01	235
237	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	7 días	ma 15/05/01	ju 24/05/01	
238	Desalojo de ripio	1 día	ma 15/05/01	mi 16/05/01	190
239	Traslado de instalaciones provisionales	5 días	mi 16/05/01	mi 23/05/01	238
240	Limpieza general	1 día	mi 23/05/01	ju 24/05/01	239

4.3.3 Asignación de recursos a las actividades.

Antes de realizar la asignación de personal por medio del ícono **Asignación de recursos**, es necesario crear el listado de recursos con sus respectivas cantidades. Para tal efecto, se utiliza la vista denominada **Hoja de recursos**, que permite crear o modificar la información del personal o equipo en un formato similar al de una hoja de cálculo.

La cantidad de personal y equipo se calculó analizando los rendimientos, duraciones de las actividades y sus vinculaciones con el objeto de realizar la mejor distribución. Como resultado de éste análisis se obtuvo que la cantidad del personal y equipo que se distribuirá en el proyecto, y la forma en que se introducirán al programa, se presenta a continuación:

- 15 carpinteros distribuidos en 3 grupos.
 - 6 carpinteros (A).
 - 6 carpinteros (B).
 - 3 carpinteros
- 16 albañiles que se desglosan de la siguiente manera:
 - 4 albañiles (A).
 - 4 albañiles (B).
 - 8 albañiles.
- Además se contará con un total de 25 armadores divididos en dos grupos:
 - 20 armadores.
 - 5 armadores.

- El grupo de auxiliares hacen un total de 34, distribuidos de la siguiente manera:
 - 30 auxiliares.
 - 4 auxiliares.
- Los cuatro fontaneros a utilizar en los rubros de instalaciones hidráulicas y sanitarias se organizarán en dos grupos:
 - 2 fontaneros (A).
 - 2 fontaneros (B).
- Para aquellas actividades que involucran obras metálica, tal es el caso de la cubierta de techo, puertas metálicas, etc utilizarán el siguiente grupo:
 - 6 mecánicos.
- En el rubro de las instalaciones eléctricas se dispondrá de cuatro electricista y un Ing. Electricista.
 - 4 electricista.
 - 1 Ing eléctrico.
- En el grupo de actividades contenidos en la actividad de pintura se contará con el siguiente personal:
 - 8 pintores.
- Para los engramados y jardines del proyecto se asignará el siguiente grupo.
 - 4 jardineros.
- En las actividades de cielo falso, divisiones interiores, ventanería y espejos se contará con el personal siguiente:

- 20 instaladores de cielo falso.
- 20 instaladores de divisiones de Panelex.
- 2 instaladores de espejos.
- 10 instaladores de ventanería.

En cuanto al equipo que se alquiló para el proyecto, es el siguiente:

- Un minicargador BOBCAT 773.
- Andamios y puntales para levantar paredes y colado de losas, entre otros.
- 5 bailarinas.
- 2 vibradores para colados.
- 1 generador eléctrico. ✓
- 1 compresor de aire. ✓
- 1 bomba para concreto
- Un equipo de soldadura eléctrica.
- 1 camión (capac. 4 ton).
- Teodolito, nivel y estadias
- 1 concretera de 1 bolsa.

En esta lista se han omitido una serie de equipos livianos que serán incluidos en el costo fijo de las actividades como por ejemplo, pulidoras, sierra eléctrica, etc.

La distribución de los recursos de personal descrita anteriormente se realizó de tal manera, con el fin de facilitar su asignación a las actividades correspondientes, una vez creada la lista en la vista **Hoja de recursos**; para el caso, se tienen 15 carpinteros distribuidos en tres grupos de 6, 6 y 3 carpinteros; algunas actividades utilizan 6

carpinteros en una misma fecha, por lo que la asignación se hace simultáneamente; sin embargo el programa permite especificar unidades de recursos (ver apartado 3.7.3), lo que indica que un grupo de trabajadores puede ser asignados con valores porcentuales; por ejemplo no es necesario especificar los 15 carpinteros en grupos de 6, 6 y 3, si no en uno solo de 15. En este caso para asignar 6 carpinteros a una tarea y 6 a otra que se realizarán en una misma fecha, la unidad porcentual del recurso de cada actividad será 15 carpinteros asignados con 40% de unidad.

$$15 \times 0.4 = 6 \text{ carpinteros. (para cada actividad)}$$

De igual manera cuando se crea la lista de recursos en su respectiva hoja, en el campo **capacidad máxima** se establece un 100%, y en el campo **tasa estándar** se estipula el salario del grupo de recursos por día u hora; por ejemplo si un carpintero gana ₡50.00 diarios y el grupo de recursos asignados es de 6, en el campo se establece ₡300.00/día.

Cuando se han digitado los recursos en la vista **Hoja de recursos**, es posible realizar la asignación de éstos a las diferentes actividades.

Como un ejemplo para establecer la manera de asignar recursos a las actividades mediante el programa, se asignarán 4 auxiliares a la actividad de chapeo.

Para asignar recursos a una actividad:

1. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la actividad **Chapeo**.
2. Haga clic en el ícono **Asignar recursos**. Aparecerá la caja de diálogo **Asignar recursos** con el listado de recursos creados en la hoja de recursos tal como aparece en la figura siguiente:

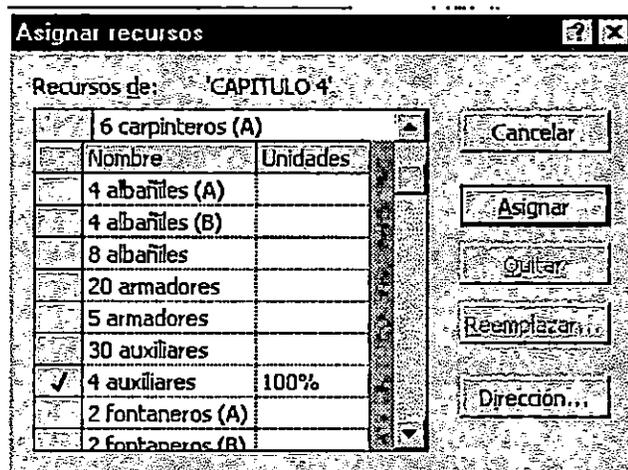


Fig. 4.2 Tabla de asignación de recursos.

3. Seleccione 4 auxiliares en el campo Nombre.

4. Haga clic en asignar. Si la asignación se efectuó satisfactoriamente, en el lado izquierdo de el recurso asignado aparecerá un indicador.

5. En la vista **Diagrama de Gantt** aparecerá la asignación tal como muestra la siguiente figura:

	ACTIVIDADES	Duración	Dependencias	Recursos Asignados	Jul '00	23					
					M	J	V	S	D	L	M
1	<input checked="" type="checkbox"/> PROYECTO DE TESIS	198,13 días									
2	<input checked="" type="checkbox"/> OBRAS PRELIMINARE	5,5 días									
3	Alquiler de equipo	0,5 días									
4	Chapeo	1 día	3	4 auxiliares							

Fig 4.3 Asignación de personal en actividades.

En las siguientes impresiones (tabla 4.14 y 4.15) obtenidas del programa, se establecen la lista de recursos creada en la vista **Hoja de recursos** y la asignación de éstos en la vista **Diagrama de Gantt**.

4.3.4 Asignación de costos a tareas y recursos.

Después de haber realizado la calendarización y asignado los recursos (equipo y personal) a las diferentes actividades, se puede realizar la asignación de costos, para ello

Tabla 4.14 Hoja de Recursos del proyecto.

Id	Nombre del recurso	Grupo	Cap. Max	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Uso
1	6 carpinteros (A)	CARPINTEROS	100%	¢809,78/día	¢115,98/hora	¢0,00
2	6 carpinteros (B)	CARPINTEROS	100%	¢809,78/día	¢115,98/hora	¢0,00
3	3 carpinteros	CARPINTEROS	100%	¢404,89/día	¢57,99/hora	¢0,00
4	4 albañiles (A)	ALBAÑILES	100%	¢539,85/día	¢77,32/hora	¢0,00
5	4 albañiles (B)	ALBAÑILES	100%	¢539,85/día	¢77,32/hora	¢0,00
6	8 albañiles	ALBAÑILES	100%	¢1.079,69/día	¢154,64/hora	¢0,00
7	20 armadores	ARMADORES	100%	¢2.699,25/día	¢386,60/hora	¢0,00
8	5 armadores	ARMADORES	100%	¢674,80/día	¢96,65/hora	¢0,00
9	30 auxiliares	AUXILIARES	100%	¢3.297,74/día	¢472,20/hora	¢0,00
10	4 auxiliares	AUXILIARES	100%	¢439,68/día	¢62,96/hora	¢0,00
11	2 fontaneros (A)	FONTANEROS	100%	¢270,33/día	¢38,66/hora	¢0,00
12	2 fontaneros (B)	FONTANEROS	100%	¢270,33/día	¢38,66/hora	¢0,00
13	6 mecánicos	MECÁNICOS	100%	¢811,03/día	¢115,98/hora	¢0,00
14	4 electricistas	ELECTRICISTAS	100%	¢540,65/día	¢77,32/hora	¢0,00
15	Ing eléctrico	ELECTRICISTA	100%	¢285,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
16	8 pintores	PINTORES	100%	¢1.081,29/día	¢154,64/hora	¢0,00
17	4 jardineros	JARDINEROS	100%	¢439,70/día	¢62,96/hora	¢0,00
18	20 instaladores techo.	CUBIERTA TECHO	100%	¢2.693,25/día	¢386,60/hora	¢0,00
19	20 instaladores CF	CIELO FALSO	100%	¢2.963,25/día	¢386,60/hora	¢0,00
20	20 instaladores divi	DIVISIONES	100%	¢2.963,25/día	¢386,60/hora	¢0,00
21	2 instaladores espejos	ESPEJOS	100%	¢269,33/día	¢38,66/hora	¢0,00
22	10 instaladores ventana	VENTANAS	100%	¢1.346,63/día	¢193,30/hora	¢0,00
23	1 topógrafo	TOPOGRAFO	100%	¢250,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
24	2 cadeneros	CADENEROS	100%	¢380,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
25	Ing residente	INGENIERO	100%	¢350,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
26	1 camión	TRANSPORTE	100%	¢1.800,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
27	1 MINICARGADOR	MAQ SEMI-PESAD,	100%	¢1.750,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
28	andamios	EQUIPO	100%	¢50,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
29	5 bailarinas	EQUIPO	100%	¢1.185,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
30	2 vibrador	EQUIPO	100%	¢1.792,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
31	puntales	EQUIPO	100%	¢1.561,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
32	1 bomba/concreto	EQUIPO	100%	¢903,98/día	¢0,00/hora	¢120,00
33	teodolito	EQUIPO	100%	¢200,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
34	nivel	EQUIPO	100%	¢100,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
35	estadia	EQUIPO	100%	¢50,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
36	equipo soldar	EQUIPO	100%	¢3,50/hora	¢0,00/hora	¢0,00
37	concretera	EQUIPO	100%	¢185,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
38	1 Pick-up	TRANSPORTE	100%	¢650,00/día	¢0,00/hora	¢0,00
39	Maestro de obra	PERSONAL	100%	¢200,00/día	¢0,00/hora	¢0,00

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
1	PROYECTO DE TESIS	Ing residente; Maestro de obra
2	OBRAS PRELIMINARES	
3	Trámite para alquiler de equipo	1 Pick-up
4	Chapeo	4 auxiliares
5	Descapote	4 auxiliares[50%]; 1 MINICARGADOR
6	Desalojo de ripio	4 auxiliares[60%]; 1 camión
7	INSTALACIONES PROVISIONALES	
8	Compra de materiales	4 auxiliares[40%]; 1 camión
9	Preparación y hechura de bodega	6 carpinteros (A); 4 auxiliares[50%]
10	Barda perimetral	6 carpinteros (B); 4 auxiliares[50%]
11	Oficinas contratista y supervisión	6 carpinteros (B); 4 auxiliares[50%]
12	Instalaciones para personal (comedor y vestidores)	6 carpinteros (A); 4 auxiliares[50%]
13	Talleres	6 carpinteros (A); 6 carpinteros (B); 4 auxiliares[75%]
14	Acometida eléctrica	4 auxiliares[25%]; 4 electricistas[25%]
15	Acometida de agua potable y servicios sanitarios	4 albañiles (A)[50%]; 2 fontaneros (A)[50%]; 4 auxiliares[50%]
16	TRAZO Y NIVELACIÓN	
17	Trazo	
18	Traza de ejes del edificio	1 topógrafo; 2 cadeneros; teodolito
19	Traza de línea de A.P.	1 topógrafo; 2 cadeneros; teodolito
20	Traza de línea de A.N.	1 topógrafo; 2 cadeneros; teodolito
21	Traza de línea de A.L.L.	1 topógrafo; 2 cadeneros; teodolito
22	Nivelación	1 topógrafo; 2 cadeneros; nivel; estadia

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
23	EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES	
24	Excavación de zapatas	30 auxiliares
25	Excavación de soleras SF	30 auxiliares
26	Excavación de tensores	30 auxiliares
27	Restitución de material	30 auxiliares; 1 camión
28	Desalojo de ripio	30 auxiliares
29	CONCRETO ESTRUCTURAL	
30	PREPARACIÓN DE ARMADURIA	
31	Compra de materiales y alquiler de equipo	4 auxiliares; 1 camión
32	hechura de helados	4 albañiles (A)[75%]
33	Armaduria para zapatas	20 armadores[85%]
34	Soleras de fundación	20 armadores[50%]
35	Tensores	20 armadores[50%]
36	Vigas (1er entrepiso)	20 armadores
37	Escaleras (1er nivel)	5 armadores
38	Vigas (2º entrepiso)	20 armadores
39	Escaleras (2º nivel)	5 armadores
40	Vigas de cubierta	20 armadores
41	Viga canal	20 armadores
42	Columnas C-6	20 armadores[40%]
43	Parapeto	20 armadores[60%]
44	COLOCACIÓN DE ARMADURÍA	

