



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA
CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA,
DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES**

Octavio Samuel González Pérez

Asesorado por el Ing. Román Francisco Garavito Lizama

Guatemala, septiembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA
CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA,
DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

OCTAVIO SAMUEL GONZÁLEZ PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. ROMÁN FRANCISCO GARAVITO LIZAMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

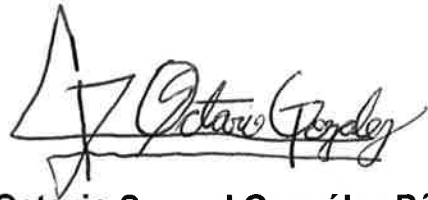
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA
CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA,
DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha abril de 2012.



Octavio Samuel González Pérez

Guatemala, 1 de agosto de 2013

Lic. Manuel María Guillén Salazar
Coordinador del Área de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Licenciado Guillén:

Luego de un breve saludo, sírvame la presente para informarle que el trabajo de graduación **"GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA, DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES"**, elaborado por el estudiante Octavio Samuel González Pérez, ha sido finalizado a satisfacción y revisado por mi persona.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,



Ing. Román Francisco Garavito Lizama

Colegiado No. 934

Francisco Garavito

INGENIERO CIVIL
COL. No. 934



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,

11 de septiembre de 2013

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

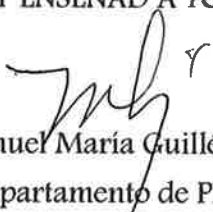
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA, DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Octavio Samuel González Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Román Francisco Garavito Lizama.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento
Manuel María Guillén Salazar
ECONOMISTA
Colegiado No. 4758



Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

/bbdeb.





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Román Francisco Garavito Lizama y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Octavio Samuel González Pérez, titulado **GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA, DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre de 2013.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DE UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN GUATEMALA DESDE SUS INICIOS HASTA SUS ACABADOS FINALES**, presentado por el estudiante universitario: **Octavio Samuel González Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, septiembre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Jehová** Por permitirme llegar a este punto de mi vida, y poder decirle: “A ti sea la honra y la gloria”.
- Mis padres** Danilo Augusto González Amézquita y Carmen Yolanda Pérez Juárez.
Por apoyarme durante toda mi vida y brindarme su amor incondicional.
- Mi hermano** Diego Saúl González Pérez, por ser mi compañero y amigo en esta vida.
- Mi abuela** Carmen Felicita Juárez Sánchez, por ser mi segunda madre y un modelo de paciencia y amor.
- Mi abuelo** Federico Pérez Martínez, por cuidar de mí.
- Mis tíos y tías** Patricia Pérez, Gabriela Pérez, Diana Pérez, Vinicio González, Lilian Pérez, Claudia Pérez, por apoyarme y cuidarme cada vez que los necesité.
- Mi familia** Luis Joaquín Macario Quiroa, Luis Pedro Macario Pérez y José Santiago Macario Pérez, por los momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis amigos

Por todos los momentos compartidos, especialmente a Rodrigo Barreno, Andrea Rivera, Roaldo Chávez y Eduardo Osoy,

Mi novia

Ligia Rivera, por permitirnos compartir este momento.

Mis asesores

Ing. Francisco Garavito y Luis Garavito, por todo su apoyo y enseñanzas durante la realización de este trabajo.

La Facultad de Ingeniería

Por permitirme adquirir el conocimiento técnico y científico, además formarme como profesional.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Alma máter y casa de estudios que me inspiró a culminar esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES Y ESTUDIO.....	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Urbanización.....	1
1.1.2. Tipos de urbanización.....	1
1.1.3. Aspectos administrativos de una urbanización	2
1.1.3.1. Factor mano de obra	3
1.1.3.2. Factor material.....	3
1.1.3.3. Factor maquinaria y equipo	4
1.1.3.4. Factor climatológico.....	4
1.1.3.5. Factor socioeconómico	5
1.1.4. Aspectos técnicos de una urbanización.....	5
1.1.4.1. Topografía	6
1.1.4.2. Diseño de la distribución de lote	7
1.1.4.3. Diseño de ejes de calles y manzanas....	8
1.1.4.4. Cálculo de movimiento de tierra	9
1.1.4.5. Diseño de la red de agua.....	12
1.1.4.6. Diseño de la red de drenajes.....	13
1.1.4.7. Red de energía eléctrica.....	14
1.1.5. Aspectos legales de una urbanización	14

1.1.5.1.	Ley de Parcelamientos Urbanos	15
1.1.5.2.	Ley Preliminar de Urbanismo	18
1.1.5.3.	Código Municipal.....	20
1.1.5.4.	Reglamento Específico de Urbanización y Fraccionamientos del Municipio de Guatemala	22
1.1.5.5.	Reglamento Específico de Normas de Urbanización y Construcción de Proyectos Habitacionales de Interés Social del Municipio de Guatemala	22
1.2.	Estudio	23
1.2.1.	Planificación	23
1.2.1.1.	Tipos de planificación	23
1.2.1.2.	Alcances de la planificación	27
1.2.2.	Programación	29
1.2.2.1.	Tipos de programación.....	30
1.2.2.2.	Alcances de la programación	33
1.2.2.3.	Consideraciones de programación.....	34
1.2.3.	Ejecución de obra.....	35
1.2.4.	Control de obra.....	35
1.2.4.1.	Tipos de control de obra.....	36
2.	MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA	39
2.1.	Historia del Método de la Ruta Crítica.....	39
2.2.	Método de la Ruta Crítica.....	40
2.3.	Tipos de rutas críticas	41
2.4.	Uso del método	42
2.5.	Metodología de la ruta crítica	43
2.5.1.	Planeación y programación	44

2.5.1.1.	Definición del proyecto	44
2.5.1.2.	Lista de actividades	44
2.5.1.3.	Matriz de secuencias	46
2.5.1.4.	Matriz de tiempos	48
2.5.1.5.	Matriz de información	48
2.5.1.6.	Red de actividades	49
2.5.1.7.	Compresión de la red	50
2.5.1.8.	Limitaciones de tiempo, recursos y económicas	51
2.5.1.9.	Matriz de elasticidad	52
2.5.2.	Ejecución y control.....	53
2.5.2.1.	Aprobación del proyecto	53
2.5.2.2.	Órdenes de trabajo	54
2.5.2.3.	Gráficas de control.....	54
2.5.2.4.	Reportes y análisis de los avances.....	55
2.5.2.5.	Toma de decisiones y ajustes.....	56
3.	APLICACIÓN DE MICROSOFT PROJECT.....	59
3.1.	Microsoft Project.....	59
3.1.1.	Descripción del programa.....	59
3.1.2.	Ventajas y desventajas	61
3.1.3.	Simbología de aplicación.....	62
3.1.3.1.	Barra de menú.....	63
3.1.3.2.	Grupos de opciones.....	67
3.1.3.3.	Calendario	67
3.1.3.4.	Hoja de cálculo	68
3.1.3.5.	Área de diagrama	69
3.1.4.	Procedimiento de elaboración de una ruta crítica...	70

3.2.	Programas computarizados adicionales para planificación y programación	76
3.2.1.	GanttProject	76
3.2.2.	ProjectTrack	77
3.2.3.	TurboProject.....	79
3.2.4.	PlanningPME.....	80
3.2.5.	SmartWorks Project Planner	81
3.2.6.	Open Workbench	82
4.	EJEMPLIFICACIÓN	85
4.1.	Definición del proyecto	85
4.2.	Alcances del proyecto	87
4.3.	Determinación de la metodología.....	88
4.3.1.	Anteproyecto	88
4.3.1.1.	Selección del terreno.....	89
4.3.1.2.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	90
4.3.1.3.	Mercado objetivo	92
4.3.1.4.	Estudio de mercado	92
4.3.1.5.	Estudio económico financiero.....	93
4.3.1.6.	Presupuesto disponible	94
4.3.1.7.	Servicios incluidos	95
4.3.1.8.	Precio de venta inicial estimado	96
4.3.2.	Planificación	97
4.3.2.1.	Topografía	97
4.3.2.2.	Diseño	98
4.3.2.2.1.	Estudio y análisis	98
4.3.2.2.2.	Elaboración de planos	99
4.3.2.3.	Cuantificación de trabajo	100

4.3.2.4.	Análisis económico	101
4.3.2.5.	Planificación general.....	102
4.3.3.	Desarrollo del proyecto	103
4.3.3.1.	Planificación y programación.....	103
4.3.3.2.	Construcción.....	104
4.4.	Elaboración de ruta crítica	104
4.5.	Análisis de la ruta crítica.....	111
4.5.1.	Anteproyecto.....	111
4.5.2.	Planificación.....	113
4.5.3.	Desarrollo del proyecto	114
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	119
5.1.	Administrativos	119
5.2.	Humanos	120
5.3.	Económicos	121
5.4.	Síntesis.....	122
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES.....	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Topografía altimetría	7
2.	Distribución de lote.....	8
3.	Diseño de ejes de calles y manzanas	9
4.	Alineamiento horizontal	11
5.	Alineamiento vertical	11
6.	Red de agua potable	12
7.	Red de drenajes.....	13
8.	Programación por Gantt.....	31
9.	Programación por ruta crítica.....	31
10.	Programación por PERT	32
11.	Programación por RAMPS	33
12.	Metodología de ruta crítica.....	43
13.	Lista de actividades.....	45
14.	Matriz de secuencias por antecedentes.....	46
15.	Matriz de secuencias por secuencias.....	47
16.	Matriz de información	49
17.	Red de actividades.....	50
18.	Gráfica de avance	55
19.	Interfaz de Microsoft Project.....	63
20.	Pestaña de tarea.....	64
21.	Pestaña de recurso	64
22.	Pestaña de proyecto	65
23.	Pestaña de vistas.....	66

24.	Pestaña de formato.....	66
25.	Barra de calendario.....	67
26.	Modificación de calendario laboral.....	68
27.	Hoja de cálculo	69
28.	Área de diagrama	70
29.	Interfaz de GanttProject.....	77
30.	Interfaz de ProjectTrack.....	78
31.	Interfaz de TurboProject	79
32.	Interfaz de PlanningPME	81
33.	Interfaz de SmartWorks Project Planner.....	82
34.	Interfaz de Open Workbench	83
35.	Datos Proyecto X en Microsoft Project	108
36.	Determinación de ruta crítica	110
37.	Esquema de ruta crítica de anteproyecto	112
38.	Fase 1: anteproyecto	112
39.	Esquema de ruta crítica de planificación	113
40.	Fase 2: planificación	114
41.	Esquema de ruta crítica de desarrollo del proyecto	115
42.	Fase 3: desarrollo del proyecto.....	115
43.	Esquema de ruta crítica de proyecto X.....	116
44.	Ruta crítica de proyecto X.....	117

TABLAS

I.	Definición de tareas	71
II.	Definición de tiempos.....	72
III.	Definición de precedencias.....	73
IV.	Definición de recursos	74
V.	Datos de ejemplificación	105

GLOSARIO

Asignación	Representan las designaciones de tiempo, recursos y precedencias para cada tarea o actividad de un proyecto.
Interfaz	Medio de intercambio físico y visual que permite el entendimiento lógico entre la instrucción humana y el código binario de un programa computarizado.
Lotificación	Preparación de un terreno para urbanizarlo y dividirlo en lotes para la construcción de viviendas.
Matriz	Enumeración de un listado de datos, distribuidos en filas y columnas, y dispuestos en forma rectangular.
Parcelamiento	Es la división de una parcela, lote o terreno en porciones más pequeñas.
Precedencia	Es la secuencia de actividades establecida para un proyecto, determinando así el orden lógico bajo el cual se trabajarán las tareas o actividades del proyecto.

Recurso	Es la mano de obra, materia prima, maquinaria, equipo o servicios, de los cuales se dispone para la realización de una actividad o proceso.
Ruta crítica	Es la representación de la línea de actividades sucesivas denominadas críticas para el desarrollo de un proyecto, bajo determinadas asignaciones de tiempo, recursos y precedencias.
Tarea	Son las actividades o proceso que se debe llevar a cabo para el desarrollo de un proyecto.

RESUMEN

El trabajo de investigación contiene los conocimientos necesarios que el ingeniero civil debe manejar para la correcta planificación y programación de un proyecto de urbanización en Guatemala, mediante la definición de una metodología de trabajo y el análisis de las etapas críticas para el desarrollo del proyecto; a través de la definición de su ruta crítica.

En el primer capítulo se presenta el estudio general de las urbanizaciones detallando conceptos, los principales aspectos técnicos, legales y administrativos que deben contemplar. Además como complemento se presenta la conceptualización de planificación, programación, y sus alcances de aplicación.

En el segundo capítulo se hace una descripción del método de la ruta crítica, estableciendo así la secuencia de trabajo basada en planificación y programación; secundada por la ejecución y control de obra. Para complementar se hace una descripción histórica del método y sus principales aplicaciones.

En el tercer capítulo se realiza una descripción del programa Microsoft Project y se describe la manera en que actualmente se convierte en una herramienta tecnológica utilizada para todo tipo de planificación y programación, mediante una descripción de toda la interfaz de aplicación y su principal simbología de utilización.

El cuarto capítulo es la unificación de los conceptos y aplicaciones previamente definidos en los primeros tres capítulos, a través de la ejemplificación de una metodología de planificación y programación para un proyecto de urbanización en Guatemala; en la que se detallan actividades, tiempos, recursos y la obtención de una ruta crítica para dicha metodología.

El quinto capítulo es el análisis exclusivo de la ruta crítica obtenida en el capítulo anterior, a través del análisis separativo de los resultados administrativos, humanos y económicos obtenidos de la definición de la ruta crítica para un proyecto de urbanización.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones que dicho trabajo de graduación brinda a la planificación y programación de un proyecto de urbanización en Guatemala a través de la definición de su ruta crítica, así como la bibliografía que sirvió de base para la realización del trabajo.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un documento para ingenieros civiles, docentes, estudiantes y constructores para la planificación y programación de proyectos de urbanización en Guatemala.

Específicos

1. Analizar los principales aspectos a considerar para desarrollar un proyecto de urbanización en Guatemala.
2. Definir una metodología de trabajo para proyectos de urbanización en Guatemala.
3. Definir la ruta crítica para un proyecto de urbanización en Guatemala.
4. Establecer los principales criterios de planificación y programación para la ruta crítica de un proyecto de urbanización en Guatemala.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de proyectos de urbanización en Guatemala se ha convertido en una necesidad como en un buen negocio, debido a que el crecimiento poblacional se ha marcado en áreas del territorio guatemalteco haciendo inevitable la búsqueda humana de nuevas áreas para vivir y con lo cual solventar las necesidades básicas de sobrevivencia como: agua potable, energía eléctrica, vivienda, calles, drenajes, desarrollo social entre otros. Es aquí donde toman protagonismo las empresas constructoras, instituciones y similares, que pueden ser capaces de satisfacer esta necesidad en dónde el factor económico está por encima del social, determinando las preferencias y selecciones de la población al momento de elegir un área para vivir.

La correcta planificación y programación de un proyecto de urbanización en Guatemala define el éxito del mismo, tanto para la población que busca nuevas áreas de urbanización como para las empresas, constructoras, entidades, instituciones o cualquier otro, que esté desarrollando proyectos de esta índole. Por tanto, se vuelve esencial el planteamiento de los principales aspectos a considerar en la planificación y programación de un proyecto de urbanización en Guatemala; con lo cual indicar los trabajos más críticos que se deberán desarrollar para el proyecto y así poder establecer la ruta crítica que se deberá seguir para el éxito total del proyecto.

Esta ruta crítica es la representación de las tareas más importantes a desarrollar en el proyecto, no exactamente por su relevancia sino porque los atrasos o incumplimientos de realización en dichas tareas repercutirán

directamente en la realización de otras, dando como resultado final el atraso general del proyecto.

Es por ello que en el presente trabajo se desarrolla un documento adecuado para la planificación y programación de proyectos de urbanización en Guatemala mediante la definición de su ruta crítica, cuya función principal es servir de guía a los ingenieros civiles y constructores en general en el desarrollo de proyectos de esta índole, planteando los principales criterios a considerar así como una metodología de trabajo.

Por otra parte, es importante tener una metodología y un planteamiento de trabajo crítico definido para proyectos de urbanización en el territorio nacional, con las características propias de este país y aspectos económicos, sociales y culturales que otros documentos o bibliografías no aportan aún. Por lo tanto, se considera necesaria y de gran ayuda una guía en la planificación y programación de proyectos de urbanización en Guatemala.

1. GENERALIDADES Y ESTUDIO

1.1. Generalidades

Las urbanizaciones representan un conjunto de actividades que al ser desarrolladas permiten crear un espacio habitable al gusto del ser humano, tomando en consideración aspectos de tipo técnicos, estéticos, funcionales y humanos.

1.1.1. Urbanización

Urbanización es la transformación de grandes áreas en lotes habitacionales, los que contienen los servicios básicos para el correcto desarrollo de las personas y su comunidad; se entiende como servicios básicos: agua potable, energía eléctrica, servicio telefónico, drenaje sanitario y pluvial además de necesidades socio físicas como áreas verdes, centros recreativos, comercios entre otros. Estos servicios deben ajustarse a las leyes y reglamentos de urbanismo y a los planes reguladores vigentes de cada país.

1.1.2. Tipos de urbanización

Desde el punto de vista legal en Guatemala las urbanizaciones, lotificaciones o parcelamientos se clasifican de acuerdo al uso y a las características que por su localización le fije la Sección de Urbanismo de la Municipalidad, en residenciales, comerciales residenciales y campestres, los diferentes tipos de urbanización se clasifican en:

- Residenciales: son aquellas cuyos lotes se destinan a viviendas y se subdividen en:
 - Residenciales Tipo A: lote mínimo de 600 metros cuadrados y 20 metros del lado menor.
 - Residenciales Tipo B: lote mínimo de 160 metros cuadrados y 8 metros del lado menor.
- Comercial residenciales: es el que permite la construcción intensiva de tiendas y bazares sin limitar la construcción de viviendas; el lote mínimo es de 160 metros cuadrados y 8 metros de lado.
- Campestre: se destina a pequeñas granjas con un área por parcela no menor de 10 000 metros cuadrados, ni lado menor de 60 metros. Este tipo de proyecto debe diseñarse de manera que permita una adaptación futura a barrios residenciales.

1.1.3. Aspectos administrativos de una urbanización

Los aspectos administrativos de una urbanización son, un conjunto de áreas o renglones que deben ser analizados y ejecutados de la forma más práctica y económica posible.

Al tener el diseño y elaborados los planos correspondientes de la urbanización, se procede a cuantificar los volúmenes de trabajo determinando el equipo a usar en el proceso de urbanización, la cuantificación de los materiales a emplear y la determinación del factor humano requerido para la

elaboración del proyecto. Los principales factores a analizar administrativamente son los siguientes:

1.1.3.1. Factor mano de obra

Este consiste en analizar la mano de obra a utilizar dentro del proyecto determinado estándares de capacidad técnica así como de cantidad de personal. La función de este aspecto es determinar la capacidad técnica necesaria para el desarrollo de actividades y por lo consiguiente cumplir con las especificaciones técnicas requeridas para cada proceso.

Se debe tomar en cuenta personal de bodega, seguridad, aprovisionamiento, talleres, secretariado, encargados, subencargados, de acuerdo a la necesidad y cantidad de cada uno.

Al analizar este factor es fundamental tomar en cuenta la ubicación y localidad del proyecto y con ello determinar la capacidad de abastecimiento de personal.

1.1.3.2. Factor material

El material es fundamental para todo tipo de obra o proyecto porque es la materia prima para su desarrollo, en el caso de una urbanización este factor debe analizar:

- Proveedores: determinando la obtención de materiales requeridos por especificaciones técnicas.

- Abastecimiento: capacidad de los proveedores de satisfacer la demanda requerida.
- Distancia: analizar la distancia de transporte de materiales, desde el punto de venta hasta el proyecto de urbanización, porque influirá directamente en el costo.
- Resguardo de materiales: proteger los materiales en la obra, ya sea en bodega o de alguna otra forma que asegure la integridad de los materiales, y su posterior utilización.

1.1.3.3. Factor maquinaria y equipo

Dentro del proyecto se debe contar con la maquinaria requerida y adecuada para la realización actividades, tanto en calidad como en cantidad. Este factor debe ser analizado en conjunto con el factor de mano de obra y tiempo de actividad, ya que pretende determinar la maquinaria a mantener en obra para no retrasar la realización de actividades.

La maquinaria debe ser capaz de cumplir con el trabajo a realizar en campo, transformándose en una herramienta para el personal facilitando el trabajo, y con lo cual ganar tiempo y ahorrar recurso.

1.1.3.4. Factor climatológico

Este factor se vuelve fundamental cuando la ubicación del proyecto es característica de climas marcados, es decir periodos de lluvia prolongados o en caso contrario periodos de sequía prolongados.

Para el territorio nacional estos dos casos son válidos, marcados perfectamente por la denominada época de invierno y época de verano, aunque la ubicación del proyecto determinará el clima para el territorio nacional, por ejemplo la costa marcada por calor acompañado de humedad mientras tanto que el altiplano es característico de clima frío lluvioso.

1.1.3.5. Factor socioeconómico

El análisis socioeconómico es la determinación de la capacidad económica de la comunidad, en la ubicación del proyecto; lo cual es un parámetro para la determinación de los aspectos de urbanización como:

- Sistema de abastecimiento
- Sistema de alcantarillado
- Sistema de electricidad
- Edificación de viviendas

Esto determinará la capacidad de mantenimiento y sustento que la comunidad tiene para cada uno respectivamente.

1.1.4. Aspectos técnicos de una urbanización

Los proyectos de urbanizaciones contemplan una serie de aspectos técnicos enfocados a espacios ocupacionales para el desarrollo de la vida cotidiana, tomando en consideración desde la distribución de espacio hasta el análisis de suelo.

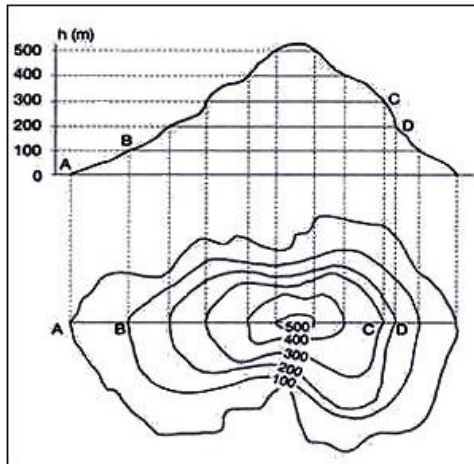
1.1.4.1. Topografía

Se debe efectuar el levantamiento topográfico (altimetría) de la poligonal del terreno, en el que se deberán considerar los puntos o referencias existentes que puedan ser útiles para el desarrollo del proyecto, tal como se muestra en la figura 1. Seguidamente se ejecutará una nivelación lo más exacta posible de la totalidad del área del terreno a urbanizar.

