



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO**

FES CUAUTITLAN

“Guía para la Administración de Proyectos de Plantas Industriales”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO QUIMICO**

PRESENTA

**EDUARDO RAIGOZA ESCOTO**

ASESOR

**DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA**

Cuautitlán Izcalli, Estado de México (FES Cuautitlán) 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Dedico este trabajo a mi padre y a mi madre quienes siempre creyeron en mí, dándome sus consejos, apoyo y cariño, para superarme.

Agradezco a mi esposa Lourdes, mi hijo José Eduardo y mi hija Lourdes Daniela por su comprensión y paciencia para poder concluir este trabajo, el cual ha sido importante en mi formación personal y profesional.

Agradezco también a esta institución educativa por darme los conocimientos y la formación profesional para poder desempeñar mi trabajo con visión al conocimiento, la verdad y la superación de adversidades.

En especial quiero agradecer a mi asesor y profesor Dr. Adolfo Obaya quien en todo momento me oriento y me brindó su apoyo para obtener este reconocimiento.

## **RESUMEN**

Para la instalación de una planta industrial de manera eficientemente se requiere del conocimiento y la experiencia en el manejo de actividades multidisciplinarias, siendo el proceso de la administración del proyecto parte importante para lograrlo, en los tiempos y los costos planeados.

Este trabajo pretende ser una guía básica, ordenada y actualizada para los ingenieros químicos en el desarrollo de una planta industrial, la cual contiene las siguientes fases de desarrollo de los proyectos: Fase de pre-inversión, fase de inversión, fase operacional, así como el proceso administrativo que los rige.

Se estructura en dos partes fundamentalmente, la primera parte se refiere a las fases del desarrollo típico de un proyecto relativo a la generación de oportunidades de inversión, estudios de pre-viabilidad y viabilidad industrial, negociación y celebración de contratos, desarrollo de ingeniería de proyecto, adquisición de equipo y materiales, construcción, arranque y operación de las instalaciones.

La segunda parte se refiere a los aspectos de la planeación, organización, dirección y control de los recursos, acciones y resultados del proyecto; mostrando con un ejemplo la metodología del control del costo del proyecto en el momento de su desarrollo, para determinar su avance para la toma de decisiones, haciendo énfasis en todo momento la importancia que tiene el administrador del proyecto para integrar las actividades y canalizar los esfuerzos para alcanzar los objetivos establecidos.

## INDICE

INTRODUCCION.....	11
OBJETIVO.....	14
CAPITULO I - DESARROLLO DE PROYECTO DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA INDUSTRIAL (PRIMERA PARTE) .....	15
1.1. Fase de pre-inversión.....	15
1.1.1. Identificación de oportunidades de inversión.....	16
1.1.2. Selección y definición preliminar del proyecto (Estudios de pre- viabilidad) .....	17
1.1.2.1. Objetivos. ....	17
1.1.2.2. Estructura.....	17
1.1.2.3. Fuente de información para su realización. ....	18
1.1.3. Formulación de estudios de viabilidad. ....	18
1.1.3.1. Objetivos. ....	19
1.1.3.2. Elementos de un estudio de viabilidad modelo. ....	19
1.1.3.3. Obtención de datos para estudio de viabilidad .....	20
1.1.3.4. Análisis de mercado. ....	20
1.1.3.5. Análisis técnico.....	21
1.1.3.6. Análisis financiero. ....	22
1.1.3.7. Evaluación socio - económico nacional del proyecto. ....	22
1.1.4. Evaluación final para la decisión de invertir y conformación de la empresa. ....	22
1.1.4.1. Integración de la propuesta de inversión. ....	22
1.1.4.2. Trámites requeridos para la conformación de la empresa e inicio de operaciones.....	23
1.1.4.2.1. Conformación de la empresa .....	23
1.1.4.2.2. Sociedad mercantil .....	24
1.1.4.2.3. Registros y Licencias requeridos por Ley para el funcionamiento de las sociedades .....	25
1.2. Fase de Inversión.....	26
1.2.1. Preparación del Plan Maestro de la Ejecución del Proyecto. ....	27
1.2.1.1. Inventario y especificaciones de actividades. ....	27
1.2.1.2. Estudios de tiempos. ....	27
1.2.1.3. Requerimientos necesarios de cada tarea o actividad. ....	28
1.2.1.4. Planes alternativos de ejecución. ....	28
1.2.2. Negociación y celebración de Contratos. ....	29

1.2.2.1. Búsqueda y selección de un posible cedente y de un eventual adquirente de tecnología. ....	29
1.2.2.2. Preparación y presentación de la oferta y demanda de suministro de tecnología. ....	30
1.2.2.3. Participantes e intermediarios en las negociaciones. ....	31
1.2.2.4. Negociación de los términos y las condiciones de la transacción de transferencia de tecnología. ....	31
1.2.2.4.1. Valor de la tecnología deseada. ....	32
1.2.2.4.2. Nivel de adquisición de tecnología. ....	32
1.2.2.4.3. Integración de la información de los paquetes que se están negociando. ....	33
1.2.2.4.4. Fórmula de pago. ....	34
1.2.2.5. Determinación de las licencias o contratos que deben concluirse. .....	35
1.2.2.6. Preparación de los documentos legales necesarios. ....	35
1.2.2.7. Aprobación gubernamental de la transacción tecnológica, así como de los documentos correspondientes. ....	36
1.2.3. Ingeniería de proyecto. ....	37
1.2.3.1. Bases de diseño de un proyecto industrial están conformadas de los siguientes puntos:.....	37
1.2.3.2. Plan Maestro y Administración de la Ingeniería de Proyecto .....	38
1.2.3.2.1. Actividades administrativas que llevan a cabo son:.....	38
1.2.3.3. Actividades de la Ingeniería de Proyectos .....	39
1.2.3.3.1. Adquisición de la Ingeniería Básica de Proceso.....	39
1.2.3.3.2. Contenido del paquete de Ingeniería básica. ....	40
1.2.3.4. Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.....	41
1.2.3.4.1. Ingeniería de Diseño Mecánico de Recipientes.....	42
1.2.3.4.2. Ingeniería de Diseño de Equipo de Transferencia de Calor. ....	43
1.2.3.4.3. Ingeniería de Sistemas. ....	44
1.2.3.4.4. Ingeniería de Control. ....	44
1.2.3.4.5. Ingeniería de Diseño Mecánico o Equipo Dinámico. ....	45
1.2.3.4.6. Ingeniería de Diseño de Tuberías. ....	45
1.2.3.4.7. Ingeniería de Diseño de Análisis de Esfuerzos. ....	46
1.2.3.4.8. Diseño Arquitectónico. ....	47
1.2.3.4.9. Ingeniería de Diseño Civil. ....	47
1.2.3.4.10. Ingeniería de Diseño Eléctrico. ....	49

1.2.3.5. Adquisición de Equipo y Materiales. ....	50
1.2.3.5.1. Compra de Equipo y Materiales. ....	50
1.2.3.5.2. Expeditación. ....	52
1.2.3.5.3. Inspección.....	52
1.2.3.5.4. Trafico y embarque. ....	53
1.2.4. Construcción de Instalaciones y Montaje de Equipo. ....	54
1.2.4.1. Planeación de la construcción. ....	54
1.2.4.1.1. Grupo de Ingeniería: .....	56
1.2.4.1.2. Grupo de Compras: .....	56
1.2.4.1.3. Grupo de la oficina directiva de la constructora:.....	56
1.2.4.1.4. Grupo de la oficina en campo del constructor: .....	57
1.2.4.2. Actividades de construcción .....	57
1.2.5. Pruebas y Arranque de la Instalación Industrial. ....	60
1.2.5.1. Problemas que se manifiestan durante las pruebas y arranque. 60	
1.2.5.2. Manual de Operación de la Planta.....	61
1.2.5.3. Pruebas preliminares de arranque.....	63
1.2.5.4. Planeación del Arranque .....	64
1.3. Fase Operacional. ....	65
1.3.1. Elementos Constitutivos de la Empresa. ....	66
1.3.1.1. Las Actividades Funcionales: .....	66
1.3.1.1.1. Aprovisionamiento. ....	67
1.3.1.1.2. Producción.....	67
1.3.1.1.3. Comercialización.....	67
1.3.1.1.4. Distribución del producto.....	67
1.3.1.2. El Marco Financiero.....	67
1.3.1.3. El Elemento Humano en La Empresa.....	68
1.3.2. Factores Externos Influyentes en el Funcionamiento de la Empresa.69	
1.3.2.1. Factores Económicos. ....	70
1.3.2.2. Factores Políticos.....	70
1.3.2.3. Factores Tecnológicos. ....	70
1.3.2.4. Factores Sociales. ....	71
1.3.3. Influencia de la Producción en las demás actividades funcionales de la empresa. ....	71
1.3.3.1. Diseño, investigación y obtención de licencias. ....	71
1.3.3.2. Perfeccionamiento.....	71

1.3.3.3. Aprovevisionamiento.....	72
1.3.3.4. Contratación de personal. ....	72
1.3.3.5. Comercialización.....	72
1.3.3.6. Distribución. ....	72
1.3.4. Influencia de las Actividades Funcionales en la Producción de la Empresa.....	72
1.3.4.1. Aprovevisionamiento.....	72
1.3.4.2. Comercialización.....	73
1.3.4.3. Distribución. ....	73
CAPITULO II - ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (SEGUNDA PARTE) .....	75
2.1. Introducción de la Administración de Proyectos.....	75
2.2. Las Funciones Administrativas.....	79
2.2.1. Organización.....	79
2.2.2. Planeación.....	82
2.2.3. Integración.....	84
2.2.3.1. Administrador del proyecto.....	85
2.2.3.2. Personal de soporte para el administrador de proyecto en sus obligaciones.....	86
2.2.3.3. Administrador funcional.....	87
2.2.3.4. Personal de unidades funcionales involucradas en el proyecto. .	87
2.2.4. Dirección.....	87
2.2.5. Control.....	90
2.3. Organización de Proyectos.....	90
2.3.1. Organizaciones internas de proyecto.....	91
2.3.1.1. Organización tradicional (clásica).....	91
2.3.1.2. Organización tradicional con coordinador de proyecto en la unidad funcional.....	94
2.3.1.3. Grupo de misión específica.....	96
2.3.1.4. Organización tradicional con departamento de coordinación y control.....	98
2.3.1.5. Organización de proyecto puro.....	98
2.3.1.6. Organización matricial.....	102
2.3.1.6.1. Organización matricial pura.....	103
2.3.1.6.2. Organización matricial con gerencia de proyectos .....	106
2.3.1.6.3. Organización matricial con oficina de control de proyecto por división de ingeniería de proyectos.....	106



2.3.2. Organización global del proyecto. ....	108
2.3.3. Criterios para definir la forma de organización del proyecto. ....	112
2.3.3.1. Justificar la forma organizacional para el trabajo a desarrollar: 112	
2.3.3.2. Determinar la clase de proyecto de que se trata:.....	112
2.3.3.3. Experiencias previas en administración de proyectos con disponibilidad para la reorganización. ....	113
2.3.3.4. Determinar la magnitud del proyecto o número de subproyectos. ....	113
2.3.3.5. Establecer el tipo de organización que el cliente desea para su empresa. ....	113
2.3.3.6. Grado de integración de los grupos de trabajo con autoridad definida. ....	113
2.3.3.7. Definir cuál será la estructura de autoridad. ....	113
2.3.3.8. Flujo de información en la organización:.....	114
2.4. Planeación de Proyectos. ....	114
2.4.1. Modelo de definición de proyectos. ....	115
2.4.2. Planeación de la implementación de la administración de proyectos. ....	118
2.4.2.1. Acciones de la administración de alto nivel. ....	119
2.4.2.1.1. Lograr el apoyo generalizado de la organización para la realización eficiente de la administración de proyectos.....	119
2.4.2.1.2. Seleccionar un proyecto que se administrará con este enfoque. ....	119
2.4.2.1.3. Seleccionar el tipo de organización de proyecto. ....	119
2.4.2.1.4. Emisión de la constitución de las actividades organizacionales del proyecto. ....	120
2.4.2.1.5. Seleccionar al administrador del proyecto.....	121
2.4.2.1.6. Seleccionar a los administradores funcionales.....	121
2.4.2.1.7. Suministrar los recursos adecuados. ....	121
2.4.2.1.8. Proporcionar apoyo continuo a lo largo del proyecto.....	122
2.4.2.1.9. Establecer los elementos básicos del sistema de control de los proyectos. ....	122
2.4.2.2. Acciones del administrador del proyecto. ....	122
2.4.2.2.1. Integrar y editar el plan de implementación del proyecto....	123
2.4.2.2.2. Crear la estructura de desglose de trabajo (EDT). ....	123
2.4.2.2.3. Integración de la organización del proyecto. ....	123
2.4.2.2.4. Emisión de la guía de procedimientos del proyecto. ....	124

2.4.2.2.5. Emisión de programas de ejecución del proyecto. ....	125
2.4.2.2.6. Implementación de los procedimientos de reporte y revisión .....	125
2.4.3. Planeación del Proyecto. ....	126
2.4.3.1. Estructura de desglose de trabajo (EDT).....	126
2.4.3.1.1. Primera etapa (Construcción de la EDT).....	127
2.4.3.1.2. Segunda etapa (Identificar las actividades funcionales).....	130
2.4.3.1.3. Tercera etapa (Lista de tareas).....	132
2.4.3.2. Elementos constitutivos del plan de proyecto.....	132
2.4.3.2.1. Resumen de proyecto. ....	133
2.4.3.2.2. Especificaciones. ....	133
2.4.3.2.3. Alcance del proyecto.....	133
2.4.3.2.4. Programa de ejecución del proyecto. ....	133
2.4.3.2.5. Guía de Procedimientos.....	133
2.4.3.2.6. Sistema de control de costos y presupuesto. ....	134
2.4.3.2.7. Sistema de adquisición y control de equipos y materiales..	135
2.4.3.2.8. Matriz de responsabilidades. ....	135
2.4.3.2.9. Plan de organización del proyecto. ....	135
2.4.3.2.10. Plan administrativo.....	136
2.4.3.2.11. Plan de asignación de personal al proyecto. ....	136
2.4.3.2.12. Procedimiento de reporte y revisión. ....	136
2.4.4. Técnicas de planeación. ....	136
2.4.4.1. Diagramas de Gantt o diagrama de barras.....	137
2.4.4.2. Método de análisis de redes.....	139
2.4.4.2.1. Método de ruta crítica (Critical Path Method) CPM .....	141
2.4.4.2.2. Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (Program Evaluation and Review Technique) PERT. ....	144
2.4.4.3. Sistema de planeación de proyectos con el uso de la computadora. ....	151
2.4.4.4. Planeación de la administración financiera del proyecto.....	153
2.4.4.4.1. Estimado de costos y presupuesto del proyecto. ....	153
2.5. Control de Proyectos.....	159
2.5.1. Centros de control del programa y presupuesto del proyecto .....	160
2.5.1.1. Paquetes de trabajo .....	161
2.5.1.2. Gastos generales (overhead) .....	162

2.5.1.3. Cuentas de costos.....	162
2.5.2. Análisis del estado del proyecto.....	167
2.5.2.1. Elementos para el análisis del estado de proyecto .....	167
2.5.2.1.1. Costo presupuestado para el trabajo programado (CPTP). 167	
2.5.2.1.2. Costo presupuestado del trabajo realizado (CPTR) .....	167
2.5.2.1.3. Costo real del trabajo realizado (CRTR) .....	168
2.5.2.2. Análisis de las Variaciones del avance del proyecto.....	168
2.5.2.2.1. Variación de costo real (VCR).....	171
2.5.2.2.2. Variación del costo programado (VCP) .....	171
2.5.2.3. Análisis de los índices del estado del proyecto.....	172
2.5.2.3.1. Índice del estado del costo real (IECR) .....	172
2.5.2.3.2. Índice del estado del costo programado (IECP) .....	172
2.5.3. Pronóstico del costo final del proyecto.....	173
2.5.4. Otros factores que intervienen en la eficiencia y el control del proyecto.....	179
2.5.4.1. Actitud consiente del costo del proyecto.....	180
2.5.4.2. Control de cambios al proyecto. ....	182
2.5.4.3. Productividad en la ejecución de las tareas del proyecto.....	184
CAPITULO III - CONCLUSIONES. ....	188
BIBLIOGRAFIA.....	192

## **INTRODUCCION**

Un factor importante en la instalación de una planta industrial eficiente y rentable, es el contar con un administrador de proyectos que conozca las etapas necesarias para el desarrollo de un proyecto industrial y que cuente con el conocimiento para manejar las diversas actividades y operaciones involucradas para lograr que el proyecto se logre en el tiempo y costo establecidos. Debido a esto, surge la necesidad de desarrollar ingenieros químicos administradores de proyectos industriales.

El contar con una guía con las fases de desarrollo de los proyectos industriales, así como su metodología administrativa y organización, ayudan a la formación de administradores de proyectos industriales eficientes.

Esta guía da los puntos relevantes en el desarrollo administrativo de un proyecto industrial con ayuda de un ejemplo que muestra la metodología del análisis del estado del proyecto y el pronóstico del costo final del proyecto.

En este trabajo se plantea la necesidad de un administrador de proyectos para lograr que el desarrollo del proyecto sea eficiente en costo y tiempo de realización.

Esta guía se ha estructurado en dos partes, la primera parte describe los aspectos relevantes del desarrollo de un proyecto típico de planta industrial y la segunda trata de los aspectos administrativos relacionados a la ejecución del mismo.

La primera parte se divide en tres fases del proyecto. La primera fase del proyecto o fase de pre-inversión indica cómo es posible obtener un listado de oportunidades de inversión y como se depura a través de los estudios de pre-viabilidad y viabilidad industrial, para terminar con la decisión de invertir. La segunda fase del proyecto o fase de inversión plantea las acciones que deben seguirse para implementar la decisión de

invertir en base al Plan Maestro, la negociación y celebración de contratos, desarrollo de la ingeniería de proyecto, construcción de instalaciones y montaje de equipo; finalizando con el desarrollo de pruebas y arranque de la planta industrial. La tercera fase o fase operacional se muestra los elementos y los factores que intervienen en el funcionamiento de una empresa típica.

En la segunda parte se describen los aspectos de la organización, planeación, dirección y control de los recursos, esfuerzos y resultados del proyecto. En la parte de la organización del proyecto se dan los criterios relevantes para definir la forma organizacional más conveniente para un determinado proyecto. En la parte de la planeación del proyecto, se establece la estructura de las actividades, los elementos del plan del proyecto, las técnicas de planeación y se incluye también la planeación de la implementación de la administración de proyectos. En la parte del control de proyectos se analizan los estados del proyecto en base a los costos, el programa y el pronóstico del costo final del mismo. Haciendo notar la importancia del administrador del proyecto, como base fundamental para integrar y organizar las actividades para lograr los objetivos planeados.

La motivación de este trabajo es la de mostrar la metodología del desarrollo de proyectos y las actividades administrativas necesarias para hacer más eficiente el desarrollo de proyectos industriales cumpliendo con los costos planeados y los tiempos establecidos, que ayudarán a la capacitación de nuevos profesionistas de ingeniería química, administradores de proyectos industriales.