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
45	De zapatas y columnas del (1er nivel)	20 armadores[85%]
46	Nervios,Sf y tensores	20 armadores
47	Vigas y losas (1° entrepiso)	20 armadores[60%];5 armadores[90%]
48	Colocación de helados (1er entrepiso)	4 auxiliares[50%]
49	Escaleras (1er nivel)	5 armadores
50	Columnas y nervios (2° nivel)	20 armadores[40%];5 armadores[10%]
51	Vigas y losas (2° entrepiso)	20 armadores[60%];5 armadores[90%]
52	Colocac de helados (2° entrepiso)	4 auxiliares[50%]
53	Escaleras (2° nivel)	5 armadores
54	Columnas y nervios (3er nivel)	20 armadores;5 armadores[90%]
55	Colocación de helados (3er nivel)	30 auxiliares[7%]
56	Vigas y losa de cubierta	20 armadores;5 armadores
57	Columnas C-6	20 armadores[50%]
58	Viga canal	20 armadores[10%];5 armadores
59	Parapeto	20 armadores[40%]
60	ENCOFRADOS Y COLADOS	
61	Prep. y moldeado de pedestales,SF,tensores	6 carpinteros (B)
62	Colado de zapatas	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto
63	Colado de pedestales, soleras y tensores	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto
64	Compactación de fundaciones.	30 auxiliares[17%];5 bailurinas
65	Prep. y moldeado de columnas de (1er nivel)	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B);3 carpinteros
66	Colado de columnas (1er nivel).	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
67	Prep. y moldeado de vigas y losa (1º entrepiso)	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B);3 carpinteros;puntales[99%]
68	Colado de vigas y losa (1er entrepiso)	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[99%]
69	Prep. y moldeado de losa escaleras (1er nivel)	3 carpinteros;puntales[1%]
70	Colado de losa de escaleras (1er. Nivel)	4 auxiliares;2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[1%]
71	Prep. y moldeado de columnas (2º nivel)	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B);3 carpinteros
72	Colado de columnas (2º nivel)	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto
73	Prep. y moldeado de vigas y losa (2º entrepiso)	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B)[60%];3 carpinteros[90%];puntales[99%]
74	Colado de vigas y losa de 2º entrepiso	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[99%]
75	Prep y moldeado de losa escaleras (2º nivel)	3 carpinteros;puntales[1%]
76	Colado de losa de escaleras (2º nivel)	30 auxiliares[16%];2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[1%]
77	Prep y moldeado de columnas (3er nivel)	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B);3 carpinteros
78	Colado de columnas (3er nivel)	30 auxiliares[50%];2 vibrador;1 bomba/concreto
79	Prep y moldeado de vigas y losa de cubierta	6 carpinteros (A);6 carpinteros (B)[60%];3 carpinteros[90%];puntales[82%]
80	Prep y moldeado de viga canal	6 carpinteros (A);puntales[9%]
81	Prep y moldeado de columnas C-6 y parapeto	6 carpinteros (B);3 carpinteros;puntales[3%]
82	Colado de vigas y losa de cubierta,viga canal,C-6 y parapeto	30 auxiliares[30%];2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[95%]
83	LOSAS Y ELEMENTOS PREFABRICADOS	
84	Compra de viguetas y losetas	Ing residente;4 auxiliares[50%];1 camión
85	Coloc de viguetas y losetas (1er entrepiso)	30 auxiliares[50%];puntales[86%]
86	Hechura y coloc de bastones para losa (1er entrepiso)	5 armadores[10%]
87	Hechura y coloc de refuerzo por temperatura (1er entrepiso)	20 armadores[40%]
88	Colado de topping de concreto (1er entrepiso)	30 auxiliares[16%];2 vibrador;1 bomba/concreto;puntales[86%]

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
89	Colocac de viguetas y losetas (2° entrepiso)	30 auxiliares[50%];puntales[86%]
90	Hechura y colocac de bastones (2° entrepiso)	5 armadores[10%]
91	hechura y coloc de refuerzo por temperatura (2° entrepiso)	20 armadores[40%]
92	Colado de topping de concreto (2° entrepiso)	30 auxiliares[16%];2 vibrador,1 bomba/concreto;puntales[86%]
93	PAREDES	
94	Compra de materiales y alquiler de equipo	4 auxiliares[50%];1 camión
95	Paredes de 10X20X40 (1er nivel)	4 albañiles (B)[50%];4 auxiliares[50%]
96	Paredes de 15X20X40 (1er nivel)	4 albañiles (A)[50%];4 auxiliares[50%];andamios
97	Paredes de 20X20X40 (1er nivel)	4 albañiles (B)[50%];4 auxiliares[50%];andamios [50%]
98	Solera intermedia de escaleras (1er nivel)	3 carpinteros[10%];5 armadores[20%];concretera
99	Solera y nervios de bloque (1er nivel)	4 albañiles (A)[25%];5 armadores[60%];concretera;andamios
100	Anclaje de paredes (1er nivel)	5 armadores[80%]
101	Sellado de juntas en paredes (1er nivel)	6 carpinteros (B)[40%];andamios
102	Paredes de 10X20X40 (2° nivel)	4 albañiles (A)[50%];4 auxiliares[50%]
103	Paredes de 15X20X40 (2° nivel)	4 albañiles (B)[50%];4 auxiliares[50%];andamios
104	Paredes de 20X20X40 (2° nivel)	4 albañiles (A)[50%];4 auxiliares[50%];andamios [50%]
105	Solera intermedia de escaleras (2° nivel)	3 carpinteros[10%];30 auxiliares[17%];5 armadores[20%];concretera
106	Solera y nervios de bloque (2° nivel)	4 albañiles (B)[25%];4 auxiliares[25%];5 armadores[60%];concretera;andamios
107	Anclaje de paredes (2° nivel)	5 armadores[90%]
108	Sellado de juntas en paredes (2° nivel)	6 carpinteros (B)[40%];andamios
109	Paredes de 10X20X40 (3er nivel)	4 albañiles (B)[50%];4 auxiliares[50%]
110	Paredes de 15X20X40 (3er nivel)	4 albañiles (A)[50%];4 auxiliares[50%];andamios

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
111	Paredes de 20X20X40 (3er nivel)	4 albañiles (B)[50%];30 auxiliares[7%];andamios [50%]
112	Solera y nervios de bloque (3er nivel)	4 albañiles (A)[25%];30 auxiliares[7%];andamios ;concretera
113	Anclaje de paredes (3er nivel)	5 armadores
114	Sellado de juntas en paredes (3er nivel)	6 carpinteros (A);concretera
115	Divisiones de Panelex 1º, 2º y 3er nivel	20 instaladores divi
116	ALBAÑILERÍA	
117	Compra de materiales y alquiler de equipo.	4 auxiliares[25%];1 camión
118	Repello y afinado de paredes interiores (1er nivel)	4 albañiles (B);30 auxiliares[7%];andamios
119	Sisado de paredes exteriores (1er nivel)	4 albañiles (A)[25%];4 auxiliares[50%];andamios
120	Afinado de columnas y vigas exteriores (1er nivel)	4 albañiles (A);4 auxiliares[50%];andamios
121	Repello y afinado de baños (1er nivel)	4 albañiles (A);4 auxiliares[50%];andamios
122	Enchapado de baños (1er nivel)	4 albañiles (A);4 auxiliares
123	Forjado de gradas (1er nivel)	4 albañiles (A);4 auxiliares[50%]
124	Repello y afinado de paredes interiores (2º nivel)	4 albañiles (B);30 auxiliares[7%];andamios
125	Sisado de paredes exteriores (2º nivel)	4 albañiles (B)[25%];4 auxiliares[25%];andamios
126	Afinado de columnas y vigas exteriores (2º nivel)	4 albañiles (A);4 albañiles (B);4 auxiliares[50%];andamios
127	Repello y afinado de baños (2º nivel)	4 albañiles (B);4 auxiliares[50%];andamios
128	Enchapado de baños (2º nivel)	4 albañiles (B);30 auxiliares[7%]
129	Forjado de gradas (2º nivel)	4 albañiles (B);30 auxiliares[7%]
130	Repello y afinado de paredes interiores (3er nivel)	4 albañiles (B);30 auxiliares[7%];andamios
131	Sisado de paredes exteriores (3er nivel)	4 albañiles (A)[25%];4 auxiliares[50%];andamios
132	Afinado de columnas vigas exteriores y parapeto (3er nivel)	4 albañiles (A);4 auxiliares[50%];andamios

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
133	Repello y afinado de baños (3er nivel)	4 albañiles (B);4 auxiliares[25%];andamios
134	Enchapado de baños (3er nivel)	4 albañiles (B);4 auxiliares[25%]
135	CUBIERTA DE TECHO Y CIELO FALSO	
136	Compra de materiales y alquiler de equipo.	4 auxiliares[50%];1 camión
137	Preparación de viga maconber VM-1 y polines P-1	30 auxiliares[13%];6 mecánicos[85%];equipo soldar
138	Elaboración de placa de apoyo para VM-1	4 auxiliares[25%];6 mecánicos[17%];equipo soldar
139	Colocación de VM-1	4 auxiliares[25%];6 mecánicos;equipo soldar
140	Colocación de polines P-1	4 auxiliares[25%];6 mecánicos;equipo soldar
141	Colocación de cubierta de techo	20 instaladores techo.
142	Instalación de cielo falso	20 instaladores CF;andamios
143	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	
144	RED DE AGUA POTABLE	
145	Compra de tuberías y accesorios	4 auxiliares[50%];1 camión
146	Excavaciones para tuberías	4 auxiliares[50%]
147	Instalación de tubería de 1/2" y 3/4"	2 fontaneros (A)
148	Compactación sobre tubería	4 auxiliares[50%];5 bailarinas
149	Instalación de subida A.P.3/4" en paredes (1er nivel)	2 fontaneros (B)
150	Instalación de tuberías 1/2" en losa (1er entrespiso)	2 fontaneros (A)
151	Instalación de subida de A.P.3/4" en paredes (2º nivel)	2 fontaneros (B)
152	Instalación de tuberías 1/2" en losa (2º entrespiso)	2 fontaneros (B)
153	Prueba hidrostática	2 fontaneros (B)
154	Conexión de acometida principal	4 albañiles (A)[10%]

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
155	DRENAJE DE AGUAS NEGRAS	
156	Compra de tubería y accesorios	4 auxiliares[50%];1 camión
157	Excavación para tuberías y cajas de conexión	30 auxiliares[14%]
158	Colocación de tubería (1er nivel)	4 auxiliares[50%];2 fontaneros (B)
159	Construcción de cajas de conexión	4 albañiles (B)[50%];4 auxiliares[50%]
160	Compactación sobre tuberías y cajas	30 auxiliares[17%]
161	Excavación para pozos de visita	30 auxiliares[17%]
162	Instalación de artefactos sanitarios (1er nivel)	2 fontaneros (B)[50%]
163	Colocación de bajadas de 6" (1er nivel)	2 fontaneros (A);4 auxiliares[50%]
164	Colocación de tubería de drenaje de 6" (1er entrepiso)	2 fontaneros (B);4 auxiliares[50%]
165	Instalación de artefactos sanitarios (2º nivel)	2 fontaneros (B);30 auxiliares[13%]
166	Colocación de bajadas de 6" (2º nivel)	2 fontaneros (B);30 auxiliares[7%]
167	Colocación de tubería de drenaje de 4" (2º entrepiso)	2 fontaneros (B)
168	Instalación de artefactos sanitarios (3er nivel)	2 fontaneros (B);4 auxiliares[25%]
169	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	4 albañiles (B)[75%]
170	Revisión de pendiente en la red	2 fontaneros (B);4 auxiliares[25%]
171	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	4 auxiliares[25%]
172	DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS	
173	Compra de tubería y accesorios	4 auxiliares[50%];1 camión
174	Excav/ tuberías, pozo de visita, cajas tragantes y de conexión	4 auxiliares;30 auxiliares[14%]
175	Instalación de tubería Ribloc de 8" y 18"	2 fontaneros (A);2 fontaneros (B)[50%]
176	Construcción de cajas tragantes y de conexión	4 albañiles (A)[50%];4 auxiliares[25%]

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
177	Compactación sobre tubería y cajas de conexión	30 auxiliares[20%];5 bailurinas
178	Colocación de bajadas rectangulares	2 fontaneros (B);30 auxiliares[7%]
179	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	4 albañiles (A)[50%]
180	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	4 albañiles (A)[50%]
181	CONSTRUCCIÓN DE PISOS	
182	Compra de materiales	30 auxiliares[7%];1 camión
183	preparación de terrazo bajo piso	30 auxiliares[50%]
184	Colocación de piso (1er nivel)	4 albañiles (B);concretera[50%]
185	Colocación de zócalo (1er nivel)	4 albañiles (B)
186	Colocación de piso y zócalo en escaleras (1er nivel)	4 albañiles (B);concretera[50%]
187	Colocación de piso (2º nivel)	4 albañiles (A)[90%];concretera[50%]
188	Colocación de zócalo (2º nivel)	4 albañiles (B)
189	Colocación de piso y zócalo en escaleras (2º nivel)	4 albañiles (A);concretera[50%]
190	Colocación de piso (3er nivel)	4 albañiles (B);concretera[50%]
191	Colocación de zócalo (3er nivel)	4 albañiles (B)
192	Limpieza y pulido de pisos	30 auxiliares[20%]
193	INSTALACIÓN ELECTRICA	
194	Compra de materiales	4 auxiliares[50%];1 camión
195	Colocación de ductos en paredes (1er nivel)	4 electricistas
196	Colocación de ductos en losa (1er entrepiso)	4 electricistas
197	Colocación de ductos en paredes (2º nivel)	4 electricistas
198	Colocación de ductos en losa (2º entrepiso)	4 electricistas

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
199	Colocación de ductos en paredes (3er nivel)	4 electricistas
200	Colocación de ductos en losa de cubierta y estructura de techo	4 electricistas
201	Alambrado en 1º, 2º y 3er nivel	4 electricistas
202	Instalación de tablero, subtablero y transformador	4 electricistas;Ing eléctrico
203	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (1er nivel)	4 electricistas
204	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (2º nivel)	4 electricistas
205	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (3er nivel)	4 electricistas
206	Instalación de luminarias exteriores	4 electricistas
207	Instalación de ductos para red telefónica	4 electricistas[50%]
208	Instalación de ductos para red informática	4 electricistas[25%]
209	Alambrado para red telefónica	4 electricistas
210	Alambrado para red informática	4 electricistas
211	Excavación para red de tierra, tendido subterráneo y postes	4 auxiliares[75%]
212	Instalación de red tierra, tendido subterráneo y postes	4 auxiliares[25%];4 electricistas[50%]
213	Compactación sobre red tierra y tendido subterráneo	4 auxiliares
214	Conexión a subestación eléctrica y pruebas	4 electricistas[50%];Ing eléctrico
215	PUERTAS Y VENTANAS	
216	Compra de materiales	4 auxiliares[50%];1 camión
217	Preparación y hechura de puertas de madera	6 carpinteros (B);3 carpinteros
218	Preparación y hechura de puerta metálica	6 mecánicos[33%];equipo soldar
219	Instalación de puertas de madera	6 carpinteros (B);3 carpinteros
220	Instalación de puerta metálicas	6 mecánicos[33%];equipo soldar

Tabla 4.15 Asignación de Recursos

Id	ACTIVIDADES	RECURSOS ASIGNADOS
221	Instalación de puerta de vidrio	2 instaladores espejos
222	Instalación de ventanería	10 instaladores ventana
223	Zulaqueado de marcos de ventuna	4 albañiles (B);8 albañiles[25%]
224	PINTURA Y ACABADOS	
225	Compra de materiales	4 auxiliares[50%];1 camión
228	Hechura y colocación de pasamanos en escaleras	30 auxiliares[7%],6 mecánicos[33%];equipo soldar
227	Pintura de paredes, vigas y columnas	8 pintores
228	Colocación de espejos en baños	2 instaladores espejos
229	Pintura de pasamanos	6 mecánicos[33%]
230	Pintura en bajadas de aguas lluvias	8 pintores[50%]
231	Pintura de parapeto y viga canal	8 pintores[50%]
232	OBRAS EXTERIORES	
233	Construcción de aceras	8 albañiles;4 auxiliares[25%];concretera[50%]
234	Construcción de piso en acceso principal	8 albañiles;4 auxiliares[75%];concretera[50%]
235	Construcción de rampa de acceso	8 albañiles[75%];4 auxiliares[25%];concretera[50%]
238	Engramado de jardines exteriores	4 jardineros
237	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	
238	Desalojo de ripio	4 auxiliares[50%];1 camión
239	Traslado de instalaciones provisionales	4 auxiliares;1 camión
240	Limpieza general	4 auxiliares

es necesario determinar los costos de materiales, mano de obra, equipo y herramienta para cada una de las tareas que conforman el proyecto.