Adicionalmente este levantamiento topográfico se encarga de indicar los límites del terreno, ubicación de los elementos, vegetación y los detalles que se consideren pertinentes. Mientras que las curvas del terreno proporcionan información referente a las cotas del terreno a una distancia equidistante una de la otra. Además se debe elaborar perfiles longitudinales como transversales para así describir información precisa a lo largo de ejes completos; por ejemplo los perfiles longitudinales son utilizados para los movimientos de tierras, aguas servidas conjuntamente con los niveles y cotas donde se iniciaran las obras.

Debe tenerse en cuenta que una poligonal y una nivelación bien efectuadas son básicas porque de ellas depende el trabajo que posteriormente se va a desarrollar. Si existiera duda alguna de ellas o en ambas, es preferible invertir un poco más de tiempo y recursos en estas etapas con el objetivo de evitar cambios obligatorios posteriores en el diseño.

Figura 1. **Topografía altimetría**



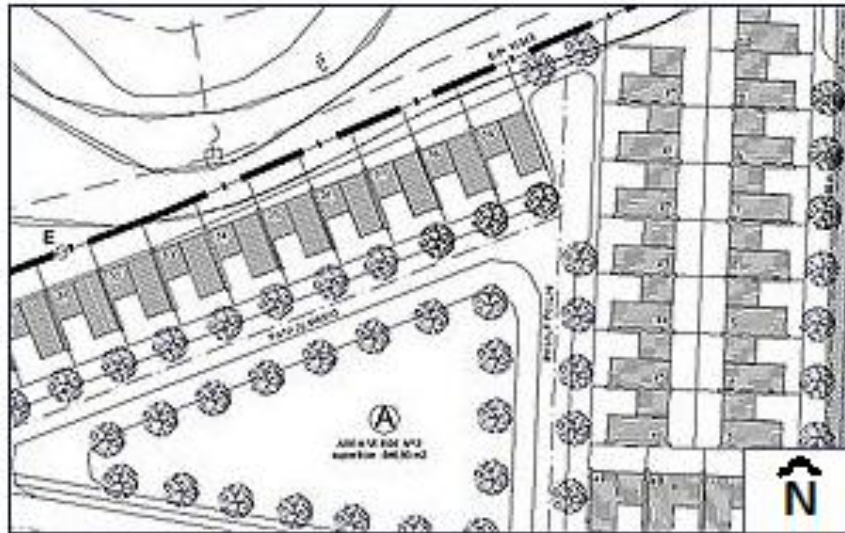
Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

1.1.4.2. **Diseño de la distribución de lote**

Para realizar el diseño de la distribución de lotes se debe previamente realizar un estudio de mercado, lo que determinará el nivel socioeconómico del sector poblacional al que va dirigido el proyecto, así como el rango de tamaños que se puede comercializar en el sector y sobre todo el mejor aprovechamiento del terreno.

Se deben definir los accesos principales proyectando la ubicación de las vías vehiculares y peatonales, además se debe señalar la distribución de las áreas a utilizar en el lote, pudiendo ser áreas de uso público como áreas verdes, canchas deportivas, centro comunal o bien como áreas habitacionales para las construcciones, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. **Distribución de lote**



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

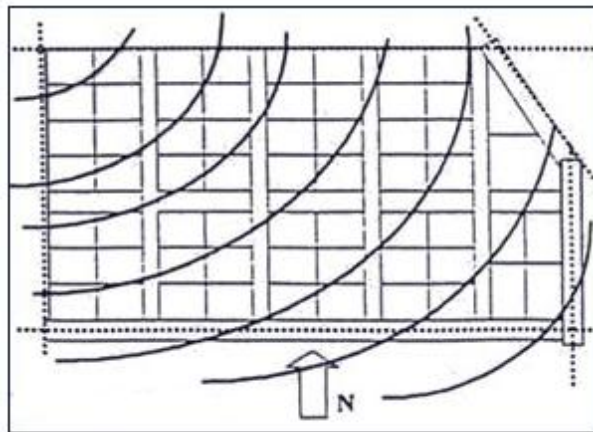
No debe ejecutarse una distribución de lote sin antes conocer los aspectos normativos considerados en la legislación nacional descrita en el numeral 1.1.5 (página. 14), respetando también las disposiciones y/o regulaciones que establezca cada municipalidad.

1.1.4.3. Diseño de ejes de calles y manzanas

Una vez determinada la distribución de lote más adecuado se procede a diseñar el trazo de ejes de calles, curvas horizontales y ejes de manzanas, éstos delimitarán cada una de las manzanas y calles que forman el proyecto como se muestra en la figura 3.

Es aconsejable que una vez definidos los ejes de calles y manzanas se proceda a verificarlos en el terreno, y en caso necesario hacer las correcciones para obtener un diseño confiable.

Figura 3. **Diseño de ejes de calles y manzanas**



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

1.1.4.4. Cálculo de movimiento de tierra

Definidas las calles y manzanas se procede a diseñar la rasante de las calles, para lo cual se deben considerar las posibles curvas verticales que tenga el proyecto, posteriormente se procederá a calcular el pavimento a utilizar según el procedimiento necesario.

El terreno debe tener una geometría determinada para cumplir con los requerimientos esperados, donde normalmente este deberá ser adaptado a la topografía del lugar mediante alineamientos horizontales y verticales, tal como

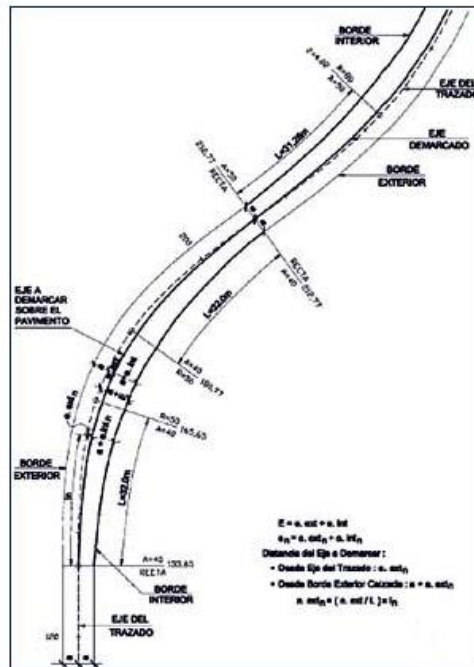
se muestra en las figuras 4 y 5 respectivamente, conformados por curvas, rectas, pendientes y gradientes que definan el terreno.

El proceso de preparación contempla, además del corte y/o relleno, la escarificación del terreno es decir la remoción de material inadecuado, el perfilado de la futura calzada y la compactación de cada una de las capas inferiores a la superestructura, siempre cumpliendo con la especificaciones propias del proyecto.

Una vez definida la rasante y el pavimento, se procederá a calcular los volúmenes de movimiento de tierras correspondientes a la capa vegetal, tanto en corte como relleno para subbase, base, red de drenajes y red de agua.

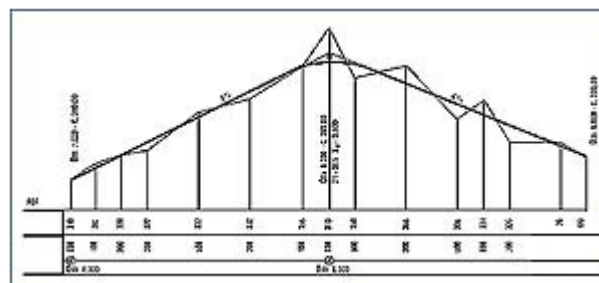
El movimiento de tierras es por sí mismo un proceso de estudio, diseño y materialización, entre lo que destaca: geometría mediante alineamientos geométricos y sección transversal, infraestructura u obra básica, superestructura o pavimentación, obras de drenaje y saneamiento, elementos de control, seguridad, iluminación y señalización.

Figura 4. **Alineamiento horizontal**



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

Figura 5. **Alineamiento vertical**



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

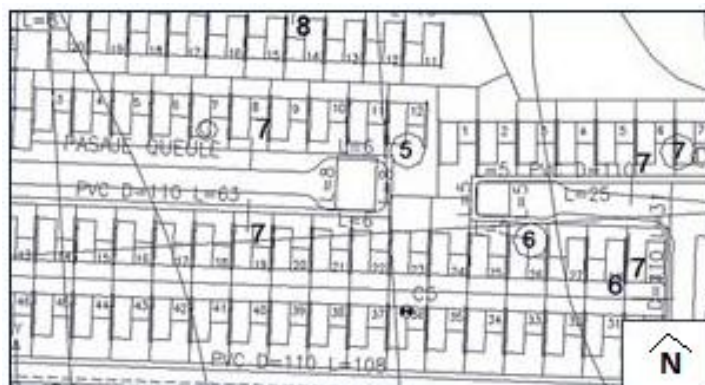
1.1.4.5. Diseño de la red de agua

Previo al diseño, es fundamental establecer el tipo de abastecimiento de agua que se tendrá ya que este puede ser por medio de la red municipal, por empresa privada o bien un abastecimiento propio, entendiéndose como propio a un pozo mecánico o nacimiento de agua.

De acuerdo al suministro de agua que se tenga se considerará la posibilidad de necesitar un tanque de almacenamiento o tanque de distribución, siendo el más utilizado por cuestiones de presión el de tipo elevado.

Dentro de los materiales que pueden utilizarse para la ejecución de la red de agua potable se encuentran: PVC, HDPE, fierro fundido, pex, acero galvanizado, polipropileno entre otros; es importante que toda válvula perteneciente a la red deba estar protegida por una cámara de válvula. El diseño de la red de agua potable debe verse como muestra la figura 6.

Figura 6. Red de agua potable



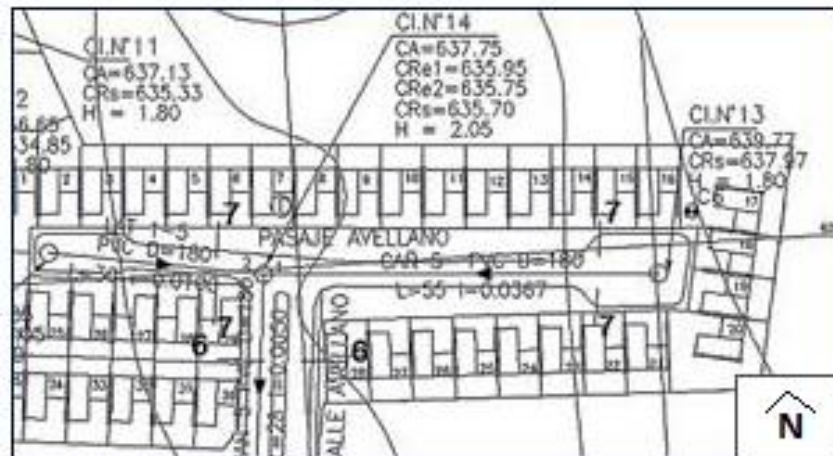
Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

1.1.4.6. Diseño de la red de drenajes

En función del lugar donde está ubicada la urbanización se establecerá la posibilidad de conectarse a la red municipal existente, ya que a partir de 1995, los sistemas de alcantarillados se diseñan de modo separativo para Guatemala, es decir que conducirá de modo separado las aguas pluviales de las sanitarias.

El sistema de drenaje separativo considera el diseño del desfogue de los drenajes pluviales y la planta de tratamiento del drenaje sanitario, o bien, una red de drenajes pluviales con su respectivo desfogue y un sistema de fosa séptica y pozo de absorción para los drenajes sanitarios. El diseño de la red de drenajes se ejemplifica con la figura 7.

Figura 7. Red de drenajes



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html. Consulta: 14 de enero de 2013.

Cuando se utilice fosa séptica y pozo de absorción, se debe consultar las reglamentaciones respectivas para su construcción y ubicación así como las dimensiones mínimas de lote para que la municipalidad respectiva autorice su uso.

Dentro de los materiales que pueden utilizarse para la ejecución del alcantarillado se encuentran: hormigón simple, PVC y en muy pocos casos hierro fundido. Las cámaras de inspección pueden ejecutarse con elementos prefabricados o realizarse *in situ*, mediante moldajes especiales.

1.1.4.7. Red de energía eléctrica

La determinación de esta red será en función de la ubicación territorial de la urbanización, porque esto determinará qué empresa prestará el respectivo servicio, siendo estas empresas:

- DEORSA-DEOCSA: Empresa de generación y distribución eléctrica en Guatemala.
- EEGSA: Empresa Eléctrica Guatemalteca.

Existen otros sistemas de abastecimiento que están empezando a desarrollarse en Guatemala como las hidroeléctricas, pero son las anteriores empresas las principales abastecedoras en el territorio nacional.

1.1.5. Aspectos legales de una urbanización

Antes de realizar cualquier trabajo se deberá obtener una copia de la escritura de propiedad del inmueble, para obtener las colindancias del terreno y

el área comprada o adquirida, adicionalmente se necesita una certificación extendida por el Registro General de la Propiedad en la que estén contenidas la primera y última inscripción de dominio, así como las anotaciones, limitaciones y gravámenes vigentes.

Esta certificación, actualmente es extendida en el Registro de la Propiedad como una consulta electrónica, contiene el área inscrita y las respectivas colindancias del terreno lo cual debe coincidir con las colindancias y área escrituradas.

Desde el punto de vista legal, la definición, diseño y construcción de una urbanización se rige por distintas leyes y decretos, dentro de las más sobresalientes están las siguientes:

1.1.5.1. Ley de Parcelamientos Urbanos

Estipulada por el Decreto Número 1427 del Congreso de la República, la Ley de Parcelamientos Urbanos fue creada bajo la premisa de que la escasez de viviendas representa un problema a nivel nacional, lo cual origina a su vez una gran demanda de parcelas destinadas para la construcción de viviendas; el fin primordial de dicha ley es normar y legislar las urbanizaciones en Guatemala, para fines de este estudio se resaltan los siguientes artículos:

“Capítulo II: De Los Parcelamientos Urbanos

Artículo 4.- Las personas comprendidas en el Artículo 2 de esta ley deberán solicitar autorización a la municipalidad jurisdiccional, donde se encuentre el o los inmuebles destinados a ser parcelados.

A toda solicitud de autorización deberán acompañar lo siguiente:

a) Certificación de fecha reciente expedida por el Registro General de la Propiedad Inmueble correspondiente, haciendo constar la primera y última inscripción de dominio, desmembraciones, gravámenes, anotaciones y limitaciones del inmueble o inmuebles que se pretenda parcelar.

b) Testimonio de la escritura pública que establezca la personería con que actúa el solicitante, en su caso.

c) Promesa formal de garantizar la construcción o el pago de las obras de urbanización y demás que establezcan los reglamentos o disposiciones de la municipalidad respectiva.

d) Planos del parcelamiento urbano que contenga la distribución de los lotes, vías públicas y áreas de uso común y de servicios públicos, debidamente acotadas y en curvas a nivel, así como localización del parcelamiento en relación con la cabecera municipal de que se trate, marcando las vías de acceso y su ajuste a los planos reguladores. Los planos que se presenten deberán ceñirse a las condiciones y requisitos que establezcan los reglamentos o disposiciones de la municipalidad autorizante. Los planos deberán ser certificados por ingeniero colegiado.

Una vez cumplidos los requisitos anteriores, la municipalidad correspondiente acordará la autorización para llevar a cabo el parcelamiento, pero la venta de las fracciones de terreno se sujetará a nueva autorización.

Artículo 5.- Las ventas de fracciones de terreno sólo podrán efectuarse con la previa autorización municipal, y para ello se comprobará antes de entregarlas:

a) Que las obras de urbanización que figuran en los planos aprobados al concederse la autorización para el parcelamiento, se han realizado o que por lo menos se han ejecutado los trabajos de introducción de energía eléctrica, agua potable y drenajes para cada lote y pavimento de las calles. En su defecto, deberá prestarse garantía suficiente a juicio de la municipalidad, de su realización o bien contratar con ésta la ejecución de los mismos.

b) Que el propietario o gestor del parcelamiento ha fijado el precio de cada parcela de acuerdo con el valor de la totalidad del terreno, los gastos de urbanización, la libre competencia y otros factores que sean aplicables.

c) Que se ha efectuado la nueva declaración fiscal del o de los inmuebles que van a ser parcelados con base en la revalorización a que se refiere el inciso anterior, para los efectos fiscales y catastrales.

d) Que han sido satisfechos todos los demás requisitos que establezcan los reglamentos municipales respectivos.

Todos los trabajos a que alude el inciso (a), deberán realizarse de conformidad con las exigencias municipales para la zona en que esté ubicado y el tipo de parcelamiento de que se trate.

Artículo 6.- La municipalidad que corresponda procederá de oficio a solicitar la inscripción en los registros correspondientes de las áreas que se hayan traspasado a la misma para uso común y servicios públicos, de

conformidad con los reglamentos de la materia y a solicitar en igual forma la cancelación de los registros de impuestos y contribuciones fiscales, y a cancelar de oficio los registros que se refieran al pago de tributos municipales”¹.

1.1.5.2. Ley Preliminar de Urbanismo

Esta ley tiene por objetivo el establecimiento de las normas preliminares que las municipalidades de la República de Guatemala deberán poner en práctica en el estudio del plan regulador de su jurisdicción, así como los trabajos iniciales básicos que ayuden a resolver en forma técnica los problemas que se presentan en el desarrollo de la planificación urbanística de sus poblaciones es decir las áreas de influencia urbana que se delimiten. De acuerdo a esta ley en su capítulo II, Artículo 5 las municipalidades procederán:

- a) A estudiar el plan regulador, para lo cual recopilarán la información básica y llevarán a cabo las investigaciones y estudios que sean necesarios.

- b) A estudiar la instrumentación del proyecto urbanístico, para determinar:
 - La forma de financiación
 - Las etapas de realización
 - La reglamentación y zonificación necesarias

- c) Preparar el programa de rehabilitación urbano y delimitación de barrios insalubres.

¹ Decreto 1427 “Ley de Parcelamientos Urbanos” páginas 1-2.

- d) Resolver, en lo posible, sobre los problemas especiales que puedan derivarse de la aplicación del plan regulador”².

Para la aplicación de este reglamento se designan dos tipos de secciones, de acuerdo al capítulo III, Área de Influencia Urbana en sus Artículos 6 y 7 dicen lo siguiente:

“Sección 1- Ciudad de Guatemala

El área de influencia urbana de la ciudad de Guatemala encierra a la ciudad y los terrenos que la rodean, susceptibles de incorporarse a sus sectores urbanos, donde para efectos de dicha ley, se fijan los límites del área de influencia urbana de la ciudad de Guatemala, en la forma siguiente:

Partiendo del punto en que la carretera Petapa corta el río Villalobos y siguiendo el sentido de las agujas del reloj, se sigue el río Villalobos aguas arriba hasta su confluencia con el río San Lucas; de este punto se continúa por este último río hasta encontrar la línea que rodea y envuelve a la población de Mixco, se abandona el perímetro de esta población en su punto más occidental con rumbo norte franco hasta encontrar el río de La Brigada o Salayá y se sigue este río aguas abajo hasta su confluencia con el río de Las Vacas; se une este último punto mediante una recta con el trfinio entre los municipios de Guatemala, Chinautla y San Pedro Ayampuc, de allí se continúa sobre el límite actual del municipio de Guatemala en sus colindancias con San Pedro Ayampuc, Palencia, San José Pinula y Santa Catarina Pinula; luego se une este último punto por medio de una recta con el punto inicial”³.

² Decreto 583 “Ley Preliminar de Urbanismo”. Artículo 5. Página 2

³ Decreto 583 “Ley Preliminar de Urbanismo”. Artículo 6. Página 3

“Sección 2 – Ciudades y poblaciones departamentales

Las municipalidades de la república deberán delimitar sus respectivas áreas de influencia urbana, las cuales encerrarán la ciudad o población y los terrenos que la rodean susceptibles de incorporarse a su sector urbano; sobre dichas áreas las municipalidades ejercerán control urbanístico”⁴.

De acuerdo al capítulo IV, Planes Reguladores en su Artículo 9 indica “Las municipalidades de las cabeceras departamentales y de las poblaciones de más de 10,000 habitantes deberán realizar los estudios para implantar en sus áreas de influencia urbana, un plan regulador adecuado que contemple lo siguiente:

- El sistema vial
- Los servicios públicos
- Los sistemas de tránsito y transportación
- El sistema recreativo y de espacios abiertos
- Los edificios públicos y servicios comunales
- Las zonas residenciales
- Las zonas comerciales
- Las zonas industriales
- Las zonas de servidumbre de reserva
- Cualesquiera otros aspectos que sea conveniente determinar”⁵

1.1.5.3. Código Municipal

En su artículo 142 establece: “La municipalidad está obligada a formular y ejecutar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su

⁴ Decreto 583 “Ley Preliminar de Urbanismo”. Artículo 7. Página 3.

⁵ Decreto 583 “Ley Preliminar de Urbanismo”. Artículo 9. Páginas 3-4.

municipio en los términos establecidos por las leyes. Las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cualquiera otra forma de desarrollo urbano o rural que pretendan realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como las personas individuales o jurídicas que sean calificadas para ello, deberán contar con la aprobación y autorización de la municipalidad en cuya circunscripción se localicen.

Tales formas de desarrollo, además de cumplir con las leyes que las regulan, deberán comprender y garantizar como mínimo, y sin excepción alguna, el establecimiento, funcionamiento y administración de los servicios públicos siguientes, sin afectar los servicios que ya se prestan a otros habitantes del municipio:

- Vías, calles, avenidas, camellones y aceras de las dimensiones, seguridades y calidades adecuadas, según su naturaleza.
- Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.
- Energía eléctrica, alumbrado público y domiciliario.
- Alcantarillado y drenajes generales y conexiones domiciliarias.
- Áreas recreativas y deportivas, escuelas, mercados, terminales de transporte y de pasajeros, y centros de salud.

La municipalidad es responsable del cumplimiento de todos estos requisitos.”⁶

⁶ Decreto 12-2002 “Código Municipal”. Artículo 142. Página 40

1.1.5.4. Reglamento Específico de Urbanización y Fraccionamientos del Municipio de Guatemala

Esta normativa indica que para realizar toda operación legal o contractual que suponga cambios en la extensión de un terreno o modifique de alguna manera sus linderos y mojones ya sea por permuta o fraccionamiento, para crear un núcleo urbano, ya sea traspasando por venta y otra forma de propiedad, o bien manteniendo su unidad y propiedad en el Registro de Inmuebles, fraccionándola físicamente para formar viviendas en arrendamiento ya sea que éstas se construyan por el arrendatario o sólo se den solares, se deberá obtener previamente licencia de la Municipalidad de Guatemala y operarse de acuerdo a las normas de este reglamento.

1.1.5.5. Reglamento Específico de Normas de Urbanización y Construcción de Proyectos Habitacionales de Interés Social del Municipio de Guatemala

Esta normativa tiene por objeto regular el crecimiento y desarrollo urbano a través de una adecuada elaboración de proyectos de urbanización residencial destinados a la vivienda de interés social para garantizar la salud, la seguridad, la convivencia social, la participación y el bienestar de sus habitantes. Donde para sus efectos, se considera una vivienda de interés social o de quinta categoría aquella que por las condiciones socio-económicas de una persona o familia requieren de la aplicación de normas mínimas con el fin de que puedan ser adquiridos a bajo costo.