Pretendiendo ser una guía actualizada que permita la selección, planeación y desarrollo de proyectos de plantas industriales de manera eficiente con la ayuda de la administración de proyectos, con inclinación al sector de la industria química, pudiendo aplicarse a otros sectores de la industria.

Esta guía tiene la intención de mostrar los puntos más importantes en el desarrollo de la administración de proyectos de plantas industriales. Las fuentes de la información para el desarrollo de este trabajo, principalmente están referidas a fuentes reconocidas y calificadas de Manuales, leyes, códigos, libros y publicaciones.

Para elaborar ésta guía se resumió y actualizo la información de Manuales y libros para el desarrollo de Proyectos de Plantas Industriales, resumiendo los aspectos más relevantes y mostrando las fases del desarrollo de plantas industriales, el proceso administrativo y la metodología del control de costos en el desarrollo de una planta industrial con un ejemplo práctico.

## **OBJETIVO**

Preparar una guía para los ingenieros químicos interesados en el desarrollo de la administración de proyectos industriales, enfocada en el sector de la industria química, que les proporcione el conocimiento de las etapas necesarias para el desarrollo de proyectos y las actividades administrativas para lograr un eficiente desarrollo de proyecto en tiempo y costo de acuerdo al plan del proyecto establecido.

Mayores gastos por modificaciones y cambios realizados durante el proceso del desarrollo de los proyectos, han hecho necesario contar con administradores de proyectos con los conocimientos para hacer más eficiente su desarrollo.

El ingeniero químico responsable del desarrollo de proyectos debe entender y manejar el proceso de la administración de proyectos, adquiriendo los conocimientos y la experiencia que le permitan tomar las decisiones para dirigir las actividades del proyecto, aun con ambientes cambiantes, analizando y controlando las actividades, en búsqueda de alcanzar que el proyecto sea eficiente en cuanto a los objetivos establecidos.

La recopilación de la información para esta guía fue analizando, resumiendo y actualizando información de manuales e información bibliográfica, mostrando de manera ordenada las etapas del desarrollo de un proyecto típico de la industria química y las fases administrativas para organizar, planear, dirigir y controlar su desarrollo.

## **CAPITULO I - DESARROLLO DE PROYECTO DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA INDUSTRIAL (PRIMERA PARTE)**

El proceso de desarrollo de un proyecto típico de instalación industrial comprende las siguientes fases:

- Pre-inversión.
- Inversión.
- Operación.

En estas fases se establecen los temas que definen las actividades requeridas para obtener la información que nos permitirá tomar la decisión de si el proyecto es viable o no, por otro lado, se establecen las acciones a seguir para la implementación de un plan maestro en el desarrollo de la ingeniería, construcción, montaje, pruebas y arranque, y para finalizar se consideran los aspectos relevantes de la operación de una planta industrial.

### **1.1. Fase de pre-inversión**

Esta ayuda al inversionista a decidir y proporcionar la base para la ejecución del proyecto.

Esta fase se divide en las siguientes etapas:

- Identificación de oportunidades de inversión.
- Estudios de pre-viabilidad.
- Formulación de estudios de viabilidad.
- Evaluación final para la decisión de invertir  
y conformación de la empresa.



### **1.1.1. Identificación de oportunidades de inversión.**

Corresponde al inicio del proyecto y debe establecer el objetivo que se pretende alcanzar, debiendo ser rentable el primer paso necesario para el éxito de la inversión.

La identificación de oportunidad de inversión puede realizarse por la detección de la necesidad y el producto que la satisfaga. La necesidad puede ser aquella que no está siendo atendida o que no se está atendiendo suficientemente y tiene un alto costo.

Para detectar las necesidades existentes se puede analizar las industrias existentes, tendencias, planes de desarrollo nacional y cambios en la legislación.

Una vez detectadas las necesidades, se seleccionan ideas de productos que cubran las necesidades.

Para la selección de las ideas de productos se puede hacer investigación sobre la capacidad de procesar los materiales naturales de la comunidad, la sustitución de importaciones, capacidad tecnológica de la comunidad, innovación de productos y asistencia a exposiciones industriales con innovaciones tecnológicas.

En base a lo anterior es posible generar una lista extensa de ideas de productos con oportunidades potenciales de inversión.

Finalmente se debe realizar la depuración del listado de oportunidades.

Para eliminar las ideas con menor oportunidad de éxito, debemos preguntarnos si los costos de producción son altos, si se requiere de grandes capitales fuera de las alternativas, si existen factores que limitan el mercadeo de producto o si el proyecto no es consistente con las metas nacionales.

Por otra parte, se deben examinar los factores que pueden ser subjetivamente evaluados para seleccionar las mejores ideas de inversión, analizando si el tamaño de mercado da un volumen de ventas redituable, el crecimiento potencial del mercado, los costos de producción y distribución deben permitir una aceptable utilidad cuando existe competencia de precio, tendencias políticas y sociales, los riesgos por factores desfavorables presentes y futuros.

### **1.1.2. Selección y definición preliminar del proyecto (Estudios de pre-viabilidad)**

Una vez depurada la idea del proyecto y antes de realizar el estudio de viabilidad técnico-económico que permita una decisión definitiva respecto al proyecto, se realiza la selección y definición preliminar del proyecto.

Este estudio preliminar debe contar con los siguientes objetivos, estructura y fuente de información para su realización.

#### **1.1.2.1. Objetivos.**

Los objetivos esperados del estudio de pre-viabilidad son el dar las bases técnico económicas que permitan un primer acercamiento a un proyecto con alto potencial de viabilidad y poder detectar los aspectos críticos del proyecto evaluando sus implicaciones, estimando el alcance del proyecto para justificar el análisis de viabilidad.

#### **1.1.2.2. Estructura.**

La estructura de un estudio de pre-viabilidad puede contener algunos o todos los elementos de un estudio de viabilidad. Debiendo hacerse en esta etapa el estudio económico y los aspectos generales en cuanto a lo siguiente:

- Estudio de la demanda, mercado y capacidad de planta.

- Estudios de costos de insumos.
- Estudio de oportunidades por la ubicación.
- Evaluación de la tecnología a emplear.
- Gastos generales de planta.
- Estructura aproximada de la organización.
- Costos de mano de obra.
- Análisis financiero.
- Planes y programas preliminares con costos de la ejecución del proyecto.
- Análisis de los principales riesgos esperados.

#### **1.1.2.3. Fuente de información para su realización.**

La fuente de información del estudio de pre-vialidad, se pueden obtener por entrevistas con agentes de ventas, entrevistas con clientes o potenciales compradores, también consultando información como censos, anuarios y en asociaciones comerciales o industriales.

Esta información nos deberá dar una idea general de la oportunidad que tiene el proyecto de poderse realizar con un alto grado de viabilidad, sin embargo para ser viable se deberá definir claramente los estudios y los puntos requeridos de un estudio completo de viabilidad.

#### **1.1.3. Formulación de estudios de viabilidad.**

Una vez que se obtuvo la información del estudio de pre-viabilidad y se observó que el proyecto es preliminarmente factible, se determinan los siguientes puntos requeridos para el estudio de viabilidad.

### **1.1.3.1. Objetivos.**

La finalidad de estos estudios es obtener la base técnica, económica y comercial para facilitar la toma de decisión de invertir en un proyecto industrial, dando como resultado un proyecto de capacidad de producción y ubicación definida, con la tecnología definida, con costos de inversión y producción identificados, ingresos por conceptos de ventas, dando un rendimiento respecto a la inversión.

### **1.1.3.2. Elementos de un estudio de viabilidad modelo.**

Los elementos que componen un estudio de viabilidad modelo considera:

- Resumen de trabajo con objetivos, conclusiones y recomendaciones.
- Antecedentes y orientación del proyecto, costos de los estudios.
- Mercado y capacidad de planta.
- Materiales e insumos.
- Ubicación, gastos de inversión y costos de producción.
- Ingeniería del proyecto con alcance, planes y programas, diagramas preliminares de localización de equipos, obras civiles de proceso y servicios auxiliares.
- Organización de la planta y gastos generales.
- Estimación de los gastos de mano de obra.
- Costos de la planificación del proyecto.
- Evaluación financiera y económica de las principales inversiones, con los costos de inversión total.
- Costos de financiamiento.

- Costos totales de producción.
- Evaluación de propuesta de proyecto económico a nivel nacional.
- Conclusiones con las ventajas y desventajas del proyecto.
- Perspectivas del desarrollo del proyecto.

### **1.1.3.3. Obtención de datos para estudio de viabilidad**

En esta etapa de formulación del proyecto se deben considerar los estudios de apoyo. Estos se realizan por separado por expertos calificados:

- Estudios de mercado.
- Estudios técnicos de materias primas, pruebas de laboratorio, pruebas de planta piloto, ubicación, economía de escala y selección de equipo.
- Estimación de los costos de inversión.

En caso de obtener información para los estudios de viabilidad a través de guías de datos de referencia publicadas por asociaciones industriales, fabricantes de equipo y organizaciones industriales, deben ser usados con las siguientes consideraciones, prestando la debida atención a la fecha de obtención, el tamaño de planta, las posibles economías de escala, el país de origen, y los factores de conversión técnicos y económicos aplicados.

### **1.1.3.4. Análisis de mercado.**

Éste análisis sirve para identificar, describir y cuantificar el mercado del producto.

Los principales pasos en la realización de un análisis de mercado son el definir los objetivos del estudio, seleccionando el producto, el sector del mercado, desarrollo del plan de ventas, diseño de la metodología de la

investigación, programa de realización, y el análisis e integración del reporte final.

Por lo tanto, el análisis de mercado debe ser de información confiable, conteniendo la descripción del mercado, demanda presente y futura, consumo, suministros, y la estimación de la participación del proyecto en el mercado.

En base a lo anterior se podrá seleccionar el proceso, condiciones de operación y la capacidad de la planta, permitiendo estimaciones económicas asociadas a su viabilidad, como la capacidad de operación inicial, ingresos previsibles y utilidades probables.

#### **1.1.3.5. Análisis técnico.**

Este análisis permite establecer si el proyecto es técnicamente factible, siendo la base para el estimado de costos y el efecto de las diferentes alternativas técnicas en el empleo, la ecología, la infraestructura, los servicios de capital y el balance de pagos principalmente.

Debiendo detallarse la descripción del producto, las propiedades para el uso del producto, la descripción del proceso de elaboración, la determinación del tamaño de planta, estableciendo el volumen esperado, la selección de maquinaria y equipo con especificaciones, el sitio de ubicación de la planta, diseño del arreglo general de instalaciones y equipo, con el estimado del costo de erección, instalación y acondicionamiento del terreno, estudio de la disponibilidad de materias primas y servicios auxiliares, estimación de la mano de obra directa e indirecta, determinación de tipos y cantidades de desechos, estimación de costos y gastos de arranque y producción, estableciendo la organización de producción, y la estimación de los requerimientos de oficinas.

En base a lo anterior se debe establecer el plan maestro de ejecución del proyecto que contenga estimados de inversión fija, costos y gastos de manufactura y puesta en operación.

#### **1.1.3.6. Análisis financiero.**

Este análisis evalúa la rentabilidad comercial, estimando los requerimientos financieros integrando los costos estimados del análisis de mercado y técnico, en varios documentos denominados estados financieros proforma.

Además, cuando se requiere se puede efectuarse un análisis de sensibilidad y/o análisis de riesgo.

#### **1.1.3.7. Evaluación socio - económico nacional del proyecto.**

En la evaluación de los proyectos se analizan los costos y los beneficios directos del proyecto.

La evaluación de beneficios indirectos solo se realiza en proyectos industriales de gran dimensión, desde el punto de vista social, para confirmar que sean coherentes con la política nacional.

#### **1.1.4. Evaluación final para la decisión de invertir y conformación de la empresa.**

Después de ser favorables los estudios realizados de viabilidad del proyecto, se debe decidir bajo qué condiciones se implementará el proyecto.

##### **1.1.4.1. Integración de la propuesta de inversión.**

La propuesta de inversión tiene la finalidad de convencer a los inversionistas e instituciones de crédito que el proyecto es viable.

Para esto, los estudios de viabilidad deben acompañarse de elementos que permitan juzgar la capacidad técnica, financiera y administrativa de la entidad responsable de ejecutar el proyecto, así como de los antecedentes sobre las operaciones de crédito con que se pretende financiarlo.

La propuesta de inversión debe aclarar los siguientes aspectos:

- Definir la propuesta de inversión y estructura de financiamiento.
- Características del producto, compañía e industria.
- Cualidades de las personalidades involucradas.
- Características del mercado que se pretende cubrir.
- Crecimiento potencial de la empresa.
- Como se pretende elaborar el producto competitivamente.
- Rentabilidad proyectada.
- Cuál es el riesgo.

#### **1.1.4.2. Trámites requeridos para la conformación de la empresa e inicio de operaciones.**

En México las empresas deben efectuar una serie de trámites que varían de acuerdo con el tipo de negocio que se pretende desarrollar, en términos generales los trámites son:

##### **1.1.4.2.1. Conformación de la empresa**

Las siguientes son las conformaciones basadas en la Ley General de Sociedades Mercantiles (L.G.S.M.), la cual tiene la finalidad de proteger a los socios, así como la protección a terceros.

- Empresa “persona física”.
- Unidad económica sin personalidad jurídica.
- Empresa “persona moral”.



#### **1.1.4.2.2. Sociedad mercantil**

La formación de una sociedad mercantil es de manera voluntaria por un conjunto de personas que tienen un objetivo común de carácter económico, adquiriendo responsabilidades y beneficios, dependiendo de la responsabilidad adquirida. Dicha sociedad puede existir una vez conformada la empresa.

Las sociedades permitidas por la ley son las siguientes:

- Sociedad en Nombre Colectivo.

Es aquella que existe bajo una razón social y en la que todos los socios responden, de modo subsidiario, ilimitada y solidariamente de las obligaciones sociales. (Artículo 25, L.G.S.M.)

- Sociedad de Comandita Simple (S. en C.).

Es la que existe bajo una razón social y se compone de uno o varios socios comanditarios que responden, de manera subsidiaria, ilimitada y solidariamente de las obligaciones sociales, y de uno o varios comanditarios que únicamente están obligados al pago de sus aportaciones. (Artículo 51, L.G.S.M.)

- Sociedad de Responsabilidad Limitada (S. de R.L.).

Es la que se constituye entre socios que solamente están obligados al pago de sus aportaciones, sin que las partes sociales puedan estar representadas por títulos negociables, a la orden o al portador, pues sólo serán cedibles en los casos y con los requisitos que establezca L.G.S.M. (Artículo 58, L.G.S.M.)

- Sociedad Anónima (S. A.).

Es la que existe bajo una denominación y se compone exclusivamente de socios cuya obligación se limita al pago de sus acciones. (Artículo 88, L.G.S.M.)

- Sociedad Cooperativa.

La ley permite sociedades cooperativas de crédito, de producción o de consumo regidas por legislación especial y a las cuales no se les reconoce personalidad jurídica. (Artículo 252, L.G.S.M.)

#### **1.1.4.2.3. Registros y Licencias requeridos por Ley para el funcionamiento de las sociedades**

- Registro Federal de Causantes (R.F.C).

Este registro es el medio de control que tiene el Servicio de Administración Tributaria. (S.A.T), para identificar a los contribuyentes, así como para conocer las modificaciones en las circunstancias más trascendentes de los mismos, y, por otro lado, cerciorarse del cumplimiento de sus obligaciones.

El Código Fiscal de la Federación señala la obligación de inscribirse en el R.F.C. y presentar los avisos que establezca el reglamento, a todas la personas físicas o morales que deban presentar declaraciones periódicas relativas a impuestos federales, según el Reglamento del Registro Federal de Causantes.

- Registros Contables.

Estos registros son básicos en la mayoría de los negocios y esto obedece a disposiciones legales de carácter fiscal, y también a las contenidas en el Código de Comercio. (Artículo 95, Código Fiscal de la Federación.)

Las obligaciones relacionadas con la contabilidad están señaladas en la Ley de Impuestos sobre la Renta. (Artículo 42, fracciones I y II.)

- Registro en el Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.)

Para el cumplimiento de las obligaciones impuestas por la Ley del Seguro Social, es necesario que el contribuyente y sus trabajadores se inscriban en el I.M.S.S.

- Licencia Sanitaria o Aviso de Funcionamiento.

La licencia sanitaria es un tipo de autorización que permite a una persona pública o privada, el realizar en un establecimiento una actividad relacionada con la salud humana.

La Licencia Sanitaria es requerida para empresas o establecimientos fabricantes de Insumos para la Salud, Fabricantes de plaguicidas, fabricantes e importadores de productos de tabaco y establecimientos de servicio de salud.

El aviso de funcionamiento de una empresa en la Secretaria de Salud, se realiza a través de la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios) en base al giro de la empresa. (Artículos 287 y 389 Fracción IV Ley General de Salud Artículo 241 Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios)

## **1.2. Fase de Inversión.**

Un proyecto de instalación de una planta industrial comprende la construcción de una fábrica, su instalación y las pruebas de arranque de maquinaria y equipo. La fase de inversión o ejecución del proyecto se puede dividir en las siguientes etapas:

- Preparación del Plan Maestro de la ejecución del proyecto.
- Negociación y celebración de contratos.
- Ingeniería de proyecto.
- Construcción de Instalaciones y Montaje de Equipo.
- Pruebas de Arranque de la Instalación Industrial.

En la fase de inversión se contraen obligaciones financieras, que, si se tienen modificaciones importantes en el proyecto como demoras considerables en el desarrollo, construcción, entrega o en la iniciación de actividades, llevan inevitablemente a mayores costos de inversión y afectan la rentabilidad del proyecto.

### **1.2.1. Preparación del Plan Maestro de la Ejecución del Proyecto.**

Este plan se prepara en base al calendario propuesto para la ejecución de actividades en el estudio técnico de viabilidad del proyecto.

El plan para cada actividad debe indicar; quien la realizará, el monto, la fecha de ejecución y su duración.

Los elementos del plan maestro de ejecución son:

#### **1.2.1.1. Inventario y especificaciones de actividades.**

Los cuales se agrupan según su naturaleza y función.

- Adquisición de bienes, derechos y servicios.
- Transportación, movilización, y almacenamiento de materiales y equipos.
- Entrenamiento de la mano de obra.
- Construcción y montaje, clasificando las tareas.
- Puesta en marcha, verificando, ajustando, y realizando pruebas de funcionamiento, inspección y aprobación final de las condiciones de funcionamiento en todos los procesos y operaciones unitarias.

#### **1.2.1.2. Estudios de tiempos.**

Se presentan las actividades en forma secuencial para completar la ejecución del proyecto.

Este análisis de coordinación de tareas se hace por el método de la ruta crítica, en sus variantes (CPM- Camino crítico) y (PERT- Tiempo de Ejecución de actividades), dependiendo del tipo de proyecto y al plan de ejecución.