La asignación de costos al usar MS Project permite crear el presupuesto del proyecto y revisarlo durante el período de ejecución, y se establece aplicando la ficha **Costo** del cuadro **tabla** en el menú **Ver**; el programa reconoce dos tipos de costos: un costo fijo y un costo variable. Los costos de los recursos pueden ser contabilizados de varias formas, por ejemplo para el caso de los salarios pueden ser prorrateados por hora, o en el caso de un subcontrato pueden contabilizarse al principio o al final de la tarea; para el caso de la mano de obra, su tasa de costos por unidad de tiempo se introduce y puede cambiarse en cualquier momento en la ficha **Costos** del cuadro **Información del recurso**. (ver sección 3.8). Para éste caso el costo de mano de obra incluye en sus **tasas estándar** un factor de prestaciones estimado equivalente a 1.9.

Los **costos fijos** se utilizan cuando se tienen tareas cuyos costos no varían con respecto a la duración o el recurso empleado, tal como el caso de los subcontratos; así mismo, el costo de los materiales se considera como un costo fijo, pues se estima que no tendrá una variación considerable durante el período de construcción.

Existe también otro tipo de costo denominado **costo por uso**, el cual se refiere a costos asociados a algunas actividades, que se cargan una sola vez independientemente de la duración o de la cantidad de personal utilizado, por ejemplo el costo de transporte de una maquinaria o equipo a la obra. (ver apartado 3.8.2).

Para el proyecto en estudio se elaboró el presupuesto haciendo un análisis de costos unitarios, donde se determinó el costo de materiales, mano de obra y equipo a

utilizar en cada actividad, que conforman el costo directo. En la tabla 4.16 se presenta un ejemplo de cálculo de costo unitario directo para el elemento zapata Z-1 correspondiente a la partida de fundaciones.

Para efectuar la asignación de costos en la tabla **Costos del menú Ver**, se analizan los campos siguientes:

- **Costo fijo:** se incluye el valor correspondiente a materiales y herramientas para cada actividad.
- **Costo total:** combina los datos del campo **Costo fijo** más la información de las tasas de costos contenidas en la hoja de recursos y que corresponde al costo de la mano de obra y equipo.
- **Variación:** refleja la diferencia entre el costo previsto y el costo real actual .
- **Costo real:** contiene el gasto o erogación real para cada actividad.
- **Restante:** refleja la diferencia entre el costo total y el costo real hasta ese momento.

Después de haber efectuado la asignación de costos al proyecto, se tiene que el costo total directo previsto corresponde a **¢ 6,288,983.64**. Según el concepto de costo directo presentado en el capítulo II, este valor corresponde a la suma de gastos utilizados en compra de materiales, pago de mano de obra, prestaciones sociales y económicas, compra de herramientas y compra o alquiler del equipo a utilizar en la ejecución de la obra. Los resultado de la asignación de costos a las actividades se presentan en la tabla 4.17.

HOJA DE CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN:	PROYECTO: Biblioteca de la Facultad de las Ingenierías y Arquitectura
	Concepto de obra: Zapata z-1
Guía para la planificación y control de recursos en la construcción de edificaciones utilizando técnicas de procesamiento de datos asistidas por computadoras.	Cantidad: 16
	Costo unitario por: c/u
	Descripción: Zapata aislada de 3x3x.30mts.

Co	Materiales	unidad	Cant	desperdicio	Cant . Tot.	Precio unit.	Subtot.	
	Concreto	M3	4.23	1.05	4.43	¢718.68	¢3188.24	
	Acero No. 6	qq.	7.00	1.1	7.7	¢175.00	¢1347.50	
	Alambre amarre	Lbs.	42	1.1	46.2	¢ 3.25	¢ 150.15	
Total								¢4685.89

Mano de obra/ unidad de obra	Unidad	Cant.	Prest.	Precio Unit.	Costo x prest.	Subtotal
Armadura No 6	qq.	7.00	1.90	¢37.50	¢71.25	¢498.75
Total						¢498.75

Mano de obra/ unid.de tiempo	No de Hombres	Rendimiento h-h o d-h.	Cantidad. horas o días.	Salario hora/día	Factor prest..	Sub-total
Colado	10	6.m3/hr.	0.7 h	78.70/hr.	1.90	¢104.67
Total						¢104.67

Herramienta y equipo.	Cant.	Cant. de horas	Costo Día / hr.	Subtotal
Vibrador	1	0.70	¢21.43/hr.	¢ 15.00
Bomba	1	0.70	¢129.14/hr.	¢90.4+¢84.5/uso
Total				¢189.90

Factor de herramientas	%=3.6	Tot * %: 0.036 x ¢104.67	¢ 3.77
-------------------------------	-------	--------------------------	--------

Factor de transporte	%=6.4	Tot. * %: 0.064x¢4685.89	¢299.90
-----------------------------	-------	--------------------------	---------

Total=¢ 5782.88c/u
Costo total = ¢ 92526.08

Tabla 4.16 Ejemplo de cálculo de costo unitario.

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
1	PROYECTO DE TESIS	¢0,00	¢6.832.422,24	¢687.871,34	¢5.844.750,90
2	OBRAS PRELIMINARES	¢0,00	¢10.801,82	¢10.801,82	¢0,00
3	Trámite para alquiler de equipo	¢0,00	¢325,00	¢325,00	¢0,00
4	Chapeo	¢0,00	¢439,68	¢439,68	¢0,00
5	Descapote	¢0,00	¢5.909,52	¢5.909,52	¢0,00
6	Desalojo de ripio	¢0,00	¢4.127,62	¢4.127,62	¢0,00
7	INSTALACIONES PROVISIONALES	¢0,00	¢35.768,19	¢35.768,19	¢0,00
8	Compra de materiales	¢0,00	¢1.975,87	¢1.975,87	¢0,00
9	Preparación y hechura de bodega	¢3.827,89	¢5.887,13	¢5.887,13	¢0,00
10	Barda perimetral	¢11.500,00	¢12.529,62	¢12.529,62	¢0,00
11	Oficinas contratista y supervisión	¢1.730,08	¢2.759,70	¢2.759,70	¢0,00
12	Instalaciones para personal (comedor y vestidores)	¢3.313,57	¢4.343,19	¢4.343,19	¢0,00
13	Talleres	¢3.313,57	¢4.288,23	¢4.288,23	¢0,00
14	Acometida eléctrica	¢990,64	¢1.235,72	¢1.235,72	¢0,00
15	Acometida de agua potable y servicios sanitarios	¢1.498,87	¢2.748,73	¢2.748,73	¢0,00
16	TRAZO Y NIVELACIÓN	¢0,00	¢5.766,70	¢5.766,70	¢0,00
17	Trazo	¢0,00	¢3.695,70	¢3.695,70	¢0,00
18	Trazo de ejes del edificio	¢511,00	¢1.341,00	¢1.341,00	¢0,00
19	Trazo de línea de A.P.	¢511,00	¢784,90	¢784,90	¢0,00
20	Trazo de línea de A.N.	¢511,00	¢784,90	¢784,90	¢0,00
21	Trazo de línea de A.L.L.	¢511,00	¢784,90	¢784,90	¢0,00
22	Nivelación	¢511,00	¢2.071,00	¢2.071,00	¢0,00

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
23	EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES	¢0,00	¢82.415,33	¢82.415,33	¢0,00
24	Excavación de zapatas	¢0,00	¢36.275,14	¢36.275,14	¢0,00
25	Excavación de soleras SF	¢0,00	¢9.893,22	¢9.893,22	¢0,00
26	Excavación de tensores	¢0,00	¢6.595,48	¢6.595,48	¢0,00
27	Restitución de material	¢5.453,75	¢8.002,62	¢8.002,62	¢0,00
28	Desalojo de ripio	¢0,00	¢1.648,87	¢1.648,87	¢0,00
29	CONCRETO ESTRUCTURAL	¢0,00	¢2.833.449,50	¢572.744,30	¢2.080.705,20
30	PREPARACIÓN DE ARMADURIA	¢0,00	¢551.385,38	¢193.034,84	¢358.350,54
31	Compra de materiales y alquiler de equipo	¢0,00	¢4.479,36	¢4.479,36	¢0,00
32	hechura de helados	¢1.500,00	¢1.904,89	¢1.904,89	¢0,00
33	Armaduria para zapatas	¢81.838,24	¢100.193,14	¢100.193,14	¢0,00
34	Soleras de fundación	¢5.269,17	¢6.618,80	¢6.618,80	¢0,00
35	Tensores	¢14.165,24	¢15.514,87	¢15.514,87	¢0,00
36	Vigas (1er entrepiso)	¢131.117,69	¢160.809,44	¢64.323,78	¢96.485,66
37	Escaleras (1er nivel)	¢609,75	¢1.284,55	¢0,00	¢1.284,55
38	Vigas (2° entrepiso)	¢131.117,69	¢160.809,44	¢0,00	¢160.809,44
39	Escaleras (2° nivel)	¢609,75	¢1.284,55	¢0,00	¢1.284,55
40	Vigas de cubierta	¢51.753,13	¢59.850,88	¢0,00	¢59.850,88
41	Viga canal	¢17.107,86	¢22.506,36	¢0,00	¢22.506,36
42	Columnas C-6	¢4.975,60	¢7.135,00	¢0,00	¢7.135,00
43	Parapeto	¢5.755,00	¢8.994,10	¢0,00	¢8.994,10
44	COLOCACIÓN DE ARMADURÍA	¢0,00	¢585.211,85	¢132.532,35	¢452.679,50

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
45	De zapatas y columnas del (1er nivel)	¢91.041,95	¢104.808,13	¢104.808,13	¢0,00
46	Nervios,Sf y tensores	¢6.130,22	¢27.724,22	¢27.724,22	¢0,00
47	Vigas y losas (1° entrepiso)	¢35.169,75	¢61.892,19	¢0,00	¢61.892,19
48	Colocación de helados (1er entrepiso)	¢0,00	¢219,84	¢0,00	¢219,84
49	Escaleras (1er nivel)	¢0,00	¢337,40	¢0,00	¢337,40
50	Columnas y nervios (2° nivel)	¢102.665,43	¢110.695,69	¢0,00	¢110.695,69
51	Vigas y losas (2° entrepiso)	¢35.169,75	¢61.892,19	¢0,00	¢61.892,19
52	Colocac de helados (2° entrepiso)	¢0,00	¢219,84	¢0,00	¢219,84
53	Escaleras (2° nivel)	¢0,00	¢337,40	¢0,00	¢337,40
54	Columnas y nervios (3er nivel)	¢134.920,01	¢158.068,00	¢0,00	¢158.066,00
55	Colocación de helados (3er nivel)	¢0,00	¢230,84	¢0,00	¢230,84
56	Vigas y losa de cubierta	¢35.169,75	¢55.414,05	¢0,00	¢55.414,05
57	Columnas C-6	¢0,00	¢1.349,63	¢0,00	¢1.349,63
58	Viga canal	¢0,00	¢944,73	¢0,00	¢944,73
59	Parapeto	¢0,00	¢1.079,70	¢0,00	¢1.079,70
60	ENCOFRADOS Y COLADOS	¢0,00	¢1.498.852,27	¢247.177,11	¢1.248.675,16
61	Prep. y moldeado de pedestales,SF,tensores	¢9.515,89	¢11.135,45	¢11.135,45	¢0,00
62	Colado de zapatas	¢186.402,00	¢195.211,70	¢195.211,70	¢0,00
63	Colado de pedestales, soleras y tensores	¢36.365,11	¢40.829,98	¢40.829,98	¢0,00
64	Compactación de fundaciones.	¢95.801,80	¢116.749,19	¢0,00	¢116.749,19
65	Prep. y moldeado de columnas de (1er nivel)	¢13.633,05	¢27.804,20	¢0,00	¢27.804,20
66	Colado de columnas (1er nivel).	¢48.252,06	¢54.889,34	¢0,00	¢54.889,34

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
67	Prep. y moldeado de vigas y losa (1° entrepiso)	¢60.872,25	¢117.989,69	¢0,00	¢117.989,69
68	Colado de vigas y losa (1er entrepiso)	¢149.152,72	¢155.162,96	¢0,00	¢155.162,96
69	Prep. y moldeado de losa escaleras (1er nivel)	¢247,69	¢1.088,69	¢0,00	¢1.088,69
70	Colado de losa de escaleras (1er. Nivel)	¢825,40	¢2.205,90	¢0,00	¢2.205,90
71	Prep. y moldeado de columnas (2° nivel)	¢13.633,05	¢27.804,20	¢0,00	¢27.804,20
72	Colado de columnas (2° nivel)	¢48.252,06	¢54.889,34	¢0,00	¢54.889,34
73	Prep. y moldeado de vigas y losa (2° entrepiso)	¢60.872,25	¢112.159,28	¢0,00	¢112.159,28
74	Colado de vigas y losa de 2° entrepiso	¢149.152,72	¢155.162,96	¢0,00	¢155.162,96
75	Prep y moldeado de losa escaleras (2° nivel)	¢247,69	¢1.088,69	¢0,00	¢1.088,69
76	Colado de losa de escaleras (2° nivel)	¢825,40	¢2.241,09	¢0,00	¢2.241,09
77	Prep y moldeado de columnas (3er nivel)	¢24.433,50	¢38.604,65	¢0,00	¢38.604,65
78	Colado de columnas (3er nivel)	¢67.269,80	¢73.907,08	¢0,00	¢73.907,08
79	Prep y moldeado de vigas y losa de cubierta	¢30.997,80	¢72.158,76	¢0,00	¢72.158,76
80	Prep y moldeado de viga canal	¢17.334,24	¢19.234,78	¢0,00	¢19.234,78
81	Prep y moldeado de columnas C-6 y parapeto	¢10.005,87	¢15.051,87	¢0,00	¢15.051,87
82	Colado de vigas y losa de cubierta,viga canal,C-6 y parapeto	¢189.706,89	¢201.482,49	¢0,00	¢201.482,49
83	LOSAS Y ELEMENTOS PREFABRICADOS	¢0,00	¢518.763,37	¢0,00	¢518.763,37
84	Compra de viguetas y losetas	¢0,00	¢35.547,60	¢0,00	¢35.547,60
85	Coloc de viguetas y losetas (1er entrepiso)	¢181.935,00	¢193.900,32	¢0,00	¢193.900,32
86	Hechura y coloc de bastones para losa (1er entrepiso)	¢1.764,00	¢1.797,74	¢0,00	¢1.797,74
87	Hechura y coloc de refuerzo por temperatura (1er entrepiso)	¢10.721,76	¢15.580,41	¢0,00	¢15.580,41
88	Colado de topping de concreto (1er entrepiso)	¢24.147,64	¢28.833,72	¢0,00	¢28.833,72