1.2. Estudio

La planificación y programación son la base fundamental de todo proyecto de urbanización, ya que permiten determinar los tiempos y recursos que deberán ser invertidos en el desarrollo del mismo; siendo respaldados por una ejecución y control de obra durante el proceso de trabajo.

1.2.1. Planificación

La planificación se define como el proceso de selección entre distintas alternativas, decidiendo por anticipado lo que se va a hacer y definiendo métodos y secuencias en que se desarrollara un proyecto. Es por ello que la planificación abarca aspectos de índole humana, social, cultural y económica. La planificación de un proyecto permite establecer objetivos y metas, lo cual es fundamental para la administración de proyectos.

1.2.1.1. Tipos de planificación

Debido a su amplio campo de uso y aplicación, establecer tipos de planificación para situaciones o proyectos específicos resulta complejo ya que cada actividad, proyecto, obra o industria; determina la diversidad de factores a considerar. Por tanto a continuación se presenta una descripción general de los distintos tipos de planificación aplicables a condiciones generales.

- Planificación por su naturaleza
 - Planificación económica social: es efectuada por el gobierno de un país, su objetivo principal es orientar la producción para que

satisfaga adecuadamente las necesidades sociales. Se le conoce como planificación de objetivos.

- Planificación administrativa u operativa: se le conoce como planificación ejecutiva, canaliza todos sus esfuerzos a solucionar problemas administrativos.
 - Planificación físico-territorial: proceso de adopción de programas y normas para el desarrollo de recursos naturales, así como para el crecimiento de ciudades, comprende tres niveles: urbano (municipal-metropolitano), regional y nacional.
 - Planificación cooperativa: es la orientación y coordinación de las actividades de una comunidad a través de un programa general que involucre los recursos disponibles así como las necesidades de la comunidad.
- Planificación por el grado de aplicación
 - Planificación global: comprende el análisis y la fijación de metas para toda la economía valiéndose de indicadores de medición de carácter macroeconómico como: impuestos, presupuestos, el nivel de ingresos per capita, tasa de consumo, PNB, PIB, PGB.
 - Planificación sectorial: comprende el análisis de la economía de un país, para su estudio se divide en tres sectores: primario, secundario y terciario. El sector primario es una actividad vinculada a la explotación de recursos naturales como caza, pesca, ganadería, agricultura, minas y canteras. El sector

secundario son las actividades transformadores (industria) y el sector terciario, comprende el comercio y los servicios (turismo, transporte).

- Planificación económico estatal: implica la formulación de programas dirigidos a alcanzar objetivos y metas para mejorar la eficiencia del sector público con el fin de prestar un mejor servicio a la sociedad, se divide en tres partes: diagnóstico, formulación de planes y programas de producción para lograr un tasa adecuada de crecimiento y diseño de los instrumentos de control del plan para llevarlo a la práctica a través del gobierno.
- Planificación general: proceso de nacionalización y abarca el total de la economía, comprende la planificación interrelacionada del conjunto de sectores económicos: agricultura, industria y servicios.
- Planificación sujeta al plazo de su realización
 - Planificación indicativa: define orientaciones a largo plazo que permita racionalizar las inversiones públicas y privadas, así como lograr mayor coordinación en corto plazo para evitar desequilibrio en el sistema económico. Proporciona a la iniciativa privada mayor información sobre las tendencias y expectativas que presentan las diversas ramas de la actividad económica donde se pueda invertir.
 - Planificación compulsiva: es propia de una economía socialista, consiste en todas aquellas medidas que se impone el Estado, con el fin de influir sobre los elementos constitutivos de mercado (oferta, demanda, precio y comercialización) y en particular sobre

los medios de la producción. Es necesario que los factores de la producción se encuentren en manos del estado y atengan completa movilidad.

- Planificación estratégica: tiene una perspectiva amplia, en la cual se formulan objetivos, como los medios para alcanzarlos. Se refiere a planes que cubren toda la organización, establece los objetivos generales y busca colocarla en términos de su ambiente.
- Planificación táctica: cuenta con una perspectiva estrecha, se ocupa de la selección de medios por los cuales ha de perseguirse los objetivos esperados.
- Planificación por sector económico, social y geográfico
 - Planificación de recursos naturales: trata de establecer un equilibrio entre unidades urbanas y rurales y a la utilización racional de los recursos a través de: control de la erosión, recursos forestales-minerales, protección de los recursos hidrológicos y utilización racional de la tierra.
 - Planificación demografía: estudia la relación entre el crecimiento poblacional y los recursos disponibles. Es indispensable en áreas subdesarrolladas en las cuales el crecimiento poblacional es desfavorable al desarrollo económico, como resultado de una densidad poblacional alta, ingresos bajos y no compensada con la existencia de recursos susceptibles de explotación.

- Planificación sociocultural: estos dos elementos están íntimamente relacionados al desarrollo económico social de los países (salud, educación, vivienda, trabajo, seguridad, recreación).
- Planificación económica-regional: estudia las diversas etapas de los proyectos de desarrollo que deben seguir en un período determinado para el aprovechamiento óptimo de los recursos de una región. Trata de equilibrar los proyectos de desarrollo local con los nacionales.

1.2.1.2. Alcances de la planificación

La planificación tiene por objeto establecer los tiempos y recursos necesarios para determinados proyectos, por lo cual es importante detallar los alcances de dicha planificación mediante la clasificación de su importancia, características y ventajas.

- Importancia de la planificación
 - Prevé situaciones futuras contrarrestando la incertidumbre
 - Fija su atención en los objetivos y los jerarquiza
 - Ayuda a reducir costos y mejora la productividad
 - Sirve de base para el control
 - Optimiza recursos y aprovecha tiempos
 - Coadyuva a la solución de problemas mediatos e inmediatos

- Características

- Se erige como puente entre el punto donde se encuentra y aquel a donde quiere llegar.
- Implica actividades futuras, proporciona un orden adecuado para lograr los objetivos.
- Constituye un fundamento para la administración, son necesarios para determinar la estructura organizacional.
- Nos ayuda a conocer la situación actual.
- A través de la planificación se dirige más eficazmente al personal, al determinar el tipo de dirección y liderazgos necesarios.
- Proporciona normas de control para asegurar el éxito de los planes.

- Ventajas

- Permite obtener, destinar, y aprovechar los recursos para alcanzar los objetivos.
- Facilita adelantar actividades compatibles con los objetivos y procedimientos adoptados.
- Permite hacer el seguimiento y medir los progresos hacia esos objetivos a modo que se puedan tomar las medidas correctivas.
- Permite unificar esfuerzos en función de objetivos trazados.
- Reduce el trabajo improductivo.
- Disminuye la incertidumbre al ejecutar el trabajo.

1.2.2. Programación

La programación de un proceso, proyecto, obra o industria, es la representación por medio de tablas o gráficas generalmente de los tiempos de trabajo de iniciación y terminación de las actividades de proceso.

La programación es la definición o asignación de tiempos de ejecución a las distintas actividades o procesos que conforman un proyecto es decir, la programación es la representación del proyecto en tiempo donde la correcta programación debe demostrar previo a su inicio lo que se desea ejecutar, dando a conocer todas las actividades con sus respectivos tiempos de ejecución. El proceso de especificar cuándo iniciar y cuando terminar cada actividad de un proyecto es lo que se conoce como programación.

Al tomar decisiones con respecto a la programación de fechas de inicio y fin, así como la asignación de recursos entre actividades, se recomienda asignar holguras amplias en lo posible a las actividades que puedan considerarse importantes o críticas para el desarrollo correcto del proyecto. Al realizar una programación se deben tomar en cuenta dos fases fundamentales:

- Selección de la duración de cada actividad: este análisis deberá hacerse tomando en cuenta su influencia sobre los siguiente factores:
 - Duración del proceso
 - Costos y recursos requeridos
 - Costo del proceso

- Selección del tiempo de iniciación: esta deberá ser detallada por cada actividad, tomando en cuenta:

- Secuencia de actividades respecto a las demás actividades
- Factibilidad de modificar la terminación de actividades
- Distribución de tiempo para efectuar trabajos

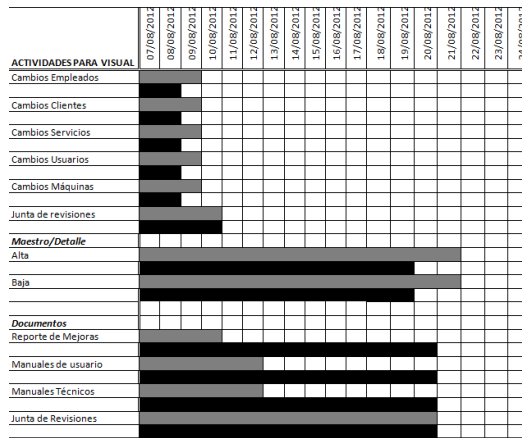
1.2.2.1. Tipos de programación

Desde el punto de vista de la Ingeniería, el principal objetivo de toda programación es lograr la eficiencia máxima de toda actividad o proceso para obtener el máximo rendimiento de todos los recursos a utilizar tanto humano, de material y de maquinaria.

La programación más utilizada para ello es la de diagrama de Gantt, conocido también como el diagrama de barras, ya que es de fácil elaboración y simple comprensión. Dentro de las principales técnicas utilizadas para la planificación y programación de proyectos están:

- Diagrama de Gantt: desarrollada por Henry L. Gantt en 1917, es una representación del proceso de avance de proyecto es decir, el progreso de trabajo realizado tal como se muestra en la figura 8. Este es el método más utilizado en la programación de proyectos debido a su simplicidad y facilidad de comprensión, donde el principal inconveniente de aplicación es que no muestra la relación de actividades unas con otras, ni de los recursos asignados.

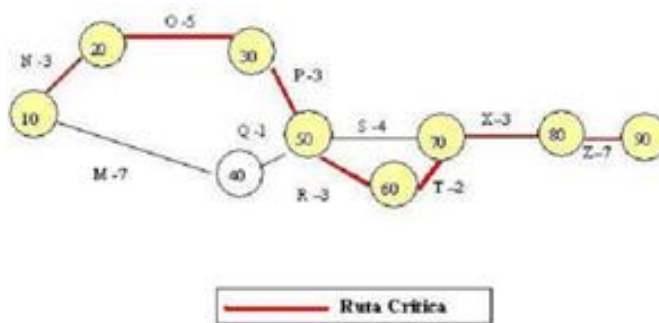
Figura 8. Programación por Gantt



Fuente: <http://3.bp.blogspot.com>. Consulta: 4 de febrero de 2013.

- Método de la Ruta Crítica: conocida como CPM, es una técnica utilizada para determinar la ruta crítica en el desarrollo de proyectos para planificar la estrategia o ruta de trabajo a seguir. Esta se caracteriza por trabajar con duraciones determinadas para las actividades, permitiendo relacionar el costo con la duración de actividades, un ejemplo de la ruta crítica se muestra en la figura 9.

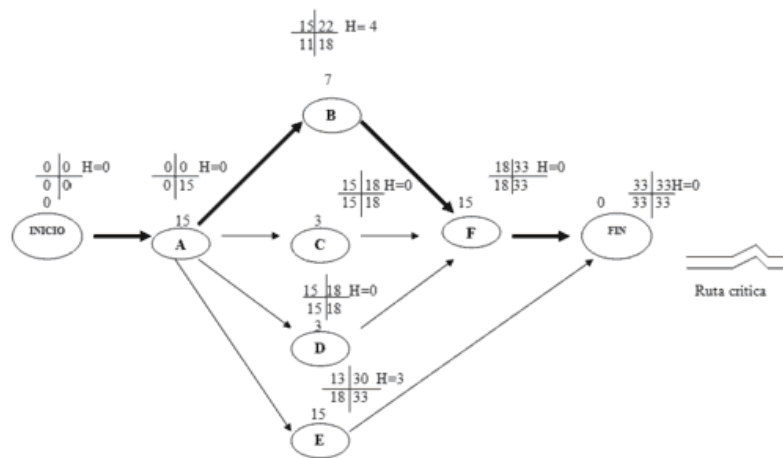
Figura 9. Programación por ruta crítica



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com>. Consulta: 4 de febrero de 2013.

- PERT: denominada Program Evaluation and Review Technique es un Técnica de Evaluación y Control de Programas. Esta se caracteriza por trabajar con estimaciones probabilísticas de duración como muestra la figura 10; lo cual no permite establecer relación costo-duración.

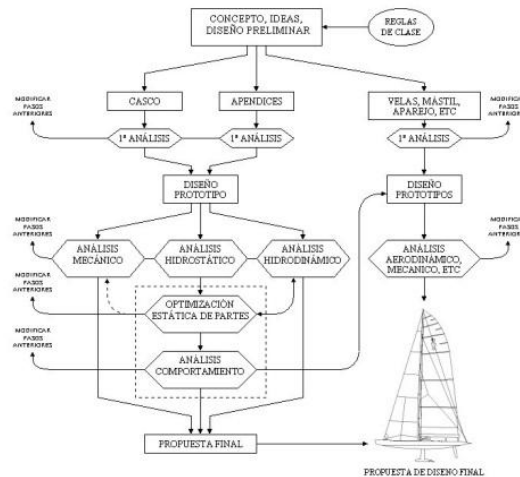
Figura 10. Programación por PERT



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com>. Consulta: 4 de febrero de 2013.

- RAMPS: denominada Resource Allocation for Multi-project Scheduling, es una Distribución de Recursos y Programación de Proyectos Múltiples, mediante la distribución en un gráfico escalonado tal como muestra la figura 11.

Figura 11. Programación por RAMPS



Fuente: <http://www.scielo.cl/fbpe/img/ric/v22n3/art04-13.jpg>. Consulta: 4 de febrero de 2013.

1.2.2.2. Alcances de la programación

La programación tiene por objeto establecer un cronograma de actividades y tareas para el desarrollo de un proyecto, detallando el tiempo y los recursos que serán invertidos durante cada proceso, por lo cual es importante establecer los alcances para cada programación realizada.

- Realizar un desglose de la estructura de trabajo del proyecto mediante:
 - Ordenar las actividades
 - Determinar la duración de cada actividad
 - Determinar el costo de realización de cada actividad
 - Calcular la cantidad de material así como de personal necesario
 - Determinar las actividades críticas

- Permite visualizar la relación de una actividad con otra
- Determina precedencia de actividades
- Fomenta la duración de cada actividad
- Plantea el costo de realización por actividad
- Optimiza personal y materiales

1.2.2.3. Consideraciones de programación

La programación está basada en una serie de factores materiales y humanos que analizados conjuntamente, permiten establecer la correcta programación para cada proyecto; dentro de las principales consideraciones a tener están:

- La programación se debe realizar una vez que se haya recopilado toda la información necesaria y relevante al proyecto, considerando los factores humano, social, económico y cultural.
- Recopilar para la determinación de tiempos de procesos.
- Identificar los tiempos de cada actividad que puedan causar atrasos en la ejecución del proyecto.
- Programar de forma que se permita analizar los tiempos para agilizar resultados deseados, ya sea manualmente o digitalmente.
- Efectuar revisiones periódicas de los tiempos asignados con el fin de verificar el desarrollo de cada actividad.

1.2.3. Ejecución de obra

El desarrollo de la ejecución en obra es realizar el proyecto cumpliendo los objetivos de la empresa ejecutora, llevando a cabo la construcción del proyecto con eficiencia, acatando las metas de tiempo, calidad y costo; optimizando los recursos humanos, económicos, físicos y tecnológicos.

Los instrumentos para una correcta ejecución se describen como:

- Matriz de responsabilidades
- Cronograma de actividades
- Diagrama de flujo
- Ruta crítica
- Informe gerencial

1.2.4. Control de obra

El control de obra es el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario aplicando medidas correctivas de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado.

Por lo general el control de obra, es vago y se da en forma aislada, limitándose únicamente a las actividades que se realizan en esta fase. Esto quiere decir que se controla a nivel muy superficial la calidad de las construcciones sin profundizar en las causas de los defectos y problemas observados durante las mismas, con el objeto de darles solución y evitar una posible repetición.

Desde un punto de vista general, el control de obra que se efectúa en la actualidad es bastante empírico pues las actividades que se realizan son tan sencillas que, al evaluarlas a nivel general u organizacional y además compararlas con los objetivos y metas formulados se obtiene variaciones altamente significativas que llevan a la conclusión que las constructoras como organizaciones funcionan de manera empírica es decir, que depende de la experimentación pero más aun de la experiencia.

Los instrumentos para un correcto control de obra son:

- Planes de trabajo
- Cronogramas
- Presupuestos
- Inventarios
- Horarios
- Nóminas
- Auditorías

1.2.4.1. Tipos de control de obra

El control de obra se centra en tres puntos de referencia: tiempo, costos y calidad; y a partir de estos se puede analizar el desarrollo de los proyectos. Se definen de la siguiente manera:

- Control de tiempo: se efectúa en base a programas computacionales y elaboraciones de acuerdo a técnicas de Gantt, Project, y otras aplicaciones de software.

- Control de costos: se realiza por medio de un presupuesto base de ingresos y gastos, flujos de cajas, balances, estados de pérdidas y ganancias e informes de resultados.
- Control de calidad: se efectúa por medio de métodos y sistemas de control de calidad, inspecciones técnicas, Diagramas de Pareto, gráficas de control entre otras.

2. MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA

2.1. Historia del Método de la Ruta Crítica

El Método de la Ruta Crítica o camino crítico denominado comúnmente como CPM por sus siglas en inglés Critical Path Method, se desarrolló en los Estados Unidos en 1957-1959 por la compañía Dupont y Remington Rand en donde J.M. Kelly y M.R. Walker buscaban la mejor forma de planificar y programar la construcción de sus plantas químicas.

A principios de 1957, los ingenieros Morgan Walker y James Kelly pusieron a prueba el Método de la ruta crítica en la construcción de una planta química para la compañía Dupont, debido a su importancia y relevancia en la historia, a continuación se presenta una línea del tiempo de los puntos más sobresalientes para este estudio:

- 1917: después de la Primera Guerra Mundial, Henry L Gantt creo el diagrama de barras que lleva su nombre (Diagrama de Gantt), esto representa el primer método de planificación y programación sistemática utilizado por el ser humano.
- 1957: el ingeniero Morgan Walker se encarga de liderar el grupo de Dupont para la creación del método de la ruta crítica (CPM).
- 1958: por primera vez en la historia, se pone en práctica el método de CPM en la construcción de una planta química de la empresa DuPont.

- 1959: Mauchly Associates se encarga de publicar el primer folleto relativo a CPM, el cual fue designado como *Critical Path Planning and Scheduling* traducido al español como Planeación y Programación de la Ruta Crítica.
- 1959: durante el mes de diciembre de este año se inicia la construcción del edificio CIL House de Montreal, utilizando para su desarrollo el método de CPM.
- 1961: se llevaron a cabo una serie de difusiones públicas, como conferencias y desarrollo de la práctica de método de CPM a lo largo de toda Europa.
- 1961: por primera vez en la historia, el método de CPM llega a Latinoamérica.
- 1963: por primera vez en la Historia Nacional se aplica el método de CPM en Guatemala siendo la constructora Delta la que lo desarrolla en la construcción en serie de casas.

Debido a los aportes que dicho método proporciona, éste ha tenido un gran auge a nivel global ya que su difusión mundial y su aplicación a diversos problemas han brindado resultados altamente satisfactorios.

2.2. Método de la Ruta Crítica

El método de la ruta crítica es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de obra, de todas las actividades

componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo y al costo mínimo.

El método de CPM se basa en análisis de tiempo es decir que las actividades son evaluadas en función del tiempo, donde el desarrollo y análisis de cada uno de estos permite establecer el camino crítico

2.3. Tipos de rutas críticas

Toda ruta crítica tiene el objetivo de mostrar tanto analítica como gráficamente, el camino principal o crítico por el cual se deberá regir un proyecto u obra a modo de cumplir con las parámetros establecidos de material, mano de obra y tiempos. Es importante resultar que de estos parámetros se obtiene los distintos tipos de rutas críticas que a continuación se describen:

- Ruta crítica de tiempo: es la más común y utilizada, ya que proporciona una referencia de tiempos en base al tiempo estimado para la realización del proyecto. Esta ruta muestra la secuencia acumulativa de tiempos de realización de actividades, que al final proporciona el tiempo de finalización de proyecto.
- Ruta crítica de recurso humano: muestra el camino a seguir en función de la mano de obra a utilizar, esta se hace importante cuando existen limitantes de personal para realizar las actividades o procesos, y por lo cual distribuir el personal de la manera óptima se vuelve fundamental para el correcto desarrollo del proyecto.
- Ruta crítica de material: es la representación de la distribución eficiente en la utilización de material en proyecto u obra. Este tipo de ruta crítica

se vuelve fundamental cuando existe una determinada cantidad de material estimado para la realización de actividades, estableciendo así su utilización por cada una de ellas.

2.4. Uso del método

El campo de aplicación del CPM es amplio debido a su flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño. Para obtener los mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características:

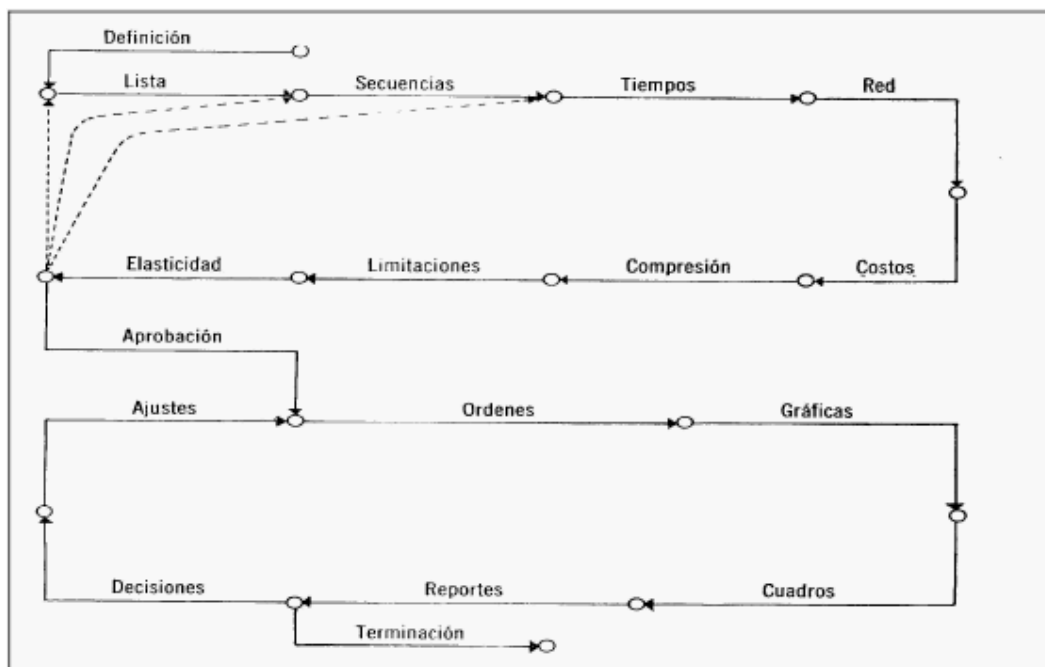
- El proyecto debe ser único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Ejecutar todo el proyecto o parte de él, en un tiempo mínimo sin variaciones es decir, en tiempo crítico.
- Desea el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

Debido a su amplio campo de aplicación, el método se ha estado usando para la planeación y control de diversas actividades tales como construcción de presas, apertura de caminos, pavimentación, construcción de casas y edificios, reparación de barcos, investigación de mercados, movimientos de colonización, estudios económicos regionales, auditorías, planeación de carreras universitarias, distribución de tiempos de salas de operaciones, ampliaciones de fábrica, planeación de itinerarios para cobranzas, planes de venta, censos de población, entre muchos otros.