#### **1.2.1.3. Requerimientos necesarios de cada tarea o actividad.**

Recomendaciones que ayudan para plantear alternativas en el plan de ejecución, optimizando los recursos del proyecto.

- Estime las cantidades de materiales más importantes por su volumen y costo.
- Clasifique por categorías la mano de obra.
- Cuantifique los servicios de terceros en valor por categorías, considerando los que son relevantes en el costo total del proyecto.
- Cuantifique los gastos financieros en base a los costos unitarios y en los volúmenes de las actividades.

#### **1.2.1.4. Planes alternativos de ejecución.**

Estos deben implicar cambios en su duración y costos totales.

- Establecer la posibilidad de transferir recursos entre actividades, en base al estudio de tiempos y de requerimientos, siempre y cuando existan recursos asignados en actividades no críticas que tengan margen de tiempo y puedan transferirse a actividades críticas.
- Cuantifique el efecto de las transferencias propuestas sobre los costos directos e indirectos y sobre el costo total de las tareas afectadas en el proyecto.

### **1.2.2. Negociación y celebración de Contratos.**

En esta etapa se definen los alcances y obligaciones jurídico-contractuales respecto al financiamiento del proyecto, la construcción, la asistencia técnica y de arranque.

Con frecuencia en esta etapa se modifican los contratos para mejorar los proyectos, causando normalmente aumentos no previstos en los costos de inversión.

Para el alcance de este trabajo solo se describen los aspectos sobresalientes del proceso de negociación de la tecnología del proceso y de la ingeniería del proyecto.

La tecnología ofrecida o necesaria y los tipos de contratos para adquirirla, aplicarla y desarrollarla cambian según los países que la transfieren, sin embargo, en general el proceso incluye lo siguiente:

#### **1.2.2.1. Búsqueda y selección de un posible cedente y de un eventual adquirente de tecnología.**

Las alternativas más comunes para encontrar ofertas tecnológicas son:

- Búsqueda directa por correo electrónico, solicitando la visita de agentes que transfieren tecnología.
- Guías y manuales de compra de tecnología.
- Asociaciones de comerciantes e industriales.
- Bancos e Instituciones Financieras, a través de sus departamentos comerciales.
- Departamentos oficiales de promoción comercial, industrial y tecnológica.
- Institutos y centros de investigación científica y tecnológica.

- Catálogos y directorios de fabricantes de productos, equipos y tecnología.
- Firmas de ingeniería y consultoría.
- Registro Nacional de Transferencia de Tecnología.
- Revistas especializadas.
- Ferias y exposiciones comerciales.

#### **1.2.2.2. Preparación y presentación de la oferta y demanda de suministro de tecnología.**

La oferta y la demanda normalmente se limitan a:

- Identificar al presunto cedente y al eventual adquiriente.
- Describir resumidamente la tecnología ofrecida o solicitada.
- Información económica del proceso.
- Inversión fija, de operación y total.
- Tipo de asistencia técnica ofrecida o requerida.
- Tipo de mano de obra requerida.
- Posibilidad de financiamiento o arreglos comerciales.
- Referencias de patentes y marcas existentes.
- Tiempos y fechas de entrega.
- Condiciones de explotación.
- Muestras de producto ofrecido.
- Descripción de tecnología alternativa.

Si la negociación es favorable, el presunto cedente suele conceder al eventual adquiriente una opción para adquirir la tecnología. El plazo dependerá del tiempo necesario para evaluar la tecnología.

Se puede incluir la opción de la disposición para la revelación de la tecnología en etapas, requiriendo de pagos anticipados proporcionales a la información revelada.

Para cualquier adquisición tecnológica del extranjero o nacional es conveniente revisar la ley federal de protección a la propiedad industrial, pues es el documento legal regulador de la misma en nuestro país.

#### **1.2.2.3. Participantes e intermediarios en las negociaciones.**

Las negociaciones se inician cuando ambas partes están de acuerdo y hacen explícito su interés. La forma de negociación puede ser directa a su nombre o a través de una filial, o por un mecanismo indirecto a través de un representante o de un intermediario.

Es recomendable que la empresa adquirente de la tecnología, adquiera la tecnología completa, ya que, si se opta por usar en algunas operaciones otra tecnología sin las garantías del sedente de la tecnología, pueden surgir problemas con la ejecución y la operación, pudiendo tener efecto significativo sobre el costo final de la adquisición tecnológica.

Para que la transacción de transferencia tecnológica sea exitosa, se requiere que participen ambas partes en todo momento hasta el final del contrato o licencia.

#### **1.2.2.4. Negociación de los términos y las condiciones de la transacción de transferencia de tecnología.**

La transferencia de tecnología normalmente puede llevar como mínimo seis meses, sin embargo, pueden llevarse de dos a tres años para la negociación y la preparación de los documentos legales.



Es muy importante considerar como factores clave en la negociación de una tecnología, tener una clara conciencia y una definición de lo que se está adquiriendo y las restricciones que puedan imponerse para su uso.

Para esto, los criterios serían los siguientes:

#### **1.2.2.4.1. Valor de la tecnología deseada.**

- Si es la única tecnología comercial disponible.
- Es evidente que la tecnología sea la mejor entre otras.
- Es una de varias opciones.
- Adaptación a la escala requerida y los recursos en México.

La consideración principal es el rendimiento económico, calculando las diferentes opciones, estableciendo la cantidad que sería razonable pagar.

La segunda consideración es revisar si es aplicable a las necesidades y los recursos.

#### **1.2.2.4.2. Nivel de adquisición de tecnología.**

Solicitando que se especifique el contenido de los paquetes tecnológicos que serán negociados.

- Ingeniería básica.

La cual suele aplicarse a la información conocida como “Know-how”, tal como se presenta en la patente o algo más explícita, o a toda la información del proceso, pudiendo incluir algunas veces parte de la ingeniería de detalle.

- Manual de diseño de proceso.

Contiene la descripción detallada del proceso, filosofías básicas de operación, materiales de construcción, consideraciones de seguridad y contaminación, diagramas de bloques, balances de materia y energía que permiten al ingeniero de proceso dimensionar y especificar el equipo necesario.

- Manual de diseño de planta.

Incluye descripción detallada de las condiciones de operación del equipo para que el especialista de diseño, especifique el equipo para fines de cotización, fabricación o compra. También incluye diagrama de flujo de proceso, balance de materia y energía, diagramas de tubería e instrumentación, plano de localización general de equipo y unifilar eléctrico.

- Especificación de equipo.

Consiste en la presentación en hojas de datos, especificaciones para cada equipo y dibujos de fabricación, para solicitud directa de cotizaciones o fabricación.

- Ingeniería de detalle.

Incluye todos los detalles de diseño de la planta. Especificaciones de equipos e instrumento, lista de materiales, dibujos constructivos, modelos a escala, etc.; para la instalación mecánica, eléctrica, de tubería, civil, de recipientes, etc.

Además de estos paquetes, se pueden comprar los programas de construcción detallados, el equipo crítico, la supervisión de la instalación, la asistencia para la puesta en marcha, y la construcción completa de la planta para ser entregada ya en operación.

#### **1.2.2.4.3. Integración de la información de los paquetes que se están negociando.**

Estas pueden ser por dos vías:

- A través del vendedor.

Puede tener sus ventajas cuando el vendedor tiene experiencia en la transferencia de tecnología.

- A través del comprador.

Cuando tiene personal técnico calificado debe insistir que participe en la reunión de la información en oficinas y en la planta del vendedor, como parte del contrato que se va a negociar, ya que este personal sabe que le puede servir mejor y las posibles alternativas viables a mejor costo.

#### **1.2.2.4.4. Fórmula de pago.**

La fórmula de pago debe considerarse desde dos puntos de vista:

- Criterios del costo de la tecnología en función a la inversión y los costos de operación de todo el proyecto.
- Análisis de las formas de pago.

Las fórmulas de pago hacia el vendedor más comunes son las siguientes:

- Suma global.

Esta puede ser a través de un pago repartido durante un período de tiempo o una parte de participación en las acciones de la compañía que adquiere la tecnología.

- Porcentaje sobre utilidades.

Tiene la ventaja que el comprador tiene una garantía y pueda recuperar parte de la inversión. (Normalmente es del 10%)

- Porcentaje de ventas.

Tiene la desventaja de comprometer al comprador sin saber las ganancias del proyecto. Para negociar el porcentaje de ventas, se

requieren las tasas de regalía de referencia, que pueden obtenerse de estadísticas privadas o de Registros Nacionales de Transferencia de Tecnología.

#### **1.2.2.5. Determinación de las licencias o contratos que deben concluirse.**

La transacción de la transferencia tecnológica está reflejada en uno o varios documentos legales relacionados, debiendo contener la licencia de la propiedad industrial o contrato de transferencia tecnológica.

Cuando la transacción de la transferencia de tecnología es compleja, es conveniente jurídicamente que se tengan varios documentos legales relacionados, para las diferentes operaciones de un proyecto, porque facilitan la administración de los aspectos comerciales, financieros y técnicos de cada licencia o contrato.

#### **1.2.2.6. Preparación de los documentos legales necesarios.**

La redacción de los contratos legales de transferencia tecnológica se inicia normalmente después de las negociaciones.

En muchos casos el o los documentos se redactan primero por el grupo que representa al licenciante (proveedor de la tecnología) y se presenta al licenciario (receptor de la tecnología) para su revisión. Sin embargo, es conveniente que desde un inicio el grupo del licenciario participe en la redacción por su capacidad negociadora.

Los contratos legales de transferencia de tecnología, son analizados y acordados en la etapa de negociación, los cuales tienen una estructura general que incluye los puntos siguientes:

- Declaraciones de las partes contratantes.
- Definiciones de términos.

- Objeto del contrato. Definiendo el tipo de contrato, las generalidades sobre el proceso y/o producto, incluyendo datos de las patentes y alcance del contrato.
- Asistencia técnica. Describiendo las condiciones, la duración y el alcance.
- Contraprestaciones. Estableciendo la fórmula de pago, el programa, los términos y condiciones de pagos.
- Confidencialidad. En los convenios por los que se transmitan conocimientos técnicos, asistencia técnica, provisión de ingeniería básica o de detalle, se podrán establecer cláusulas de confidencialidad para proteger los secretos industriales.
- Vigencia. Es el tiempo durante el licenciatario puede hacer uso de los conocimientos tecnológicos y la asistencia del licenciante.
- Legislación. Se establece cual será la jurisdicción que interpreta los efectos de la aplicación del contrato en caso de controversia. Pudiendo ser por leyes nacionales o extranjeras.

#### **1.2.2.7. Aprobación gubernamental de la transacción tecnológica, así como de los documentos correspondientes.**

Cada país tiene sus leyes sobre patentes y transferencia de tecnología y difieren de país a país.

En México la protección tecnológica está regida por la ley federal de protección a la propiedad industrial (LFPI), a través del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial quien es un organismo descentralizado de la Secretaría de Economía, sobre el control y registro de la tecnología y el uso y explotación de patentes y marcas, rigiéndose por las leyes mexicanas y por los tratados o convenios internacionales de los que México forma parte y sean aplicables.

El objetivo de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial es proteger la propiedad industrial mediante la regulación y otorgamiento de patentes, diseños industriales y marcas; difundir los conocimientos tecnológicos del país y realizar convenios con otros países (LFPI - Artículo No. 2).

### **1.2.3. Ingeniería de proyecto.**

Esta etapa puede ser desarrollada por la empresa interesada en la producción del producto cuando tiene la capacidad de hacerlo, o bien, puede ser encargada a una firma de ingeniería, o ser adquirida a través de la transferencia tecnológica, como se describió anteriormente.

Para esto inicialmente es necesario establecer las bases de diseño del proyecto, en caso de un proyecto industrial, en estas se establecen las características de la planta, su capacidad y la información que define cada una de las operaciones para el diseño y operación.

#### **1.2.3.1. Bases de diseño de un proyecto industrial están conformadas de los siguientes puntos:**

- Función de la planta y tipo de proceso empleado.
- Capacidad, rendimientos y flexibilidad.
- Especificaciones de materias primas y productos.
- Condiciones de recepción y entrega de materias primas y productos.
- Sistemas de eliminación de desechos.
- Características de almacenamiento.
- Especificaciones de servicios auxiliares.
- Sistemas de seguridad.

- Localización y condiciones climatológicas.
- Bases de diseño eléctrico.
- Bases de diseño tubería.
- Bases de diseño civil.
- Bases de diseño de instrumentos.
- Bases de diseño de equipo.
- Códigos y normas empleados.

### **1.2.3.2. Plan Maestro y Administración de la Ingeniería de Proyecto**

Por otro lado, la correcta realización y cumplimiento de actividades dentro del Plan Maestro de la Ingeniería de proyecto, se logra implementando una adecuada administración de la Ingeniería de Proyecto.

La administración de la Ingeniería de Proyecto tiene la finalidad de asegurar la realización y la integración apropiada de toda la información y actividades requeridas para el desarrollo de la ingeniería del proyecto logrando los objetivos establecidos de tiempo, inversión y calidad.

La administración del proyecto está conformada por el jefe del proyecto, los ingenieros del proyecto, los ingenieros de programación y los ingenieros de costos.

#### **1.2.3.2.1. Actividades administrativas que llevan a cabo son:**

- Planeación.

Se caracteriza por fijar en tiempo los objetivos, las fechas deseadas de inicio y terminación, estimación de los recursos y especialidades, estableciendo el tipo de organización y el tipo de contrato.

- Coordinación.

Se ocupa de solicitar y suministrar la información que cada especialista necesita, así como informar de cualquier cambio y avances entre especialistas y fabricantes de equipo.

- Control.

Cuenta con tres tipos de control:

- Control de Calidad. Vigila que la información generada tenga buena presentación y no tenga errores, cumpliendo con las especificaciones y normas establecidas.
- Control de Costo. Vigila que las erogaciones realizadas sean de acuerdo al presupuesto planeado y da aviso para iniciar acciones correctivas que permitan mantener el proyecto dentro del costo esperado.
- Control de ejecución de actividades. Busca el cumplimiento de las fechas clave de la ejecución de la ingeniería.

- Dirección:

Se encarga de conservar una idea clara y general de los objetivos del proyecto tanto económicos, sociales, políticos, legales, técnicos, etc.; durante todo el desarrollo del proyecto, cuidando que las diversas especialidades trabajen bajo los mismos objetivos.

### **1.2.3.3. Actividades de la Ingeniería de Proyectos**

Las actividades en la etapa de ingeniería de proyectos, se puede dividir en las siguientes áreas:

#### **1.2.3.3.1. Adquisición de la Ingeniería Básica de Proceso.**

Se refiere a como se elabora el producto (Know-how), la ingeniería se puede adquirir por dos métodos:



- Proceso de dominio público.
- Pago de regalías por el uso de determinada patente, normalmente son licenciadores extranjeros.

Se pueden contratar con una firma de ingeniería. Cuando se adquiere la ingeniería en el extranjero, se debe hacer a través de concurso internacional. La selección se hace a través de las ofertas obtenidas, un estudio técnico- económico, para determinar la inversión inicial, los gastos de operación y las conveniencias técnicas en cada caso, siendo el factor más importante para la selección del proceso la confiabilidad de la operación de la unidad.

#### **1.2.3.3.2. Contenido del paquete de Ingeniería básica.**

- Bases de diseño, preparada por la firma de ingeniería o licenciador y la organización interesada en construir y operar la planta.
- Descripción detallada del proceso.
- Diagrama de flujo de proceso, con corrientes y equipo de proceso.
- Balance de materia y energía, donde se incluyen condiciones de operación.
- Información complementaria para diseño de tuberías y especificación de instrumentos.
- Lista de equipo con dimensionamiento preliminar.
- Criterios de diseño de planta y de equipo.
- Hojas de datos de proceso y dimensiones generales de los equipos convencionales de la planta.
- Especificaciones detalladas y dibujos de equipos críticos de la planta.

- Diagrama de balance y requerimientos de servicios auxiliares.
- Plano de localización general de equipo.
- Guía operacional básica de la planta, para desarrollar el manual de planta.

#### **1.2.3.4. Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.**

Después de conocer cómo hacer el producto con la Ingeniería básica de proceso, el siguiente paso es el desarrollan las especificaciones de los equipos, dibujos y demás documentos para adquirir los equipos, maquinaria y materiales para la construcción de la planta e instalaciones auxiliares requeridas.

En la Ingeniería de Detalle intervienen ingenieros de muy diversas especialidades, como civiles, electricistas, químicos, mecánicos, electrónicos, industriales, metalúrgicos, etc.

Todos estos especialistas basan sus actividades en procedimientos de trabajo, a través de normas, códigos y estándares de diseño, a nivel nacional e internacional.

Una norma es una serie de reglas, conceptos y procedimientos que definen como alcanzar y comprobar la calidad establecida de los elementos que integran un proyecto.

Los códigos son normas establecidas por los países altamente industrializados, que definen los requisitos mínimos de calidad de los equipos y materiales, establecen los procedimientos de pruebas de calidad, clasifican los diferentes materiales de construcción por sus características físicas y químicas, y también definen y clasifican los diferentes tipos de equipos por sus diseños, estableciendo las ecuaciones y factores de seguridad para el diseño de equipos y elementos de construcción.

Los estándares pueden ser o no parte de las normas y se refieren a dibujos típicos de partes del proyecto.

Las especificaciones del proyecto son adaptaciones hechas a las normas con auxilio de las bases de diseño, leyes locales, preferencias, disponibilidad de equipos y materiales, en donde se establecen las condiciones o requerimientos específicos para el proyecto que se trate.

Los campos profesionales de Ingeniería de Detalle son los siguientes:

#### **1.2.3.4.1. Ingeniería de Diseño Mecánico de Recipientes.**

A partir de la información contenida en la hoja de datos de proceso y dimensiones que proporciona la Ingeniería Básica, esta especialidad desarrolla:

- Espesores del cuerpo y tapa de recipientes.
- Tamaño, tipo, número y orientación de las boquillas.
- Diseño de faldones y soportes.
- Tipo, características de soporte de platos y empaques.
- Arreglo y especificación de tubería.
- Tipo y características de soportes de aislamiento.
- Especificación de esfuerzos y radiografías de soldaduras.
- Dibujos detallados del equipo.

Todo esto para recipientes a presión, torres, recipientes atmosféricos, filtros, reactores, etc.

#### **1.2.3.4.2. Ingeniería de Diseño de Equipo de Transferencia de Calor.**

Esta especialidad se encarga de diseñar equipos destinados a transferir calor de un fluido a otro en forma controlada, separados por una pared.

Determinando espesores y dimensiones de:

- Carcasa o envolvente cilíndrico.
- Tapas de la carcasa.
- Espejos de tubos, para sujetar los tubos.
- Tubos.
- Bridas para unir los diferentes elementos del intercambiador de calor.
- Boquillas del equipo de transferencia de calor.
- Deflectores que tienen la función de desviar los fluidos y evitar vibraciones excesivas en los tubos.

El diseño mecánico de los elementos comúnmente empleados en el diseño de intercambiadores de calor, consiste en diseñarlos adecuadamente, considerando que están sujetos a presión interna y externa, a cambios de temperatura, al peso propio y al efecto de vibraciones.