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
89	Colocac de viguetas y losetas (2º entrepiso)	¢181.935,00	¢196.891,65	¢0,00	¢196.891,65
90	Hechura y colocac de bastones (2º entrepiso)	¢1.764,10	¢1.797,84	¢0,00	¢1.797,84
91	hechura y coloc de refuerzo por temperatura (2º entrepiso)	¢10.721,76	¢15.580,41	¢0,00	¢15.580,41
92	Colado de topping de concreto (2º entrepiso)	¢24.147,60	¢28.833,68	¢0,00	¢28.833,68
93	PAREDES	¢0,00	¢785.330,29	¢0,00	¢785.330,29
94	Compra de materiales y alquiler de equipo	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
95	Paredes de 10X20X40 (1er nivel)	¢1.181,03	¢1.572,84	¢0,00	¢1.572,84
96	Paredes de 15X20X40 (1er nivel)	¢73.201,90	¢78.599,55	¢0,00	¢78.599,55
97	Paredes de 20X20X40 (1er nivel)	¢1.347,30	¢1.779,11	¢0,00	¢1.779,11
98	Solera intermedia de escaleras (1er nivel)	¢940,02	¢1.300,47	¢0,00	¢1.300,47
99	Solera y nervios de bloque (1er nivel)	¢83.250,00	¢71.773,27	¢0,00	¢71.773,27
100	Anclaje de paredes (1er nivel)	¢473,90	¢1.553,58	¢0,00	¢1.553,58
101	Sellado de juntas en paredes (1er nivel)	¢3.163,40	¢6.154,70	¢0,00	¢6.154,70
102	Paredes de 10X20X40 (2º nivel)	¢1.266,07	¢1.633,39	¢0,00	¢1.633,39
103	Paredes de 15X20X40 (2º nivel)	¢73.201,90	¢78.599,55	¢0,00	¢78.599,55
104	Paredes de 20X20X40 (2º nivel)	¢1.317,36	¢1.722,18	¢0,00	¢1.722,18
105	Solera intermedia de escaleras (2º nivel)	¢940,02	¢1.861,09	¢0,00	¢1.861,09
106	Solera y nervios de bloque (2º nivel)	¢80.000,00	¢69.290,01	¢0,00	¢69.290,01
107	Anclaje de paredes (2º nivel)	¢473,90	¢1.688,54	¢0,00	¢1.688,54
108	Sellado de juntas en paredes (2º nivel)	¢3.163,40	¢6.154,70	¢0,00	¢6.154,70
109	Paredes de 10X20X40 (3er nivel)	¢657,18	¢1.024,50	¢0,00	¢1.024,50
110	Paredes de 15X20X40 (3er nivel)	¢73.201,90	¢78.599,55	¢0,00	¢78.599,55

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
111	Paredes de 20X20X40 (3er nivel)	¢1.317,36	¢1.730,43	¢0,00	¢1.730,43
112	Solera y nervios de bloque (3er nivel)	¢60.000,00	¢66.608,85	¢0,00	¢66.608,85
113	Anclaje de paredes (3er nivel)	¢473,90	¢1.823,50	¢0,00	¢1.823,50
114	Sellado de juntas en paredes (3er nivel)	¢3.163,40	¢11.121,64	¢0,00	¢11.121,64
115	Divisiones de Panelex 1º, 2º y 3er nivel	¢292.792,50	¢298.719,00	¢0,00	¢298.719,00
116	ALBAÑILERÍA	¢0,00	¢162.785,71	¢0,00	¢162.785,71
117	Compra de materiales y alquiler de equipo.	¢0,00	¢1.909,92	¢0,00	¢1.909,92
118	Repello y afinado de paredes interiores (1er nivel)	¢19.200,00	¢23.303,46	¢0,00	¢23.303,46
119	Sisado de paredes exteriores (1er nivel)	¢55,00	¢4.103,03	¢0,00	¢4.103,03
120	Afinado de columnas y vigas exteriores (1er nivel)	¢3.986,00	¢6.415,07	¢0,00	¢6.415,07
121	Repello y afinado de baños (1er nivel)	¢2.267,90	¢3.887,28	¢0,00	¢3.887,28
122	Enchapado de baños (1er nivel)	¢12.096,00	¢13.565,30	¢0,00	¢13.565,30
123	Forjado de gradas (1er nivel)	¢1.813,20	¢2.952,74	¢0,00	¢2.952,74
124	Repello y afinado de paredes interiores (2º nivel)	¢19.200,00	¢23.303,46	¢0,00	¢23.303,46
125	Sisado de paredes exteriores (2º nivel)	¢55,00	¢3.003,83	¢0,00	¢3.003,83
126	Afinado de columnas y vigas exteriores (2º nivel)	¢3.986,00	¢8.034,62	¢0,00	¢8.034,62
127	Repello y afinado de baños (2º nivel)	¢2.277,60	¢4.706,67	¢0,00	¢4.706,67
128	Enchapado de baños (2º nivel)	¢12.096,00	¢13.252,04	¢0,00	¢13.252,04
129	Forjado de gradas (2º nivel)	¢1.813,20	¢2.969,24	¢0,00	¢2.969,24
130	Repello y afinado de paredes interiores (3er nivel)	¢19.200,00	¢23.303,46	¢0,00	¢23.303,46
131	Sisado de paredes exteriores (3er nivel)	¢55,00	¢4.103,03	¢0,00	¢4.103,03
132	Afinado de columnas vigas exteriores y parapeto (3er nivel)	¢3.986,00	¢7.224,76	¢0,00	¢7.224,76

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
133	Repello y afinado de baños (3er nivel)	¢2.277,60	¢3.677,14	¢0,00	¢3.677,14
134	Enchapado de baños (3er nivel)	¢12.096,00	¢13.070,66	¢0,00	¢13.070,66
135	CUBIERTA DE TECHO Y CIELO FALSO	¢0,00	¢455.205,36	¢0,00	¢455.205,36
136	Compra de materiales y alquiler de equipo.	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
137	Preparación de viga maconber VM-1 y polines P-1	¢129.800,00	¢141.260,82	¢0,00	¢141.260,82
138	Elaboración de placa de apoyo para VM-1	¢4.361,40	¢4.645,35	¢0,00	¢4.645,35
139	Colocación de VM-1	¢0,00	¢2.846,85	¢0,00	¢2.846,85
140	Colocación de polines P-1	¢0,00	¢4.744,75	¢0,00	¢4.744,75
141	Colocación de cubierta de techo	¢71.200,00	¢79.279,75	¢0,00	¢79.279,75
142	Instalación de cielo falso	¢202.328,50	¢220.408,00	¢0,00	¢220.408,00
143	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	¢0,00	¢300.318,16	¢0,00	¢300.318,16
144	RED DE AGUA POTABLE	¢0,00	¢13.807,50	¢0,00	¢13.807,50
145	Compra de tuberías y accesorios	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
146	Excavaciones para tuberías	¢0,00	¢219,84	¢0,00	¢219,84
147	Instalación de tubería de 1/2" y 3/4"	¢3.328,50	¢3.598,83	¢0,00	¢3.598,83
148	Compactación sobre tubería	¢491,15	¢1.895,99	¢0,00	¢1.895,99
149	Instalación de subida A.P.3/4" en paredes (1er nivel)	¢377,50	¢647,83	¢0,00	¢647,83
150	Instalación de tuberías 1/2" en losa (1er entrepiso)	¢1.363,68	¢1.634,01	¢0,00	¢1.634,01
151	Instalación de subida de A.P.3/4" en paredes (2º nivel)	¢377,50	¢647,83	¢0,00	¢647,83
152	Instalación de tuberías 1/2" en losa (2º entrepiso)	¢1.363,68	¢1.634,01	¢0,00	¢1.634,01
153	Prueba hidrostática	¢0,00	¢270,33	¢0,00	¢270,33
154	Conexión de acometida principal	¢1.212,00	¢1.238,99	¢0,00	¢1.238,99

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
155	DRENAJE DE AGUAS NEGRAS	¢0,00	¢76.055,72	¢0,00	¢76.055,72
156	Compra de tubería y accesorios	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
157	Excavación para tuberías y cajas de conexión	¢0,00	¢1.385,05	¢0,00	¢1.385,05
158	Colocación de tubería (1er nivel)	¢4.093,80	¢5.319,33	¢0,00	¢5.319,33
159	Construcción de cajas de conexión	¢905,92	¢1.640,57	¢0,00	¢1.640,57
160	Compactación sobre tuberías y cajas	¢3.523,55	¢4.644,78	¢0,00	¢4.644,78
161	Excavación para pozos de visita	¢0,00	¢560,62	¢0,00	¢560,62
162	Instalación de artefactos sanitarios (1er nivel)	¢11.679,65	¢11.760,75	¢0,00	¢11.760,75
163	Colocación de bajadas de 6" (1er nivel)	¢1.294,05	¢1.416,59	¢0,00	¢1.416,59
164	Colocación de tubería de drenaje de 6" (1er entrepiso)	¢4.469,86	¢4.960,03	¢0,00	¢4.960,03
165	Instalación de artefactos sanitarios (2º nivel)	¢11.679,65	¢12.378,69	¢0,00	¢12.378,69
166	Colocación de bajadas de 6" (2º nivel)	¢1.294,05	¢1.419,34	¢0,00	¢1.419,34
167	Colocación de tubería de drenaje de 4" (2º entrepiso)	¢4.469,86	¢4.503,65	¢0,00	¢4.503,65
168	Instalación de artefactos sanitarios (3er nivel)	¢11.689,65	¢12.450,15	¢0,00	¢12.450,15
169	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	¢1.500,00	¢2.309,78	¢0,00	¢2.309,78
170	Revisión de pendiente en la red	¢0,00	¢190,13	¢0,00	¢190,13
171	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	¢8.988,50	¢9.096,42	¢0,00	¢9.096,42
172	DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS	¢0,00	¢210.454,94	¢0,00	¢210.454,94
173	Compra de tubería y accesorios	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
174	Excav/ tuberías, pozo de visita, cajas tragantes y de conexión	¢0,00	¢18.027,27	¢0,00	¢18.027,27
175	Instalación de tubería Ribloc de 8" y 18"	¢126.872,00	¢132.954,43	¢0,00	¢132.954,43
176	Construcción de cajas tragantes y de conexión	¢14.476,00	¢18.274,45	¢0,00	¢18.274,45

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
177	Compactación sobre tubería y cajas de conexión	¢10.000,00	¢17.378,19	¢0,00	¢17.378,19
178	Colocación de bajadas rectangulares	¢7.818,65	¢8.820,99	¢0,00	¢8.820,99
179	Construcción de pozo de visita (H=2mts)	¢1.500,00	¢2.174,81	¢0,00	¢2.174,81
180	Conexión de tubería al sistema de alcantarillado público	¢10.670,00	¢10.804,96	¢0,00	¢10.804,96
181	CONSTRUCCIÓN DE PISOS	¢0,00	¢420.821,51	¢0,00	¢420.821,51
182	Compra de materiales	¢0,00	¢2.030,84	¢0,00	¢2.030,84
183	preparación de terrazo bajo piso	¢23.165,27	¢39.653,97	¢0,00	¢39.653,97
184	Colocación de piso (1er nivel)	¢110.295,97	¢118.269,32	¢0,00	¢118.269,32
185	Colocación de zócalo (1er nivel)	¢3.324,00	¢4.943,55	¢0,00	¢4.943,55
186	Colocación de piso y zócalo en escaleras (1er nivel)	¢3.413,00	¢3.847,91	¢0,00	¢3.847,91
187	Colocación de piso (2º nivel)	¢110.295,97	¢118.269,32	¢0,00	¢118.269,32
188	Colocación de zócalo (2º nivel)	¢3.639,00	¢5.258,55	¢0,00	¢5.258,55
189	Colocación de piso y zócalo en escaleras (2º nivel)	¢3.413,00	¢3.847,91	¢0,00	¢3.847,91
190	Colocación de piso (3er nivel)	¢110.295,97	¢117.991,82	¢0,00	¢117.991,82
191	Colocación de zócalo (3er nivel)	¢3.639,00	¢5.258,55	¢0,00	¢5.258,55
192	Limpieza y pulido de pisos	¢1.120,00	¢1.449,77	¢0,00	¢1.449,77
193	INSTALACIÓN ELECTRICA	¢0,00	¢717.519,41	¢0,00	¢717.519,41
194	Compra de materiales	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
195	Colocación de ductos en paredes (1er nivel)	¢78,08	¢348,41	¢0,00	¢348,41
196	Colocación de ductos en losa (1er entrepiso)	¢1.134,65	¢1.404,98	¢0,00	¢1.404,98
197	Colocación de ductos en paredes (2º nivel)	¢84,94	¢355,27	¢0,00	¢355,27
198	Colocación de ductos en losa (2º entrepiso)	¢1.025,25	¢1.295,58	¢0,00	¢1.295,58

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
199	Colocación de ductos en paredes (3er nivel)	¢137,25	¢407,58	¢0,00	¢407,58
200	Colocación de ductos en losa de cubierta y estructura de techo	¢1.378,76	¢1.649,09	¢0,00	¢1.649,09
201	Alambrado en 1º, 2º y 3er nivel	¢20.079,93	¢25.486,43	¢0,00	¢25.486,43
202	Instalación de tablero, subtablero y transformador	¢243.000,00	¢243.825,65	¢0,00	¢243.825,65
203	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (1er nivel)	¢98.810,00	¢97.350,65	¢0,00	¢97.350,65
204	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (2º nivel)	¢117.850,00	¢118.390,65	¢0,00	¢118.390,65
205	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes (3er nivel)	¢89.427,60	¢89.968,25	¢0,00	¢89.968,25
206	Instalación de luminarias exteriores	¢38.645,00	¢38.915,33	¢0,00	¢38.915,33
207	Instalación de ductos para red telefónica	¢259,98	¢395,14	¢0,00	¢395,14
208	Instalación de ductos para red informática	¢350,50	¢418,08	¢0,00	¢418,08
209	Alambrado para red telefónica	¢13.444,00	¢13.714,33	¢0,00	¢13.714,33
210	Alambrado para red informática	¢8.603,00	¢8.873,33	¢0,00	¢8.873,33
211	Excavación para red de tierra, tendido subterráneo y postes	¢0,00	¢329,76	¢0,00	¢329,76
212	Instalación de red tierra, tendido subterráneo y postes	¢2.000,00	¢2.380,25	¢0,00	¢2.380,25
213	Compactación sobre red tierra y tendido subterráneo	¢0,00	¢439,68	¢0,00	¢439,68
214	Conexión a subestación eléctrica y pruebas	¢88.995,80	¢89.551,13	¢0,00	¢89.551,13
215	PUERTAS Y VENTANAS	¢0,00	¢141.814,30	¢0,00	¢141.814,30
216	Compra de materiales	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
217	Preparación y hechura de puertas de madera	¢56.414,20	¢80.707,80	¢0,00	¢80.707,80
218	Preparación y hechura de puerta metálica	¢856,07	¢1.542,99	¢0,00	¢1.542,99
219	Instalación de puertas de madera	¢0,00	¢6.073,35	¢0,00	¢6.073,35
220	Instalación de puerta metálicas	¢0,00	¢295,64	¢0,00	¢295,64

Tabla 4.17 Asignación de Costos.