2.5. Metodología de la ruta crítica

El método de la ruta crítica está basado en dos etapas o ciclos como se muestra en la figura 12, que son la planeación y programación seguido por la ejecución y control; que conjuntamente permiten el correcto desarrollo y manejo de los proyectos.

Figura 12. Metodología de ruta crítica



Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta:
18 de febrero de 2013.

En la figura 12 (página 43) se observan las dos etapas de esta metodología, la primera es la definición del proyecto conocido como planeación y programación, seguida por la aprobación del mismo mediante su ejecución y control.

La primera etapa consta de la presentación teórica del proyecto en papel estableciendo tiempos, recursos, gastos y todos los datos que se consideren necesarios para la presentación del mismo. La segunda etapa consta de la realización física del proyecto es decir, que posteriormente a su aprobación se llevará a cabo bajo un sistema de ejecución y control con el objetivo de obtener los resultados planteados en la etapa inicial.

2.5.1. Planeación y programación

Representan el primer ciclo de la metodología de trabajo, y permiten establecer todas las actividades, tiempos, secuencias y limitaciones que deberán ser tomadas en cuenta para la planificación y programación total del proyecto.

2.5.1.1. Definición del proyecto

Aunque no es parte integral del Método de CPM, esta constituye un previo de investigación de objetivos, métodos, elementos viables y disponibles; ya que en toda actividad a realizar se necesitan datos precisos de lo que se ejecutará, de su finalidad, viabilidad, elementos disponibles, capacidad financiera, entre otras cuestiones.

2.5.1.2. Lista de actividades

Esta lista de actividades sirve a las personas responsables de los procesos para desarrollar presupuestos de ejecución. Las actividades pueden ser de dos índoles: físicas o mentales; en donde de manera general se entiende como actividad a la serie de operaciones realizadas por una persona de forma continua y sin interrupciones, con tiempos de iniciación y terminación.

La lista de actividades es la relación de actividades físicas o mentales que forman procesos interrelacionados en un proyecto total. En general esta información es obtenida de las personas que intervendrán en la ejecución del proyecto, de acuerdo con la asignación de responsabilidades y nombramientos realizados en la definición del proyecto. En la figura 13 se hace una representación de una lista de actividades típica para un proyecto.

Figura 13. **Lista de actividades**

A. Del Ingeniero de Planta

1. Proyecto
2. Costo
3. Aprobación
4. Desempaque
5. Colocación
6. Instalación
7. Pruebas
8. Arranque
9. Revisión
10. Pintura de Maquinas
11. Pintura de Edificio

B. Del Ingeniero Electricista

12. Proyecto
13. Costo
14. Aprobación
15. Transformador
16. Alumbrado
17. Interruptores

**C. Del Ingeniero
Contratista**

18. Proyecto
19. Costo
20. Aprobación
21. Cimentación
22. Pisos
23. Ventanas

Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta:
18 de febrero de 2013.

2.5.1.3. Matriz de secuencias

Las matrices de secuencias como su nombre lo indica son una representación secuencial de las actividades u operaciones a desarrollar, denotando así un orden lógico. Estas se pueden desarrollar de dos formas:

- Por antecedentes: se debe preguntar a los responsables de los procesos cuales actividades deben quedar terminadas para ejecutar cada una de las que aparecen en la lista. Debe tenerse especial cuidado que las actividades tengan por lo menos un antecedente exceptuando si son actividades iniciales, en cuyo caso su antecedente será cero. En la figura 14 se muestra un ejemplo básico de este tipo de matrices:

Figura 14. **Matriz de secuencias por antecedentes**

<i>Actividad</i>	<i>Antecedente</i>	<i>Anotaciones</i>
1	0	
2	1	
3	2	3, 14, 20 similares
4	3	
5	4, 21	
6	5	
7	6, 22	
8	7	final
9	3, 14, 20	
10	9	
11	10	
12	0	
13	12	
14	13	
15	14	
16	15	
17	16	
18	0	
19	18	
20	19	
21	20	
22	23	
23	21	

Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta:

18 de febrero de 2013.

- Por secuencias: define qué actividades deben hacerse al terminar cada una de las que aparecen en la lista. Para este efecto se debe presentar la matriz de secuencias iniciando con la actividad cero que servirá para indicar el punto de inicio. La información debe tomarse una por una de las actividades listadas, sin pasar por alto ninguna de ellas.

En la columna de anotaciones se hacen todas las indicaciones que ayuden a aclarar situaciones de secuencias y presentación de la red. En la figura 15 se muestra un ejemplo básico de este tipo de matrices:

Figura 15. **Matriz de secuencias por secuencias**

<i>Actividad</i>	<i>Secuencias</i>	<i>Anotaciones</i>
0	1, 12, 18	
1	2	
2	3	
3	4, 9	3, 14, 20 similares
4	5	
5	6	
6	7	
7	8	
8	---	final
9	10	
10	11	
11	---	
12	13	
13	14	
14	15	
15	16	
16	17	
17	6	
18	19	
19	20	
20	21	
21	5, 23	
22	7	
23	22	

Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta: 18 de febrero de 2013.

2.5.1.4. Matriz de tiempos

La matriz de tiempos se analiza mediante tres parámetros de tiempo determinados por los responsables de los procesos, es importante resaltar que todos los tiempos deben ser manejados en la misma medida (unidad) es decir en segundos, minutos, horas, días, semanas, meses, años entre otras. Los tres parámetros son:

- Tiempo medio: es el tiempo normal que se requiere para la ejecución de las actividades, basado en la experiencia personal del informador.
- El tiempo óptimo: es el que representa el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se requieran; es simplemente la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo.
- El tiempo pésimo: es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas entre otros. Debe contarse sólo el tiempo en que se ponga remedio al problema presentado y no debe contar el tiempo ocioso.

2.5.1.5. Matriz de información

La matriz de información es la representación conjunta de la lista de actividades, matriz de secuencias y matriz de tiempos; es decir que es la conjunción de toda la información recopilada del proyecto en una misma matriz, lo cual facilita su análisis y utilización tal como se muestra en la figura 16.

Figura 16. **Matriz de información**

<i>Actividad</i>	<i>Secuencias</i>	<i>t</i>
0	1, 12, 18	—
1	2	3
2	3	1
3	4, 9	0
4	5	2
5	6	6
6	7	4
7	8	6
8	—	0
9	10	7
10	11	2
11	—	12
12	13	3
13	14	1
14	15	0
15	16	3
16	17	6
17	6	2
18	19	3
19	20	1
20	21	0
21	5, 23	6
22	7	4
23	22	3

Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

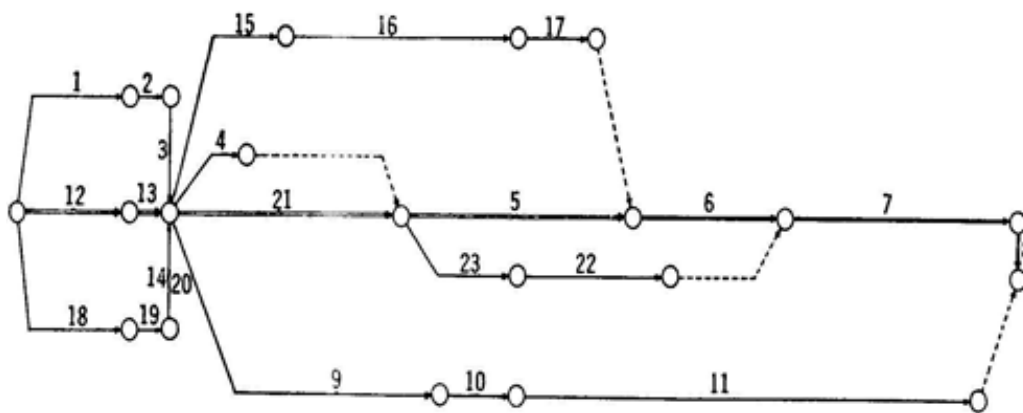
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta:
18 de febrero de 2013.

2.5.1.6. **Red de actividades**

La red de actividades es la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el camino crítico. No solamente se llama camino crítico al método sino también a la serie de actividades contadas desde la iniciación del proyecto hasta su terminación, que no tienen flexibilidad en su tiempo de ejecución, por lo que cualquier retraso que sufriera alguna de las actividades de la serie provocaría un retraso en todo el proyecto.

Desde otro punto de vista, camino crítico es la serie de actividades que indica la duración total del proyecto; cada una de las actividades se representa por una flecha que empieza en un evento y termina en otro tal como muestra la figura 17.

Figura 17. **Red de actividades**



Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta:
18 de febrero de 2013.

2.5.1.7. **Compresión de la red**

Esta etapa permite optimizar los tiempos de las actividades es decir, que se analizan las actividades que factiblemente pueden ser reducidas en tiempos y por lo consiguiente reducir la red de tiempo, mas no así la de actividades. El comprimir una red ayuda a determinar qué actividades serán las que se optimizaran en tiempo.

2.5.1.8. Limitaciones de tiempo, recursos y económicas

Estas limitaciones son una descripción detallada de las capacidades y/o limitaciones que se tienen para el desarrollo del proyecto, tomando en consideración factores principalmente humanos y materiales. Estas limitaciones son de tres clases:

- Limitaciones de tiempo: se debe determinar el tiempo normal de ejecución de la red y si no puede realizarse en el intervalo disponible, se deberá comprimir la red al tiempo necesario calculando el costo de incrementar los recursos.
- Limitaciones de recursos: es posible que en cualquier proyecto se suscite el caso de tener recursos humanos o materiales limitados, por lo que cuando dos actividades deban realizarse simultáneamente con el mismo personal y/o maquinaria estas no podrán ejecutarse, dando como resultado la espera en la terminación de una actividad para empezar la siguiente.
- Limitaciones económicas: se determinará el costo óptimo para conocer si se puede hacer el proyecto con los recursos económicos disponibles. Si hay la posibilidad de realizarlo, se buscará el tiempo total más favorable para las necesidades y objetivos del proyecto; en caso contrario simplemente el proyecto deberá esperar hasta tener los recursos económicos mínimos para poder realizarlo.

2.5.1.9. Matriz de elasticidad

La matriz de elasticidad es la representación de los tiempos de seguridad o extras para cada uno de las actividades o procesos planificados, esto nos permite tomar decisiones rápidas con respecto a las circunstancias que se presenten durante la ejecución de la obra, donde el adelanto o retraso de las actividades son fundamentales para su correcta finalización. En palabras más sencillas, la matriz de elasticidad es una descripción de los tiempos de holgura con los que cuenta cada actividad o proceso programado planificado.

Se debe hacer mención que tiempo de holgura es el tiempo adicional con el que cuenta una actividad o proceso para ser llevado a cabo, sin que estos retrasos no afecten los demás procesos o actividades. Para tales efectos se distingue tres tipos de holguras:

- **Holgura total:** se caracteriza por no afectar la terminación del proyecto, es decir que no modifica la fecha de finalización. Este tipo de holgura es importante para el director del proyecto quien debe cumplir con terminar en el lapso de tiempo establecido.
- **Holgura libre:** esta no modifica la terminación del proceso, es decir que es libre su ejecución con respecto al proceso. Este tipo de holgura es importante para el encargado de ejecución de procesos quien debe velar por el cumplimiento de los mismos.
- **Holgura independiente:** no afecta la terminación de actividades anteriores ni la iniciación de actividades posteriores, es decir que su realización es independiente de las actividades y procesos pre y pos.

2.5.2. Ejecución y control

La ejecución y control son el segundo ciclo de la metodología de trabajo para una ruta crítica, y representan esencialmente el proceso físico del proyecto, donde un correcto manejo de obra permitirá un desarrollo adecuado del mismo.

2.5.2.1. Aprobación del proyecto

La aprobación del proyecto es determinada por los encargados del proyecto, de acuerdo a la propuesta presentada por los ejecutantes, donde los principales temas a debatir son:

- Tiempo: determinando el tiempo de actividades y procesos.
- Secuencias: el orden de desarrollo las actividades o procesos.
- Costos: la estimación del costo de trabajos.
- Recurso humano: la cantidad de personal a emplear.
- Materiales: definiendo cantidad de materiales así como su calidad.

Para la correcta aprobación del proyecto, se debe presentar el programa de trabajo detallando cada uno de los aspectos a continuación:

- La lista de actividades
- El presupuesto general
- Las especificaciones de actividad
- Indicación de puestos, responsabilidades y organización de mando
- La red de actividades
- Las condiciones limitantes de trabajo
- Los procedimientos de trabajo

- El equipo necesario
- Los planos y esquema de itinerario y de horario
- Las matrices de información

2.5.2.2. Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son las designaciones de responsabilidad de actividades o procesos que se hacen para que estas sean realizadas por una persona o grupos de personas específicas, en base a criterios de calidad, cantidad y tiempo establecidos.

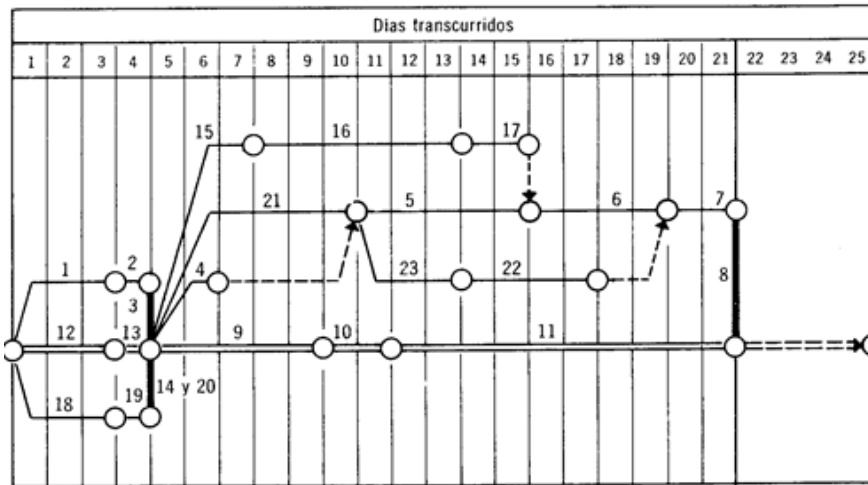
Las órdenes de trabajo se elaboran con base a especificaciones de actividad, condiciones limitantes, procedimientos de trabajo, equipo necesario y esquemas de proceso, itinerario y horario, así como ayuda de las matrices de información.

2.5.2.3. Gráficas de control

Las gráficas de control nos ayudan a visualizar el avance de las actividades y procesos, puesto que es fundamental determinar el avance tanto físico como administrativo de cada actividad. Por lo general las gráficas de control son:

- Gráfica de avance: es una descripción de la red de actividades, donde conjuntamente muestra el porcentaje de avance para cada proceso o actividad. En la figura 18 se muestra una ejemplificación de este tipo de gráfica.

Figura 18. **Gráfica de avance**



Fuente: ACOSTA, Willman. CPM método del camino crítico.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. Consulta: 18 de febrero de 2013.

- Gráfica de rendimiento: sirve para visualizar la velocidad de trabajo conocido como ritmo de producción, al mismo tiempo que describe las actividades o procesos que se van realizando en el tiempo.

2.5.2.4. Reportes y análisis de los avances

Los reportes de avance al igual que el análisis de los mismos, sirven para determinar si el desarrollo del proyecto va de acuerdo a lo esperado determinando así el cumplimiento de especificaciones técnicas y disposiciones; y en caso contrario los reportes permitirán determinar la falla del desarrollo y por lo tanto corregir todo lo que se considere necesario.

Los reportes se deberán presentar según las especificaciones de las partes interesadas, esto dependerá del tipo de proyecto ya que en algunos

casos el desarrollo a analizar deberá ser en tramos de tiempo extensos, mientras que en otros casos el análisis deberá ser elaborado en períodos de tiempo extremadamente cortos. De manera general, estos reportes deben contener los siguientes aspectos:

- Bitácora: es la descripción de las principales actividades y procesos realizados dentro del periodo establecido.
- Avance de trabajo: es una descripción por lo general a través de las gráficas de control de avance y rendimiento de trabajos, donde se describe el avance de las actividades o procesos realizados.
- Problemas afrontados: contiene el listado de problemas o circunstancias afrontadas durante el período de tiempo establecido.
- Soluciones planteadas: es una descripción de cada una de las soluciones planteadas a los problemas afrontados en el desarrollo del proceso, durante el tiempo establecido.

2.5.2.5. Toma de decisiones y ajustes

Este punto de la ejecución y control varía ampliamente en función del tipo de proyecto que se esté desarrollando, ya que dependerá del nivel de supervisión que se tenga dentro del mismo. La toma de decisiones y ajustes puede ser dos tipos:

- Aprobadas por supervisión: es la más común, donde cada decisión o ajuste que se deba realizar al desarrollo del proyecto debe ser

consultado con la supervisión o encargado superior, para posteriormente ser evaluada y aprobada por la misma.

- Aprobación inmediata: este se origina cuando ocurre una circunstancia cuya solución debe ser propuesta en ese mismo instante, aunque se debe establecer que dicha decisión y ajuste debe ser notificado a la supervisión o encargado superior para su aclaración.

3. APLICACIÓN DE MICROSOFT PROJECT

3.1. Microsoft Project

Es un software utilizado en la administración de proyectos diseñado y desarrollado por la empresa Microsoft para asistir a los administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

Por tanto Microsoft Office Project en sus versiones y de manera más específica la versión 2010 (más reciente); será la utilizada en este trabajo ya que es útil para la gestión global de proyectos.

3.1.1. Descripción del programa

Las acciones y resultados que se pueden llevar a cabo con Microsoft Project están definidas por tres componentes básicos: tareas, recursos y asignaciones. Estos tres componentes son los elementos básicos de cualquier proyecto y que, a través de Microsoft Project se podrán manipular de manera que se encontrara la configuración adecuada a las necesidades.

- Tareas

Las tareas cumplen el trabajo real que se realizara para llevar a cabo un proyecto, es decir que por tarea se entiende ejemplos como: nivelación de un terreno, levantado de un muro, colocación de tuberías entre otras cosas; las que en conjunto llevan a la realización de un proyecto.

El ámbito de un proyecto es el conjunto de todas las tareas y todos los objetivos. Por ejemplo, recortar el ámbito a veces significa eliminar algunos objetivos y las tareas necesarias para cumplirlos.

- Recursos

Los recursos son la materia prima de la cual se dispone para realizar una o varias tareas, se entiende que un recurso puede ser: personas, maquinaria, equipo, materiales, servicios; que son necesarios en su totalidad para llevar a cabo una tarea.

Al trabajar en project se entiende como recurso generalmente a la persona(s) que están disponibles para realizar determinada tarea, o bien a la maquinaria disponible para realizar determinada tarea. Por ello la cantidad de *recursos* disponibles determinara la eficiencia con que se llevará a cabo una tarea en factor tiempo como económico.

- Asignaciones

Para realizar una tarea mediante la utilización de un recurso se utiliza una asignación, las asignaciones afectan directamente a la cantidad de tiempo necesario para completar una tarea e indirectamente al tiempo total del proyecto.

Por ello cuando el tiempo límite establecido debe ser modificado o bien ajustar el tiempo disponible para terminar en la fecha establecida, se puede asignar mayor cantidad de recursos a una tarea determinada. Es decir que se realizan nuevas asignaciones con el objeto de emplear menos tiempo en

completar las tareas individuales, y si se reduce la duración de las tareas por lo tanto la duración del proyecto global se reducirá también.

3.1.2. Ventajas y desventajas

Microsoft Project, es un software que ha sido creado como soporte y herramienta útil en el desarrollo de todo tipo de trabajos y/o proyectos, por lo cual es importante analizar las ventajas y desventajas en la utilización del mismo.

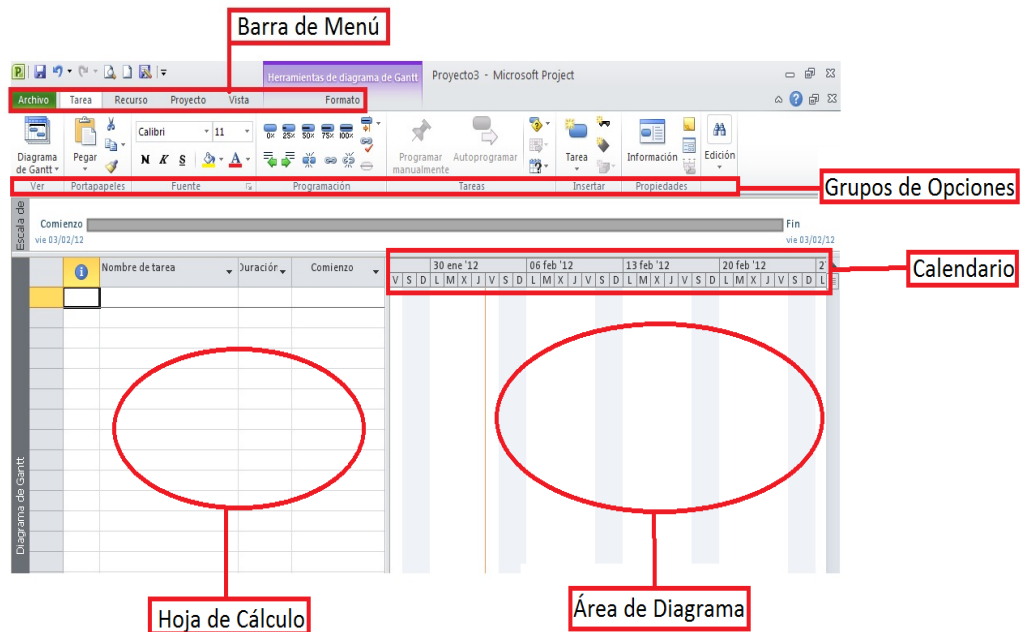
- Ventajas
 - Ayuda a mantener un equilibrio entre el ámbito, los recursos y el tiempo.
 - Ayuda a mantener un equilibrio entre las horas necesarias para completar una tarea, los recursos asignados y la duración global de la tarea.
 - Permite visualizar rápidamente los cambios de tareas, recursos y asignaciones, de manera directa sobre la programación del proyecto.
 - Prevé problemas de planificación y programación mediante la identificación temprana de los mismos.
 - Permite identificar la línea principal (ruta crítica) para el correcto desarrollo del proyecto.