Para esto las herramientas aceptadas para el diseño mecánico son el código ASME (American Society of Mechanical Engineering) para el diseño y operación de calderas y recipientes a presión y la norma TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association) para intercambiadores de calor de carcasa y tubos.

#### **1.2.3.4.3. Ingeniería de Sistemas.**

Esta especialidad genera la información indispensable para que las demás especialidades de ingeniería de detalle inicien o complementen sus actividades.

Desarrollando de manera detallada los siguientes documentos:

- Plano de localización general del equipo, estructuras y edificios.
- Diagramas mecánicos de tubería e instrumentación para las corrientes de proceso, servicios auxiliares y desfuegos.
- Lista e identificación de líneas de proceso, servicios auxiliares y desfuegos.
- Hojas de datos y especificaciones del servicio de equipo e instrumentos.
- Manual de puntos de alarma, paros y arranques.

#### **1.2.3.4.4. Ingeniería de Control.**

Esta especialidad desarrolla sus actividades con la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Sistemas, generando de manera detallada la siguiente información:

- Hojas de datos de instrumentos.
- Plano de localización de instrumentos.
- Índice de instrumentos con los componentes de los circuitos de control.
- Diagrama de instrumentación de circuitos de control.
- Dibujos típicos de instalación de instrumentos.
- Planos del tablero principal de instrumentos.

- Diagramas de tableros locales.
- Diagramas de interconexiones eléctricas y alambrado de tableros de control de instrumentos.
- Plano de conducción de señal neumática de instrumentos.

#### **1.2.3.4.5. Ingeniería de Diseño Mecánico o Equipo Dinámico.**

Esta especialidad realiza su trabajo a partir de la información de proceso y servicio requeridos, indicada en las hojas de datos de equipo dinámico.

Desde el punto de vista mecánico, específica para la adquisición del equipo dinámico lo siguiente:

- Evaluación técnico-económica.
- Revisión y aprobación de dibujos de fabricante.
- Revisar y aprobar las pruebas de funcionamiento.
- Proponer dibujos de arreglos y colocación del equipo mayor de la planta.

Normalmente los equipos dinámicos son bombas, compresores, accionadores, sopladores, grúas, transportadores, sistemas de aire acondicionado, empacadoras, etc.

#### **1.2.3.4.6. Ingeniería de Diseño de Tuberías.**

Esta especialidad se encarga de determinar la colocación y trayectoria de los diversos sistemas de tubería y sus accesorios de acuerdo a los requerimientos de proceso, necesidades de operación y mantenimiento.

Para lograr esto normalmente se desarrollan dibujos de planta con las elevaciones, dibujos isométricos y maqueta de la planta a rigurosa escala para hacer los arreglos más convenientes.

Las principales actividades son desarrollar:

- Plano clave de tuberías para dividir el trabajo del diseño de tuberías.
- Estudio civil de soportes y acceso a tuberías.
- Planos de plantas y elevaciones de tubería.
- Maqueta constructiva.
- Dibujos isométricos de tuberías.
- Planos de tubería subterránea.
- Dibujos de sistema contra incendio.
- Plano de tuberías de entrada y salida en el límite de batería de la planta.

#### **1.2.3.4.7. Ingeniería de Diseño de Análisis de Esfuerzos.**

Los sistemas de tuberías no deben de transmitir esfuerzos a los equipos.

Una vez diseñadas las tuberías por el proyectista, se deben turnar a la especialidad de Análisis de Esfuerzos, donde se determina si el diseño propuesto es correcto estructuralmente, ya que la tubería que trabaja a altas y bajas temperaturas, debe absorber los esfuerzos ocasionados por las dilataciones por la variación de temperatura.

Las principales actividades de estos especialistas son:

- Análisis de esfuerzos en tubería por temperatura, presión y peso.

- Estudios de colocación de juntas de expansión, curvas y soportes de tuberías.
- Dibujos de detalles e isométricos para construcción y localización de elementos de soporte de las tuberías.

#### **1.2.3.4.8. Diseño Arquitectónico.**

Este grupo se encarga de diseñar los cuartos, casas, edificios de tipo industrial en base al proceso establecido. Debiendo ser funcionales, económicos dando comodidad y estética.

La información principal que genera es:

- Anteproyectos arquitectónicos de edificios.
- Dibujos definitivos de las áreas, herrería y fachadas arquitectónicas.
- Isométrico de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Localización y dibujos de recorrido de ductos del aire acondicionado.
- Detalles constructivos, especificación de materiales, acabados, equipos y materiales de ambientación.

#### **1.2.3.4.9. Ingeniería de Diseño Civil.**

Estos especialistas para desarrollar sus actividades requieren el plano de localización general de equipo y edificios, las bases y especificaciones de diseño civil del proyecto, los dibujos arquitectónicos, los dibujos de equipo, las características mecánicas del suelo, las cargas desarrolladas por el viento y los sismos.

Los materiales de construcción en las instalaciones industriales, básicamente son de concreto para cimentaciones y estructuras pesadas y de acero para estructuras ligeras.



Los trabajos realizados por estos especialistas se pueden dividir en civil concreto y civil acero.

Para Ingeniería Civil Concreto sus principales actividades son:

- Estudio de mecánica de suelos de los lugares en donde se ubicarán los equipos pesados y dinámicos, para determinar el tipo de cimentación a usar.
- Elaboración de plano clave de cimentaciones, con dibujos de detalle.
- Hojas de cálculo, diseño y dibujos de cimentaciones.
- Cálculo, diseño y dibujos de estructuras de concreto para edificios y soportes de tubería.
- Dibujos de pavimentos.
- Dibujos de localización y armado de registros, fosas de aguas de proceso, pluviales y sépticas.

Para Ingeniería Civil Acero sus principales actividades son:

- Cálculo, diseño y dibujo de edificios y estructuras de acero.
- Dibujos de plataformas, estructuras, escaleras en edificios y equipos horizontal y vertical, puentes de tuberías.
- Escaleras y barandales en tanques atmosféricos y tanques de almacenamiento.
- Dibujos de travesaños de grúas en cuartos de máquinas.
- Dibujos de apoyos de tuberías.

#### **1.2.3.4.10. Ingeniería de Diseño Eléctrico.**

Su finalidad es hacer llegar de una manera eficiente, segura y económica el suministro de energía eléctrica.

Inicia sus actividades con el plano de localización del equipo y edificios, las necesidades de motores eléctricos, resistencias calefactoras, cargas de instrumentos, cálculo de alumbrado y comunicaciones.

La información que genera es la siguiente:

- Especificaciones de Ingeniería para el diseño de instalaciones eléctricas industriales y adquisición de equipo eléctrico.
- Dibujos de clasificación de zonas peligrosas, para la selección apropiada de los equipos eléctricos de acuerdo a los códigos requeridos.
- Diagrama unifilar de la subestación.
- Dibujos de arreglo de equipo eléctrico en la subestación y cuarto de control de motores.
- Dibujos para los bancos de distribución de fuerza cuando es subterránea.
- Dibujos de sistema general de distribución de fuerza.
- Dibujos de cédula de conductores y tubería.
- Dibujos de red del sistema general de tierras y apartarrayos.
- Dibujos de alumbrado.
- Cuadro de balance de carga y especificaciones de tableros.
- Dibujos de alambrado de gabinetes de relevadores

- Diagrama de control eléctrico para los circuitos de control de los equipos.
- Dibujos de alimentación eléctrica e instrumentos con localización de instrumentos en equipos.
- Diagramas de alambrado del sistema de teléfonos y sonido.
- Grafica de coordinación de protectores de interruptores.
- Especificación del equipo de subestación eléctrica para su adquisición.

#### **1.2.3.5. Adquisición de Equipo y Materiales.**

El alcanzar las condiciones de operación y los rendimientos esperados, es resultado de una buena selección del equipo. Por eso los equipos deben ser especificados y seleccionados por el personal especializado del grupo de ingeniería de diseño. Siendo la adquisición de los equipos un problema técnico-económico.

El problema de la adquisición de materiales es fundamentalmente comercial. Sin embargo, el personal debe conocer los materiales y sus características.

El proceso de la adquisición de equipos y materiales se divide en las siguientes áreas:

##### **1.2.3.5.1. Compra de Equipo y Materiales.**

Siendo sus actividades principales las siguientes:

- Solicitud de cotización, especificando la fecha límite para presentar la cotización. Elaborando lista de los proveedores que podrían concursar.
- Requisición de equipos o materiales. Se elabora con la descripción de lo que se quiere adquirir, haciendo referencia al proyecto.

- Dibujos y especificaciones de equipos y materiales descritos en la solicitud de cotización.
- Términos y condiciones generales de compra.

Para la compra de equipos y materiales deberá realizar la comparación técnica y económica de cada cotizante. Elaborado por el grupo que solicitó las requisiciones, considerando los siguientes conceptos de costos:

- Precio total en la moneda cotizada.
- Precio equivalente en pesos mexicanos.
- Costos de empaques y fletes.
- Ajustes de precios y condiciones de pago.
- Costos de operación a valor presente a 8 años.
- Tiempo de entrega.
- Indicar si hay financiamiento.

De la misma manera este grupo deberá preparar los documentos para la compra del equipo que cumple técnicamente y es la mejor alternativa económica, los cuales son:

- Carta de intento. La cual es un compromiso formal con el proveedor para que inicie la solicitud de subórdenes de insumos para la fabricación del equipo.
- Colocación formal del pedido que sustituye la carta de intento. La cual puede incluir cláusulas de bonificación por daños causados por retrasos en fechas de entrega de equipos, contratación de personal especializado para erigir y/o arranque de equipos mayores en la obra, estipulación de los términos de pago.

#### **1.2.3.5.2. Expeditación.**

La finalidad de esta actividad es vigilar que la fabricación del equipo o la entrega del material requerido, se desarrolle de acuerdo al programa previamente establecido. Esta inicia al colocarse la orden de compra al proveedor y termina cuando ha sido entregado en la obra.

- Expeditación de dibujos preliminares del vendedor para la revisión y comentarios de los ingenieros de diseño.
- Expeditación de dibujos finales certificados, tiene la finalidad de contar con todos los comentarios y modificaciones establecidas.
- Obtención de programas de órdenes secundarias a fabricantes de equipo para prever la adquisición de materiales en caso de atrasos involuntarios de los proveedores.
- Obtención de programas detallados de fabricación. Tiene la finalidad que el comprador siga el curso real de la fabricación, programar inspecciones en las etapas críticas y asegurarse que la fecha prometida de entrega se va a cumplir.
- Anticipar retrasos y resolverlos directamente con el proveedor.
- Asistir al vendedor en las prioridades del proyecto y problemas en el procedimiento de adquisiciones.
- Notificar al vendedor de los cambios de especificaciones de ingeniería, programas de ingeniería o entrega de equipos y materiales.

#### **1.2.3.5.3. Inspección.**

La finalidad del mismo es asegurar que el fabricante cumpla con los requerimientos mínimos de calidad, debiendo hacerse por el grupo de ingenieros con conocimientos profundos en códigos, normas,

especificaciones y procedimientos de fabricación de diferentes clases de equipos.

Este personal se debe asegurar que:

- El equipo o material cumplen con los requerimientos de las órdenes de compra.
- El equipo o material satisface el servicio que es requerido.
- Las pruebas de calidad y comportamiento son conducidas satisfactoriamente.
- Los aspectos de seguridad señalados en las especificaciones, normas y códigos son estrictamente seguidos.
- Se investiguen los errores, fallas u omisiones de pruebas.
- Se revise el progreso y seguimiento del programa de manufactura.

Cualquier desviación de las especificaciones o dibujos debe ser del conocimiento del inspector. Debiendo informar al oficial de ingeniería para el rechazo del material componente o equipo, devolver la partida para su rectificación o definir los arreglos o modificaciones necesarias.

#### **1.2.3.5.4. Trafico y embarque.**

Una vez aceptado por el inspector el equipo o material, este grupo se encarga de hacer los arreglos legales y supervisar el embarque y traslado al sitio de la obra.

Las actividades relevantes son las siguientes:

- Aspectos legales y políticas relativas a la importación. Cumplimiento con la regulación para la importación de equipos y materiales, obteniendo los permisos de importación, apoyándose con los Agentes Aduanales.

- Rutas y medios de transportación en el territorio nacional. A través de la Secretaría de Comunicación y Transporte se otorgan, concesionan y expiden permisos para la transportación de mercancías, materiales y equipos.
- Embalaje y Rotulado. Con excepción de las cargas a granel, los equipos y materiales empacados, se entregarán debidamente embalados y rotulados.

Los requerimientos generales de embalaje de los equipos y materiales tienen la finalidad principal de la protección de los golpes, oxidación, exceso de movilidad de partes móviles.

La rotulación es la acción de identificar el material a transportar, la cual consiste en indicar el número de piezas, la información del destinatario, lugar de destino, número de pedido, clave del equipo, las precauciones especiales de manejo y condiciones de almacenamiento en el lugar de la obra, señalamientos del uso de cables o cadenas, la posición del centro de gravedad del equipo, peso bruto, etc.

#### **1.2.4. Construcción de Instalaciones y Montaje de Equipo.**

Esta etapa se caracteriza como la de mayor erogación en la fase de inversión y requiere de una gran cantidad de recursos humanos y materiales.

Debido a esto es de sumo interés para el propietario, el cumplimiento con el programa de su construcción, en los aspectos de economía global y comercial del proyecto.

##### **1.2.4.1. Planeación de la construcción.**

El programa de la construcción depende principalmente de la entrega de materiales y equipos al sitio de la obra.

Los factores que afectan a la programación de la construcción son los siguientes:

- Estado del desarrollo del proyecto.
- Capacidad de los proveedores en la construcción de plantas químicas.
- Localización de la planta.
- Complejidad en el tipo de instalación industrial.

Para el cumplimiento del programa de construcción es prioritario contar con la coordinación adecuada de los grupos de ingeniería, y la del suministro de materiales con el de la construcción.

Los siguientes son los principales factores que afectan el cumplimiento de los programas de la construcción:

- Asignación de recursos financieros en base al programa destinados a la obra.
- Calidad de la Ingeniería.
- Control de Calidad de los equipos y materiales.
- Cumplimiento de los programas de ingeniería.
- Cumplimiento de los programas de abastecimiento de materiales.
- Capacidad general del contratista de la obra.
- Capacidad del grupo supervisor de la obra para coordinar las actividades y hacer cumplir el programa de construcción.

La organización de la supervisión de la construcción es responsable de aspectos administrativos y técnicos.



Los aspectos administrativos de la organización de la construcción comprenden: El manejo del almacén, avance y control de pagos de la obra, análisis de materiales con base a precios unitarios, control de calidad y la seguridad en la construcción.

Los aspectos técnicos de la organización de la construcción comprenden las áreas: Civil, electricidad, tubería, instrumentación, mecánica de equipo estático, mecánica de equipo dinámico, montaje de equipo y maniobras.

Estas actividades se realizan por grupos de ingenieros especialistas en la construcción.

Los elementos básicos que deben proporcionar los diversos grupos para la construcción de la planta, se dividen en:

#### **1.2.4.1.1. Grupo de Ingeniería:**

Diagrama de tubería e instrumentación, dibujos de topografía, dibujos de planta con la localización general del equipo y edificios, dibujos y especificaciones de construcción, dibujos y especificaciones de los proveedores, instructivo de los proveedores, lista de materiales, asistencia de ingeniería de diseño, presupuesto y programa global del proyecto.

#### **1.2.4.1.2. Grupo de Compras:**

Requisiciones de materiales y órdenes de compra de equipo, reporte de expeditación, reportes de instrucción de embarque, equipo mayor y menor, materiales e instrumentos, reportes de inspección.

#### **1.2.4.1.3. Grupo de la oficina directiva de la constructora:**

Apoyo logístico y personal para el campo, documentos y alcance de la obra de los subcontratos (antes de ser ejecutados), negociación de los subcontratos, orden de los trabajos suplementarios de los subcontratos, establecimiento de los contratos y demandas, pólizas de seguros para

todos los riesgos de construcción, obtención de las aprobaciones de las autoridades locales, permisos de construcción, asesoramiento sobre relaciones laborales, planeación y programa general, resolución de disputas laborales, coordinación con ingeniería y compras, negociación de trámites de renta de herramientas y equipos, costos de construcción.

#### **1.2.4.1.4. Grupo de la oficina en campo del constructor:**

Regulaciones laborales de los trabajadores, fuentes de abastecimiento para mano de obra local, información de vivienda y transporte para personal externo, reportes de exploración del terreno y reglamentos locales, desarrollo e instalación de edificios y servicios temporales, limpieza de terreno y drenaje, desarrollo y mantenimiento de carreteras y cercas requeridas, adquisición de materiales y equipo no incluidos por el departamento de compras, suministro de materiales de construcción, control de almacén, planeación y programa de la construcción detallado, reporte del programa de construcción, coordinación de los subcontratistas, contabilidad de la obra, reclamo y reposición de artículos dañados, ingeniería de campo, control y contratación directa de mano de obra, resolución de disputas laborales menores, pago a contratistas y control del avance del trabajo, establecimiento de reglamentos de seguridad, control de calidad del trabajo, información al propietario, coordinación de las pruebas del equipo en el campo.

#### **1.2.4.2. Actividades de construcción**

Debido a que las actividades de construcción son muy numerosas y diversas, una forma de agruparlas puede ser de la siguiente manera:

- Estudios y reconocimiento del terreno:

Para el diseño de detalle se deben conocer las características del terreno y del subsuelo, a través del estudio de la mecánica de suelos para el diseño de las cimentaciones requeridas.

- Actividades previas a la construcción:

Construcciones provisionales para el personal que trabajará en la construcción, como las oficinas administrativas de campo, cobertizos para la fabricación de tuberías, carpintería, herrería e instalaciones eléctricas, vestidores, almacén de herramientas y refacciones, bodega para equipo de construcción y equipo menor de la planta.

- Servicio provisional de agua potable.
- Vías de acceso como calles o vías de ferrocarril.
- Excavaciones y movimiento de tierras:

Después que los topógrafos trazan los linderos de la planta y fijan los puntos de referencia, se procede a hacer el desplante de cimentaciones sobre un terreno resistente.

- Construcción de cimentaciones e instalación de servicios subterráneos:

La cimentación se entiende como los elementos de transmisión de carga de las partes estructurales de un edificio al terreno. Generalmente son empleadas por que las cargas que se transmiten al terreno son mayores que las que puede soportar con el material existente. De acuerdo a la forma, magnitud y distribución de las cargas pueden ser superficiales y profundas.

Las instalaciones de servicios subterráneos comprenden:

- Tuberías para drenaje pluvial, sanitario y químico.
- Conductos para instalaciones eléctricas.
- Cableado de la red del sistema de tierra física.
- Registro de interconexión y descargas.

Las instalaciones subterráneas se llevan a cabo una vez que las cimentaciones profundas se encuentran avanzadas o terminadas y se tienen los trazos de las cimentaciones superficiales.