Id	Nombre de tarea	Costo fijo	Costo total	Real	Restante
221	Instalación de puerta de vidrio	¢5.058,00	¢5.190,67	¢0,00	¢5.190,67
222	Instalación de ventanería	¢35.325,43	¢39.365,32	¢0,00	¢39.365,32
223	Zulaqueado de marcos de ventana	¢2.570,03	¢6.618,89	¢0,00	¢6.618,89
224	PINTURA Y ACABADOS	¢0,00	¢127.989,41	¢0,00	¢127.989,41
225	Compra de materiales	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
226	Hechura y colocación de pasamanos en escaleras	¢4.669,08	¢5.879,99	¢0,00	¢5.879,99
227	Pintura de paredes, vigas y columnas	¢99.810,00	¢107.379,03	¢0,00	¢107.379,03
228	Colocación de espejos en baños	¢500,00	¢769,33	¢0,00	¢769,33
229	Pintura de pasamanos	¢3.389,88	¢3.657,52	¢0,00	¢3.657,52
230	Pintura en bajadas de aguas lluvias	¢526,18	¢1.068,83	¢0,00	¢1.068,83
231	Pintura de parapeto y viga canal	¢6.135,58	¢7.218,87	¢0,00	¢7.218,87
232	OBRAS EXTERIORES	¢0,00	¢127.585,76	¢0,00	¢127.585,76
233	Construcción de aceras	¢43.167,60	¢48.322,39	¢0,00	¢48.322,39
234	Construcción de piso en acceso principal	¢48.335,00	¢55.093,78	¢0,00	¢55.093,78
235	Construcción de rampa de acceso	¢4.278,00	¢5.290,19	¢0,00	¢5.290,19
236	Engramado de jardines exteriores	¢18.000,00	¢18.879,40	¢0,00	¢18.879,40
237	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	¢0,00	¢14.157,92	¢0,00	¢14.157,92
238	Desalojo de ripio	¢0,00	¢2.019,84	¢0,00	¢2.019,84
239	Traslado de instalaciones provisionales	¢0,00	¢11.198,40	¢0,00	¢11.198,40
240	Limpieza general	¢500,00	¢939,68	¢0,00	¢939,68

4.3.5 Definición del calendario laboral.

Antes de definir el calendario laboral del proyecto, es necesario conocer la distribución de la jornada laboral diaria. Revisando la cláusula 9 del Laudo Arbitral, se determina que la jornada laboral correspondiente a una catorcena debe completar un total de 78 horas.

Para el caso del proyecto en estudio se hará la distribución de horas que es comúnmente utilizada por las Empresas Constructoras en nuestro medio.

Semana No 1, denominada: “de resago”:

De Lunes a Viernes: De 8:00 a 12:00 m. y de 1:00 a 4:00 p.m.

Sábado: De 8:00 a 12:00 m y de 1:00 a 5:00 p.m.

Semana No 2, denominada “de pago”:

De Lunes a Viernes: De 8:00 a 12:00 m y de 1:00 a 4:00 p.m.

Luego de haber determinado la jornada laboral diaria, se definirá el calendario laboral a partir del conocimiento del periodo de ejecución del proyecto, el cual queda establecido al momento de hacer las vinculaciones y la asignación de los recursos que representan la fuerza de trabajo (mano de obra y equipo).

En ésta etapa es muy importante mencionar que debido a que el proyecto en estudio ya fue ejecutado, el periodo de ejecución de la obra está sujeto a la fecha de inicio predeterminada por MS Project, la cual corresponde al momento en que el archivo es creado. Empero, si la fecha de inicio del proyecto no corresponde a la fecha de creación del programa de trabajo, es posible modificarla de la siguiente manera:

- Para cambiar la fecha de inicio o fin del proyecto.

1. En el menú **Proyecto**, haga clic en **Información del proyecto**.
2. Escriba una fecha de comienzo o de fin
 - Si la fecha a modificar es la de comienzo, escribala en el cuadro **Fecha de comienzo**.
 - Para escribir una fecha de fin, haga clic en **Fecha de fin de proyecto** en el cuadro **Programar a partir de**, y a continuación, escriba la fecha en el cuadro **Fecha de fin**.

Un aspecto relevante sobre esta función es que no es posible introducir ambas fechas; esto es la de inicio y finalización, porque se genera un conflicto en el cálculo del periodo de ejecución.

Para determinar el calendario laboral del proyecto es necesario conocer los días de descanso semanal, asueto, días festivos y vacaciones comprendidos dentro del periodo de ejecución, logrando con esto definir los días efectivos a utilizar para el desarrollo de la obra. Los días de descanso semanal quedan definidos por la jornada laboral diaria y por la calendarización de actividades. El resto de días considerados no laborables se muestran en el siguiente cuadro, donde se incluyen vacaciones, días festivos y días de asueto.

Mes/año	Agosto/00	Sept./00	Nov./00	Dic./00	Enero/01	Abril/01
Días	3,6	15	2	25	1, 26	12,13,14

Tabla 4.18 Días festivos, vacaciones y días de asueto del proyecto.

El calendario estándar que maneja el programa, muestra todos los días de semana como laborales y los fines de semana como no laborales; la jornada laboral es de 8:00

a.m. a 5:00 p.m. con descanso de 2:00 p.m. a 3:00 p.m.

Para modificar el calendario del proyecto:

1. En el menú **Herramientas** haga clic en **Cambiar calendario laboral**.
2. En el calendario, seleccione las casillas que representan los días de semana que son laborables (L, M, M, J, V).
3. Haga clic en **Período laboral** y establezca la jornada correspondiente en los cuadros **Desde** y **Hasta**.
4. Haga el mismo proceso para los días sábados que serán laborales.
5. Haga clic en **Período no laborable** y seleccione las fechas de los días establecidos como no laborables de la tabla 4.16. elija **Aceptar**.

La figura 4.4 muestra el calendario del proyecto para el mes de enero del 2001.

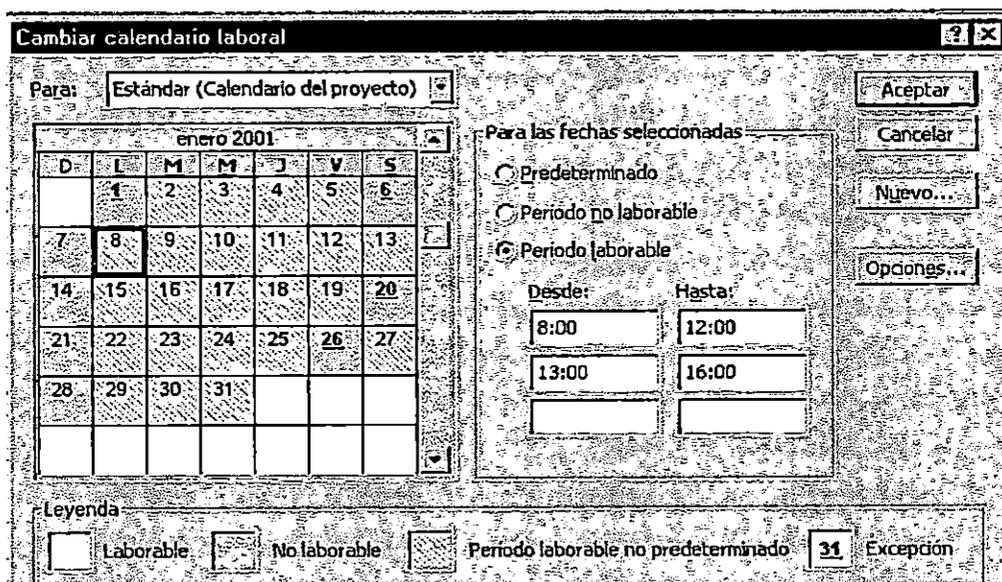


Fig 4.4 Cambio en calendario laboral.

4.3.6. Asignar delimitaciones predeterminadas a las actividades.

La asignación de delimitaciones es útil cuando se requiere ejecutar actividades que

deben comenzar o finalizar en una fecha específica. La restricción de actividades a fechas específicas y la forma en que MS Project aplica dichas restricciones fue explicado en el apartado 3.5. El caso de estudio no posee delimitaciones inflexibles, debido a que en la programación no se consideraron actividades con delimitaciones a fechas específicas, por tanto, las tareas que se encuentran vinculadas entre sí sufrirán cambios en su programación cuando comiencen o finalicen en una fecha diferente de la prevista.

4.3.7 Presentación de los Diagramas de Gantt y PERT.

En este apartado se explicará la forma en que MS Project muestra éstos diagramas y las características que poseen cada uno de ellos; de igual forma se presentan los diagramas para el caso de estudio.

4.3.7.1 Diagrama de Gantt.

Luego de realizar las etapas anteriores e introducido la información del proyecto, es decir el listado de actividades, duraciones, vinculaciones, asignación de recursos y costos, es posible mostrar el Diagrama de Gantt del proyecto, el cual permite visualizar el estado de cada actividad.

Las características del diagrama son las siguientes:

- Muestra las tareas y subtareas en forma de barra; dichas barras pueden ser personalizadas cambiando el ancho o el color. Las actividades de la Ruta Crítica se representan en un color diferente, generalmente rojo; empero, también pueden ser personalizadas con la tabla **Estilos de barras** del menú **Formato**.
- Al efectuar las vinculaciones de una actividad con sus predecesoras, las barras aparecen conectadas con flechas, sin importar que las predecesoras se encuentren

ubicadas abajo de la actividad en el listado; esto quiere decir, que el criterio utilizado para ordenar las actividades al crear el listado no condiciona las vinculaciones. El estilo de las líneas de vínculos se puede modificar en el cuadro **Diseño del menú Formato**.

- Es posible mostrar información acerca de las actividades, por ejemplo: el nombre de la actividad o los recursos, porcentaje de duración y de trabajo completado, fechas de comienzo y situarlos arriba, abajo, a la derecha, o a la izquierda de las barras de Gantt utilizando la ficha **Texto** de la tabla **Estilos de barra** del menú **Formato**.
- Cuando se ha guardado el archivo con **Línea de base** y a medida se va desarrollando cada actividad, es posible mostrar el porcentaje completado por medio de una barra de color negro al interior de la barra de Gantt, cuando dicho porcentaje asciende al 100%, aparecerá un símbolo \checkmark de verificación en el campo **Identificador** ubicado a la izquierda del campo **Nombres**.
- El Diagrama de Gantt, muestra una escala temporal que presenta dos componentes, una escala principal en la parte superior y una escala secundaria debajo de ésta; con la escala temporal es posible determinar el nivel de detalle, con respecto al tiempo, con que se muestran las barras de Gantt; por tanto, puede ser modificado en la ficha **Escala temporal** del cuadro **Escala temporal** del menú **Formato**.
- Dependiendo de la tabla que se elija, la información presentada en los campos de la vista del Diagrama de Gantt, será diferente y de interés para el análisis de la

programación. A continuación se describen los tipos de tablas que presenta el programa:

- Tabla de entrada: muestra la duración, fechas de inicio y finalización, predecesoras, recursos asignados.
- Costos: muestra el costo fijo, la forma en que se acumulan éstos , el costo total, el costo previsto, el costo real, y la diferencia entre ellos.
- Resumen: muestra las fechas de inicio y finalización previstas, el porcentaje completado y el costo de cada actividad.

El resto de tablas que se pueden mostrar se eligen en el menú **Ver**, de la barra de **Herramientas**.

En la figura 4.5 se presenta el Diagrama de Gantt del proyecto de aplicación, donde además se muestra la tabla de **Entrada** que incluye la información referente a las duraciones, fechas de inicio y finalización, vinculaciones (dependencias) y recursos asignados para cada actividad.

4.3.7.2 Diagrama PERT.

Una de las ventajas de la utilización del programa es que permite realizar ambos diagramas, (Gantt y PERT), una vez realizada la Planificación y la Programación de la obra. La presentación de tales Diagramas se procesan en las vistas respectivas (vista de Diagrama de Gantt y PERT respectivamente), por lo tanto reduce el tiempo de trabajo, brindando más tiempo para el análisis de la programación. Para MS Project el Diagrama PERT se define como una vista gráfica de las dependencias entre las actividades de la programación de un proyecto; representa cada actividad con un cuadro llamado **nodo**.

MS Project determina las actividades que conforman la Ruta Crítica de forma automática, en función de las vinculaciones, tiempos de adelanto o retraso, asignación de recursos y sus duraciones. De forma predeterminada en el Diagrama de Gantt se puede visualizar la Ruta Crítica (con barras de color rojo) combinada con las actividades no críticas (barras azules); esto se verificó en el apartado 4.3.7.1. Sin embargo cuando es necesario realizar un análisis para reducir la programación, lo recomendable es examinar las actividades críticas; esta acción es posible realizarla aplicando un filtro para tareas críticas lo cual presentará en la vista del Diagrama de Gantt el listado de las actividades que forman la Ruta Crítica y su correspondiente esquema. El proceso a seguir para la revisión de la Ruta Crítica es el siguiente:

Para revisar la Ruta Crítica.

1. Si se encuentra en otra vista, haga clic en la vista **Diagrama de Gantt**.
2. En el menú **Proyecto**, señale **Filtro para** y haga clic en el filtro **tareas críticas**.

El listado de las actividades críticas del proyecto de aplicación se presentan en la tabla 4.19, y su correspondiente diagrama se puede visualizar en el Diagrama de Gantt presentado en el apartado anterior.

4.4 CONTROL Y MONITOREO.

Al momento de iniciar la construcción de la obra se debe contar con un plan de control y seguimiento, con el objeto de revisar si el desarrollo del proyecto se realiza conforme a lo planeado; por tanto, es necesario tener un parámetro de comparación entre

Tabla 4.19 Actividades Críticas.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
1	PROYECTO DE TESIS	203,69 días	lu 24/07/00	ju 24/05/01	
29	CONCRETO ESTRUCTURAL	150,5 días	lu 07/08/00	ma 20/03/01	
44	COLOCACIÓN DE ARMADURÍA	139,5 días	ma 15/08/00	ma 13/03/01	
47	Vigas y losas (1º entrepiso)	12 días	vi 20/10/00	mi 08/11/00	37;67
50	Columnas y nervios (2º nivel)	7 días	vi 27/10/00	mi 08/11/00	47FC-7 días
51	Vigas y losas (2º entrepiso)	12 días	mi 20/12/00	mi 10/01/01	48;49;73
54	Columnas y nervios (3er nivel)	7 días	mi 10/01/01	vi 19/01/01	51
60	ENCOFRADOS Y COLADOS	138,5 días	ju 24/08/00	ma 20/03/01	
64	Compactación de fundaciones.	12 días	lu 04/09/00	vi 22/09/00	63FC+1 día
65	Prep. y moldeado de columnas de (1er nivel)	7 días	ju 14/09/00	ma 26/09/00	64CC+8 días
68	Colado de columnas (1er nivel).	1,5 días	lu 25/09/00	mi 27/09/00	65FC-1 día
67	Prep. y moldeado de vigas y losa (1º entrepiso)	16 días	mi 27/09/00	vi 20/10/00	66
68	Colado de vigas y losa (1er entrepiso)	1 día	mi 08/11/00	ju 09/11/00	50
71	Prep. y moldeado de columnas (2º nivel)	7 días	vi 17/11/00	ma 28/11/00	68FC+5 días
72	Colado de columnas (2º nivel)	1,5 días	vi 24/11/00	ma 28/11/00	71FC-1 día
73	Prep. y moldeado de vigas y losa (2º entrepiso)	16 días	ma 28/11/00	mi 20/12/00	72
74	Colado de vigas y losa de 2º entrepiso	1 día	vi 19/01/01	lu 22/01/01	54
76	Colado de losa de escaleras (2º nivel)	0,4 días	lu 22/01/01	lu 22/01/01	74FF
93	PAREDES	128,7 días	ju 09/11/00	ma 22/05/01	
110	Paredes de 15X20X40 (3er nivel)	10 días	lu 12/03/01	lu 26/03/01	189
112	Solera y nervios de bloque (3er nivel)	11 días	lu 12/03/01	ma 27/03/01	110CC
116	ALBAÑILERÍA	99,7 días	vi 17/11/00	mi 18/04/01	

Tabla 4.19 Actividades Críticas.