- Permite identificar si determinada tarea necesita una mayor asignación de recursos, o bien caso contrario minimizar la cantidad de recurso en determinada tarea.
- Desventajas
 - La parte de la programación que realiza Microsoft Project será de la misma calidad que la información que el usuario suministre.
 - Se necesita una interrelación (asignaciones) entre tareas y actividades extremadamente precisa.

3.1.3. Simbología de aplicación

Es importante conocer la simbología de aplicación que se utilizará para el manejo de Microsoft Project, por lo cual en la figura 19 se muestra la ventana principal de Microsoft Project versión 2010 donde los recuadros resaltan sus principales aplicaciones:

Figura 19. Interfaz de Microsoft Project



Fuente: elaboración propia.

3.1.3.1. Barra de menú

La versión 2010 de Microsoft Project (MP) presenta 5 pestañas de menú principal, que sirven para manipular y modificar el archivo de una forma ordenada, estas se describen a continuación:

- Tarea: esta se subdivide en 8 grupos tal como muestra la figura 20 y son:
 - Ver
 - Portapapeles
 - Fuente
 - Programación
 - Tareas

- Insertar
- Propiedades
- Edición

Figura 20. Pestaña de tarea

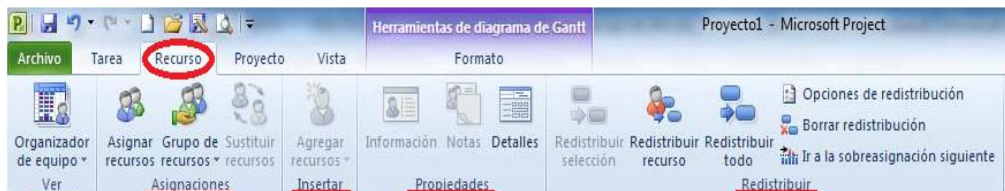


Fuente: elaboración propia.

- Recurso: esta se subdivide en 5 grupos tal como muestra la figura 21 y son:

- Ver
- Asignaciones
- Insertar
- Propiedades
- Redistribución

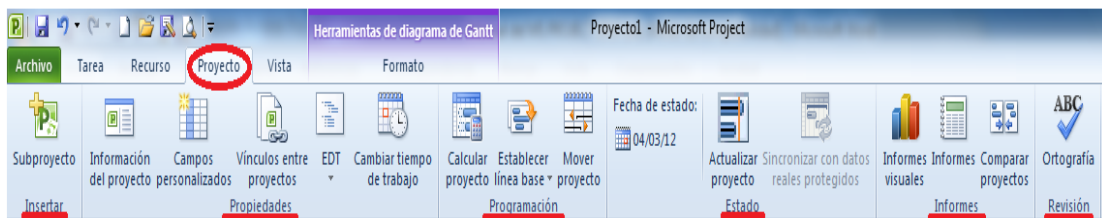
Figura 21. Pestaña de recurso



Fuente: elaboración propia.

- Proyecto: esta se subdivide en 6 grupos tal como muestra la figura 22 y son:
 - Insertar
 - Propiedades
 - Programación
 - Estado
 - Informes
 - Revisión

Figura 22. Pestaña de proyecto



Fuente: elaboración propia.

- Vistas: esta se subdivide en 7 grupos tal como muestra la figura 23 y son:
 - Vista por tareas
 - Vista por recursos
 - Datos
 - Zoom
 - Vista de dos paneles
 - Ventana
 - Macros

Figura 23. **Pestaña de vistas**



Fuente: elaboración propia.

- Formato: esta se subdivide en 6 grupos tal como muestra la figura 24 y son:
 - Formato
 - Columnas
 - Estilo de barra
 - Estilo de diagrama de Gantt
 - Mostrar u ocultar
 - Dibujos

Figura 24. **Pestaña de formato**



Fuente: elaboración propia.

3.1.3.2. Grupos de opciones

Los grupos de opciones, son esencialmente el conjunto de selecciones que se pueden realizar por cada una de las pestañas que se encuentra en la barra de menú, tal como fue descrito en el numeral 3.1.3.1 (página 63).

3.1.3.3. Calendario

El tiempo es una de las principales opciones a modificar y manipular en todo proyecto, dependiendo de la disponibilidad del mismo para la realización del proyecto. Microsoft Project además de permitir tener una visualización de la duración de cada tarea mediante la barra que se muestra abajo en la figura 25, también permite modificar los días hábiles en un calendario en los que se laborará en el proyecto tal como muestra la figura 26; con la posibilidad de modificar el horario de trabajo tanto de entrada como de salida asignado para los recursos.

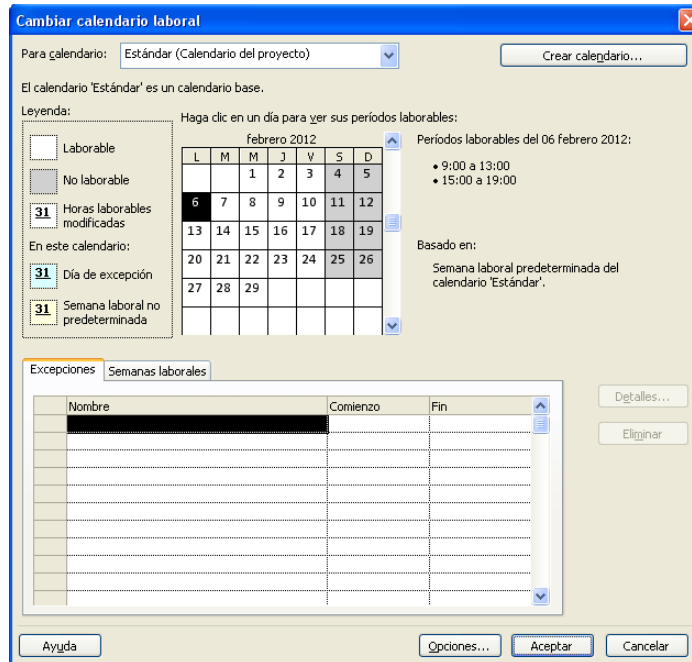
Figura 25. Barra de calendario



				30 ene '12					06 feb '12					13 feb '12					20 feb '12					27
V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Modificación de calendario laboral**




Fuente: elaboración propia.

3.1.3.4. Hoja de cálculo

Se visualiza en la columna izquierda de la interfaz de Microsoft Project la hoja de cálculo tal como muestra la figura 27, se utiliza para introducir todos los datos e información necesaria del proyecto tales como: tareas, duración, inicios. Por medio de esto se puede modificar de una forma rápida todos los datos dependiendo de las necesidades de exija el proyecto.

Figura 27. **Hoja de cálculo**

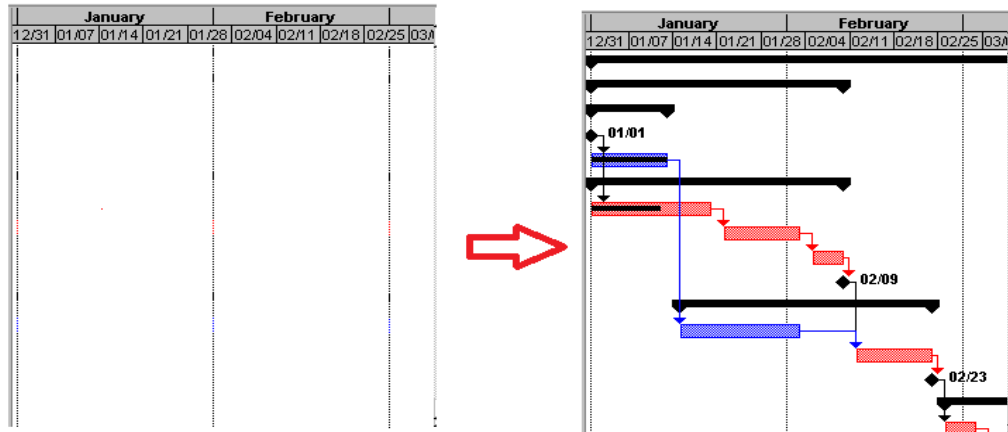
Diagrama de Gantt		Nombre de tarea	Duración	Comienzo

Fuente: elaboración propia.

3.1.3.5. **Área de diagrama**

El área de diagrama que muestra la figura 28, es la que muestra la duración, vinculación y programación de las tareas mediante el desplazamiento de barras (diagrama de Gantt). Este espacio de la interfaz permite tener una fácil visualización del desarrollo del proyecto, mediante el enlace de tareas (asignaciones) que en conjunto con la barra de calendario descrita en el inciso 3.1.3.3 permite analizar el desarrollo del proyecto.

Figura 28. Área de diagrama



Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Procedimiento de elaboración de una ruta crítica

Como guía base en la planificación y programación de cualquier tipo de proyecto, Microsoft Project tiene cinco principales características de aplicación que permite definir cada proyecto, siendo las siguientes en el orden que se deben desarrollar:

- Tareas: es la lista de actividades, procesos, etapas y fases que conforman la globalidad de un proyecto. Estas serán ingresadas como una lista en la interfaz de Microsoft Project y descritas como muestra la tabla I.

Tabla I. **Definición de tareas**

Proyecto X		
No	Tarea	Observaciones
	Fase 1	La primera fase del proyecto está conformada por tres actividades.
1	Actividad 1.a	
2	Actividad 1.b	
3	Actividad 1.c	
	Fase 2	La segunda fase del proyecto está conformada por dos actividades.
4	Actividad 2.a	
5	Actividad 2.b	
	Fase 3	La tercera fase del proyecto está conformada por una actividad.
6	Actividad 3.a	

Fuente: elaboración propia.

- **Duración:** es la asignación de tiempo a cada actividad o proceso que conforme el proyecto, pudiendo ser este en días, semanas, meses, años o como se considere necesario, pero siempre en la misma dimensional de tiempo. La tabla II es una representación de estas definiciones.

Tabla II. **Definición de tiempos**

Proyecto X			
No	Tarea	Tiempo	Observaciones
	Fase 1		El tiempo total que dure la fase uno dependerá de las asignaciones entre actividades.
1	Actividad 1.a	2	
2	Actividad 1.b	1	
3	Actividad 1.c	3	
	Fase 2		El tiempo total que dure la fase dos dependerá de las asignaciones entre actividades.
4	Actividad 2.a	2	
5	Actividad 2.b	4	
	Fase 3		Ya que sólo tiene una actividad, esta fase durará el tiempo de la actividad.
6	Actividad 3.a	1	

Fuente: elaboración propia.

Se debe mencionar que no se define una dimensional de tiempo, ya que por concepto todas las unidades se manejan en la misma dimensional.

- Precedencias: designan la relación que existirá entre las actividades y procesos del proyecto, marcando el inicio y fin de cada una, tal como muestra la tabla III. Es en esta aplicación donde se debe prestar una importante atención a la relación de asignación que se hará entre actividades ya que el inicio de determinada actividad puede marcar el comienzo de otra o viceversa.

Tabla III. Definición de precedencias

Proyecto X			
No	Tarea	Predecesor	Observaciones
	Fase 1	-	Cada actividad es realizada al terminar la anterior.
1	Actividad 1.a	-	
2	Actividad 1.b	1.a	
3	Actividad 1.c	1.b	
	Fase 2		Las dos actividades inician al terminar la misma actividad predecesora.
4	Actividad 2.a	1.c	
5	Actividad 2.b	1.c	
	Fase 3		Su inicio depende de dos predecesoras.
6	Actividad 3.a	2.b , 2.a	

Fuente: elaboración propia.

Es evidente que resulta fundamental tener una correcta designación entre actividades ya que sin éstas el desarrollo del proyecto podría ser mal interpretado. Por ejemplo en la fase 2, las dos actividades que conforman la fase están precedidas por la misma actividad, es decir que ambas se pueden realizar simultáneamente; por lo que la fase en realidad debe durar 4 y no 6 como se podría pensar, según los tiempos planteados anteriormente.

- Recursos: abarca la designación generalmente por mano de obra o maquinaria-equipo que se hará para cada actividad, y lo que determinará la eficiencia con la que se podría realizar determinada actividad. En la tabla IV se realiza una designación de recurso que puede ser interpretada como mano de obra o maquinaria equipo para cada actividad.

Tabla IV. **Definición de recursos**

Proyecto X			
No	Tarea	Recurso	Observaciones
	Fase 1		El recurso se asigna por la importancia de actividad o el interés de realización a ella.
1	Actividad 1.a	1	
2	Actividad 1.b	1	
3	Actividad 1.c	3	
	Fase 2		El recurso se asigna por la importancia de actividad o el interés de realización a ella.
4	Actividad 2.a	1	
5	Actividad 2.b	4	
	Fase 3		El recurso se asigna por la importancia de actividad o el interés de realización a ella.
6	Actividad 3.a	1	

Fuente: elaboración propia.

La asignación de recurso es una de las mayores facilidades que puede presentar Microsoft Project, debido a que permite manipular con facilidad el incremento de recurso en determinadas actividades y ver como esto favorece en la realización de determinado proceso. Por ejemplo en la actividad 1.c y 2.b se realizó un designación de recurso mayor a los demás ya que estas son las actividades que mayor tiempo consumen en el proyecto, y por tanto al realizarlas con mayor eficiencia el tiempo total del proyecto se reducirá notablemente.

- Diagramas: son la herramienta a través de lo cual Microsoft Project hace la representación del proyecto mediante los datos de tareas, tiempos, recursos y precedencias que fueron detallado anteriormente. Estos diagramas pueden ser mediante Gantt o bien por la determinación de una ruta crítica según sea el interés. Además Microsoft Project permite realizar un análisis separativo de actividades, tiempos y recursos mediante la interpretación de estos diagramas.

Además de estos cinco procedimientos principales que definen cada proyecto, Microsoft Project tiene una serie de aplicaciones que como herramienta de planificación y programación, permiten tener gran variedad de opciones para adaptar cualquier proyecto a las condiciones y características que se desee, como ejemplo el tiempo laboral el cual permite definir los horarios bajo los cuales se laborará en el proyecto además de poder ajustar el calendario a los días festivos y/o de descanso.

También Microsoft Project permite tener una visualización anticipada del desarrollo del proyecto, con lo cual prevenir cualquier tipo de atraso o inconveniente que pudiese surgir; y además manipular las tareas, recursos, tiempos y asignaciones para los intereses del proyecto.

3.2. Programas computarizados adicionales para planificación y programación

Adicionalmente a Microsoft Project, existen una serie de programas que pueden ser utilizados como herramientas en la planificación y programación de proyectos. Cada uno de estos varía en características y aplicaciones, por lo cual es importante conocer de ellos.

3.2.1. GanttProject

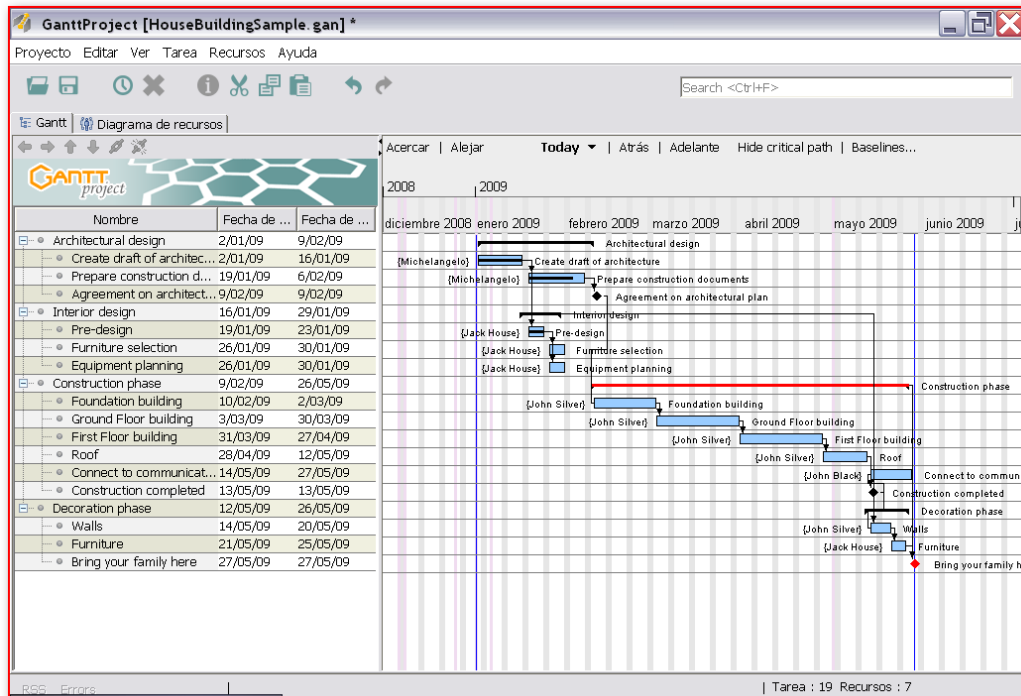
Presentado como una aplicación directa del diagrama de Gantt, GanttProject es el software capaz de realizar representaciones esquemáticas de la distribución de las tareas de un proyecto a corto, medio o largo plazo. Sus principales características son:

- Especificar las tareas en que se descompone un proyecto.
- Asignar recursos a las tareas.
- Establecer precedencias entre las tareas.
- Generar informes relativos a la gestión del proyecto.

Dentro de las principales ventajas de GanttProject se encuentra su sencilla utilización, por su característica representación gráfica a través de diagramas (Gantt, PERT, Recursos) tal como muestra la figura 29; lo cual permite una sencilla identificación gráfica de recursos, tareas y tiempos. Aunque se ha de mencionar que limita la posibilidad de subdividir una tarea en períodos de

tiempo separados, porque GanttProject considera cada tarea como continua en el tiempo.

Figura 29. Interfaz de GanttProject



Fuente: <http://3palmeras.files.wordpress.com/2012/01/ganttproject-1.png>. Consulta: 6 de marzo de 2013.

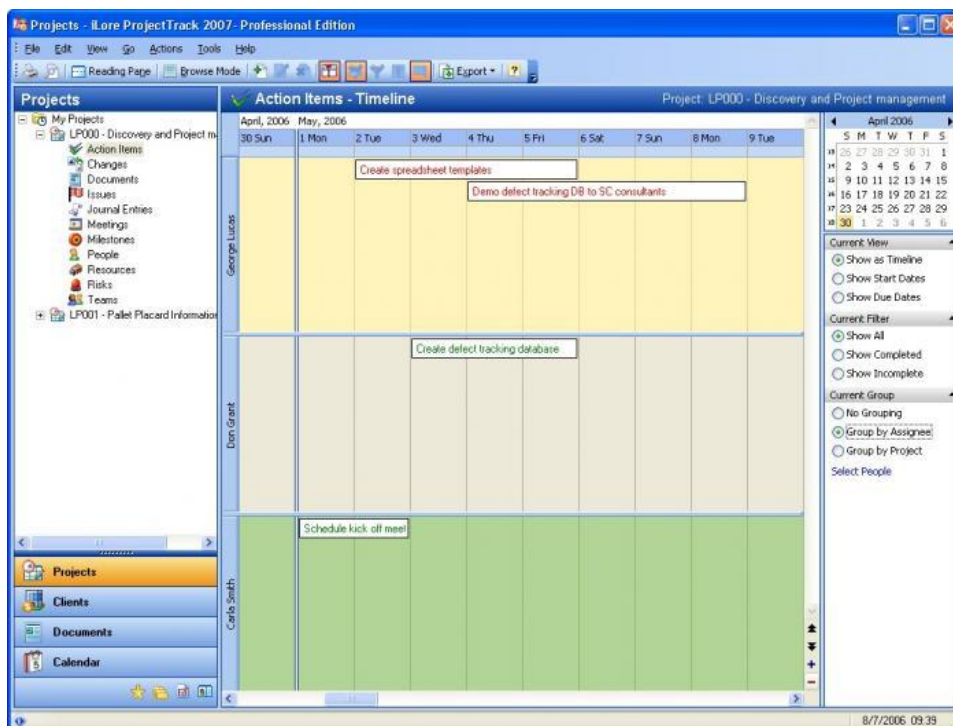
3.2.2. ProjectTrack

Presentado por Microsoft como una versión más sencilla de Microsoft Project, este software contiene todas las funciones básicas para la planificación y gestión de proyectos; dentro de sus principales utilidades se definen: tareas, equipos de trabajo, recursos, documentos entre otros.

ProjectTrack se caracteriza por permitir listar cada una de las tareas que se desee abarcar definiendo así sus datos más relevantes como tiempos y recursos tal como muestra la figura 30, permitiendo a su vez monitorear el avance de cada tarea mediante barras de progreso e iconos de estado.

Dentro de sus principales desventajas se debe mencionar la incapacidad de relación entre tareas, es decir que cada tarea se considera individual y no puede ser relacionada con el fin ni comienzo de otra tarea; caso muy contrario que sí permite Microsoft Project por lo que no se puede esperar ningún tipo de diagrama (Gantt, PERT, Recursos) por parte de ProjectTrack.

Figura 30. **Interfaz de ProjectTrack**



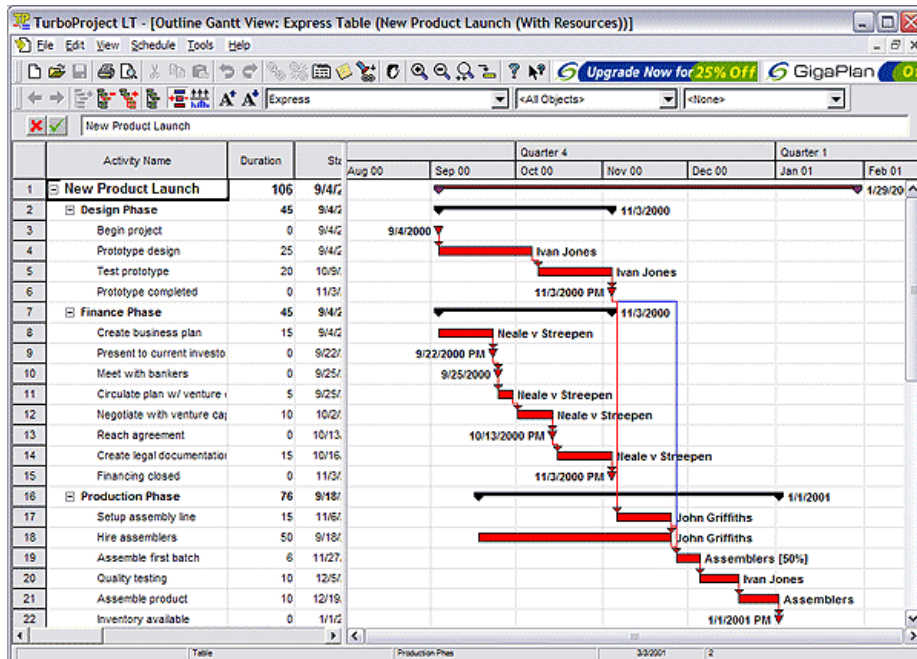
Fuente: <http://screenshots.en.sftcdn.net/en/scrn/53000/53840/projecttrack-1.jpg>. Consulta: 6 de marzo de 2013.