– Erección de estructuras:

Las plantas industriales poseen edificaciones relativamente simples, las cuales pueden quedar comprendidas entre las siguientes:

- Edificios y estructuras de proceso.
- Edificios para servicios auxiliares, subestación, talleres y bodegas.
- Laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos.
- Edificios administrativos para oficinas, comedor, servicio médico.
- Vestidores de personal y servicios sanitarios.

– Montaje de equipo de proceso:

Después de montada la estructura de apoyo, se inicia la instalación del equipo pesado principal, junto con las estructuras metálicas necesarias y tuberías principales. Después de esto se instala el equipo menor apoyados en los equipos mayores. Los instrumentos, aparatos eléctricos y materiales frágiles se colocan al final para evitar daños.

Después de esto se terminan pisos, escaleras, pasamanos, elevadores, alumbrado, acabado de tuberías y finalmente pintura y acabados.

## **1.2.5. Pruebas y Arranque de la Instalación Industrial.**

### **1.2.5.1. Problemas que se manifiestan durante las pruebas y arranque.**

En esta etapa de arranque de las unidades productivas surgen los errores y omisiones originadas en la ingeniería, fabricación de equipos y materiales de construcción, así como los problemas inherentes del arranque. Con todo esto se tiene presión de los directivos deseosos de iniciar la operación de las unidades.

Los problemas frecuentes durante la prueba y puesta en marcha de los equipos son los siguientes:

- Ingeniería inadecuada, la cual no cumple con lo requerido.
- Material de mala calidad o incorrecto.
- Deterioro de componentes por mal manejo, transportación y almacenaje.
- Mala instalación y uso inadecuado de los servicios auxiliares.
- Estimaciones erróneas y mala planeación del proyecto.
- Mala ejecución de la Ingeniería de proyectos por selección inadecuada del grupo de especialistas.
- Mala operación de la unidad productiva por falla en la definición y ejecución de tareas.

Para reducir los problemas a la hora de arranque, se deben tomar una serie de medidas en búsqueda de detectar los errores y omisiones con anticipación al arranque, estas medidas son las siguientes:

- Evaluación y nombramiento con suficiente tiempo al personal de pruebas, arranque, operación y mantenimiento de la planta.

- Realización de un análisis de la información del proyecto, de forma detallada del proceso.
- El grupo de construcción debe permanecer durante las pruebas y la operación inicial. Revisándose el buen funcionamiento de la operación.
- La entrega de refacciones por parte del constructor y la revisión por parte del personal de mantenimiento, deben hacerse antes de la puesta en operación de la planta.
- La relación de cambios y modificaciones a la planta debe minimizarse por parte del grupo de operación y deberá hacerse con seis meses de anticipación de la fecha de arranque, para que el grupo constructor pueda llevarlas a cabo.
- Las pruebas y puesta en marcha deben hacerse de acuerdo al instructivo del fabricante.

#### **1.2.5.2. Manual de Operación de la Planta**

El licenciador y la firma de ingeniería deben preparar el Manual de Operación de la Planta, debiendo contener las siguientes secciones:

- Descripción del Proceso. Conteniendo las especificaciones de la carga, de los productos y subproductos y la descripción detallada del proceso.
- Condiciones de Operación y Control. Se describen los efectos que en la operación en los diferentes equipos tienen las variables físicas y químicas del proceso, describiendo las acciones de los dispositivos especiales de operación y control de la planta.
- Preparación de la Unidad de Arranque. Se describen todos los procedimientos a los que se debe sujetar los equipos y los sistemas de la planta antes del arranque. (Lavados, pruebas hidrostáticas y

de hermeticidad, pruebas de verificación de equipo mecánico y eléctrico, introducción de servicios y verificación de inventarios de materias primas y reactivos, secado de equipos, comprobación de circuitos de control de instrumentos, así como manejo, carga y activación del catalizador)

- Arranque de la Planta. Se detallan los procedimientos y secuencia de acciones de arranque de la planta.
- Paro Normal de la Planta. Se describe el procedimiento de paro programado de la unidad, incluyendo la limpieza e inspección de los equipos y sistemas y la preparación para mantenimiento.
- Paro de Emergencia. Descripción del procedimiento de paro por falla de servicios auxiliares, incendio o falla mecánica de equipo.
- Medidas de Seguridad. Descripción del sistema de seguridad, así como las medidas de seguridad para el manejo de productos inflamables y tóxicos.
- Pruebas Analíticas y Control de Laboratorio. Se dan los procedimientos de análisis y pruebas de laboratorio requeridas para el control y operación normal de la planta, indicando su frecuencia, rangos o límites permitidos.
- Sumarios de Equipos e Instrumentos. Se resume la especificación, modelo y fabricante de los mismos.
- Planos, Diagramas y Dibujos. Contiene copia de los planos, diagramas y dibujos más importantes desde el punto de vista operacional. (Plano de localización general de equipo, diagramas de tuberías e instrumentación, diagramas de flujo de proceso y servicios auxiliares, diagrama unifilar eléctrico, diagrama de distribución de fuerza y clasificación de áreas, dibujos mecánicos de torres, recipientes, calentadores, cambiadores de calor, etc.)

### **1.2.5.3. Pruebas preliminares de arranque.**

Estas pruebas son las actividades que se llevan a cabo previamente antes de iniciar el arranque de la planta industrial y tienen el objetivo de probar las líneas, equipos, la instrumentación y el equipo mecánico antes de ponerse en servicio, para verificar que cumplen con lo especificado por el diseño.

Para realizar cada una de las pruebas, es conveniente que se divida en circuitos de pruebas la planta, las cuales están constituidos por líneas y equipos que están diseñados para trabajar a las mismas condiciones de operación de presión y temperatura.

Las pruebas son las siguientes:

- Lavado de líneas y equipos para eliminar los residuos de su construcción.
- Pruebas hidrostáticas y neumáticas en líneas, equipos estáticos, instrumentos, válvulas, etc., para verificar el funcionamiento y hermeticidad del sistema.
- Limpieza de equipos y líneas especiales tiene como objeto eliminar aceites, grasas y residuos de su instalación.
- Verificar que los instrumentos están completos, calibrados y probados.
- Inspección y comprobación de sistema eléctrico de líneas de conducción, subestación, transformadores y centros de control de motores.
- Pruebas de equipo mecánico, los accionadores como turbinas y motores se probarán en vacío, las bombas con agua, la corrida inicial de compresores se hará con aire, nitrógeno o gas.



- Los tanques de almacenamiento deberán verificarse su capacidad de almacenamiento.
- Al equipo a fuego directo se debe verificar la correcta colocación del aislamiento.
- Se debe contar con los procedimientos de manejo, carga, secado y activación de catalizadores de los reactores.

#### **1.2.5.4. Planeación del Arranque**

El arranque de la planta es considerado como la etapa final y más importante de la fase de inversión de un proyecto industrial, por esa razón es necesario crear un grupo competente denominado “Grupo de Arranque”.

Es de suma importancia planear las acciones del grupo de arranque, definiendo cada uno de los objetivos y las funciones de cada especialidad, resaltando la importancia que cada una va teniendo y la interrelación que tienen.

El plan de arranque es establecido a través de los siguientes programas, los cuales deben ser revisados con anticipación al arranque de la planta.

- Programa de Arranque. Este comprende cada una de las actividades que son necesarias realizar en forma secuencial, clasificadas en base a su importancia.
- Programa de Laboratorio. Un programa de análisis de laboratorio basado en los métodos analíticos requeridos.
- Programa de Mantenimiento. Debe incluir pruebas de rutina, inspección, los ajustes de las piezas de los equipos o circuitos de control, así como lista de partes de repuesto.
- Programa de Seguridad. Debe cubrir los aspectos generales y de emergencia, contando con capacitación del personal.

De la misma manera el disponer de un centro de información es esencial para un arranque exitoso. Pudiendo tener la información en sistemas computarizados o por un sistema organizado en carpetas, el contenido de la información debe ser la siguiente:

- Información del Diseño del Proyecto.
- Información del Proceso.
- Información de la Ingeniería.
- Información de la Distribución en Planta.
- Información de la Operación.
- Procedimientos Analíticos.
- Hojas de Procedimientos de Cálculo.

La adquisición de información o retroalimentación de datos de operación de una planta que se encuentra en funcionamiento satisfactoriamente es de mucha importancia, sin embargo, cada planta tiene sus características específicas de operación.

### **1.3. Fase Operacional.**

Esta fase se puede dividir desde dos puntos de vista, a corto plazo y a largo plazo.

El corto plazo se refiere al inicio desde que se comienza la producción formal, con aplicación de la técnica de producción, el funcionamiento del equipo, la productividad de la mano de obra, así como del personal administrativo y técnico. Dichas actividades están relacionadas con la ejecución y se pueden mejorar.

El largo plazo se relaciona con los costos de producción y los ingresos provenientes de las ventas.

Ambos están relacionados con las proyecciones hechas en la fase de pre-inversión.

Las actividades funcionales preparatorias (búsqueda de alternativas de inversión, estudios técnicos – económicos de factibilidad, diseño, investigación y obtención de licencias, erección de instalaciones, aprovisionamiento de equipo, perfeccionamiento de los métodos productivos), dieron origen a la empresa, evolucionando durante toda la vida de la empresa para crear nuevas oportunidades de negocio.

En caso que las proyecciones sean erróneas y estas se identifiquen en la fase operacional, la viabilidad técnico económica de la actividad industrial se verá perjudicada. Haciendo que las actividades de corrección serán difíciles y muy costosas.

### **1.3.1. Elementos Constitutivos de la Empresa.**

El proyecto solo se podrá considerar exitoso cuando en su fase operacional permita ser una empresa que se desarrolle de manera adecuada y natural en los siguientes elementos:

- Las Actividades Funcionales con posibilidades de evolucionar.
- El Marco Financiero.
- El Elemento Humano en la Empresa.

#### **1.3.1.1. Las Actividades Funcionales:**

Estas actividades son una serie de operaciones intelectuales o físicas, mediante las cuales el producto o servicio se desarrolla hacia el punto en que podrá ser entregado al consumidor o usuario. Con el tiempo deben ir cambiando y mejorando, las cuales son influenciadas por muchos factores, internos y externos.

Las actividades funcionales, se refieren a las actividades necesarias para el funcionamiento de una empresa, las cuales en general son las siguientes:

#### **1.3.1.1.1. Aprovevisionamiento.**

- Obtención de edificios, instalaciones y equipo.
- Adquisición de materias primas, insumos y refacciones.
- Contratación de personal.

#### **1.3.1.1.2. Producción.**

- Transformación de la materia prima a producto terminado.

#### **1.3.1.1.3. Comercialización.**

- Publicidad.
- Mercadotecnia o Promoción de venta.
- Venta.

#### **1.3.1.1.4. Distribución del producto.**

- Entrega al consumidor o usuario final.
- Entrega al distribuidor o vendedor.

#### **1.3.1.2. El Marco Financiero.**

Las actividades funcionales, tienen que ser financiadas por recursos privados o públicos. El total de los recursos definen el límite de sus actividades.

Para el mayor número de las empresas, la disponibilidad de sus fondos impone un determinado límite de sus actividades, límite que se

representa como un marco dentro del cual se tienen que llevar a cabo las actividades funcionales.

Según sea la empresa si es de carácter pública o privada, se pueden obtener recursos financieros adicionales a los que en un inicio se tienen, mediante una subvención adicional de fondos nacionales o municipales o emitiendo nuevas acciones u obligaciones, por préstamo de un banco o sociedad de crédito.

El aumento del nivel de actividad de una empresa no genera directamente un aumento de los recursos financieros. Se deben eliminar las actividades que rinden menos beneficios y por otro lado mejorar la eficiencia de las actividades funcionales para poder así reducir los costos por unidad, logrando el aumento de producción con mayores beneficios, sin que se aumente el costo total del marco financiero.

Si una empresa no prospera debido a que los ingresos de las ventas no son suficientes para cubrir los gastos de funcionamiento de la empresa, los recursos financieros se irán agotando, el marco financiero ira reduciéndose y por lo tanto se tendrá que reducir las actividades funcionales.

Una de las tareas primordiales de los directores de la empresa es la de asegurar un equilibrio razonable entre las actividades funcionales y su marco financiero.

En determinadas ocasiones es posible que los recursos financieros no sean el factor determinante que impidan el funcionamiento normal o incluso la ampliación, ya que la verdadera causa puede ser de factores externos de carácter económico, político, tecnológico y social.

### **1.3.1.3. El Elemento Humano en La Empresa**

El elemento humano es importante en cada una de las actividades en una empresa.

La importancia relativa de un individuo determinado dentro de la empresa y de su influencia sobre el trabajo de los demás, y en general sobre las relaciones de los unos con los otros, dependerá de la posición que esa persona ocupa en la jerarquía de la empresa.

El carácter y la capacidad del jefe ejecutivo son de primordial importancia porque de él emanan directamente la autoridad y las decisiones, y por lo general de él depende la promoción de sus subordinados.

Por esta razón la influencia del jefe ejecutivo y del personal de categoría mayor, se observará en todos los aspectos técnicos y administrativos del funcionamiento de la empresa, incluyendo el financiero.

### **1.3.2. Factores Externos Influyentes en el Funcionamiento de la Empresa.**

La empresa se desarrolla interaccionando con un ambiente exterior de carácter local, nacional e internacional. Este ambiente está en constante cambio, ejerciendo diversos tipos de influencia sobre la empresa, unas veces favorables y otras desfavorables.

Dichos factores se pueden agrupar en Económicos, Políticos, Tecnológicos y Sociales.

En cualquier momento uno o más factores de los cuatro mencionados pueden afectar el factor financiero como influencia restrictiva de las actividades funcionales de la empresa.

Una de las aptitudes de los directores de empresas debe ser precisamente la de aprovechar los factores favorables y contrarrestar los perjudiciales.

### **1.3.2.1. Factores Económicos.**

Entre los factores económicos a nivel nacional están la situación de los mercados y la competencia, el poder adquisitivo de la población y la disponibilidad de materias primas nacionales. A nivel internacional la disponibilidad o la carencia de divisas, la situación general del comercio en el mundo, la fuerza competitiva de otros países. Por ejemplo, en estos años debido a la afectación en la salud de la población por la Pandemia de Covid-19 a nivel nacional e internacional, se ha afectado por la disminución de fuentes de trabajo y del poder adquisitivo de la población principalmente.

### **1.3.2.2. Factores Políticos.**

Entre los factores políticos están las políticas adoptadas por los gobiernos o las autoridades locales en cuestiones económicas y sociales.

A nivel nacional podría citarse la política general del gobierno respecto a las empresas privadas y estatales y respecto a cuestiones tales como el empleo, ubicación de las industrias, protección a las industrias nacionales, permisos, impuestos y reducción de los mismos.

A nivel internacional los factores políticos podrían ser los acuerdos comerciales, las barreras arancelarias y el estado general de las relaciones internacionales.

### **1.3.2.3. Factores Tecnológicos.**

La influencia de los factores tecnológicos sobre una empresa dependerá en gran medida en el nivel tecnológico en que la empresa actúa, así como hoy en día hasta cierto punto del país en que esté establecida. El ritmo del desarrollo tecnológico varía notablemente según el tipo de industria.

Las empresas que desean mantener su poder competitivo tienen que invertir mucho dinero en la planeación, investigación y desarrollo o bien en licencias o patentes.

#### **1.3.2.4. Factores Sociales.**

Los factores sociales influyen en la empresa internamente y externamente. En primer lugar, está el clima social general en que la industria tiene que funcionar. En una comunidad industrial la gente acepta la industria y le concede un lugar importante en el sistema social.

Pudiendo influir en el funcionamiento y la dirección de una empresa las relaciones entre las diversas clases sociales.

En general cabe señalar que los cuatro factores externos actúan también entre unos y otros. Así, por ejemplo, los factores económicos pueden provocar decisiones políticas de los gobiernos que repercuten directamente en la empresa, en el progreso tecnológico puede verse entorpecido por factores sociales adversos y en la actualidad los factores sociales adversos de la salud pública pueden causar deterioro en la economía.

#### **1.3.3. Influencia de la Producción en las demás actividades funcionales de la empresa.**

Siendo la producción un bien económico, se refiere a la obtención de información a través de la actividad de producción para el mejoramiento de la calidad del producto y los servicios. Pudiendo tenerse con lo siguiente:

##### **1.3.3.1. Diseño, investigación y obtención de licencias.**

La información obtenida en la producción puede tener como resultado mejoras de proceso, diseño y materiales.

##### **1.3.3.2. Perfeccionamiento.**

El personal de producción puede realizar pruebas para el diseño e investigación con nuevos materiales.



#### **1.3.3.3. Aprovechamiento.**

Optimización de los tiempos de proceso a un costo mínimo, mejoramiento de las presentaciones de las materias primas para un mejor manejo, registro del funcionamiento de las instalaciones, máquinas y equipos.

#### **1.3.3.4. Contratación de personal.**

Rendimiento del personal y determinación de la eficacia de los métodos de selección.

#### **1.3.3.5. Comercialización.**

El cumplimiento con la calidad prometida y los tiempos de entrega son primordiales para mantener un estándar de servicio adecuado para los clientes.

#### **1.3.3.6. Distribución.**

El cumplimiento con las cantidades de producto establecidas, optimiza los gastos de transportación por cargas completas de envío y reduce gastos de envíos parciales.

### **1.3.4. Influencia de las Actividades Funcionales en la Producción de la Empresa.**

Se refiere al uso de equipos adecuados y materias primas para proporcionar los productos con la calidad deseada por el cliente, considerando el diseño del producto y la forma de entrega, en tiempo y cantidad. De acuerdo a lo siguiente:

#### **1.3.4.1. Aprovechamiento.**

En cuanto al equipo, se refiere al material de que está hecho para el fin propuesto. En cuanto a materias primas, disponer de materias primas de la calidad requerida.