Id	ACTIVIDADES	Duración	Inicio	Fin	Dependencias
129	Forjado de gradas (2º nivel)	1,5 días	ma 30/01/01	ju 01/02/01	76FC+5 días
130	Repello y afinado de paredes interiores (3er nivel)	5 días	ma 27/03/01	mi 04/04/01	112
132	Afinado de columnas vigas exteriores y parapeto (3er nivel)	4 días	mi 04/04/01	ma 10/04/01	130
133	Repello y afinado de baños (3er nivel)	2 días	ma 10/04/01	lu 16/04/01	132
134	Enchapado de baños (3er nivel)	1,5 días	lu 16/04/01	mi 18/04/01	133
181	CONSTRUCCIÓN DE PISOS	108,1 días	lu 11/12/00	mi 23/05/01	
187	Colocación de piso (2º nivel)	22 días	ju 01/02/01	ma 06/03/01	129
188	Colocación de zócalo (2º nivel)	3 días	ma 06/03/01	vi 09/03/01	187
189	Colocación de piso y zócalo en escaleras (2º nivel)	1,2 días	vi 09/03/01	lu 12/03/01	188
190	Colocación de piso (3er nivel)	19 días	mi 18/04/01	ma 15/05/01	134
237	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	7 días	ma 15/05/01	ju 24/05/01	
238	Desalojo de ripio	1 día	ma 15/05/01	mi 16/05/01	190
239	Traslado de instalaciones provisionales	5 días	mi 16/05/01	mi 23/05/01	238
240	Limpieza general	1 día	mi 23/05/01	ju 24/05/01	239

duraciones reales y previstas, asignación de recursos, fechas de comienzo y finalización; para ello el programa ofrece un comando denominado: **Línea de base**, el cual permite revisar la información inicial del proyecto en cualquier momento y compararlo con los datos reales, lo que permite efectuar un seguimiento del avance de la obra. Para realizar esto, MS Project utiliza la función **Porcentaje completado**. Por otro lado, existe una función de mucha utilidad que es la presentación de las **Estadísticas del proyecto**, donde MS Project muestra un resumen del proyecto y permite revisar información sobre las fechas de inicio y finalización, duraciones y cantidad de trabajo realizado, utilizando los conceptos previsto, actual y real. Además presenta la variación entre la fecha actual y prevista; de la misma manera presenta información referente al costo total del proyecto, permitiendo comparar con el presupuesto. Sin embargo, conocer esta información no es suficiente ya que es necesario realizar informes sobre el desarrollo del proyecto para que puedan ser revisados por la gerencia del proyecto, el propietario de la obra o sus representantes; es así como MS Project ofrece esta acción estipulando el tipo de información a presentar y que será explicado en el apartado 4.4.2.

4.4.1 Seguimiento del proyecto.

Para llevar a cabo el seguimiento de la obra, es necesario contar con la colaboración de todo el personal de dirección, obteniendo así la información requerida; para ésta acción existen técnicas de control tales como el uso de Cardex con tarjetas de control para materiales, herramientas, equipos, así como también el control de actividades con fechas de inicio y finalización, donde se anotan las fechas reales (ver apartado 2.3.5.2). Todo esto con el objetivo de verificar que tales actividades se realicen

conforme a lo planeado en la etapa de programación y además permite detectar errores, desviaciones, causas y soluciones de una manera económica.

En MS Project, el primer paso para iniciar el control y monitoreo del proyecto es la implementación de la Línea de base, la cual representa una copia de la programación original del proyecto, las estimaciones de recursos y los costos originales. Sin embargo, esto debe hacerse una vez se ha definido el plan del proyecto y antes que comience éste.

Al establecer una Línea de base, MS Project copia ésta información en los campos **Previstos**. Después de realizar la implementación de la Línea de base, es posible llevar el seguimiento del avance del proyecto por medio del criterio denominado Porcentaje de avance de la duración de las actividades. También es posible revisar la información general del proyecto en el cuadro **Estadísticas** del menú **Proyecto**, donde se irá mostrando los datos completados y restantes en cuanto a duraciones, costos y trabajo del recurso. A continuación se describen dichas funciones del programa que facilitan el control y seguimiento del proyecto:

A) IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE BASE.

Una vez se ha completado la programación, se está listo para configurar el plan previsto a través de la implementación de una Línea de base, que se puede hacer de dos formas: una, al guardar el archivo aparece el asistente para planeación y se le indica que guarde el archivo con Línea de base, la otra forma es haciéndolo manualmente:

Para establecer una Línea de base.

1. En el menú **Herramientas**, señale **Seguimiento**.
2. Haga clic en **Guardar Línea de base** y después en **Proyecto completo**.

Al guardar el archivo del proyecto con Línea de base, sólo se guarda la información prevista; por lo tanto, no será posible abrir y mostrar el plan previsto más adelante; para lograr esto, es necesario guardar una copia de seguridad del archivo al mismo tiempo que se establece la Línea de base.

b) SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DE LA OBRA.

El progreso de la obra se controla indicando el tiempo que se ha trabajado en una actividad. Cuando se introduce la duración real de la tarea, MS Project actualiza la fecha de comienzo real, el porcentaje de la tarea que se ha completado y la duración del trabajo restante en la programación. Si se utiliza la **programación condicionada por el esfuerzo** (ver sección 3.7), el ajuste habrá que realizarlo cambiando la cantidad de trabajo realizado por el recurso a través de sus unidades.

Una vez definida la Línea de base, las fechas previstas se convierten en fechas actuales. De ahí en adelante las fechas previstas, obtenidas de la Línea de base, y las fechas reales, derivadas de la aplicación de técnicas de control, van coincidiendo; a menos que no comiencen en la fecha estimada, de manera que al finalizar el proyecto deben coincidir todas las fechas.

A medida que se realiza el seguimiento de la obra, el Diagrama de Gantt comienza a reflejar la información del progreso. Las barras de Gantt contienen barras de progreso que indican el avance de cada tarea (ver sección 4.3.7.1). Las actividades completadas al 100% son eliminadas de la Ruta Crítica, ya que no van a incidir en la fecha de fin del proyecto. Para actividades que tengan una duración relativamente corta, no es necesario realizar un seguimiento del progreso con tanto detalle; no así en las actividades de

duración mayor. La indicación del porcentaje de avance completado servirá de ayuda para controlar el grado de progreso real frente al plan previsto.

Para el caso de las tareas resumen, su porcentaje completado es calculado según el grado de progreso de sus subtareas.

Para indicar el progreso de una tarea en forma de porcentaje.

1. En la barra de vistas, haga clic en **Diagrama de Gantt**
2. En el campo **Nombre de tarea**, seleccione la tarea que desea actualizar.
3. Haga clic en **Información de la tarea** y, a continuación, elija ficha **General**
4. En el cuadro **Porcentaje completado** escriba un número comprendido entre 0 y 100.

Es muy importante en ésta etapa, auxiliarse de las técnicas de control para determinar el progreso real de la obra como fuente de información para la actualización del plan del proyecto; por tanto, como ejemplo se muestran en la tabla 4.20 algunos datos recavados de las actividades que han sido completadas utilizando dichas técnicas de control.

En muchas ocasiones, cuando se está ejecutando un proyecto, surgen una serie de imprevistos no considerados en las etapas de Planeación y Planificación, que repercuten en el atraso de una o más actividades, y por ende en la finalización prevista del proyecto. En nuestro medio los principales imprevistos que se presentan en las obras Civiles son causadas por inclemencias del tiempo (lluvias), o por falta de materiales en la obra, originados ya sea por escasez del producto, o por no contar con el suficiente capital para adquirirlo. Estos casos representan inconvenientes en la ejecución de actividades que,

INFORME DEL AVANCE DE OBRA.

Proyecto: Edificio de Biblioteca de las Ingenierías y Arquitectura

Responsable del proyecto: _____

Responsable del control: _____

Fecha: 08/08/2000

Partida: Instalaciones Provisionales

TAREAS	PROGRAMACIÓN		FECHA REAL		% AVANCE	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	INICIO	FIN		
No 8	29/7/00	31/7/00	29/7/00	31/7/00	100%	
No 9	31/7/00	02/8/00	31/7/00	02/8/00	100%	
No 10	31/7/00	01/8/00	31/7/00	01/8/00	100%	
No 11	01/8/00	02/8/00	01/8/00	02/8/00	100%	
No 12	01/8/00	02/8/00	01/8/00	02/8/00	100%	
No 13	02/8/00	04/8/00	02/8/00	04/8/00	100%	
No 14	01/8/00	02/8/00	01/8/00	02/8/00	100%	
No 15	02/8/00	07/8/00	02/8/00	07/8/00	100%	

Realizado por: _____

Revisado por: _____

Tabla 4.20. Informe sobre el avance de obra para la partida Instalaciones Provisionales.

dependiendo de sus vinculación con las actividades sucesoras, retrasarán la obra.

El programa permite observar el cambio que tendrá la programación producto del retraso total o parcial de una tarea. Esto es posible visualizarlo en la vista Gantt de

seguimiento. Para plasmar un ejemplo, se supone que por causa de una lluvia de 2 días, las actividades de excavación de zapatas no se iniciaron en la fecha prevista correspondiente al 7 de Agosto, sino que se inició el jueves 10 de Agosto.

□ Para realizar este cambio se hace lo siguiente:

1. En la barra de vistas haga clic en **Gantt de seguimiento.**
2. En el menú **Ver** haga clic en **Tabla** y luego en **Seguimiento.**
3. En el campo **Comienzo real** de la actividad **excavación de zapata** pulse la flecha y aparecerá el calendario del proyecto con la fecha prevista marcada con azul.
4. Haga clic en la nueva fecha, y automáticamente se podrá ver el cambio en la programación en el Diagrama de la vista **Gantt de seguimiento.**

Las barras de color púrpura representan la programación prevista, es decir, tal como se planificó; y las barras azules y rojas, que se encuentran sobre las barras grises, representan la nueva programación. En la figura 4.7 se observó que el retraso en la actividad influyó en el retraso de las demás actividades relacionadas.

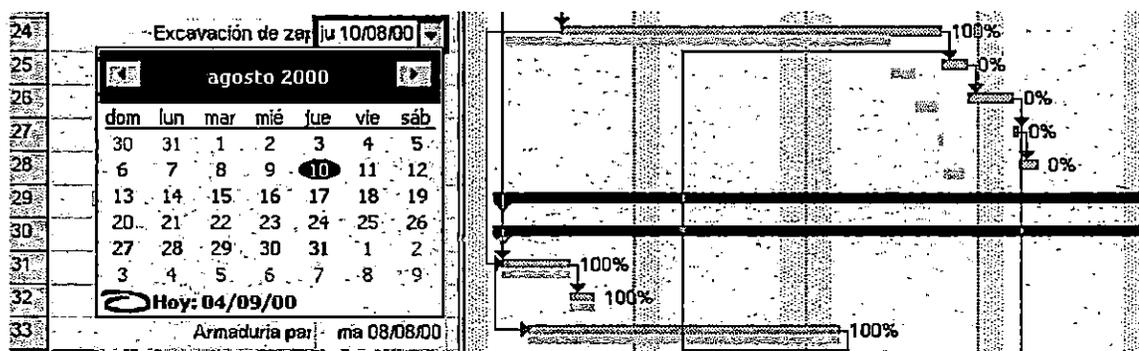


Fig. 4.7 Retraso en la actividad excavación de zapatas.

Por otro lado, cuando la variación entre las fechas reales y previstas de una actividad corresponde a un adelanto, la barra de seguimiento (azul o roja) que se

encuentra sobre la barra de planificación de color púrpura, que también puede ser gris, se desplazará automáticamente en la fecha de adelanto establecida, permitiendo visualizar la diferencia entre la fecha real y prevista.

Es importante establecer que estos cambios se pueden realizar de igual manera en el Diagrama de Gantt, donde la programación será modificada. Sin embargo, la barra de la tarea se moverá completamente, por lo que no permite visualizar gráficamente la variación entre la fecha real y prevista.

C) ESTADÍSTICAS DEL PROYECTO.

Permite revisar las fechas de inicio y finalización, duraciones, el trabajo del recurso y el costo total del proyecto, así como también los porcentajes completados de duraciones y trabajo al momento de consultar. En la tabla 4.21 se describen los tres tipos de fechas: previstas, reales y actuales.

TIPO DE FECHA	DESCRIPCIÓN
PREVISTA	Actividades que aún no han comenzado o están en progreso. Estas fechas cambian a medida que progresa el proyecto. Una vez iniciadas las actividades, se introduce información real sobre ellos.
REAL	Tareas que están en progreso o han terminado. Estas fechas no cambian una vez realizado el seguimiento de una actividad o tarea, a menos que sean editadas.
ACTUAL	Fechas planificadas originalmente. Se usan para comparar el plan original con las fechas reales y las fechas previstas. Las fechas actuales no se modifican.

Tabla 4.21 Tipos de fecha para actividades.

4.4.2 Presentación de informes.

En el apartado 2.3.5 se hizo referencia al control de obra y las áreas en que se debe ejercer: control de cantidades de obra, la calidad de la obra, el plazo o período de ejecución y los costos de cada partida.

Luego de la creación del plan del proyecto, se tiene toda la información necesaria para administrarlo eficazmente, y se requiere mostrar la información general que contiene al personal administrativo, al propietario o sus representantes a medida que se vaya desarrollando. MS Project permite imprimir información específica del proyecto según las necesidades de quien revisará tales informes, la cual incluye información de las actividades, de los recursos, y más importante, de los costos y del seguimiento del proyecto. Se puede imprimir cualquier tipo de información de la obra; desde resúmenes hasta los detalles de las actividades, recursos, costos y el progreso.

Para tener una mejor idea de la información que se puede mostrar, a continuación se describen algunos de los informes más importantes que ofrece el programa:

- **Información general del proyecto.** La información general del proyecto es el resumen del proyecto completo incluyendo sus fases principales. Por ejemplo, la información general del proyecto puede incluir el costo total del mismo, pero no el costo de las actividades individuales.
- **Información de las tareas.** La información de las tareas resulta útil para revisar con detalle todas las actividades del proyecto, por ejemplo las que forman la Ruta Crítica. El supervisor normalmente solicita información detallada para poder revisar las actividades del proyecto.
- **Información del uso del recurso.** Permite conocer a cerca de las asignaciones a las tareas, el volumen de trabajo que cada recurso tiene programado realizar durante un período de tiempo determinado, el costo total de cada recurso y las tasas de pago.

- **Información de los costos.** Obtener información sobre los costos puede garantizar mantenerlos al mínimo. Este tipo de informes puede facilitar el trabajo al personal de administración o de contabilidad, incluso cuando un proyecto no ha sido aprobado; el presentar un informe bien estructurado sobre los costos del proyecto ayuda a conseguir la aprobación de éste.
- **Información del progreso.** Conocer el estado del proyecto en cualquier momento es la clave para que sea un éxito. Una de las mejores formas de mantenerse al día sobre lo que sucede en la obra es crear informes sobre el progreso de las actividades.

La forma de elaborar un informe de **Flujo de caja** es la siguiente.

Elaboración de un informe.

1. En el menú **Ver**, pulse **Informes**.
2. Pulse dos veces el cuadro **Costos**.
3. Pulse dos veces el cuadro **Flujo de caja**.
4. Pulse el ícono de **vista preliminar**, o ingrese en el menú **Archivo** y haga clic en **Vista preliminar**.
5. Si desea imprimir, se abre el menú **Archivo**, luego haga clic en **Imprimir**.
6. Pulse **cerrar**.