Por tanto ProjectTrack no debe ser considerado una herramienta en la gestión de planificación de proyectos, sino más bien una herramienta en la planificación de tareas individuales, que nos permitirá ahorrar tiempo y trabajo.

3.2.3. TurboProject

Presentado como una gratuita opción de planificación y programación, TurboProject permite plantear tareas, definir recursos y realizar asignaciones para el desarrollo de proyectos, o bien para tareas individuales. Su interfaz, como se muestra en la figura 31 es de fácil utilización porque muestra el progreso de las tareas mediante barras de desarrollo.

Figura 31. Interfaz de TurboProject



Fuente: <http://www.arquba.com/software-gratis/turboproject-lt/turboproject.gif>. Consulta: 6 de marzo de 2013.

Su principal característica es la inclusión de archivos de Microsoft Project (MP) es decir, que permitirá trabajar documentos de MP bajo las características de TurboProject.

Dentro de otras características están:

- Planteamiento mediante esquema
- Importar ficheros MPX (Microsoft Project Files)
- Plantillas de tablas

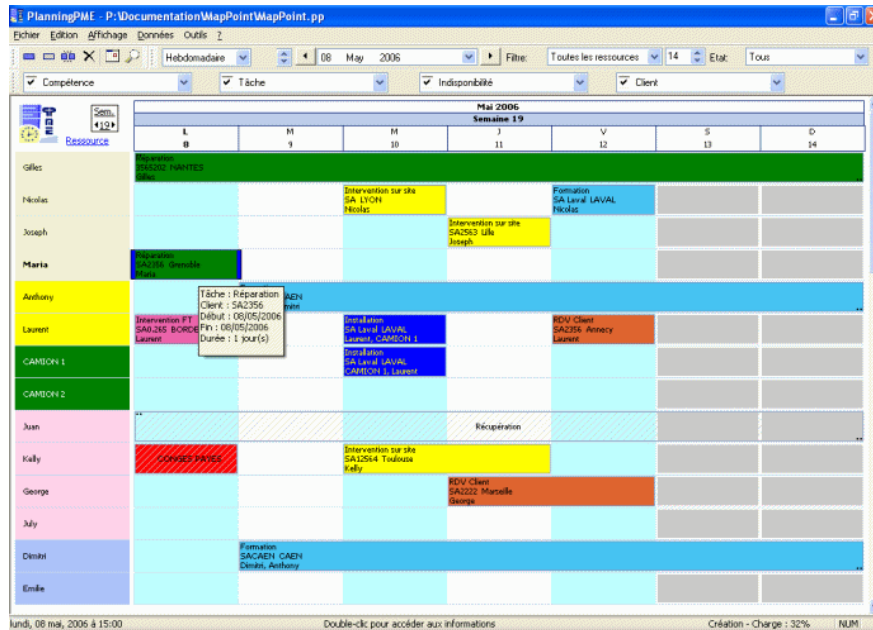
3.2.4. PlanningPME

PlanningPME es presentado como el software de gestión y planificación de proyectos que permite tener una visión global y precisa del estado del proyecto. Permite gestionar todas las tareas, recursos y tiempos de los cuales se dispone para llevar a cabo un proyecto.

Una de las principales características que presenta PlanningPME, es su versatilidad de poder trabajar en red lo cual permite acceder a la información desde cualquier unidad de equipo y a la vez compartir información con miembros de otras unidades. Además PlanningPME se caracteriza por tener una interfaz muy colorida tal como muestra la figura 32, lo cual identifica cada tarea y recurso por medio de la asignación de colores lo cual facilita el manejo de tiempos y asignaciones entre tareas.

Entre las funciones adicionales que permite PlanningPME, está la capacidad de importar y/o exportar archivos de Microsoft Excel o Microsoft Project, además de imprimir memorias y generar estadísticas mediante gráficos.

Figura 32. Interfaz de PlanningPME



Fuente: <http://www.planningpme.es/Images/mappoint3.gif>. Consulta: 6 de marzo de 2013.

3.2.5. SmartWorks Project Planner

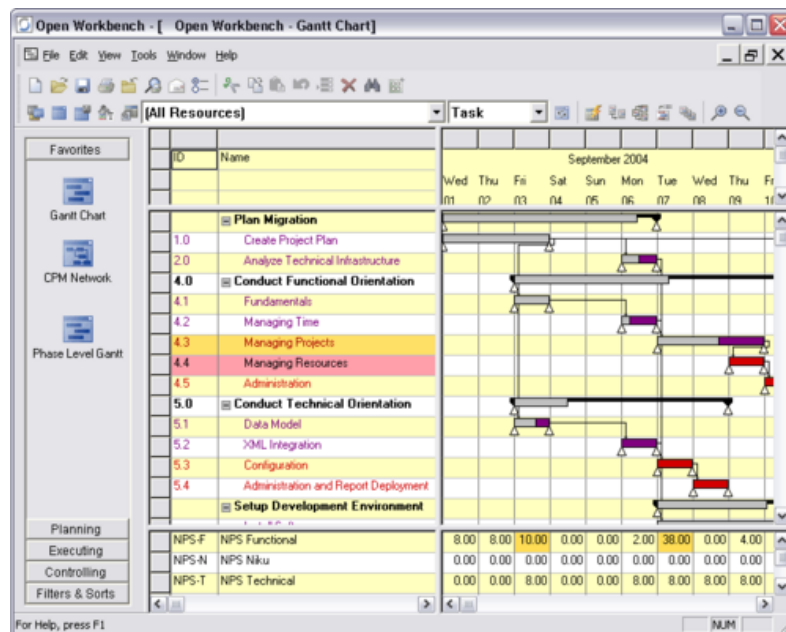
Creado como una herramienta en la planificación de proyectos, este software permite organizar tareas de forma práctica, sencilla y rápida; ayudando a la división de cada una de las tareas en lapsos temporales para tener así de forma organiza el tiempo de trabajo y no tener vacíos o pérdidas de tiempo.

Smartworks Project Planner es un software con un diseño es muy similar al de las hojas de cálculo tradicionales tal como muestra la figura 33, lo cual permite crear y modificar fácilmente cualquier tipo de dato que se ingrese como fechas, enlaces entre tareas, datos relevantes. Entre los cuales se puede mencionar:

que requiere un conocimiento respecto al tema. Dentro de sus principales características se puede resaltar: asignar recursos y utilizar herramientas de planificación, ejecución, control y seguimiento, conjuntamente con una división de actividades y la realización de diagramas (Gantt).

Es por ello que la interfaz de Open Workbench como se muestra en la figura 34, ofrece un avanzado sistema de planificación de proyectos con una eficaz estructura de trabajo, lo cual facilita la aplicación del sistema.

Figura 34. Interfaz de Open Workbench



Fuente: <http://imagenes.es.sftcdn.net/es/scrn/46000/46769/open-workbench-20.jpg>. Consulta: 6 de marzo de 2013.

4. EJEMPLIFICACIÓN

4.1. Definición del proyecto

El desarrollo de un proyecto de urbanización consta de tres fases o etapas, que al ser trabajadas una tras otra, es decir que la terminación de una implica el inicio de otra; permitirán tener el correcto desarrollo del proyecto. Estas 3 etapas se definen de la siguiente manera:

- **Anteproyecto:** es el inicio de todo proyecto cuyo objetivo principal es determinar la factibilidad de realización de un proyecto mediante estudios y análisis del mismo, del entorno que lo define. Es decir que determina teóricamente que tan factible es la realización de un proyecto.
- **Planificación:** una vez aprobado el anteproyecto, se inicia la planificación que consiste en el análisis de las tareas, actividades y procesos que serán llevados a cabo para la ejecución del proyecto. Esta fase representa la planificación general del proyecto, determinando principalmente tiempos y recursos que deberán ser empleados para llevar a cabo el proyecto.
- **Desarrollo del proyecto:** es la etapa final, y es la puesta en obra de las actividades y procesos en campo para el desarrollo del proyecto, donde una correcta planificación y programación de todas las actividades y procesos que conforman el proyecto permitirán su correcto desarrollo.

Para comprender correctamente la definición y desarrollo de un proyecto de urbanización en Guatemala, a continuación se presenta un esquema completo para la planificación y programación del mismo:

- Fase I: anteproyecto
 - Selección del terreno
 - Estudio de impacto ambiental
 - Mercado objetivo
 - Estudio de mercado
 - Estudio económico-financiero
 - Presupuesto disponible
 - Servicios incluidos
 - Precio de venta inicial estimado

- Fase II: planificación
 - Topografía
 - Diseño
 - Estudio y análisis
 - Planos
 - Cuantificación de trabajo
 - Topografía
 - Acondicionamiento y accesos
 - Movimiento de tierras
 - Red de drenajes
 - Red de agua potable
 - Red de energía eléctrica
 - Calles y banquetas

- Análisis económico
 - Costo de urbanización
 - Gastos administrativos
- Planificación general
- Fase III: desarrollo del proyecto
 - Planificación y programación
 - Construcción
 - Topografía
 - Acondicionamiento de accesos
 - Movimiento de tierras
 - Red de drenajes
 - Red de agua potable
 - Red de energía eléctrica
 - Calles y banquetas

4.2. Alcances del proyecto

Todo proyecto de urbanización tiene como objetivo satisfacer los intereses de los dos entes que intervienen, es decir los del cliente y los de la gerencia encargada del desarrollo del proyecto; donde la completa satisfacción de ambas partes significara el éxito del proyecto.

Es por ello que como en una negociación un proyecto de urbanización depende de la satisfacción del cliente o interesado en el proyecto, es en este punto donde la gerencia del proyecto debe establecer las técnicas y lineamientos bajo los cuales se trabajará para satisfacer ambas partes.

Un factor que garantiza el éxito de un proyecto es tener puntos de vista alternativos, un ejemplo en proyectos de esta índole es el área verde designada para el proyecto; que aunque por ley se establecen porcentajes mínimos por cantidad de área construida no es lo mismo en términos de gustos y preferencias para la selección de viviendas tener áreas verdes mínimas que visualizar grandes extensiones de área verde al momento de seleccionar lotificaciones.

Determinar los alcances del proyecto permite definir lo que se espera obtener del mismo a través de sus resultados y con esto plantear los lineamientos y técnicas que se deberán seguir para obtener dichos resultados.

4.3. Determinación de la metodología

La metodología es la definición de la estructura laboral para el desarrollo de un proyecto mediante el esquema presentado en el inciso 4.1, en el cual se establecen tres fases principales que son anteproyecto, planificación y desarrollo del proyecto, cada una de estas descritas a continuación.

4.3.1. Anteproyecto

Es la etapa inicial de todo proyecto, y cuyo objetivo principal es obtener toda la información e investigaciones necesarias para determinar la factibilidad y viabilidad de realización de un proyecto en cuestión. Para esta etapa se consideran factores principalmente económicos, sociales y humanos.

4.3.1.1. Selección del terreno

La selección del terreno es el primer paso en todo proyecto de urbanización ya que esta abarca una serie de criterios primordialmente de tipo económico y técnico; en función de cual selección puede producir la mayor cantidad de beneficios para los interesados. Esta selección da inicio generalmente con la visita al campo de trabajo a urbanizar y mediante una inspección visual y un amplio criterio de experiencia, se puede determinar si el terreno en análisis podría cumplir las expectativas deseadas.

Al realizar una selección de terreno se debe tener una amplia visión de las ventajas y desventajas que podría representar cada terreno en análisis, ya que lo que pareciera ser una complicación al inicio podría ser aprovechada para los interés del proyecto, de manera más amplia por ejemplo: si un terreno presentare una pendiente muy pronunciada, es decir un terreno muy quebrado; lo cual a la luz de la experiencia se marcaría en grandes movimientos de tierras, pero bien podría ser aprovechado como un atractivo visual para aquellos que gustan tener una vista panorámica desde su localidad como tipo mirador, y el movimiento de tierras podría ser simplificado mediante la utilización de plataformas escalonadas entre ejes de lotes evitando así los grandes movimientos de tierras y conservando la vista panorámica para cada lotificación.

La selección de ubicación del terreno del proyecto de urbanización es fundamental para el éxito del mismo, en la actualidad inciden factores de índole social como:

- Facilidad de acceso
- Seguridad

- Servicios incluidos
- Variedad de comercio
- Atractivo social

Estos factores son los que en la actual sociedad marcan las selecciones y preferencias para vivir, reconociendo que no están por encima del factor económico ya que este será el principal factor a considerar, todos los factores son tomados en consideración, tanto sociales como económicos.

4.3.1.2. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La Constitución Política de la República de Guatemala en su artículo 97 dice: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”⁷.

Planteado en el Decreto 68-1986 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en su artículo 8 regula que: “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir

⁷ Constitución Política de la República de Guatemala. Artículo 97. Página 73

el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho Estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5 000,00 a Q100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla”⁸.

En este se establece la normativa legal ambiental y plantea que a cada proyecto que se desee implementar en el territorio nacional se le deberá desarrollar un Análisis Ambiental, el cual será autorizado y respaldado a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.

Según esta ley el Estudio de Impacto Ambiental debe ser aplicado a todos los proyectos que se deseen desarrollar y que sean considerados de Alto Impacto, por ejemplos: edificios, hidroeléctricas, pozos de agua, minas y un proyecto de urbanización no es la excepción.

Para un proyecto de urbanización, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) permitirá tener una visualización del manejo de aguas y suelo que se plantea desarrollar, con lo cual crear un ambiente agradable y más que nada no dañino al área donde se desarrolle; es por ello que un estudio de impacto ambiental permite identificar, conocer y gestionar el impacto ambiental que generará determinado proyecto de urbanización a determinada área por lo que se considera una herramienta técnica-legal para el mejoramiento en el desarrollo de cada proyecto.

⁸ Decreto 68-86 “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”. Artículo 8. Página 3

4.3.1.3. Mercado objetivo

Desde el punto de vista de la mercadotecnia, el mercado objetivo es la selección de un segmento del mercado social al cual es dirigido un producto o servicio en particular. En terminología más sencilla el mercado objetivo de todo proyecto, producto o servicio es la selección de un grupo de clientes, generalmente definido por variables sociales y económicas; a los cuales se desee llegar para ofrecer el denominado producto o servicio en este caso un proyecto de urbanización.

Para determinar el mercado objetivo al cual se quiere llegar con determinado proyecto de urbanización se debe tomar en cuenta factores como: la ubicación del terreno ya que esta proporcionará una referencia del nivel económico-social al cual se estará expuesto, conjuntamente se deben analizar los ofrecimientos que se pueden realizar al comprador para que la urbanización sea atractiva a sus gustos, intereses y/o preferencias.

El mercado objetivo es uno de los parámetros para determinar el tamaño de los lotes que se planea urbanizar conjuntamente con los lineamientos que establece la legislación de la localidad, además que permite tener una referencia del nivel económico para el cual se estará desarrollando y por lo consiguiente crear un ambiente que sea agradable a sus capacidades.

4.3.1.4. Estudio de mercado

Este representa una serie de análisis parciales que bajo un análisis conjunto permiten tener una visualización de la promoción que se planea, estimando así la potencial demanda que se pueda tener de un determinado

producto o servicio en este caso un proyecto de urbanización en el mercado. El estudio de mercado para un proyecto de urbanización se basa en:

- La coyuntura económica actual y perspectivas de futuro, así como los niveles de renta de la población y sus posibilidades de ahorro y consumo.
- Análisis del sector inmobiliario en general, la evolución de los precios y ritmos de venta del sector inmobiliario.
- Estudio in situ del entorno del terreno, posibilidades de comunicaciones, transportes públicos, proximidad centros comerciales, centros escolares, parques y zonas verdes.
- Análisis de la oferta competitiva, conociendo superficies, distribuciones de dormitorios y cuartos de baño, amplitud de cocina, existencia terraza y otros elementos de oferta.
- Estudio de la demanda, de la disponibilidad económica, posibilidades financieras, precio asumible, deseos de calidad, preferencias, exigencia de plazas de aparcamiento.

4.3.1.5. Estudio económico financiero

Este análisis permite realizar un cálculo estimativo de los gastos e ingresos que representará un proyecto, producto o servicio y determinar la posibilidad de obtener beneficios del mismo durante el desarrollo del mismo. Dentro de los principales factores a considerar al realizar un estudio económico-financiero de un proyecto de urbanización están los siguientes:

- Egresos
 - Costo del terreno
 - Costo de la urbanización
 - Gastos administrativos
 - Gastos de promoción

- Ingresos
 - Costo de venta por lote
 - Locales de comercio
 - Aparcamientos

El estudio económico financiero permite establecer en qué punto del desarrollo, el proyecto será autosustentable o bien en que momento el proyecto generará los suficientes ingresos para continuar con el desarrollo del mismo es decir que no volverá a ser necesaria la inversión de más capital económico.

Además de esto permite plantear en qué punto del proyecto la inversión inicial será recuperada lo cual es esencial para toda gerencia ya que representa el punto de partida de las ganancias.

4.3.1.6. Presupuesto disponible

En cada proyecto se plantea un presupuesto inicial del cual se dispondrá para iniciar el desarrollo de un proyecto hasta llegar al punto en el que éste se vuelva autosustentable; o bien genere los suficientes ingresos para poder seguir con el desarrollo del mismo.

El objetivo del presupuesto disponible de un proyecto de urbanización es absorber todos los gastos e inversiones que se deban realizar en el proyecto, tanto de carácter técnicos como administrativos y así solventar las necesidades del proyecto.

Además de esto, establecer un presupuesto disponible permitirá analizar a detalle en cada etapa del proyecto si los objetivos se han cumplido ya que al haber un consumo económico mayor al esperado se puede determinar los errores que se están cometiendo y así realizar las respectivas correcciones a la metodología de trabajo.

4.3.1.7. Servicios incluidos

Los servicios básicos que se trabajan en una urbanización son considerados de índole indispensable, ya que sin estos la población no podría desarrollar la vida cotidiana con normalidad. Estos servicios son:

- Calles: utilizadas para el movimiento peatonal como vehicular de los habitantes en la urbanización.
- Agua potable: establecida como el vital líquido para la subsistencia humana, se debe tener el correcto abastecimiento del agua potable.
- Drenajes: por obligaciones legislativas como por salud humana, los drenajes son obligatorios para el correcto manejo de las aguas residuales tanto pluviales como sanitarias.
- Energía eléctrica: considerada en la actualidad un factor casi tan indispensable como el agua potable, ya que vivimos en una sociedad

marcada por el uso tecnológico y más aún por su dependencia hacia esta.

- Áreas verdes: siempre deberá tenerse un espacio para la recreación humana en toda urbanización además de que se establece por ley porcentajes mínimos de áreas verdes por áreas de construcción.

Existe una amplitud de servicios que se pueden incluir a los distintos proyectos de urbanización, todo dependiendo del marco económico para el cual se esté desarrollando. Dentro de estos se pueden mencionar:

- Seguridad privada: establecida en la actual sociedad como uno de los preferentes gustos para vivir ya que representa un estado de tranquilidad y privacidad dentro de un área delimitada de viviendas.
- Comercio: la facilidad de acceso a la variedad de comercio dentro de las instalaciones del proyecto de urbanización o en la cercanía a las mismas, es una selección de gusto para vivir.
- Áreas verdes: aunque por ley se establecen porcentajes mínimos de áreas verdes en base a áreas de construcción, estos porcentajes pueden ser incrementados a modo de que el proyecto sea más atractivo a los gustos del comprador.

4.3.1.8. Precio de venta inicial estimado

El precio de venta inicial estimado es el valor económico que se pretende designar a un producto o servicio en su inicio en el mercado, el cual es determinado en base a las inversiones que se planean hacer para llevar a cabo

el desarrollo del producto o servicio más el margen de ganancia que se espera obtener, y para esto los interesados podrán modificar dicho valor en función de la oferta-demanda que surja del mercado o bien en función de los avances y mejoras que se desarrollen en el producto o servicio.

Es decir, que para un proyecto de urbanización el precio de venta inicial estimado será el valor con el cual se pretende dar a conocer cada lote de la urbanización el cual podrá ser modificado posteriormente en función de las mejoras que se hagan durante el desarrollo del proyecto, o bien en respuesta a la demanda del mercado.

Además de esto, la definición de un precio de venta inicial estimado para los lote de urbanización permite realizar un estudio económico-financiero del proyecto de urbanización con lo cual establecerán los puntos de equilibrio económico que deberá denotar el proyecto.

4.3.2. Planificación

Esta es la segunda etapa del proyecto, donde se procede a la planificación del desarrollo general del mismo; estableciendo tiempos, recursos y actividades para cada proceso. El objetivo principal de esta fase, es establecer una visualización de todo el trabajo que deberá ser llevado a cabo durante el proyecto.

4.3.2.1. Topografía

Se deben realizar precisos levantamientos topográficos del terreno, detallando los puntos relevantes a los intereses del proyecto así como la definición de curvas de nivel y altimetría.

Un preciso levantamiento topográfico es fundamental para el desarrollo del proyecto ya que este proporcionará los datos con los que se diseñará el mismo; y es de gran importancia recalcar que ante cualquier duda en el levantamiento topográfico lo mejor es rectificar los datos aunque esto represente un incremento de costos y tiempo pero se evitarán posteriores modificaciones en campo al diseño ya definido del proyecto.

4.3.2.2. Diseño

El diseño de una urbanización abarca todos los aspectos técnicos que definirán el proyecto tomando en consideración desde el diseño de lotificación, accesos, ejes de calles hasta llegar a red de agua potable, red de alcantarillado, entre otros.

Se debe mencionar que en Guatemala, las especificaciones generales a seguir en el diseño de urbanización se establecen en las normas FHA, Fondo de Hipotecas Aseguradas; además de las planteadas por cada municipalidad o localidad. Para el proceso de diseño de todo proyecto de urbanización se definen dos etapas:

4.3.2.2.1. Estudio y análisis

El correcto estudio y análisis del área en que será desarrollado un proyecto definirá los lineamientos bajo los cuales se deberá diseñar dicho proyecto. Dentro de los principales estudios y análisis a realizar para un proyecto de urbanización están:

- Estudio de suelos
- Estudio hidrológico
- Estudio energético

- Estudio de saneamiento ambiental

Estos estudios tienen el objetivo de determinar las características, cualidades y deficiencias que presenta el área en análisis, en donde un profesional con especialización en la materia determinará cuales son las opciones para obtener el mejor aprovechamiento de las características del área a desarrollar.