#### **1.3.4.2. Comercialización.**

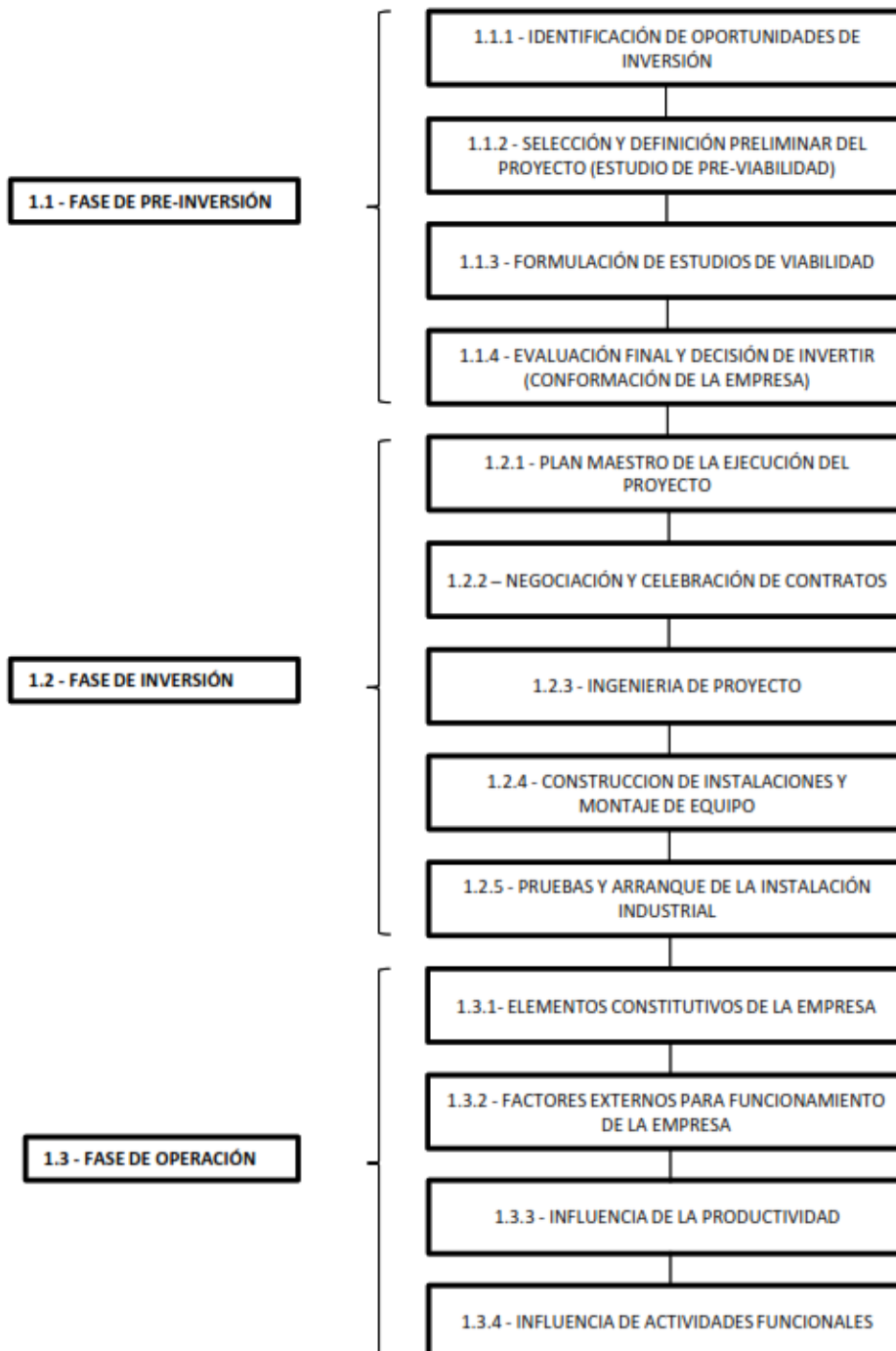
Se puede observar en la cantidad de pedidos en un periodo de tiempo y el plazo de entrega. Considerando la variedad de productos y la forma de entrega en base a las necesidades específicas del cliente.

#### **1.3.4.3. Distribución.**

Diseño del producto en cuanto al volumen, peso y seguridad. Establecimiento de intervalos de entrega. Vías de distribución para una producción en volumen.

# CAPITULO I

## FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE PLANTA INDUSTRIAL



## **CAPITULO II - ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (SEGUNDA PARTE)**

### **2.1. Introducción de la Administración de Proyectos.**

La administración de proyectos es una solución a los complejos problemas de orden administrativo que se presentan en el desarrollo de proyectos de plantas industriales, a través de un esfuerzo unificado y multidisciplinario.

Las industrias químicas y petroquímicas con apoyo de la ingeniería civil, son de las más beneficiadas y profesionalizadas con la aplicación de los conceptos de la administración de proyectos.

La administración de proyectos se puede emplear en inversiones a pequeña escala, pero es en las aplicaciones a gran escala (plantas industriales) en donde es un factor significativo en el éxito del proyecto.

Es conveniente definir las fases de un proyecto para la planeación de su ejecución.

La forma como se dividen las fases del proyecto dependerá del tipo de industria. Recordando que estas fases no son estrictamente secuenciales y pueden estar sobrepuestas particularmente en proyectos grandes y complejos.

En las fases se fijan parámetros de calidad, se definen presupuestos, se programan las actividades y sus revisiones, asignando recursos humanos y materiales.

En virtud del carácter especial de los proyectos y en los problemas que en un momento dado se pueden generar, la principal razón por la que se ha desarrollado el concepto de administración de proyectos es que las formas tradicionales de estructura organizacional y técnicas administrativas habituales no manejan el tipo de trabajo del proyecto con efectividad.

Las actividades de los proyectos son esencialmente temporales para las personas involucradas. Por lo general los proyectos mayores o tecnológicamente complejos involucran a varios departamentos de la empresa para trabajar juntos y en ocasiones aún a varias compañías. También es frecuente que esos mismos departamentos o compañías estén trabajando en varios proyectos a la vez, estando cada uno de ellos en diferente fase o etapa de la vida del proyecto.

Por este aspecto de la interdependencia entre los departamentos y compañías implicadas es que el trabajo de un proyecto es normalmente complejo, requiriendo para su ejecución de una especial organización y de gente de muchas ramas y disciplinas diferentes. Adicionalmente esas relaciones e interdependencias son siempre dinámicas.

En un proyecto típico del desarrollo de una planta industrial, al inicio, el énfasis del trabajo puede estar en la investigación y el desarrollo, continuando con el diseño de ingeniería, para luego cambiar a las compras y la procuración, para continuar con la manufactura o fabricación y la construcción y después con las pruebas y la capacitación, para finalizar en la operación. En todas las fases del proyecto ningún departamento funcional o compañía es la más importante a lo largo de la vida del proyecto, por tal motivo ningún administrador funcional puede ser el líder administrativo para toda la vida del proyecto.

Cada proyecto tiene su desarrollo único, existen siempre problemas de definición del trabajo y del tipo de organización, en la asignación de responsabilidades, en la asignación del presupuesto y en la implementación de los sistemas de información y control. Debido a esto se debe hacer énfasis en el trabajo necesario para la planeación y control de actividades, para no encarecerlo. Requiriendo de sistemas de información orientados para una comunicación efectiva en el proyecto, coordinación de actividades y control del proyecto, debiendo ser sistemas separados de la organización administrativa tradicional.

En otro aspecto, pero no menos importante, es muy común en virtud de lo temporal, complejo y a menudo indefinido en las relaciones de autoridad implicadas en la ejecución de las tareas del proyecto, junto con los numerosos departamentos y compañías implicadas, cuyos objetivos y entidades administrativas pueden diferir, creándose problemas de comportamiento humano y en la tendencia de conflicto entre grupos e individuos.

Por todo esto la teoría administrativa y estructuras organizacionales tradicionales han tenido que derivar en la administración de proyectos.

La administración de proyectos puede ser descrita como la planeación, programación, dirección y control de los recursos de una compañía asignadas a un proyecto de relativamente corto tiempo, para la realización de metas y objetivos específicos.

La administración de proyectos utiliza el sistema para administrar a través del uso de personal controlado funcionalmente (jerarquía vertical) asignando actividades a un proyecto específico (jerarquía horizontal), permitiendo a la compañía realizar tareas que no son manejadas con efectividad por la estructura tradicional, sin modificar significativamente el trabajo rutinario.

La organización de la administración de proyectos, estará estructurada jerárquicamente en general por el administrador de alto nivel, el administrador de proyecto y el administración funcional, los cuales tendrán diferentes responsabilidades dependiendo de la forma organizacional establecida según las necesidades del proyecto.

El objetivo de la administración de proyectos se centra en hacer más eficiente y efectivo el uso de recursos como mano de obra, equipos, servicios, materiales, capital e información tecnológica, para alcanzar los objetivos de la compañía dentro de su presupuesto, programa y nivel deseado de especificación tecnológica, considerando los factores cambiantes del ambiente legal, social, político, económico y tecnológico.

Los factores que deben tomarse en cuenta para determinar si es necesaria la implementación de la administración de proyectos en un proyecto, son los siguientes:

- El trabajo a realizar es excepcionalmente grande y técnicamente complejo.
- El proyecto total está conformado de varios proyectos.
- Es necesario un solo punto de información y responsabilidad del proyecto total.
- Se requiere un fuerte control de presupuesto y el compromiso de terminar en el tiempo establecido.
- Las condiciones imperantes pueden cambiar y alterar seriamente el proyecto, requiriendo acciones rápidas frente a las condiciones cambiantes.
- El trabajo implica la participación de muchas disciplinas y fronteras organizacionales.
- Más de dos unidades funcionales están implicadas en la tarea y deben tratar con el cliente.
- Existirán otros proyectos desarrollándose en paralelo.
- Existe la posibilidad de conflictos entre los administradores funcionales de los proyectos.
- Se requiere de subcontratación de partes importantes del proyecto.
- Es necesario que el proyecto sea revisado y aprobado por organismos gubernamentales, con posibilidad de problemas y controversias.

## **2.2. Las Funciones Administrativas.**

Las herramientas administrativas que intervienen en la administración de proyectos son las siguientes:

- Organización.
- Planeación.
- Integración.
- Dirección.
- Control.

A continuación, se describen en términos de principios y funciones.

### **2.2.1. Organización.**

El establecimiento de relaciones efectivas de comportamiento entre personas, de manera que puedan trabajar juntas con eficacia y puedan alcanzar las metas y objetivos, es la forma de organizar a un grupo de personas.

Una parte importante de la tarea de organizar es armonizar un grupo de personalidades distintas, unir varios intereses, utilizando las habilidades particulares, con el interés de dirigir hacia un objetivo.

En una organización, las personas colocadas en las distintas unidades organizacionales, se espera que logren ciertos resultados prescritos y se les infunde un sentido de obligación, motivados por el autointerés y el auto enriquecimiento.

En un proyecto existen organizaciones formales y organizaciones informales.



Una organización formal es la establecida por una disposición oficial para el logro de los objetivos de dicha organización, la cual cuenta con jerarquías de puestos y tareas.

La organización formal hace énfasis en la razón, la eficacia, el arreglo lógico de las funciones, las ordenes por escrito y el comportamiento orientado al trabajo.

Los componentes básicos de una organización formal son las siguientes:

- Descripción del trabajo a realizar.
- Experiencia, competencia y comportamiento de quien realiza el trabajo específico.
- Ambiente físico de trabajo, influenciado por la competitividad, las actividades sindicales, reglamentos internos y gubernamentales.
- Autoridad establecida por la relación de las personas o unidad de trabajo.

Para establecer una organización formal se debe:

- Conocer los objetivos de la organización.
- Dividir el trabajo requerido en actividades en base a su competencia.
- Agrupación de actividades en unidades prácticas por similitud, importancia o quien realiza el trabajo.
- Proporcionar los medios físicos para las actividades y definir las obligaciones.
- Asignación de personal calificado o potencialmente desarrollable.

- Informar a cada miembro de las actividades que se espera desempeñen y sus relaciones con otros en la empresa (nivel de autoridad).

Las herramientas de una organización formal que nos indican cómo se considera, como deben ser las relaciones formales, sus requisitos y condiciones de trabajo, son las siguientes:

- El organigrama indica las unidades lógicas que agrupan el trabajo similar y las relaciones entre las unidades. Las líneas que unen las diferentes unidades, indican los canales de la autoridad formal o canales de mando. Las principales funciones están colocadas en la parte superior y las funciones subordinadas en las posiciones inferiores sucesivas.
- El manual de organización presenta la información completa sobre los asuntos de cada puesto, estableciendo los requisitos del puesto en cuanto a obligaciones, responsabilidades, limitaciones, especificaciones requeridas del personal y su relación en toda la estructura de la organización.

Por otro lado, la organización informal en un proyecto es creado por la relación que tienen varias personas unidas por intereses comunes sociales, tecnológicos u objetivos. Este grupo puede condicionar muchas de las acciones establecidas por las organizaciones formales. Por esta razón los administradores deben influir con razones y argumentos a los líderes informales para lograr los objetivos establecidos, evitando o minimizando los condicionamientos que no ayuden al desarrollo del proyecto.

En conclusión, para que sea efectiva la organización formal en un proyecto, el administrador debe conocer específicamente cuales son las actividades que va administrar, quien lo va a ayudar, a quien informa y quien le reporta. Cada administrador debe contar con los objetivos a lograr, saber cómo está integrado todo su grupo, el lugar que tiene en ese grupo

y los canales formales de comunicación. A cada administrador se le debe proporcionar un claro entendimiento de los requisitos de su puesto, sus limitaciones y sus relaciones no solo con el jefe administrativo de su grupo, sino también con todo el grupo de trabajo y otros grupos de relación.

### **2.2.2. Planeación.**

La planeación, puede ser descrita como la función de seleccionar los objetivos de la empresa, el orden de ejecución y el establecimiento de las actividades necesarias para alcanzarlos.

En proyectos la planeación se describe como el establecimiento de un predeterminado curso de acción, en un ambiente de incertidumbre, considerando el proceso de toma de decisiones que implica la selección de alternativas.

De esta manera el proceso de planeación en un proyecto define las acciones y las actividades, el tiempo de realización, los costos estimados y las tareas a realizar con la finalidad de cumplir con los objetivos del proyecto.

Reconociendo que, en caso de un cambio inevitable, el plan original no debe ser definitivo, debiendo ser suficientemente flexible que permita cambios en cualquier etapa del proyecto.

En un proyecto, el administrador de alto nivel debe desarrollar el plan del proceso de implementación de la administración de proyectos, debiendo enfocarse en los siguientes puntos:

- Forma en que la administración de alto nivel apoyará la administración del proyecto.
- Como se incluirá la administración de proyectos en la organización existente.
- Establecimiento del orden de ejecución de los proyectos existentes.

- Selección del administrador de proyectos y administradores funcionales que participarán en el proyecto.
- Nivel de autoridad de los administradores de proyectos.
- Tipo de organización de proyecto.
- Seleccionar el sistema de información y control a implementar.
- Definición de las políticas de los proyectos.

Los administradores de proyectos deben planear la ejecución del proyecto, con el propósito de guiar la intención del proyecto, identificando los riesgos y responsabilidades, dirigiendo las actividades integrándolas y preparando el proyecto para posibles cambios, debiendo contener los siguientes elementos:

- Definir metas y objetivos del proyecto.
- Descripción del trabajo e instrucciones para su ejecución, incluyendo el alcance, la estructura de desglose de trabajo (EDT) y el establecimiento de las especificaciones del proyecto.
- Redes de interrelación y seguimiento de actividades del proyecto.
- Programas maestros y detallados asociados a la estructura de desglose de trabajo (EDT)
- Estimación de costos integrado a la estructura de desglose de trabajo (EDT)
- Programa de erogaciones del proyecto.
- Sistema de medición y control del tiempo de ejecución, costo y calidad del proyecto.
- Sistema de reporte de avance y resultados al cliente y al administrador de alto nivel.

- Manual de procedimientos internos del proyecto.
- Programa de adquisición de recursos, equipos y materiales.

De la misma manera los administradores funcionales deben planear el uso de los medios necesarios para soportar el desarrollo el proyecto.

Finalmente, al desarrollar cada una de sus actividades, todos los administradores deben contribuir en la planeación del proyecto, considerando sus capacidades y sus recursos, y los aspectos que permitan controlar las actividades del proyecto.

### **2.2.3. Integración.**

Esta función administrativa se ocupa de proveer del personal necesario a la estructura de organización, por medio de una adecuada y efectiva selección, evaluación y desarrollo de las personas que ocuparán los puestos dentro de la estructura. La integración deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Elaborar un plan organizacional considerando los cambios al futuro y los talentos necesarios.
- Capacitación del personal o contratación externa con habilidades para ocupar puestos en el futuro.
- Elaborar plan de desarrollo, evaluando cuidadosamente los puntos fuertes y débiles para elaborar programas de desarrollo que ayudaran a corregir las deficiencias.

Cualidades fundamentales que deben poseer los administradores:

- Deseo de administrar con la satisfacción de cumplir con los objetivos en trabajo en equipo.
- Inteligencia evaluada en base al eficiente desempeño de su trabajo.

- Capacidad analítica para resoluciones de problemas.
- Habilidad para comunicarse.
- Integridad moral que los hace dignos de confianza.

En la administración de proyectos, la función de integración incluye el dotar del siguiente personal a la organización del proyecto:

#### **2.2.3.1. Administrador del proyecto.**

Sus principales responsabilidades incluyen:

- Llevar a feliz término el proyecto, con los recursos disponibles, con las restricciones de tiempo, costo, calidad y tecnología.
- Cumplir con los objetivos contractuales.
- Implementar las decisiones que sean requeridas.
- Actuar como punto central de la comunicación con el cliente, la administración de alto nivel y la administración funcional.
- Negociar con todas las disciplinas funcionales las características que deberán tener los paquetes de trabajo en cuanto a tiempo, costo, calidad y contenido tecnológico.
- Resolución de todos los conflictos cuando sea posible.

Las características personales que preferentemente el administrador debe tener:

- Flexibilidad y adaptabilidad ante el ambiente cambiante del proyecto.
- Significante iniciativa y liderazgo.
- Agresivo, persuasivo y fluencia verbal.

- Activo y determinante.
- Efectivo comunicador e integrador.
- Entusiasta, imaginativo y espontáneo.
- Balance de tiempo y costo en soluciones técnicas.
- Organizado y disciplinado.
- Generalista más que especialista.
- Mayor dedicación a planear y controlar.
- Identificador de problemas con agilidad para tomar decisiones.
- Balance en el uso de su tiempo.

#### **2.2.3.2. Personal de soporte para el administrador de proyecto en sus obligaciones.**

Este personal deberá ser versátil para manejar las relaciones humanas con los administradores de proyectos y administradores funcionales.

Sus principales funciones son las siguientes:

- Ser el punto central de información de control interno y reporte a clientes.
- Control de tiempo, costo y calidad apegándose a los requerimientos contractuales.
- Asegurar que todo el trabajo que se requiere es documentado y distribuido al personal clave.
- Asegurar que todo el trabajo realizado está autorizado, presupuestado y facturado conforme al contrato.

### **2.2.3.3. Administrador funcional.**

Las principales responsabilidades del administrador funcional serán:

- Negociar con el administrador del proyecto las especificaciones básicas de los paquetes de trabajo en cuanto al alcance, programa y presupuesto.
- Definir las políticas y procedimientos internos de dirección, así como planear el trabajo con el nivel de calidad requerido, y suministrar y desarrollar las adecuadas herramientas de cálculo y mecanización.

### **2.2.3.4. Personal de unidades funcionales involucradas en el proyecto.**

Su principal función será la de soportar el desarrollo del proyecto.

Las características de este personal dependerán de la naturaleza de las tareas que se van a desarrollar, requerimientos especiales del cliente y el tipo de estructura organizacional del proyecto.

### **2.2.4. Dirección.**

En términos generales la Dirección en un proyecto es la implementación y seguimiento de los planes aprobados para alcanzar los objetivos establecidos a través de otros.

La dirección implica las siguientes actividades:

- Vigilar que en cada puesto se seleccione la persona calificada.
- Adiestramiento de los individuos y al grupo en el desarrollo de sus deberes y responsabilidades.