A continuación se describen los diferentes informes predeterminados que se pueden presentar utilizando MS Project:

- a) **Información general del proyecto.** En este cuadro se presentan diferentes tipos de informes con datos generales del proyecto, éstos son: **Resumen del proyecto**,

Tareas de nivel superior (rubros), **Hitos** (actividades con duración cero), **Días laborales** (incluye el calendario base y un listado de los días no laborables).

- b) Información de tareas. Con éste tipo de informes se puede revisar el progreso de la obra; debido a que muestran grupos de actividades bajo un mismo criterio, por ejemplo: **Tareas sin comenzar** (muestra las actividades que no han comenzado en una fecha estipulada), **Tareas que comienzan pronto**, **Tareas en curso**, **Tareas completadas**, **Tareas que no han comenzado**, **Tareas pospuestas**. Además incluyen información particular de cada actividad que está incluida en el informe.
- c) Información de costos. Estos informes facilitan el control administrativo y contable del proyecto, pues permite revisar todo lo referente a los costos del mismo, aquí se incluye: **El presupuesto**, **El Flujo de caja periódico**, **Tareas con presupuesto sobrepasado**, **Recursos con presupuesto sobrepasado**.
- d) Información sobre asignaciones. Aquí se presenta la información referente a los recursos y actividades correspondientes; incluyendo las unidades de recurso asignado, cantidad de trabajo por día, la duración de la actividad, etc. Los informes incluidos en este grupo son: **Tareas y recursos humanos**, **Tareas, Recursos humanos y fechas**, **Lista de tareas pendientes**, **Recursos sobreasignados**.

La tabla siguiente (tabla 4.22) presenta un segmento del informe denominado: **Flujo de caja**, el cual muestra las erogaciones que se tendrán en un período para diferentes actividades.

Tabla 4.22 Flujo de caja parcial del Proyecto

	16/07/00	23/07/00	30/07/00	06/08/00	13/08/00
PROYECTO DE TESIS		¢2.787,50	¢1.925,00	¢2.887,50	¢2.406,25
OBRAS PRELIMINARES					
Trámite para alquiler de equipo		¢325,00			
Chapeo		¢439,68			
Descapote		¢5.809,52			
Desalojo de ripio		¢3.611,66	¢515,95		
INSTALACIONES PROVISIONALES					
Compra de materiales		¢1.481,90	¢493,97		
Preparación y hechura de bodega			¢5.887,13		
Barda perimetral			¢12.529,62		
Oficinas contratista y supervisión			¢2.759,70		
Instalaciones para personal (comedor y vestidores)			¢4.343,19		
Talleres			¢4.288,23		
Acometida eléctrica			¢1.235,72		
Acometida de agua potable y servicios sanitarios			¢1.717,96	¢1.030,77	
TRAZO Y NIVELACIÓN					
Trazo					
Trazo de ejes del edificio			¢1.341,00		
Trazo de línea de A.P.			¢784,90		
Trazo de línea de A.N.			¢784,90		
Trazo de línea de A.LL.			¢784,90		
Nivelación			¢1.304,73	¢766,27	
EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES					
Excavación de zapatas				¢14.872,81	¢14.427,61
Excavación de soleras SF					
Excavación de tensores					
Restitución de material					
Desalojo de ripio					
CONCRETO ESTRUCTURAL					
PREPARACIÓN DE ARMADURIA					
Compra de materiales y alquiler de equipo				¢4.479,36	
hechura de helados				¢1.904,89	
Armaduría para zapatas				¢43.959,74	¢54.793,13

CAPITULO V

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS EN LA PROGRAMACIÓN

5.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presentan algunas alternativas de programación que permitan, en forma general, reducir los costos del proyecto y disminuir el tiempo de ejecución del mismo.

Inicialmente se presenta un estudio de alternativas que permitan, de acuerdo a las exigencias del caso, ya sea reducir el tiempo de ejecución o disminuir los costos; dentro de estas alternativas se han establecido la redistribución de Recursos, implementación de horas extra, implementación de dobles turnos y cambios en los Procesos Constructivos.

En la redistribución de recursos se hace énfasis en el cuidado que requiere tal operación, y se presentan algunos resultados que pueden obtenerse al realizarla; además se establecen los aspectos a tomar en cuenta para realizar una adecuada reasignación de recursos. En cuanto a la implementación de horas extra y de dobles turnos, se requiere analizar y comparar el incremento del costo en las actividades en las cuales se aplicará, con el costo total del proyecto y con la disminución en el plazo de ejecución del proyecto para evaluar la alternativa mas factible.

Finalmente en el apartado 5.3, se presentan los cambios realizados en los procesos constructivos de las actividades de *excavación de fundaciones* y *compactación*; el cual consistió en sustituir los recursos utilizados: auxiliares y bailarinas, por un minicargador con brazo excavador y un rodillo pata de cabra, respectivamente. También se sustituyó la madera como elemento principal para realizar los moldeados de las vigas, losas, columnas y parapeto, por moldes metálicos. Además se realiza la comparación de haber

efectuado estos cambios, en cuanto a las duraciones y los costos para cada actividad que se modificó, así como también para el proyecto completo.

5.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

5.2.1 Redistribución de Recursos.

Cuando la obra se encuentra en proceso de ejecución, y se está llevando a cabo un control y monitoreo de todos sus elementos, es importante revisar y analizar los resultados obtenidos en cada etapa de la construcción con el objetivo de mejorar la programación. Con la utilización del programa es posible revisar el programa de trabajo de la obra en cada momento; por tanto, se pueden realizar cambios sin arriesgar la inversión de capital, debido a que MS Project muestra el resultado de efectuar tales cambios, y su incidencia en todo el proyecto; dichas modificaciones se harán en función de los resultados que se quiera conseguir por parte del responsable de la obra: reducir el tiempo de ejecución, reducir la inversión, etc.

Uno de los cambios más comunes realizados en la programación original, es el que se efectúa a través de la redistribución de recursos de personal, maquinaria y equipo, con el principal fin de reducir los costos de tales recursos; sin embargo ésta modificación debe realizarse con mucho criterio y cuidado, debido a que se puede obtener los siguientes resultados:

- Variación en la duración de la actividad. La implementación de personal más capacitado, así como también la utilización de maquinaria o equipo, podría reducir la duración de las actividades.

- **Modificación del costo de la actividad.** Un cambio en el tipo de recursos que se utilizarán ocasiona una variación en el costo de cada tarea, incidiendo así, en el costo total del proyecto.
- **Cambio en la distribución de recursos disponibles.** La redistribución de recursos permite en algún momento liberar recursos para ser utilizados en otras actividades o en otros proyectos.
- **Utilización de diferentes procesos constructivos.** Realizar cambios en la distribución de recursos obligaría, en determinadas circunstancias, efectuar cambios en los procesos constructivos.

Por otro lado, para realizar una adecuada reasignación de recursos, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El objetivo de realizar la reasignación de recursos es mejorar la programación de la obra.
- Es necesario evaluar la importancia de modificar los procesos constructivos, debido a que éstos pueden ocasionar un incremento considerable en los costos aunque signifique una reducción en la duración de la obra.
- Es importante realizar un análisis de costos y compararlo con el presupuesto asignado.
- Otro aspecto a considerar al realizar la reasignación, es la disponibilidad de los nuevos recursos a utilizar.
- Cuando el recurso a reasignar se refiere a maquinaria o equipo pesado, será importante analizar el espacio disponible, la capacidad del recurso humano para

el manejo del nuevo equipo, el impacto en el costo de la obra, etc.

5.2.2 Implementación de horas extra.

El tiempo de ejecución de una obra está condicionado por diversos aspectos tales como: el uso que se dará a la edificación, condiciones climáticas, requisitos de financiamiento, tipo y cantidad de personal y equipo, etc; los cuales deben ser analizados al momento de planificar y programar el proyecto. Sin embargo, durante el desarrollo de éste, es posible que la consideración de dichos aspectos para reducir la duración de la obra, resulte en la necesidad de ampliar la jornada laboral diaria y por lo tanto trabajar en tiempo extra.

La implementación de una jornada laboral extra, es posible que aumente el valor de la actividad debido al incremento en el costo de la mano de obra; pero habrá que analizar el proyecto completo, y determinar si dicho cambio resulta en una reducción en el costo total de la obra. Cualquiera de estos cambios es posible realizarlos y analizarlos utilizando el programa MS Project, permitiendo determinar el impacto de tales modificaciones al proyecto .

La manera en que MS Project permite efectuar la implementación de horas extra es la siguiente:

1. En la vista **hoja de recursos**, se especifica el valor de hora extra para cada recurso en la columna denominada **tasa horas extra**.
2. Luego, en el campo **tabla de tasas de costo** del cuadro **Información del recurso**, se elige la ficha **costos** y se determina la fecha en que la asignación de costos para horas extra será asignado.

5.2.3 Implementación de dobles turnos.

Otra forma de resolver los problemas en la programación, generados por atrasos en la ejecución del proyecto, es la implementación de dobles turnos; es decir, la utilización de grupos nuevos de trabajo que tendrán horarios diferentes en la jornada laboral diaria, de manera que permita aumentar la productividad sin pagar horas extra. Sin embargo se podría pensar que el resultado en términos de duración y costos es el mismo pues aunque no se paguen horas extra, se incrementa el personal.

La explicación a esto es simple: el rendimiento de una persona que ha cumplido una jornada laboral normal será deficiente al trabajar tiempo extra, comparado con el rendimiento de una persona que por no haber trabajado en la jornada laboral diaria tendrá su fuerza de trabajo en condiciones óptimas.

Si se analiza el concepto de jornada laboral normal presentado en el capítulo II, la implementación de dobles turnos se puede hacer en un período comprendido entre las seis horas y las diecinueve horas de un mismo día. Una posible distribución de los horarios de trabajo para el doble turno dentro de una jornada laboral diaria es la siguiente:

Jornada laboral diaria No 1

De 7:00 a.m. a 12:00 m. y

de 1:00 p.m. a 3:00 p.m.

Jornada laboral diaria No 2

De 10:00 a.m. a 1:00 p.m. y

de 2:00 p.m. a 6:00 p.m.

Es importante mencionar que la distribución de las jornada laboral diaria utilizada para definir la implementación de dobles turnos, dependerá de las condiciones del proyecto, sin olvidar que debe ser por mutuo acuerdo entre el constructor y el grupo de trabajadores. Para efectuar la implementación de dobles turnos en MS Project, se procede de la siguiente manera:

1. En la vista **Hoja de Recursos** se crea un listado que incluye los grupos de obreros que trabajarán en cada turno; esto es, si habrán 4 albañiles en el primer turno y también 4 albañiles en el segundo, deberá introducirse en casillas o celdas diferentes debido a que a cada grupo le corresponde una celda de la columna **Calendario base** donde se asignará el calendario de trabajo que ocupará cada grupo de obreros.
2. Para crear los calendarios para cada jornada se realiza tal como se explicó en el apartado 4.3.5 modificando el calendario estándar para un turno y creando un calendario nuevo para el segundo turno; para ello únicamente se procede abriendo la caja de diálogo **nuevo...** contenida en el cuadro **Cambiar Calendario Laboral** del menú **Herramientas**.
3. Luego, en la vista **Hoja de Recursos**, se revisa la casilla bajo la columna **Calendario base**, correspondiente a cada grupo de recursos y se escoge el calendario designado a cada grupo.

5.2.4 Cambios en los Procesos Constructivos.

Al realizar un análisis de los avances tecnológicos alcanzados en el área de Ingeniería Civil, específicamente en lo que se refiere a Construcción de edificaciones, es

evidente la diversidad de procesos constructivos que se pueden utilizar para llevar a cabo una misma actividad. Esto representa una enorme ventaja si se consigue determinar el proceso más adecuado a utilizar en base a las condiciones y características de cada obra. Sin embargo, la determinación del proceso idóneo no es una tarea fácil ya que requiere de mucha experiencia y capacidad de análisis por parte del planeador, así como también del auxilio de herramientas muy útiles, tal es el caso de la Programación y Administración de proyectos utilizando computadoras; esto se debe a que el planeador debe conocer con mucha certeza los procesos que serán empleados en la obra para facilitar la determinación de sus costos, el tiempo que será empleado en la ejecución de los diferentes trabajos, el tipo y calidad de la mano de obra, y más importante, la forma en que se desarrollarán tales procesos al momento de su ejecución.

Muchas veces, la determinación de los procesos constructivos a utilizar está sujeto a factores tales como: imprevistos, cambios en la programación, o simplemente a decisiones de tipo financieras, las cuales se efectúan cuando la ejecución del proyecto se ha puesto en marcha; por tanto se realizan modificaciones que afectan la obra en su totalidad, esto es: recursos a utilizar, duración de las actividades, y el costo del proyecto. MS Project permite realizar éstos cambios en la programación, producto de tales factores, antes de efectuarlos en la práctica, logrando con ello visualizar los resultados.

5.3 MODIFICACIONES EN LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO.

En el presente apartado se realiza un análisis de los resultados que se obtienen al

efectuar cambios en algunos procesos constructivos, tanto en la programación de la obra como en el costo de las actividades. Entre los cambios que se realizarán en la obra están:

- Sustitución de mano de obra por equipo en las actividades de excavación.
- Cambio de equipo en las actividades de compactación sobre fundaciones y tuberías de Aguas Lluvias.
- Sustitución de los moldes de madera en vigas, columnas, losas y parapeto, por encofrados metálicos.

La idea de realizar este análisis, es examinar los cambios generados en la programación, como es, duración de actividades y el costo de la obra; y si dichas variantes permiten obtener mejores resultados en el desarrollo del proyecto; por tanto, con la realización de tales cambios se pretende obtener las siguientes ventajas:

- Disminuir el tiempo de duración de las actividades.
- Reducir la cantidad de personal utilizado en la ejecución de las tareas.
- Obtener una reducción en el costo total de la obra.

A continuación se presenta los diferentes cambios y sus resultados en la programación de la obra:

- a) Excavación para fundaciones: en el programa de trabajo presentado en el capítulo anterior se determinó que las actividades de excavación para zapatas, tensores y soleras de fundación se realizarían de forma manual, para lo cual se determinó la utilización de 30 auxiliares, los cuales trabajarían en dichas tareas de manera secuente ocupando un tiempo total de 14 días, teniendo un costo previsto de **¢ 52,763.84**. El cambio en dicho proceso constructivo

consiste en la utilización de un Minicargador Bobcat 773 con brazo excavador 709, a un costo de **¢ 1,750.00/día** (incluyendo el operador), reduciendo el personal auxiliar a dos, los cuales ayudarán en la conformación de los zanjos. Con la utilización de esta maquinaria se estima una duración de 10 días, a un costo de **¢ 17,728.56**. Estos cambios pueden ser realizados fácilmente en el archivo del proyecto en estudio reemplazando los recursos existentes por los establecidos con la utilización del nuevo proceso constructivo y estableciendo las nuevas tasas estándar y costos correspondientes; sin embargo para efectos de comparación, lo más recomendable es hacer una copia del archivo del proyecto realizando los cambios respectivos.