4.3.2.2.2. Elaboración de planos

El desarrollo de los planos tiene el objetivo de hacer la presentación técnica y estética del diseño del proyecto, esta será definida por dos tipos:

- Planos urbanísticos: tienen la finalidad de presentar todo el diseño técnico del proyecto y permitir la interpretación en campo de las especificaciones a seguir. Dentro de los principales planos urbanísticos a presentar están:
 - Plano de curvas de nivel
 - Plano de red de drenajes
 - Plano de movimiento de tierras
 - Plano de red de agua potable
 - Plano de red eléctrica
 - Plano de uso del suelo
- Planos arquitectónicos: tienen la finalidad de hacer la visualización estética del proyecto principalmente mediante cortes, perfiles y plantas de:
 - Diseño de lotificación

- Diseño de accesos
- Áreas verdes
- Calles y ejes
- Alumbrado

4.3.2.3. Cuantificación de trabajo

La cuantificación de los renglones de trabajos será posible con el diseño de los planos arquitectónicos y urbanísticos previamente realizados, y lo cual tiene el objetivo de cuantificar la cantidad de material y trabajo a realizar en cada etapa del proyecto, siendo las principales:

- Topografía: se deberá realizar una cuantificación de trabajo y tiempo en base al área del levantamiento topográfico.
- Acondicionamiento y accesos: ignorado generalmente por muchos, este renglón permite establecer la cantidad de trabajo que se deberá realizar para el ingreso y movimiento dentro del proyecto este principalmente es para el manejo de camiones y maquinaria pesada. Además de realizar el respectivo campamento de oficina, bodega, guardianía entre otros que se consideren necesarios.
- Movimiento de tierras: tiene por objetivo cuantificar todos los cortes y rellenos que se deberán realizar en el proyecto y es importante buscar que la mayor cantidad de corte sea utilizada para relleno para evitar trabajo y gasto en la extracción de material de ripio. Además se debe tomar en cuenta la trata del terreno mediante la inclusión de materiales como cal, selecto entre otros.

- Red de drenajes: se debe cuantificar por separado el trabajo a realizar en drenajes sanitarios y drenajes pluviales lo cual permitirá tener un mejor control. Además se debe realizar un conteo de todo el material y trabajo para: pozos de visita, red y artefactos todo esto para su respectiva conexión a una planta de tratamiento o desfogue.
- Red de agua potable: se debe realizar un conteo de todo el material y trabajo para: red, conexiones domiciliarias y artefactos todo esto para su respectiva conexión a una red municipal, tanque, pozo, según se haya considerado.
- Red de energía eléctrica: además de todas las especificaciones dadas en planos, se debe tomar en cuenta el estudio de red eléctrica realizado por la empresa eléctrica que prestara el servicio, para el correcto abastecimiento eléctrico de todo el sector.
- Calles y banquetas: tomando principalmente en cuenta el tipo de pavimento que se utilizará y las pendientes bajo las cuales se trabajará se debe cuantificar la realización de los ejes de calles y banquetas dentro del proyecto.

Es importante tomar en cuenta siempre consideraciones de holgura y desperdicio en todas las cuantificaciones que se realicen, tanto de trabajo como de recurso material.

4.3.2.4. Análisis económico

Este representa un análisis inicial de los gastos que se deberán realizar a lo largo del proyecto y con lo cual tener una idealización de las inversiones

económicas que se deberán hacer bajo determinada cantidad de trabajo y tiempo. El análisis de los gastos que se deben tomar en cuenta puede ser determinado básicamente en dos partes que son:

- Costo de urbanización

Este será el costo bruto de la urbanización, el cual será posible en base a la cuantificación de trabajo realizada anteriormente.

Aunque es factible también calcular un costo simultáneamente a la cuantificación trabajo, lo cual permite tener una visualización de cada renglón y así disminuirlo si fuera necesario; pero será finalmente el Costo de Urbanización lo que indica la totalidad de gasto que se deberá realizar.

- Gastos administrativos

Para la planificación, promoción y desarrollo del proyecto hay gastos administrativos y de oficina que se deben de cubrir; por ejemplo personal de oficina, gastos de oficina, útiles, alquileres entre otros.

Además se debe evaluar si la promoción, publicidad y venta se hacen por medio de una tercera empresa o con personal de la empresa lo cual debe ser considerado en el costo del valor del proyecto.

4.3.2.5. Planificación general

La planificación general del avance del proyecto es plantear metas y objetivos que se esperan alcanzar en determinados tiempos de trabajos e inversiones de recursos. Esta planificación es posible mediante el análisis

económico realizado y permite tener una visualización futura si el proyecto se ha realizado bajo los lineamientos planteados inicialmente.

La planificación general es la base de la planificación y programación para los trabajos de campo, ya que proporciona los tiempos bajo los cuales se trabajará y en los que se debe terminar determinadas etapas del proyecto.

4.3.3. Desarrollo del proyecto

Es la etapa final y la representación de la puesta en obra del desarrollo físico del proyecto, teniendo de base la planificación y programación establecida inicialmente. El objetivo de esta etapa, es lograr que el desarrollo físico del proyecto sea de acuerdo a lo planeado originalmente, tanto en tiempo como en recursos económicos.

4.3.3.1. Planificación y programación

Esta etapa consiste en planificar y programar cada una de las actividades y procesos que se deben llevar a cabo para el proyecto de urbanización en el área de campo, teniendo en consideración que los principales factores que definirán el trabajo de campo son: tiempo, mano de obra y maquinaria-equipos.

Una correcta planificación y programación de todas las actividades y procesos que se deben de realizar en el proyecto, permitirá tener un control total de obra además de permitir determinar los errores que se estén cometiendo y poder a la vez darles una solución técnica y práctica. Esta planificación y programación es la que está más sujeta a cambios a lo largo del desarrollo del proyecto, debido a que en el campo de trabajo siempre existen

inconvenientes o circunstancias que no fueron posibles de prever por lo que las soluciones requieren de amplio criterio técnico y experiencia de trabajo.

Esta planificación y programación se basa en los tiempos proporcionados por la planificación general (realizada anteriormente), ya que el proyecto se debe realizar dentro de los tiempos y recursos establecidos inicialmente.

4.3.3.2. Construcción

Es la puesta en obra del proyecto de urbanización mediante la realización de todas las etapas y procesos que serán llevados a cabo para la entrega del proyecto. Los cuales fueron previamente definidos y a continuación se listaran:

- Topografía
- Acondicionamiento de accesos
- Movimiento de tierras
- Red de drenajes
- Red de agua potable
- Red de energía eléctrica
- Calles y banquetas

4.4. Elaboración de ruta crítica

De acuerdo a la definición descrita en el inciso 4.1, a la metodología de trabajo descrita en el inciso 4.2 y el procedimiento de elaboración descrito en numeral 3.1.4 se presenta la tabla VI con los datos para la determinación de un proyecto de urbanización en Guatemala

Tabla V. Datos de ejemplificación

Proyecto X				
No.	Tarea		Tiempo	Precedencia
1	-	PROYECTO X		
2	1	Fase 1: Anteproyecto		-
3	1.1	Selección del Terreno	3	-
4	1.2	Estudio Impacto Ambiental	45	3
5	1.3	Mercado Objetivo	5	3
6	1.4	Estudio de Mercado	30	5
7	1.5	Estudio Económico-Financiero	30	5
8	1.6	Presupuesto Disponible	5	7
9	1.7	Servicios Incluidos	10	4,5,6,7,8
10	1.8	Precio venta inicial estimado	5	9
11	2	Fase 2: Planificación		2
12	2.1	Topografía	20	-
13	2.2	Diseño		12
14	2.2.1	Estudio y análisis	60	-
15	2.2.2	Elaboración de planos	30	14
16	2.3	Cuantificación de trabajo		13
17	2.3.1	Topografía	15	-
18	2.3.2	Acondicionamiento y accesos	5	-
19	2.3.3	Movimiento de tierras	15	-
20	2.3.4	Red de drenaje	15	-
21	2.3.5	Red de agua potable	15	-
22	2.3.6	Red energía eléctrica	15	-
23	2.3.7	Calles y banquetas	10	-
24	2.4	Análisis económico		16

Continuación de la tabla V.

25	2.4.1	Costo de urbanización	15	-
26	2.4.2	Gastos de administración	7	-
27	2.5	Planificación general	30	24
28	3	Fase 3: Desarrollo		11
29	3.1	Planificación y programación	30	-
30	3.2	Construcción		29
31	3.2.1	Topografía	20	-
32	3.2.2	Acondicionamiento y accesos	10	31
33	3.2.3	Movimiento de tierras	40	32
34	3.2.4	Red de drenajes	120	33
35	3.2.5	Red de agua potable	120	33
36	3.2.6	Red energía eléctrica	60	33
37	3.2.7	Calles y banquetas	30	34,35,36

Fuente: CONSTRUCTORA ACEF, S.A.

De la tabla V se establecen los siguientes puntos:

- El proyecto será designado como Proyecto X.
- La asignación de tiempos se hará en días, ya que se considera la mejor forma de realizar el análisis para los intereses del proyecto.
- Se trabajará por asignación de precedencias, tal como se describe en la última columna de la tabla es decir que para que una tarea de inicio su precedencia debe estar terminada.

- La asignación de recursos se considera una opción de respaldo para el desarrollo del proyecto, ya que estas asignaciones permiten manipular el desarrollo del proyecto de acuerdo a los intereses de la planificación y programación por lo que su uso no es necesario.
- La segunda columna designa el orden correlativo para cada tarea dicho orden será utilizado para crear Tareas y Subtareas, se debe recordar que Microsoft Project trabaja en base a restricciones, precedencias y tiempos que se le proporcionen. Por ejemplo si alguna Subtarea no tiene precedencia como en la topografía de la fase de planificación, Microsoft Project iniciará esta subtarea automáticamente al momento de que la tarea contenedora o sea la Fase 2: Planificación se dé por iniciada. De igual manera ocurrirá en todas las Subtareas del renglón de Cuantificación de trabajo.

Después de ingresar todos los datos en la interfaz de Microsoft Project y realizar todas las asignaciones de tiempos, precedencias y restricciones se obtendrá como resultado una tabla como muestra la figura 35.

Figura 35. Datos Proyecto X en Microsoft Project

	Nombre de tarea	Duración	Predeci	Comienzo	Fin
1	PROYECTO X	483 días		jue 02/01/14	lun 09/11/15
2	ANTEPROYECTO	63 días		jue 02/01/14	lun 31/03/14
3	Selección del terreno	3 días		jue 02/01/14	lun 06/01/14
4	Estudio de impacto ambiental	45 días	3	mar 07/01/14	lun 10/03/14
5	Mercado objetivo	5 días	3	mar 07/01/14	lun 13/01/14
6	Estudio de mercado	30 días	5	mar 14/01/14	lun 24/02/14
7	Estudio economico-financiero	30 días	5	mar 14/01/14	lun 24/02/14
8	Presupuesto disponible	5 días	7	mar 25/02/14	lun 03/03/14
9	Servicios incluidos	10 días	4,5,6,7,8	mar 11/03/14	lun 24/03/14
10	Precio venta inicial estimado	5 días	9	mar 25/03/14	lun 31/03/14
11	PLANIFICACION	170 días	2	mar 01/04/14	lun 24/11/14
12	Topografía	20 días		mar 01/04/14	lun 28/04/14
13	Diseño	90 días	12	mar 29/04/14	lun 01/09/14
14	Estudio y analisis	60 días		mar 29/04/14	lun 21/07/14
15	Elaboracion de planos	30 días	14	mar 22/07/14	lun 01/09/14
16	Cuantificacion de trabajo	15 días	13	mar 02/09/14	lun 22/09/14
17	Topografía	15 días		mar 02/09/14	lun 22/09/14
18	Acondicionamiento y accesos	5 días		mar 02/09/14	lun 08/09/14
19	Movimiento de tierras	15 días		mar 02/09/14	lun 22/09/14
20	Red de drenajes	15 días		mar 02/09/14	lun 22/09/14
21	Red de agua potable	15 días		mar 02/09/14	lun 22/09/14
22	Red de energia electrica	15 días		mar 02/09/14	lun 22/09/14
23	Calles y banquetas	10 días		mar 02/09/14	lun 15/09/14
24	Analisis economico	15 días	16	mar 23/09/14	lun 13/10/14
25	Costo de urbanizacion	15 días		mar 23/09/14	lun 13/10/14
26	Gastos de administracion	7 días		mar 23/09/14	mié 01/10/14
27	Planificacion general	30 días	24	mar 14/10/14	lun 24/11/14
28	DESARROLLO DEL PROYECTO	250 días	11	mar 25/11/14	lun 09/11/15
29	Planificacion y programacion	30 días		mar 25/11/14	lun 05/01/15
30	Construccion	220 días	29	mar 06/01/15	lun 09/11/15
31	Topografía	20 días		mar 06/01/15	lun 02/02/15
32	Acondicionamiento y accesos	10 días	31	mar 03/02/15	lun 16/02/15
33	Movimiento de tierras	40 días	32	mar 17/02/15	lun 13/04/15
34	Red de drenajes	120 días	33	mar 14/04/15	lun 28/09/15
35	Red de agua potable	120 días	33	mar 14/04/15	lun 28/09/15
36	Red de energia electrica	60 días	33	mar 14/04/15	lun 06/07/15
37	Calles y banquetas	30 días	34,35,36	mar 29/09/15	lun 09/11/15

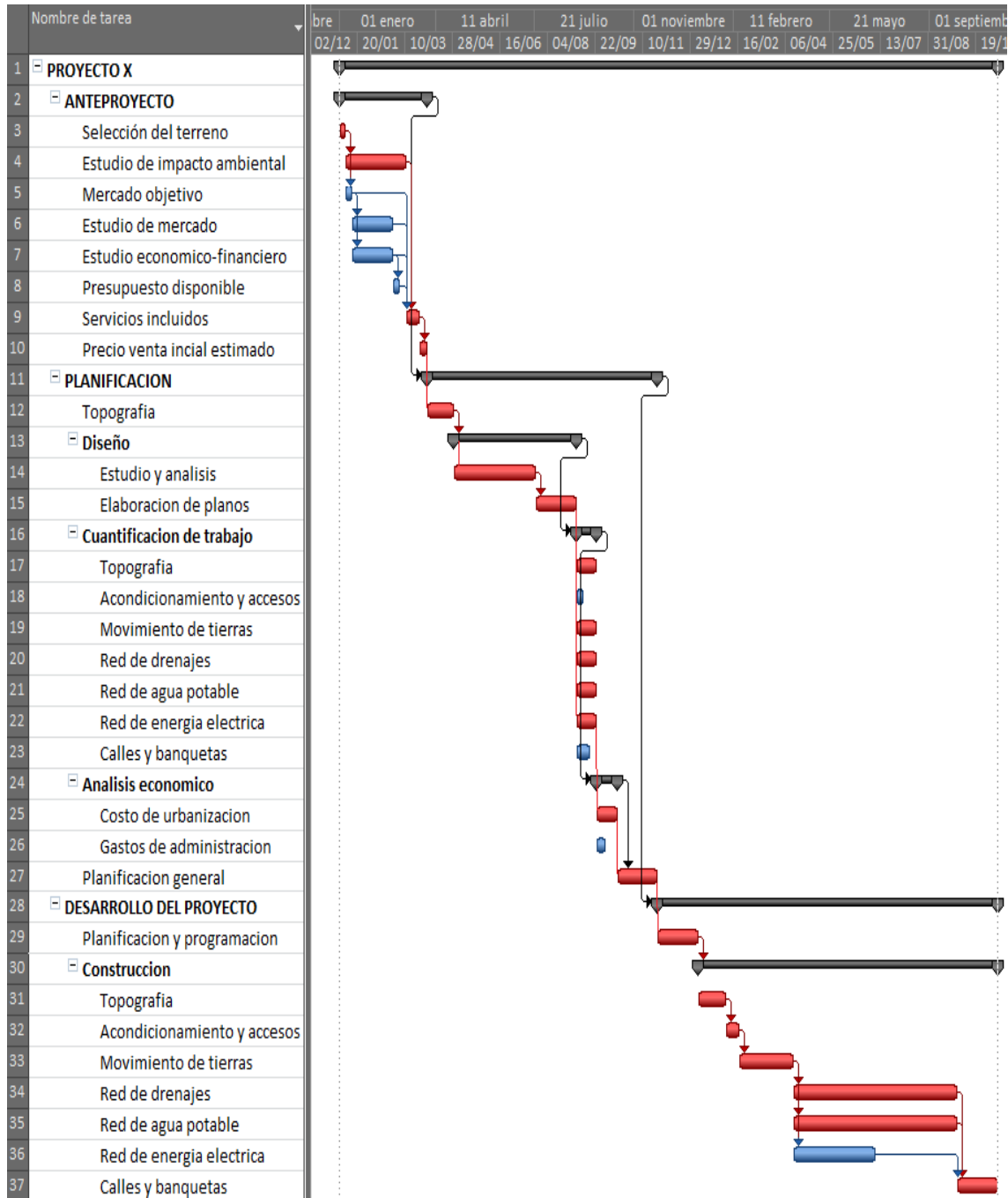
Fuente: elaboración propia.

De la anterior imagen se establece el siguiente análisis:

- De acuerdo al tiempo para desarrollar este trabajo de graduación se asignó como fecha de inicio de proyecto el jueves 2 de enero de 2014.
- El calendario laboral se estableció en jornada de 8 horas en horario de 7:00 – 16:00, con los días no laborales (sábado y domingo) además de agregar los respectivos días asuetos y feriados. El motivo de establecer el sábado y domingo como día no laboral es mantener un criterio de holgura para el desarrollo del proyecto.
- El proyecto tiene una duración total de 483 días, para un aproximado de 23 meses iniciando en la fecha descrita anteriormente y terminando el 9 de noviembre de 2015 es decir, que se tiene un lapso de casi dos años para el desarrollo del proyecto.
- La fase más prolongada es la de desarrollo del proyecto tal como era de esperarse, ya que esta representa la realización física del proyecto con un total de 250 días.

Posteriormente a la definición de la tabla de datos mostrada anteriormente, se procede a la obtención de la ruta crítica para el Proyecto X mediante la interfaz de Microsoft Project brindando como resultado la figura 36 descrita a continuación.

Figura 36. Determinación de ruta crítica



Fuente: elaboración propia.

De la figura 36 se establece el siguiente análisis:

- La ruta crítica del proyecto de urbanización designado como Proyecto X es representada mediante el enlace de las barras en color rojo, mientras que las de color azul son designadas como no críticas a los intereses del proyecto.
- Las barras en color gris representan la duración de cada una de las tres fases del proyecto y su duración total, donde se puede observar que al terminar cada etapa da inicio su sucesora tal como se había planteado inicialmente.

4.5. Análisis de la ruta crítica

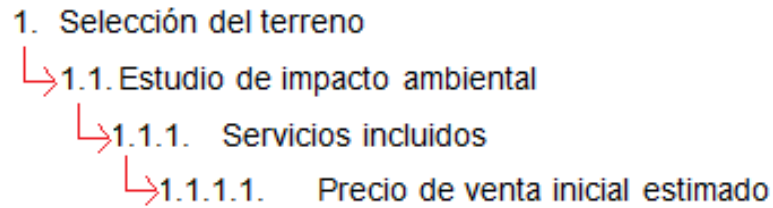
Para realizar un análisis preciso de la ruta crítica obtenida de la ejemplificación realizada en el inciso 4.4 se debe tomar por separada cada una de las fases que conforman el proyecto, como se muestra a continuación:

4.5.1. Anteproyecto

Esta fase está conformada por ocho tareas de las cuales sólo cuatro son críticas tal como muestra la figura 38 es decir, que simultáneamente a la realización de las tareas críticas las designadas como no críticas estarán siendo realizadas, lo cual es representación de ahorro de tiempo y recurso.

La ruta crítica para esta fase se establece como muestra la figura 37 a continuación.

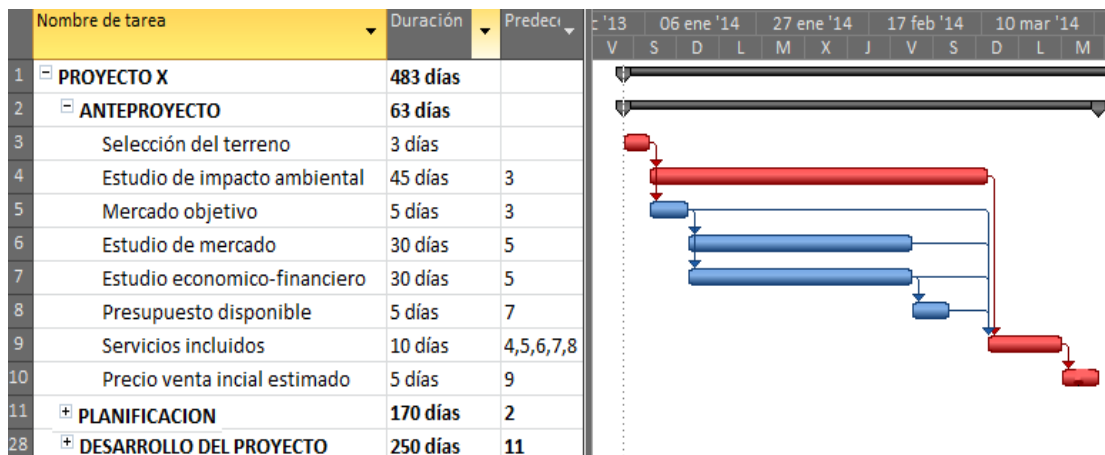
Figura 37. **Esquema de ruta crítica de anteproyecto**



Fuente: elaboración propia.

Al analizar la ruta crítica de esta fase se observa la importancia de la selección del terreno porque esta condiciona el estudio de impacto ambiental, además de poder establecer los servicios para los cuales se trabajará la urbanización lo cual permitirá determinar el precio para dicho servicio.

Figura 38. **Fase 1: anteproyecto**



Fuente: elaboración propia.

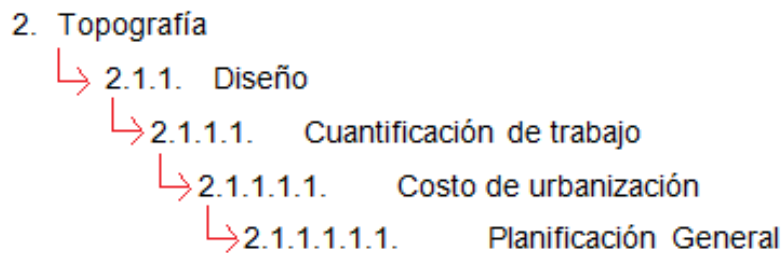
4.5.2. Planificación

Para esta fase se observan 5 tareas principales y 11 subtareas, de las cuales 10 son críticas tal como se muestra en la figura 40. Es decir que para esta fase no existe un margen de holgura entre la realización de actividades lo que implicaría que el más mínimo atraso repercutiría directamente en la finalización de la fase entera.

De igual manera por medio de un análisis más complejo se puede observar que de las cinco tareas, cuatro de ellas son críticas a excepción del Análisis de costos; es decir que no existe margen de error entre tareas y para lo cual se establece que ninguna tarea podrá iniciar sin que su antecesora haya terminado y por lo consiguiente ninguna subtarea tampoco podrá iniciar.