- Supervisar al personal dando instrucciones, orientación y normas de disciplina a fin de que puedan desarrollar sus deberes y cumplir con sus responsabilidades.
- Delegar trabajo, responsabilidades y autoridad a subalternos, haciendo la máxima utilización de sus habilidades.
- Motivar al personal en el desempeño de su trabajo, satisfaciendo sus necesidades.
- Asesoramiento al personal a través de pláticas privadas discutiendo como puede hacer mejor su trabajo, como resolver problemas personales o realizar sus ambiciones.
- Vigilar que las actividades se realicen según su importancia y prioridad con un mínimo de conflicto.

Los administradores de proyectos, al ejercer la función de dirección deben tener en cuenta los siguientes aspectos que ayudarán a concretar satisfactoriamente los objetivos establecidos:

- La dirección debe ser lo más simple posible.
- La comunicación debe establecerse con objetivos claros.
- Las instrucciones por vía oral deben confirmarse que han sido comprendidas.
- Las instrucciones deben ser obedecidas de primera intención, porque la búsqueda de alternativas puede repercutir en incrementos en el costo del proyecto.
- Motivar constantemente al personal hacia el cumplimiento exitoso de los objetivos del proyecto.
- La motivación debe proporcionar sentimiento de dignidad, seguridad de oportunidades, seguridad de aprobación, seguridad

de desarrollo (cuando esto sea posible), seguridad de promoción, seguridad de reconocimiento y proporcionar los medios para hacer mejor el trabajo.

Para un administrador de proyectos, es difícil desarrollar el sentimiento de seguridad en el trabajo porque la duración del trabajo está limitada. Sin embargo, se puede producir seguridad en el ambiente del proyecto de la siguiente manera:

- Indicar al individuo porque está donde está.
- Hacer que el individuo sienta que pertenece al lugar asignado.
- Colocar al individuo en la posición que está apropiadamente capacitado.
- Informar al individuo en donde encaja su esfuerzo en el proyecto total.

En virtud que el administrador de proyectos no puede motivar prometiendo ganancias materiales, debe apelar al amor propio de cada persona, debiendo motivar de la siguiente manera; adoptar una actitud positiva, no hacer críticas destructivas, no hacer promesas que no se puedan cumplir, transmitir los reportes de los clientes, dar la atención requerida para cada persona.

En un proyecto algunas formas de motivar al personal son las siguientes:

- Dando asignaciones que proporcionen retos.
- Definir claramente los resultados esperados.
- Señalar apropiadamente los aciertos y lo errores.
- Emitir apreciaciones honestas.
- Proporcionar una buena atmosfera de trabajo.

- Desarrollar una actitud de equipo.

### **2.2.5. Control**

El control es un proceso administrativo de tres pasos; medir, evaluar y corregir.

Para que el administrador de proyectos mantenga el control de un proyecto, debe medir el grado de progreso que se tiene hacia el alcance de los objetivos por medio de reportes formales e informales, debe evaluar las causas y las posibilidades de actuar en las desviaciones de lo planeado y finalmente tomar las acciones para corregir un desempeño desfavorable o tomar ventaja de un desempeño favorable.

El administrador de proyecto es responsable de que se alcancen las metas y objetivos del grupo del proyecto y de la organización, para lograr esto debe tener un amplio conocimiento de normas de calidad, procedimientos y políticas de control de costo y tiempo, a fin de que sea posible efectuar una comparación entre los resultados obtenidos y lo preestablecido en la planeación.

En consecuencia, el administrador de proyecto debe tomar las acciones correctivas necesarias.

En la siguiente sección se indicarán los tipos de organizaciones en el desarrollo de proyectos y se establecerán los criterios para seleccionar la organización más adecuada y la evaluación de la necesidad de la administración de proyectos.

### **2.3. Organización de Proyectos.**

Primeramente, debemos conocer las formas y las características organizacionales de proyectos que es posible usar para poder determinar la más conveniente para el éxito del proyecto.

Se debe establecer una clara definición de la estructura organizacional del proyecto, sabiendo quien es responsable de qué, y el grado de autoridad que debe tener el administrador de proyecto para evitar errores en el desarrollo del proyecto.

Cuando los proyectos son grandes y complejos pueden involucrar a varias direcciones (o compañías) lo que hace que la organización total sea más compleja. Por esta razón es conveniente examinar la organización en dos escalas; Organización interna de proyecto y Organización global del proyecto.

### **2.3.1. Organizaciones internas de proyecto.**

#### **2.3.1.1. Organización tradicional (clásica).**

Esta estructura organizacional posee todas las unidades funcionales necesarias para llevar a cabo la investigación y/o desarrollo y manufactura de un producto. Ver la figura (2 -1).

Las actividades se realizan con los grupos funcionales bajo la administración de un jefe de departamento o en algunos casos por un jefe de división. Cada persona reporta a solo una autoridad, los niveles de autoridad y responsabilidad están claramente definidos, los canales de comunicación están bien estructurados y tanto la organización formal como la informal están bien establecidas.

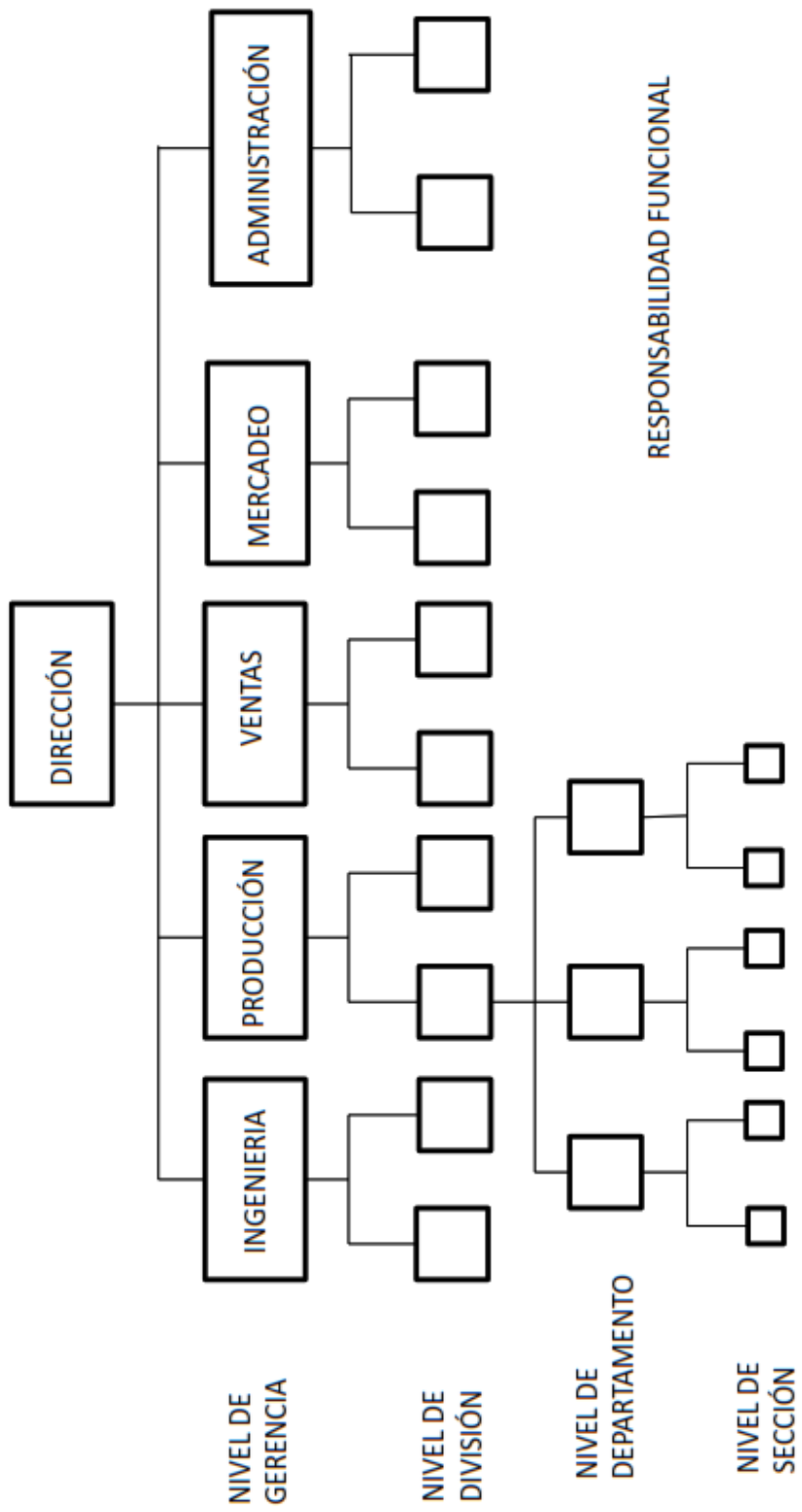


FIGURA 2 - 1 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA TRADICIONAL

#### Ventajas:

- Fácil presupuestar y controlar el costo.
- Mejor control, supervisión y difusión de conocimientos del personal técnico por especialidad.
- Fácil de definir y comprender las líneas de responsabilidad, políticas y procedimientos.
- Permite producción en serie con especificaciones.
- Buen control de personal por una sola autoridad.
- Capacidad de respuesta en base a las prioridades de los administradores funcionales.

#### Desventajas:

- Ninguna persona es directamente responsable del proyecto en su totalidad.
- No cuenta con el énfasis necesario orientado hacia la realización de las tareas del proyecto.
- La coordinación llega a ser compleja y tardada particularmente cuando se tienen varios grupos funcionales.
- Las decisiones generalmente favorecen a los grupos funcionales de mayor peso.
- La atención al cliente se realiza por los niveles superiores.
- La respuesta a las necesidades del cliente es baja.
- Difícil señalar con precisión las responsabilidades por la baja o nula existencia de reportes directos, poca planeación y nula autoridad del proyecto.

- Ideas funcionales orientadas con poca atención a lo que sería mejor para el proyecto.
- Se disminuye la motivación y la innovación.

Esta organización se caracteriza por que no hay una persona responsable del proyecto en su totalidad, se hacen difíciles de realizar con éxito las actividades que cruzan varias actividades funcionales, creándose conflictos cuando los grupos funcionales pugnan por el poder.

Los administradores de los niveles funcionales actúan en función a su capacidad de negociación y los problemas complejos se estancan con sus subordinados.

Los proyectos tienden a retrasarse, es imposible terminar todas las tareas del proyecto a tiempo y a la vez alcanzar un alto grado de calidad utilizando todos los recursos disponibles. Existen gran cantidad de tiempos muertos.

Los administradores funcionales dan prioridad a las tareas que les reportan más beneficios a ellos y a su personal. Las prioridades pueden ser dictadas por los departamentos formales o por los informales.

#### **2.3.1.2. Organización tradicional con coordinador de proyecto en la unidad funcional.**

Esta organización surge para resolver el problema de la integración de tareas multidisciplinarias, creando la posición de coordinador de proyecto en cada uno de los departamentos funcionales. Ver la figura (2 - 2).

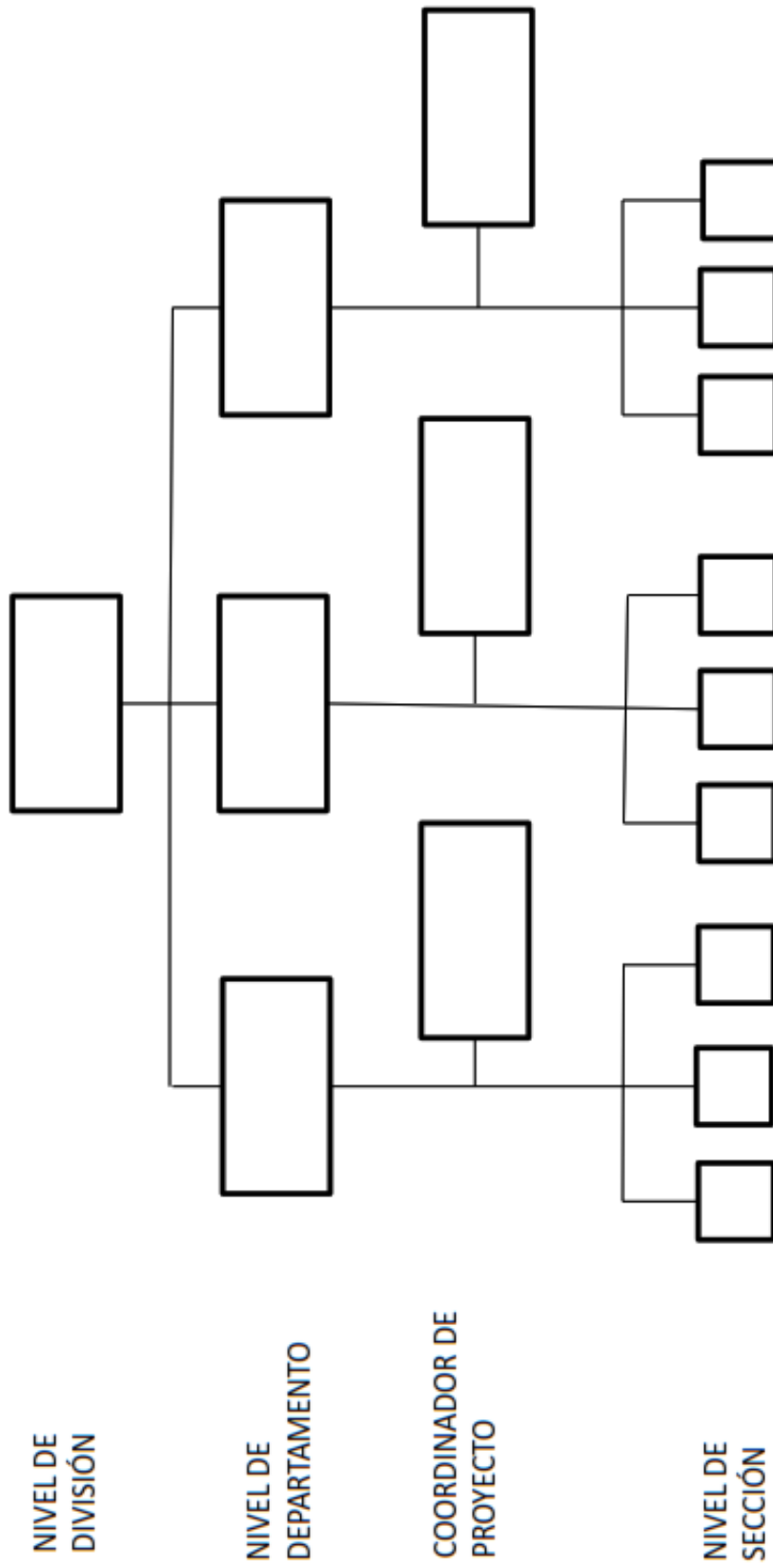


FIGURA 2 - 2 ORGANIZACIÓN TRADICIONAL CON COORDINADOR DE PROYECTO



Esto resulta efectivo para coordinar e integrar todas las actividades que competen a un departamento. Sin embargo, cuando las actividades requieren de esfuerzo multifuncional, surgen conflictos, debido a que cada coordinador de proyecto no tiene autoridad para coordinar actividades de otros departamentos, creando conflictos internos a los departamentos o secciones por considerarlos incremento de poder y estatus.

#### **2.3.1.3. Grupo de misión específica.**

Cuando se presentan proyectos que involucran varias disciplinas, permite la integración horizontal de tareas y recursos por un representante de cada unidad funcional. Ver la figura (2 - 3).

El grupo en su conjunto puede resolver los problemas en el momento que se presenten, utilizando técnicas grupales de resolución de problemas, teóricamente las decisiones se pueden tomar a nivel funcional agilizando la información y eliminando los tiempos muertos.

Cuando ciertos trabajos surgen reiteradamente, estos grupos tienden a ser permanentes y entonces se les denomina comités o comisiones permanentes. El liderazgo generalmente es por el administrador del departamento funcional del departamento más implicado, pasando el liderazgo de un administrador a otro. Las decisiones grupales prevalecen, cuando no es posible se sube de nivel para una decisión final.

Los administradores funcionales han encontrado la desventaja que su personal asignado a estos grupos pasa mucho tiempo en juntas improductivas, esto ha sido motivo que asignen personal no calificado o poco especializado, pudiendo hacer estos grupos inefectivos.

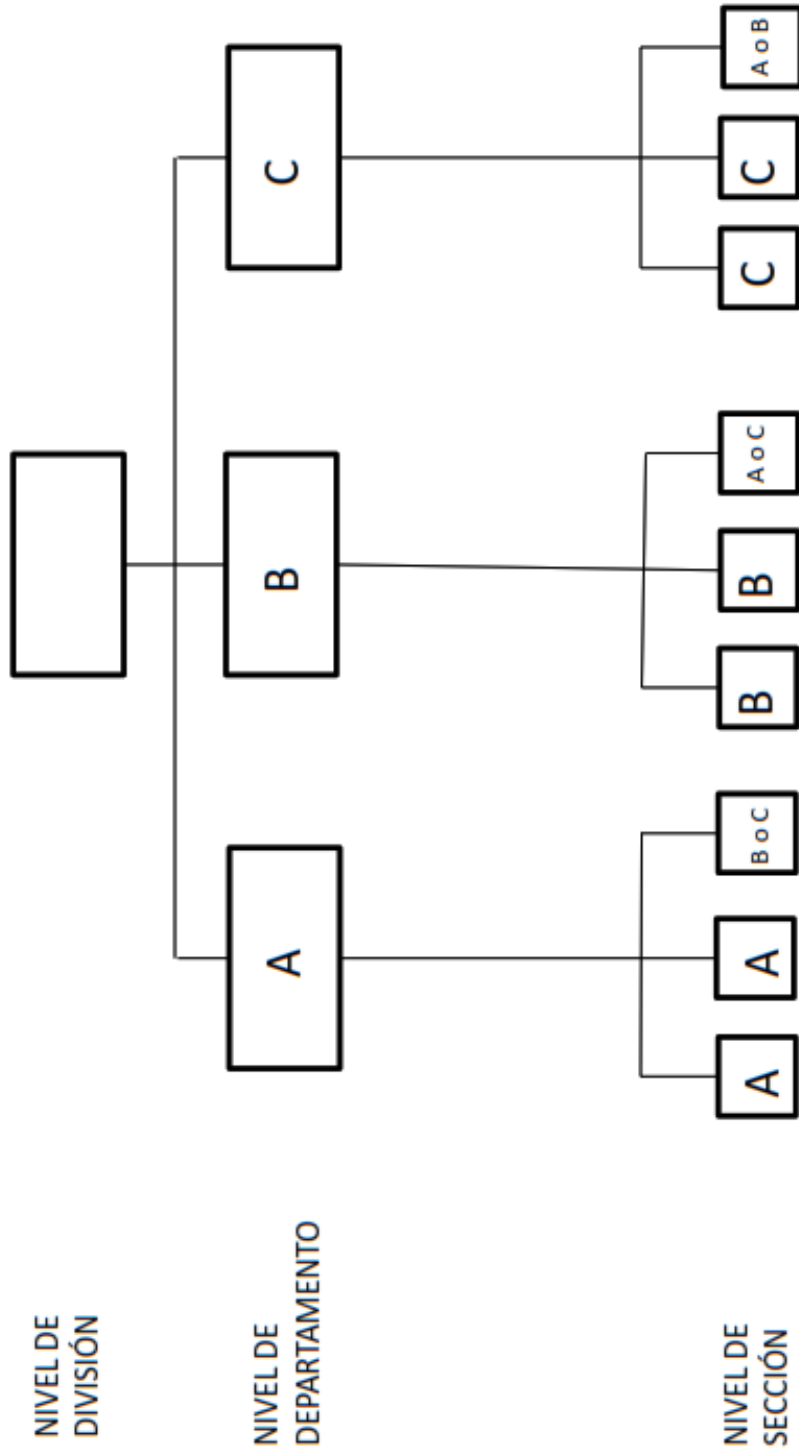


FIGURA 2 - 3 ORGANIZACIÓN MISIÓN ESPECÍFICA

#### **2.3.1.4. Organización tradicional con departamento de coordinación y control.**

Esta organización normalmente se maneja cuando hay problemas de diseño particularmente en divisiones de ingeniería, las cuales trabajan varios proyectos que implican un alto grado de tecnología.