- b) Compactación de fundaciones: como parte de la planificación original, se estipuló que la labor de compactación de relleno con material selecto sobre las fundaciones del edificio se realizaría en un período de 12 días, para lo cual se destinó la utilización de cinco bailarinas y por consiguiente cinco operadores, resultando un costo total previsto de **¢ 116,749.14**. Con la utilización de un minicompactor del tipo rodo pata de cabra marca Wacker RT-560 a un costo de **¢ 1,300/día** (incluyendo el operador) y una bailarina, para los sectores donde el rodo no tenga acceso, se reduce el personal auxiliar a dos personas; la duración de la actividad se reduce a 6 días y el costo total previsto con tal cambio es de **¢ 107,020.84**.
- c) Encofrado de columnas: en la programación de la obra presentada en el capítulo IV se determinó la utilización de madera para la elaboración de los

moldes que se ocuparían en el encofrado de las columnas, obteniendo los siguientes resultados: se moldearían 5 columnas por día y los moldes serían reutilizados en los niveles superiores, para ello se utilizarían 15 carpinteros. Todo esto significa una duración de 7 días para cada entrepiso y un costo de € 31,404.35, costo que se repite para cada nivel debido a la simetría del edificio. Para determinar el proceso de moldeado utilizando formaletas o moldes metálicos se consideró la condición impuesta por el proveedor, consistente en que el costo del alquiler es el mismo cuando la duración es de un mes o fracción; por tanto, para efecto de calcular el costo del alquiler se determinó de forma global. Es decir, se consideró el período máximo que se utilizarán los moldes, el cual corresponde a 6 meses (desde la fecha de inicio de la actividad de encofrado de columnas hasta que finaliza la última tarea donde se usarán los moldes, esta es: encofrado de Parapeto). Así mismo se calculó la cantidad de formaletas que se utilizarán en dicho período y se asignó éste costo a la actividad que ocupa el total de moldes, correspondiente a la tarea de encofrado de vigas y losa de entrepiso. De lo anterior se tiene que al encofrado de columnas solo se asignará el costo de la mano de obra y materiales utilizados en ella, teniendo el siguiente resultado: se tendrá una duración de 4 días, empleando un total de 12 carpinteros a un costo de € 6,478.08, manteniendo éste costo para los niveles superiores.

- d) Encofrado de vigas y losa de entrepiso: al igual que las columnas, la planificación original para el encofrado de vigas y losa para el primer nivel se

realizó a base de madera, utilizando un grupo de 15 carpinteros con una duración equivalente para tal actividad de 16 días y a un costo previsto de **¢ 117,989.69**. Esta actividad utiliza el total de formaletas adquiridas; por tanto el costo del alquiler se asignará completamente a dicha actividad, la cual con la modificación en el proceso constructivo tiene una duración de 11 días y utiliza 9 carpinteros y 4 auxiliares a un costo total de **¢ 286,677.04** para los tres niveles, el cual corresponde al valor de la mano de obra y materiales utilizados en la tarea, más el gasto total de alquiler de moldes durante 6 meses.

Para el caso del moldeado de viga canal, columnas tipo C-6 y parapeto, se procedió de igual forma que para la actividad de moldeado de columnas. Es decir, únicamente se asignó el costo de mano de obra y materiales utilizados en dichas actividades.

- e) Excavación para instalación de tuberías de aguas lluvias, pozos de visita y cajas de conexión: esta actividad se realizó de forma manual, al igual que las actividades de excavación para tuberías de agua potable y aguas negras. La duración prevista para esta actividad es de 20 días, y utiliza 8 auxiliares, a un costo de **¢ 18,027.27**. Sin embargo al efectuar el cambio en el proceso constructivo se realizó solamente en las excavaciones para pozos, cajas de conexión y tuberías de 18" de diámetro, debido a que para diámetros menores los volúmenes de excavación serían excesivos, considerando el ancho de la excavadora a utilizar, incurriendo en excedentes volúmenes de compactación.

- f) Compactación sobre tuberías de aguas lluvias y cajas de conexión: en la programación original, ésta actividad se realizó utilizando bailarinas con una duración de 4 días, para lo cual se empleó un total de 6 auxiliares y 5 bailarinas, a un costo de **¢ 17,378.19**. Al hacer el cambio en el equipo de compactación sustituyendo 4 bailarinas por el rodo RT-560 utilizado en la compactación de fundaciones, se pretende reducir la duración de la tarea a 2 días y el personal auxiliar a 2 peones, con un costo de **¢ 13,739.68**.

Para hacer una comparación de los resultados obtenidos al efectuar todos los cambios descritos anteriormente, se presenta un cuadro resumen (tabla 5.1), en el cual se ha efectuado una comparación de las duraciones, recursos utilizados y costos para cada actividad que ha sido modificada.

De ahí que al analizar cada actividad por separado se encontrará por ejemplo, que la actividad: Preparación y moldeo de vigas y losas del 1º, 2º y 3er. nivel experimenta un incremento en su costo; sin embargo éste incremento se debe a que el costo total del alquiler de moldes metálicos se asignó a dicha actividad, tal como se explicó anteriormente.

Por otro lado las duraciones y la cantidad de recursos utilizados en todas las actividades, tuvieron una disminución considerable comparado con la programación original; así mismo, se tuvo una reducción en los costos totales de las actividades modificadas, tal como se muestra al final del cuadro resumen.

ACTIVIDADES	PROGRAMACIÓN ORIGINAL			CAMBIOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS		
	Duración	Recursos utilizados	Costo en ¢	Duración	Recursos utilizados	Costo en ¢
Excavación de fundaciones: Zapatas , soleras de fundación y tensores.	14 días	30 Auxiliares.	52,763.84	9 días	1 Minicargador c/ brazo excavador bobcat 707 2 Auxiliares	17,728.56
Compactación sobre fundaciones.	12 días	5 Bailarinas 5 Auxiliares	116,749.14	6 días	1 Rodo compactador Pata de cabra RT-560 1 Bailarina 2 Auxiliares	107,020.8
Preparación y moldeado de columnas (3 niveles).	21 días	15 Carpinteros	94,213.05	12 días	12 carpinteros	19,434.24
Preparación y moldeado de vigas y losas de entrepiso.(3 niveles)	46 días	15 Carpinteros Puntales	302,307.73	31 días	Moldes metálicos 9 Carpinteros 4 Auxiliares	320,866.3
Preparación y moldeado de viga canal, columna C-6 y parapeto.	6 días	9 Carpinteros	34,286.65	3 días	9 Carpinteros	2,429.28
Excavación para instalación de tuberías A.LL. Ø18", pozos y cajas de conexión	20 días	8 Auxiliares	18,027.27	14 días	1 Minicargador c/ brazo excavador bobcat 707 2 Auxiliares	13,155.52
Compactación sobre tuberías de A.LL. y cajas de conexión	4 días	6 Auxiliares 5 Bailarinas	17,378.19	2 días	1 Rodo compactador Pata de cabra RT-560 1 Bailarina 2 Auxiliares	13,739.68
TOTALES	123 Días		635,725.87	77 Días		494,374.4

Tabla 5.1 Cuadro comparativo sobre los cambios en los procesos constructivos

De lo anterior se tiene que la duración efectiva del proyecto se redujo de 204 días efectivos a 188, lo que significa que la fecha de finalización se adelantó desde el 24/05/01 al 02/05/01; de la misma manera, el costo total del proyecto tuvo una reducción de ¢ 6,631,522.24 a ¢ 6,533,522,27.

Es importante mencionar que así como se pueden realizar éstos cambios en la programación del proyecto, también es posible efectuar otra serie de modificaciones cuando el proyecto se encuentra en ejecución, las cuales estarán en función de los resultados esperados; por lo que deberá realizarse un análisis exhaustivo de todos los elementos involucrados en la programación para obtener resultados más adecuados a los objetivos propuestos al inicio de la obra.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES.

- Es imperativo que para realizar una adecuada Administración de un Proyecto de Construcción y obtener un equilibrio entre los objetivos a cumplir, la Programación y la distribución de los recursos a utilizar, es necesario conocer las funciones de la Planeación, Organización, Dirección y Control de la obra.
- Las exigencias actuales existentes en la Industria de la Construcción requieren de métodos y procesos que estén acorde con los avances y desarrollo tecnológicos, por lo que demandan una mayor precisión y rapidez en el procesamiento de la información y una mayor capacidad de análisis de los resultados esperados. Por tal razón se hace necesario la utilización de programas de computadora que permiten agilizar y facilitar procesos de programación y control en obras de Construcción.
- El éxito o fracaso de un proyecto de Construcción, depende en buena medida de la cantidad y la calidad de la información recabada, así como también de la experiencia del planeador para establecer las técnicas de control y monitoreo en la obra. Dichos procesos se ven facilitados con los programas denominados: Manejadores de Proyectos como el Project de Microsoft.
- Al aplicar un monitoreo adecuado al momento de ejecutar un Proyecto con la implementación de Técnicas de control idóneas, es posible mantener el desarrollo de éste conforme fue planeado, o en su defecto, proponer soluciones factibles para el proyecto; ya que por medio de las Técnicas de control se

logran detectar errores, desviaciones, causas y soluciones que ayudan a minimizar los costos de ejecución.

- Para obtener resultados óptimos con la aplicación del programa, es importante conocer con mucha certeza cada una de las etapas que conforman el proyecto, debido a que el uso de computadoras y los programas de aplicación son únicamente una herramienta que contribuye a facilitar y agilizar los procesos de cálculo y no determinan la veracidad de los datos recabados; por tanto, para que al finalizar el proyecto se perciban los resultados esperados de una manera satisfactoria, el planeador debe poseer una experiencia y capacidad de análisis adecuada.
- Una de las principales ventajas de la utilización del programa MS Project como apoyo en la Administración de Obras, es que permite, en cualquier momento modificar la programación, logrando con esto realizar los cambios necesarios antes de ponerlos en práctica en la etapa de ejecución, pues con ello es posible determinar errores en la planificación que sin el uso del programa, ocasionaría pérdidas y atrasos en el desarrollo de la obra.
- Al efectuar la programación de la obra a través del software, introduciendo todos los datos derivados de la etapa de Planificación, se crean automáticamente los Diagramas de Gantt y PERT. Además, al momento de efectuar las vinculaciones, se define de manera predeterminada la Ruta Crítica del proyecto. Todo lo anterior representa una ventaja, ya que la no utilización del programa implicaría realizar los diagramas y determinar la Ruta Crítica de

forma manual, efectuando obligadamente todos los cálculos implícitos en dichos métodos de programación, incurriendo en la utilización de una mayor cantidad de tiempo.

- La realización de Informes es una función de MS Project con lo cual se consigue administrar de mejor manera el Proyecto, pues esta función permite establecer una estrecha información entre el personal administrativo, la supervisión, el propietario de la obra y las instituciones financieras durante el desarrollo de la obra.

6.2 RECOMENDACIONES.

- La metodología utilizada en este trabajo constituye una alternativa para la Administración de Proyectos; por lo que es recomendable realizar un minucioso análisis de las características y requerimientos particulares de la obra para buscar la que mejor se adapte al proyecto en estudio.
- El presente documento constituye una guía teórica de mucha importancia en la Planificación y Control de recursos en edificaciones utilizando un administrador de proyectos asistido por computadora; y para obtener un mayor conocimiento es recomendable llevar la práctica en forma paralela con la utilización del programa, el cual se encuentra disponible en el Departamento de Construcción y Vías terrestres de la escuela de Ingeniería Civil.
- Es notoria la necesidad de involucrar en las Cátedras de Planeamiento y Administración de obras, conceptos relacionados con la Administración de

Empresas y el Control de recursos auxiliándose de nuevas técnicas que permitan elaborar programas de trabajo para la construcción de obras utilizando programas asistidos por computadoras.

- Por limitaciones de tiempo no fue posible estudiar todas las aplicaciones del programa; por lo que es necesario hacer investigaciones posteriores de otras opciones avanzadas que ofrece el programa MS Project, con el objeto de obtener un mayor conocimiento del programa y poder aplicarlo en la Administración de obras Civiles.
- Para obtener mejores resultados en la aplicación del programa es necesario que el encargado de realizar la Planeación y Planificación del proyecto forme parte del equipo de trabajo que lleve a cabo la ejecución de la obra.
- Al aplicar el programa a un proyecto nuevo, es importante analizar las condiciones particulares de éste, tales como: el periodo de ejecución, los procesos constructivos, el tipo de recursos a utilizar y los rendimientos propios de la obra. Por tanto, las características y condiciones propias del proyecto de aplicación del presente estudio deben considerarse únicamente como una guía que permita tener una idea de la forma en que el programa se utiliza en la Administración de proyectos de Construcción.
- La planeación es la etapa inicial en el desarrollo de un proyecto, debido a que en ella se determina la idea central de la implementación del mismo; por consiguiente, si el planeador no posee la experiencia suficiente para

desarrollarlo necesitará de un grupo de trabajo multidisciplinario que facilite el desarrollo satisfactorio en términos de calidad y tiempo.

- Tal como se mencionó en el capítulo I, MS Project no es el único programa que permite efectuar la administración de proyectos de una forma ordenada y efectiva; por tanto es importante realizar posteriormente, estudios similares que logren ampliar los conocimientos sobre dichos programas, consiguiendo con esto obtener más beneficios con la utilización de los administradores de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Riggs, Dr. James L. y Heath, Charles D. 1970. "*Reducción de costos mediante la programación por el camino crítico*". Editorial Hispano Europea. 1ª Edición en Español, Cap. 1, pags. 11-13, 46; Cap. 8, pags. 148.
2. Cruz, José Roberto et al. 1998. "*Propuesta de control de costos para proyectos de edificaciones y urbanizaciones a través de un sistema asistido por computadora*". Trabajo de Graduación, UES-FIA, Cap. I, pags. 3, 8.
3. Canizales Rivera, Cryssia Luz et al. 1995. "*Aplicaciones de la computadora en Arquitectura*". Trabajo de graduación, UPES-FIA, Cap. I, pags. 27, 55.
4. Microsoft Corporation. "*Manual del usuario de Microsoft Project 98 para Windows 98 y Windows NT Workstation*". Parte 1, pags. 3,7,27.
5. Leñero, José. 1978. "*Programacion PERT/CPM*" Instituto Centroamericano de Administración Publica (ICAP)". Cap. 4, pags. 7, 30, 33, 34.
6. Edelstein, Isaac. E. 1972. "*Programación de Obra*". Editorial Librería Mitre. Cap. I pag. 17-21, 25., Cap. V pags. 94, 100, 102, 104.

7. Húezo Quezada, Alirio Enrique et al. 1980. "*Metodología Práctica para Administrar Proyectos de Ingeniería Civil*". Trabajo de Graduación. UCA-FIA. Cap. IV, pags. 92,94-96, 126,133.
8. Battersby, Albert, 1973. "*Planificación y Programación de Proyectos Complejos*". Editorial Ariel. Segunda Edición. Cap. XIV, pag. 250.
9. Bolaños Salvador et al. 1975. "*Costos, Presupuesto y Programación para el edificio del laboratorio de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura*". Trabajo de Graduación, UES-FIA, Cap. VI, Pag. 160.
10. Álvarez Campos, William Rodolfo et al. 1996. "*Elaboración de Sistemas mecanizados de Costos de Urbanizaciones, considerando la Programación de obras y el flujo de caja en la determinación del mismo.*" Trabajo de Graduación, UES-FIA, Cap.I, Pags. 18, 22, 33, 34-36,38.
11. Mejía, Cecilia del Carmen et al. 1992. "*Guía para la programación de la construcción de Urbanizaciones*". Trabajo de Graduación, UES-FIA, Cap.II, Pag. 36
12. Caneses Molina, Roberto. 2000. "*Seminario de Project 98*".
13. Artiga Posada, Ricardo H. Et al. 1983. "*Análisis y control de Proyectos de Construcción de viviendas mediante el uso de la computadora*". Trabajo de Graduación, UES-FIA. Cap. II, Pag. 12,34; Cap. III, Pag. 140.