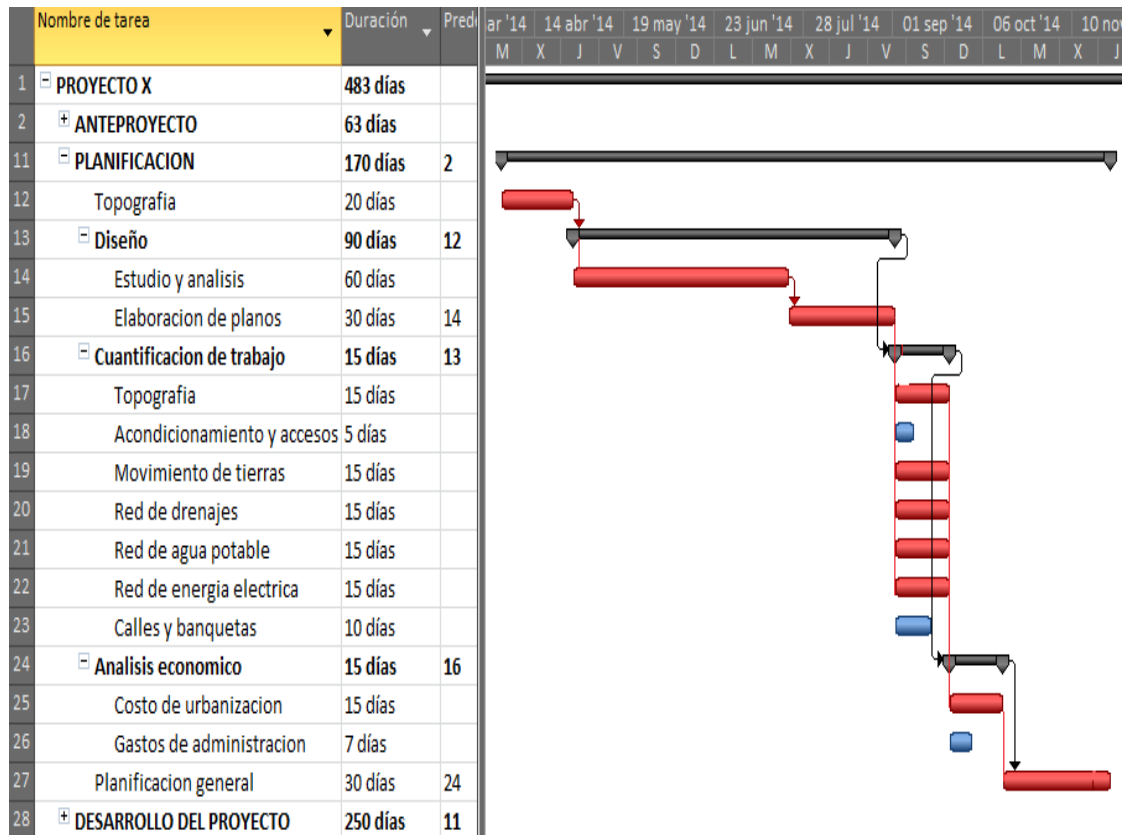
La ruta crítica para esta fase se establece por cuatro tareas críticas y una subtarea crítica, tal como muestra el esquema de la figura 39.

Figura 39. **Esquema de ruta crítica de planificación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Fase 2: planificación



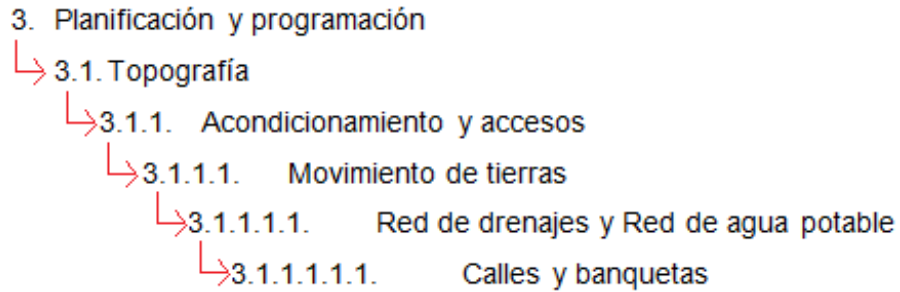
Fuente: elaboración propia.

4.5.3. Desarrollo del proyecto

Para esta fase se observan dos tareas y siete subtareas, de las cuales siete son críticas por lo que igualmente el margen de holgura entre actividades es nulo y como resultado cualquier atraso afectaría la entrega total de la fase.

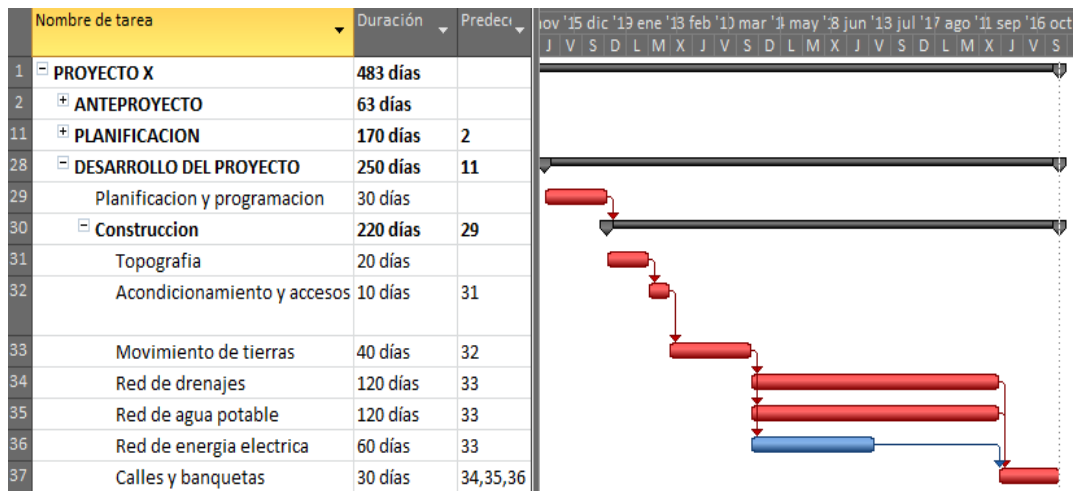
Para esta fase la ruta crítica se establece como muestra en la figura 41 a continuación.

Figura 41. Esquema de ruta crítica de desarrollo del proyecto



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Fase 3: desarrollo del proyecto

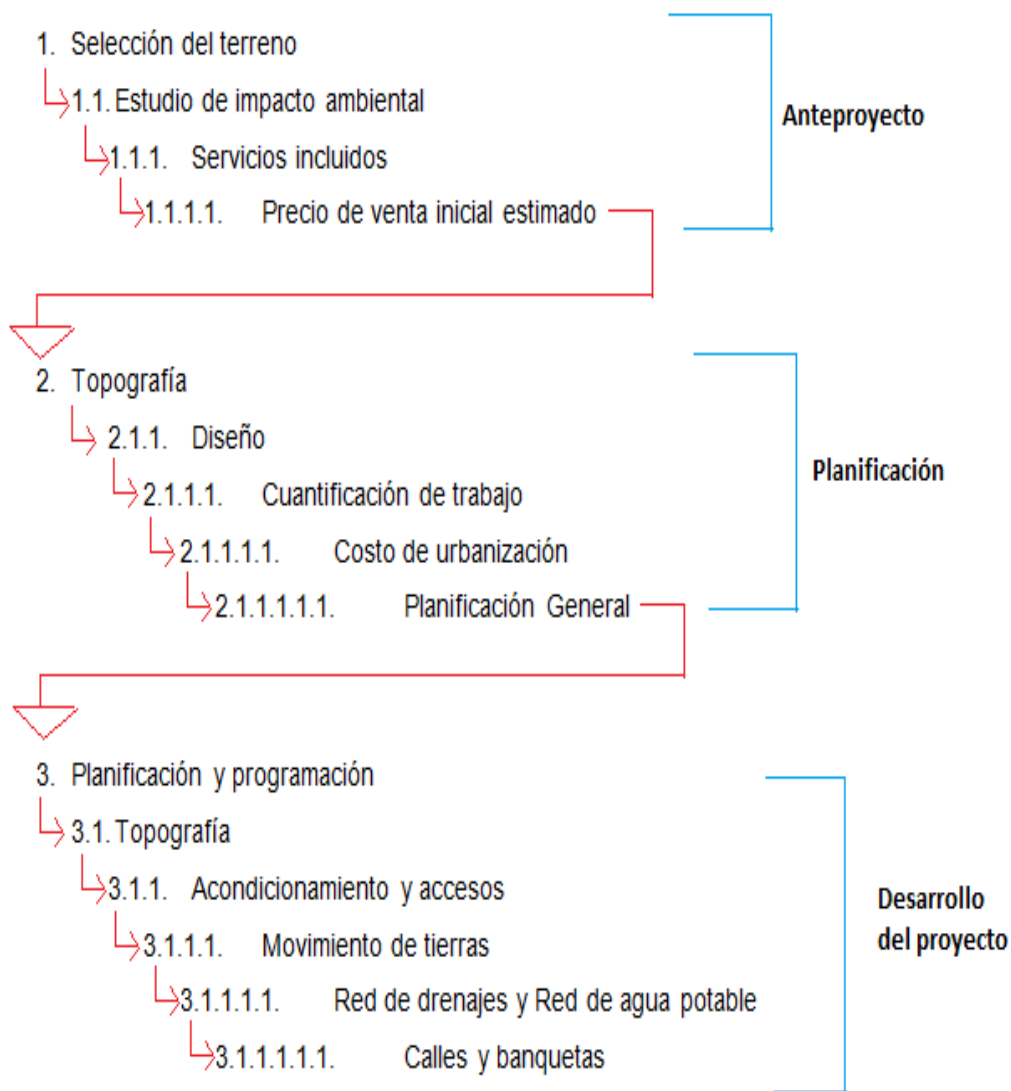


Fuente: elaboración propia.

Este tipo de ruta crítica donde todas las actividades de la fase se ven incluidas o la mayoría, como se muestra en la figura 42; es característica del desarrollo físico de todos los proyectos ya que todos los trabajos de campo están ligados unos con otros y por consiguiente al no terminar o atrasar se ven afectadas todas las demás tareas y procesos que le siguen en desarrollo.

Después de realizar un análisis separativo de cada una de las fases que conforman el Proyecto X, se establece que la ruta crítica para un proyecto de urbanización queda esquematizada como se muestra a continuación en la figura 43.

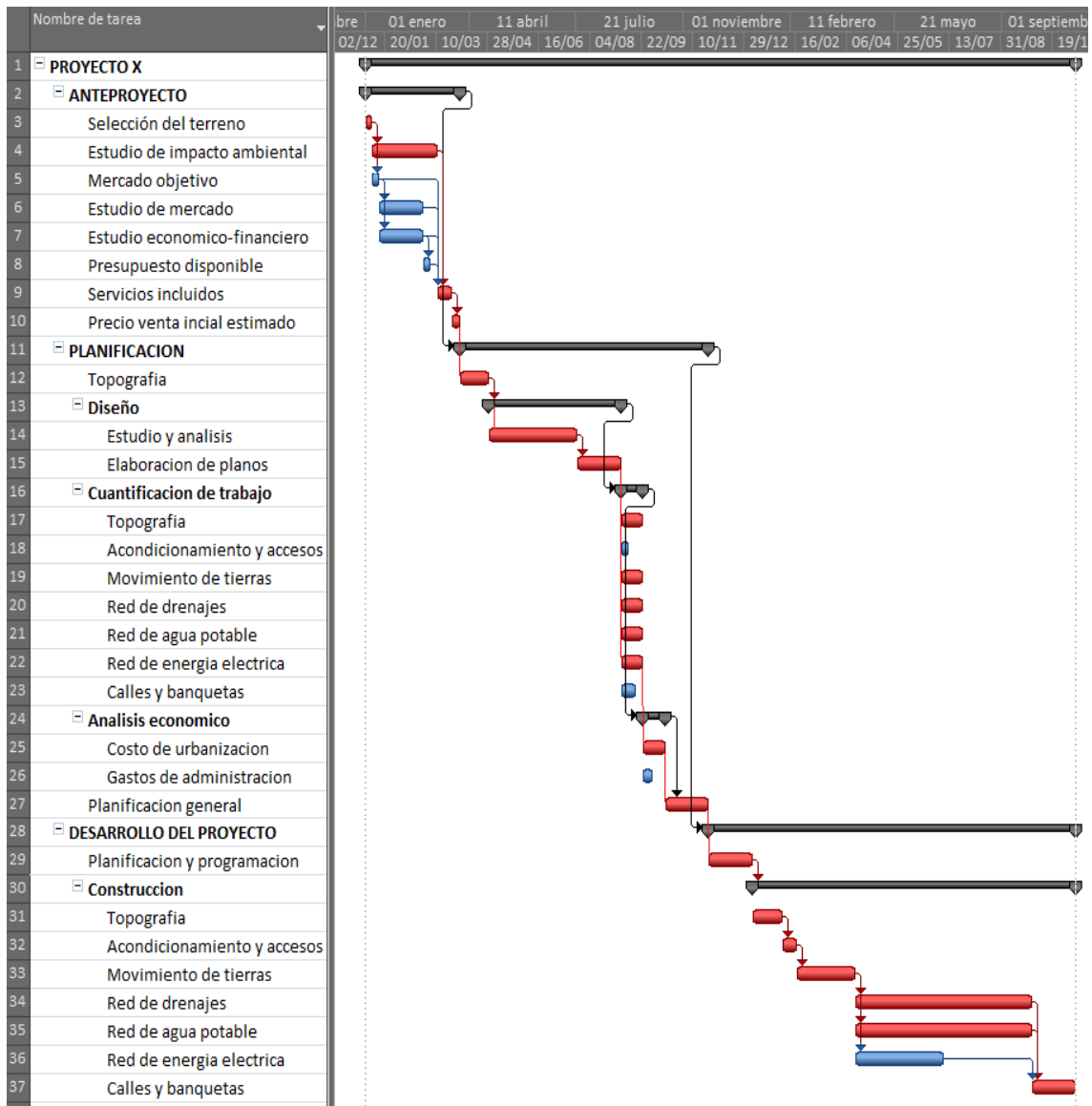
Figura 43. **Esquema de ruta crítica de proyecto X**



Fuente: elaboración propia.

Para una mejor visualización del esquema presentado anteriormente en la figura 43, se presenta a continuación en la figura 44 la determinación de la ruta crítica para el proyecto.

Figura 44. Ruta crítica de proyecto X



Fuente: elaboración propia.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Para realizar un correcto análisis de los datos obtenidos se presenta a continuación un desglose de los resultados.

5.1. Administrativos

Estos resultados son aquellos cuya incidencia principal será para la gerencia involucrada en el proyecto es decir, para la parte administrativa del proyecto de urbanización. Los principales resultados administrativos obtenidos de la planificación y programación de la ruta crítica de un proyecto de urbanización en Guatemala son:

- Definición de la ruta crítica del proyecto: esto permitirá a la administración anticipar la realización de las actividades críticas del proyecto, determinando un enfoque en la realización de estas actividades.
- Conocimiento previo de las actividades: lo cual permite planificar con anticipación el desarrollo del proyecto.
- Requerimientos técnicos: para determinar los estudios y análisis de las características del área del proyecto que se deberán realizar para su correcto desarrollo.

- Optimización de recursos: para obtener el mejor aprovechamiento de los recursos financieros, humanos, físicos y materiales que serán empleados en el desarrollo del proyecto.
- Optimización de tiempo: permite el aprovechamiento óptimo del tiempo que se dispone para el desarrollo del proyecto.
- Prevenir inconvenientes: prevenir la improvisación o minimizarla.
- Evaluación del desarrollo: basada en la planificación planteada inicialmente se puede evaluar si el proyecto se ha desarrollado conforme a lo establecido.
- Evaluación periódica del proyecto: la administración del proyecto puede evaluarlo periódicamente y corregir situaciones que se estén suscitando.

5.2. Humanos

El análisis de este recurso, se enfoca en la determinación de resultados humanos, es decir de aquellos que su influencia directa es sobre el personal que laborara en el proyecto, y cuya eficiencia, capacidad y calidad determinaran en gran parte el éxito del mismo. Dentro de estos resultados se deben anotar los siguientes:

- Optimización: el cual será implementado en el proyecto, determinando rendimiento y desempeño.
- Cantidad: recurso humano que será implementado durante las fases del proyecto el cual puede ser incrementado o reducido.

- Calidad: recurso humano que deberá ser utilizado para cada fase, proceso, actividad o tarea del proyecto, esto permite establecer estándares de calidad de trabajo y desempeño laboral de conformidad a los requerimientos del proyecto.
- Prevenir accidentes laborales: la correcta planificación y programación permite tener un mayor control del área de trabajo, ya que se evitan improvisaciones en la realización de actividades y tareas, lo cual permite reducir los accidentes de trabajo.
- Designación de tareas: la planificación y programación del proyecto permite realizar una designación anticipada de tareas para el desarrollo del proyecto, de conformidad a la capacidad del recurso humano.
- Motivación de personal: constante capacitación y acercamiento con los empleados, lo que permitirá una motivación por parte de estos.

5.3. Económicos

El análisis de los resultados económicos obtenidos de la planificación y programación de un proyecto de urbanización, se establece fundamentalmente en el mejor aprovechamiento, eficiencia y optimización de cada uno de los recursos económicos que se disponen para el proyecto. Siendo estos nombrados a continuación:

- Determinación del recurso económico: cantidad del dinero que se necesita para el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las etapas desde la fase inicial hasta la final.

- Designación de inversión: determinar la inversión que se realizará para cada etapa del proyecto y el objetivo principal de dicha inversión.
- Optimización del recurso económico: con base a una correcta planificación y programación se puede obtener la optimización de los recursos materiales y la reducción de tiempo laboral.
- Asignación de inversión-desarrollo: permite mantener un balance entre los ingresos y egresos, planteando un desarrollo porcentual del proyecto mediante determinada inversión económica.
- Aprovisionamiento de materiales: la planificación y programación del desarrollo del proyecto permite prever la necesidad de materiales, realizando así un abastecimiento de los mismos en cantidades necesarias.
- Gastos innecesarios: la planificación, programación y una adecuada supervisión del proyecto, evita los gastos innecesarios en el desarrollo del mismo.

5.4. Síntesis

La planificación, programación, supervisión, ejecución y control adecuado de los proyectos de urbanización es la base fundamental para su buena marcha, tanto en la etapa de ejecución e inversión, como en la etapa de operación y funcionamiento.

CONCLUSIONES

1. La planificación y programación es la base fundamental para el correcto desarrollo de un proyecto de urbanización tomando en cuenta cada uno de los recursos financieros, humanos, físicos y materiales.
2. El desarrollo de un proyecto de urbanización en Guatemala se inicia con el anteproyecto para determinar la factibilidad de su realización, posteriormente se planifica cada una de las actividades y procesos que habrán de realizarse teniendo en cuenta cada aspecto técnico y administrativo que lo definirán; y finalmente se procede al desarrollo del proyecto realizando cada una de las actividades y procesos que fueron planificadas y programados con anterioridad.
3. La ruta crítica para un proyecto de urbanización se basa en tres puntos que son: la selección del terreno, diseño por topografía y planificación de actividades. Cada una de estas tareas desencadena a otras, que dependen de la correcta realización de su precedencia por lo que cualquier falla en el análisis y definición ocasionará problemas en el desarrollo general del proyecto.
4. Para planificar y programar la ruta crítica de un proyecto de urbanización, se debe visualizar con antelación la realización de las actividades críticas, previniendo cualquier situación adversa que pudiera producirse durante el desarrollo de cada una de las actividades. Teniendo en cuenta factores de control interno como suficiente personal y abastecimiento de material; factores de control externo como clima, manifestaciones y

cualquier otra situación que podría llegar a afectar el desenvolvimiento del proyecto.

5. La ruta crítica para proyectos de urbanización debe variar en función de las asignaciones de tareas, tiempos, precedencias y recursos que se definan ya que cada proyecto es único en su clase, manteniendo el mismo criterio para la planificación y programación.

RECOMENDACIONES

1. No escatimar esfuerzos en tiempo ni recursos al momento de realizar la planificación y programación de un proyecto, ya que finalmente esta será la base para su correcto desarrollo.
2. Al momento de realizar la planificación y programación de un proyecto, utilizar técnicas y cuadros de herramientas que sean útiles para identificar, analizar y controlar cada una de las actividades que lo conforman.
3. Identificar cada una de las tareas y procesos que deberán realizarse en el proyecto, determinando sus precedencias e importancia de realización.
4. Para definir las asignaciones de tiempo en las actividades, se debe tomar como referencia la experiencia laboral de los trabajadores involucrados.
5. Evaluar cada etapa del proyecto individualmente, verificando su desarrollo conforme a los objetivos planteados inicialmente.
6. Involucrar en la planificación y programación al personal que laborará en las actividades o procesos con el objetivo de crear responsabilidad y eficiencia laboral, estableciendo metas y objetivos de trabajo.
7. Realizar evaluaciones técnicas del personal que será involucrado en las actividades del proyecto, determinando su capacidad y eficiencia.

8. Evitar la realización de actividades o procesos si estos no fueron planificados anteriormente, ya que ocasionará conflictos tanto económicos como administrativos.

9. Al momento de realizar cambios en una planificación y programación establecida previamente, verificar que estos no afecten el desenvolvimiento de las demás actividades o procesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABICHE CASTILLO, Adolfo. *Guía para el desarrollo de un proyecto de urbanización*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1977. 32 p.
2. BARQUÍN NEGREROS, Marco Antonio. *Guía para el diseño de urbanización*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996. 106 p.
3. *Conceptos generales de un proyecto de urbanización* [en línea]. <http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html>. [Consulta: 14 de enero de 2013].
4. Consejo de la Municipalidad de Guatemala. *RE-1: Reglamento Específico de Urbanizaciones y Fraccionamientos del Municipio de Guatemala*. 16 de diciembre de 1959. 20 p.
5. _____ . *RE-4: Reglamento Específico de Normas de Urbanización y Construcción de Proyectos Habitacionales de Interés Social del Municipio de Guatemala*. 16 de noviembre de 1988. 27 p.
6. *CPM Método del camino crítico* [en línea]. <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.html>>. [Consulta: 18 de febrero de 2013].

7. ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificación de materiales para urbanización y edificaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1990. 173 p.
8. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. *Código Municipal*. Decreto Legislativo No. 12-2002. 1 de julio de 2002. 48 p.
9. _____ . *Ley de Parcelamientos Urbanos*. Decreto Legislativo No. 1427. 30 marzo de 1961. 10 p.
10. _____ . *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Decreto Legislativo No. 68-86. 5 de diciembre de 1986. 16 p.
11. _____ . *Ley Preliminar de Urbanismo*. Decreto Legislativo No. 583. 8 de marzo de 1956. 4 p.
12. Guatemala. Corte de Constitucionalidad: *Constitución Política de la República de Guatemala*. Agosto de 2002. 235 p.