La finalidad de esta organización es el manejar acuerdos entre las unidades funcionales de una división, a través del personal de administración de coordinación y control a nivel de departamento, teniendo la función de asegurar que todos los departamentos trabajen hacia las mismas metas, no siendo su función resolver conflictos, los cuales se resuelven a nivel de división.

Cuando los conflictos implican a dos o más divisiones, estos se llevan al nivel superior.

Este departamento de coordinación y control es simplemente una modalidad especializada del coordinador de proyecto en el departamento. Su autoridad se extiende tan solo al nivel de división. Ver la figura (2 - 4)

#### **2.3.1.5. Organización de proyecto puro.**

En esta organización los proyectos se asignan a cada división según el tipo de proyectos a realizar. Ver la figura (2 - 5).

##### **Ventajas**

- El administrador de proyecto mantiene completa autoridad y control sobre la totalidad del proyecto.
- Los trabajos de un proyecto se pueden realizar independientes de otros proyectos, a menos que sean requeridos los mismos equipos y servicios.

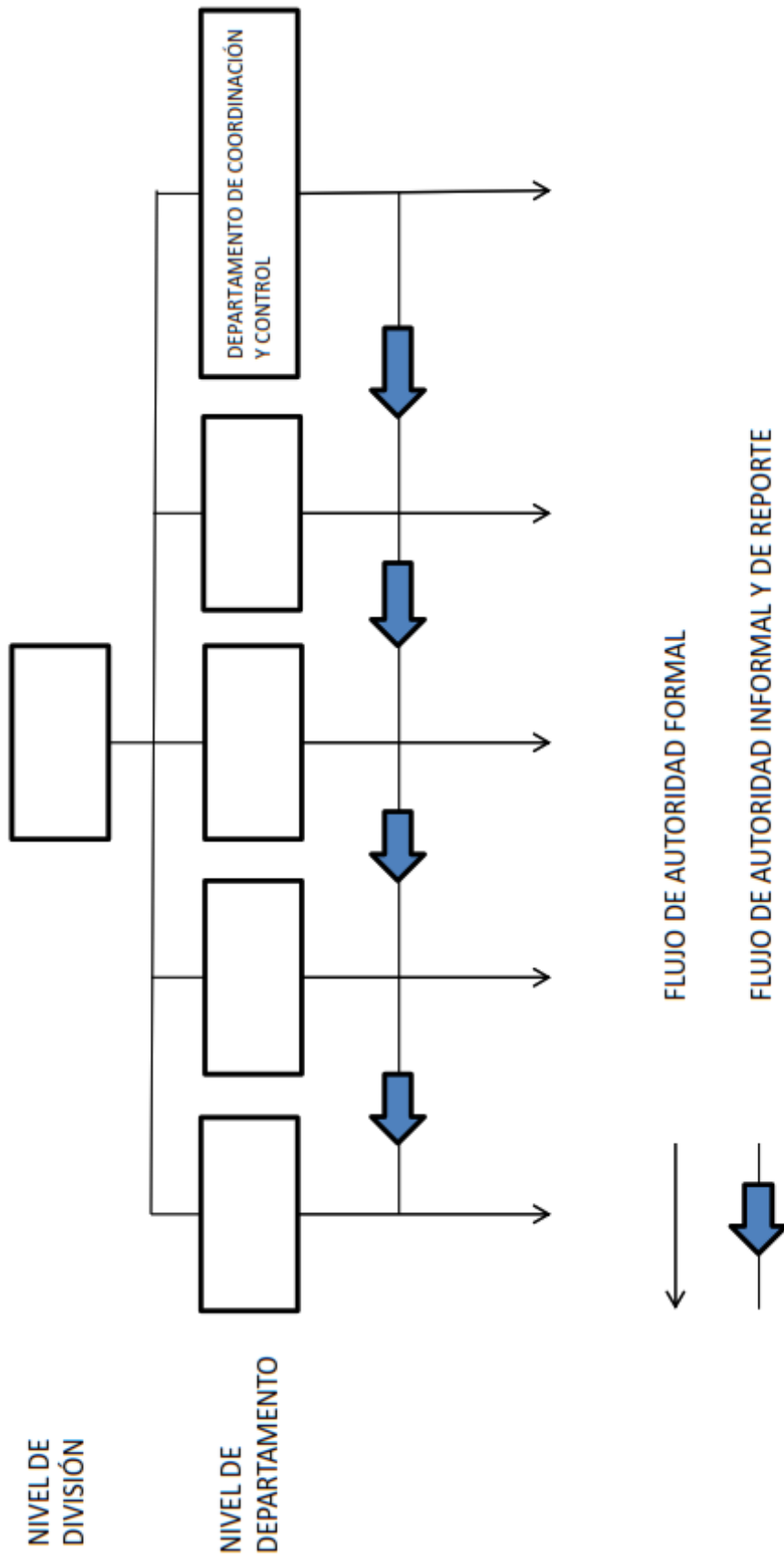


FIGURA 2 - 4 ORGANIZACIÓN TRADICIONAL CON DEPARTAMENTO DE COORDINACIÓN Y CONTROL

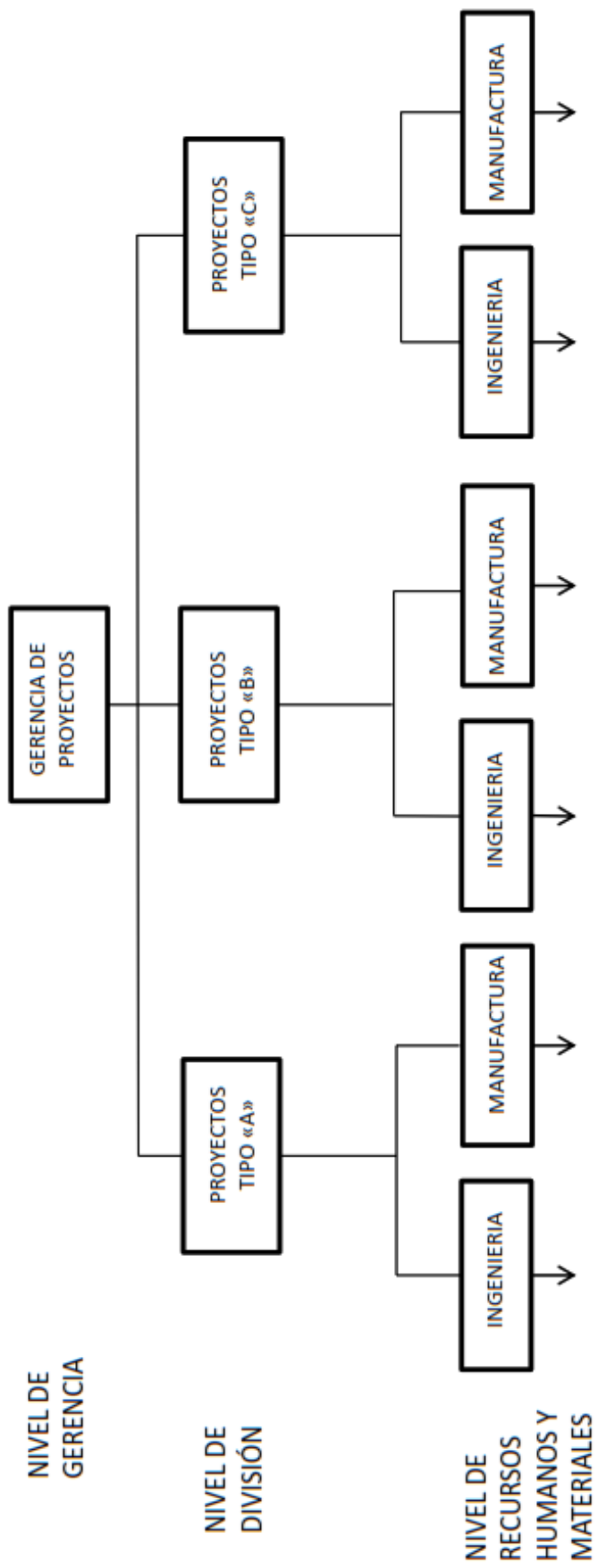


FIGURA 2 - 5 ORGANIZACIÓN DE PROYECTO PURO

- El administrador de proyectos maneja todos los conflictos ya sean internos en su organización o externos con otros proyectos.
- La autoridad de la administración de proyectos como división permite que la gerencia y la dirección empleen la mayor de su tiempo en toma de decisiones ejecutivas que en conflictos.
- El personal participa directamente con el administrador del proyecto, creando una disposición más consiente de la rentabilidad, permitiendo identificar los proyectos poco rentables.
- Mantiene un nivel de experiencia sin compartir personal clave.
- Tiempo de reacción muy rápida.
- Se pueden enfocar en las necesidades del cliente.
- Flexibilidad para establecer acuerdos sobre programas, costos y especificaciones de calidad.

#### Desventajas

- Este tipo de organización puede llegar a ser ineficiente y de mayor costo debido a la duplicidad de esfuerzos, servicios y personal.
- La motivación del personal llega a ser un problema cuando al término del proyecto el personal no tiene una unidad funcional a la cual integrarse.
- Cuando dos proyectos requieren usar en un mismo tiempo un mismo equipo o servicio, debiendo tomar la decisión el administrador de mayor jerarquía para que priorice los proyectos.
- Se carece de intercambio técnico, y muchas veces no se continúa con el avance tecnológico entre proyectos.
- El control del personal especializado (funcional) depende de la coordinación de los administradores de alto nivel.

- Se carece de una carrera definida y oportunidades para el personal asignado al proyecto.

#### **2.3.1.6. Organización matricial.**

En esta forma organizacional se busca tener las ventajas de la estructura funcional clásica con niveles de autoridad y responsabilidad bien definidos funcionalmente y la de proyecto puro con nivel de responsabilidad bien definido para cada tipo de proyecto.

##### Ventajas

- El administrador del proyecto mantiene el máximo control sobre los programas, recursos, costos y personal.
- Establecimiento de políticas y procedimientos para cada proyecto, cumpliendo con las políticas y procedimientos generales de la compañía.
- Rapidez de respuesta ante los cambios, necesidades y problemas.
- Toda la organización funcional tiene la finalidad de soporte del proyecto.
- Motivación del personal con la posibilidad de proyección después de finalizado el proyecto.
- Costo de proyecto se minimiza por que el personal clave puede ser compartido.
- Desarrollo de base técnica fuerte y disponibilidad de conocimiento para todos los proyectos.
- Reducción de conflictos con soluciones negociadas entre administrador de proyecto y administrador funcional.
- Mejor balance entre tiempo, costo y calidad.

## Desventajas

- Mayor esfuerzo inicial para definir políticas y procedimientos.
- Requiere de más personal administrativo para general políticas y procedimientos, incrementando los costos directos e indirectos.
- Cada organización de proyecto opera independientemente, debiendo cuidar en lo posible de no duplicar esfuerzos.
- Los administradores funcionales están influenciados por sus propias prioridades.
- Tiempo de respuesta del proyecto en general es alto.
- Cuidar la influencia del “poder” con la organización funcional y la organización de proyecto.
- Tiempo requerido para verificar el balance de tiempo, costo y calidad.

Teniendo las siguientes modalidades de organización matricial.

### **2.3.1.6.1. Organización matricial pura.**

En esta organización cada administrador de cada proyecto reporta directamente a la dirección o gerencia general. Teniendo toda la responsabilidad del éxito del proyecto. Ver la figura (2 – 6)

En esta organización cada división tiene un jefe de departamento (administrador funcional), quien debe asegurar que la base técnica, la información y experiencia disponible puedan ser intercambiadas entre los



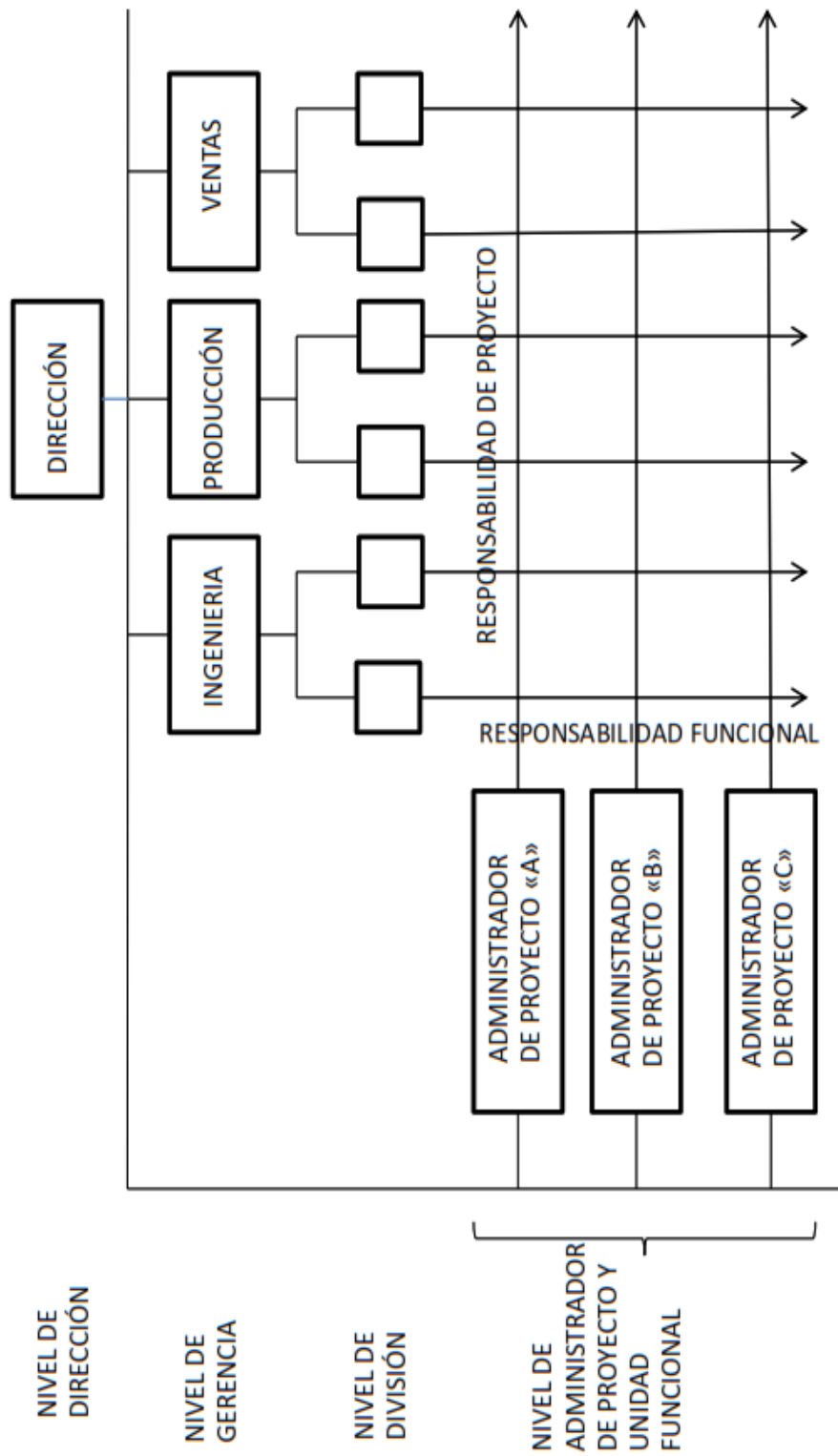


FIGURA 2 - 6 ORGANIZACIÓN MATRICIAL PURA

proyectos que participa, en colaboración con los administradores de cada proyecto.

En esta organización el personal funcional recibe dirección funcional por su departamento y dirección de proyecto del administrador de cada proyecto, lo cual puede causar conflictos de autoridad en las actividades, por lo que se deben definir responsabilidades.

La responsabilidad del administrador de proyecto es:

- Establecer el alcance y tareas que conforman el proyecto.
- Programa de realización de las tareas.
- Establecer el presupuesto disponible.
- Nivel de calidad del proyecto.
- Razón del trabajo a realizar.

La responsabilidad del administrador funcional es:

- Como se realizan las tareas.
- Donde se realizarán las tareas, quien realiza el trabajo.
- Nivel de calidad tecnológica de las tareas.

Siendo inevitable en algunas ocasiones tener conflictos, porque uno tiene la responsabilidad de que se cumpla con el proyecto según lo planeado y el otro tiene la responsabilidad de que con los recursos disponibles se cumpla con el proyecto.

El administrador de proyectos debe involucrarse evaluando cada decisión clave del proyecto y determinar cómo impacta en otras tareas, en el programa y en el presupuesto; con el poder de cambiar o no las acciones por el bien del proyecto.

El administrador funcional debe asegurar que la tarea es realísticamente valorada y técnicamente factible.

La organización matricial pura normalmente es empleada en compañías pequeñas con número de proyectos pequeños, en donde el director tiene suficiente tiempo para coordinar actividades de sus administradores de proyectos y la resolución de conflictos entre proyectos.

#### **2.3.1.6.2. Organización matricial con gerencia de proyectos**

Cuando una compañía crece en tamaño y número de proyectos, el director debe contar con la autoridad y responsabilidad delegada, debiendo de contar con la gerencia de proyectos y las divisiones de administración de proyectos, de esta manera se libera a la dirección de tener que supervisar personalmente a todos los proyectos. Ver la figura (2 - 7)

La gerencia de proyectos tiene la responsabilidad de:

- Administrar los proyectos, planeando los cambios en la organización y dirigiendo al personal.
- Negociación con las otras gerencias.
- Ser enlace entre los departamentos de administración de proyectos y la dirección.

#### **2.3.1.6.3. Organización matricial con oficina de control de proyecto por división de ingeniería de proyectos.**

Cuando el alcance de los proyectos se hace más grande, el administrador de proyecto es incapaz de manejar simultáneamente la función administrativa y la función de ingeniería del proyecto. Para esto se adiciona a la estructura organizacional una gerencia de ingeniería, la cual para cada proyecto nombra un jefe de grupo funcional de ingeniería y lo

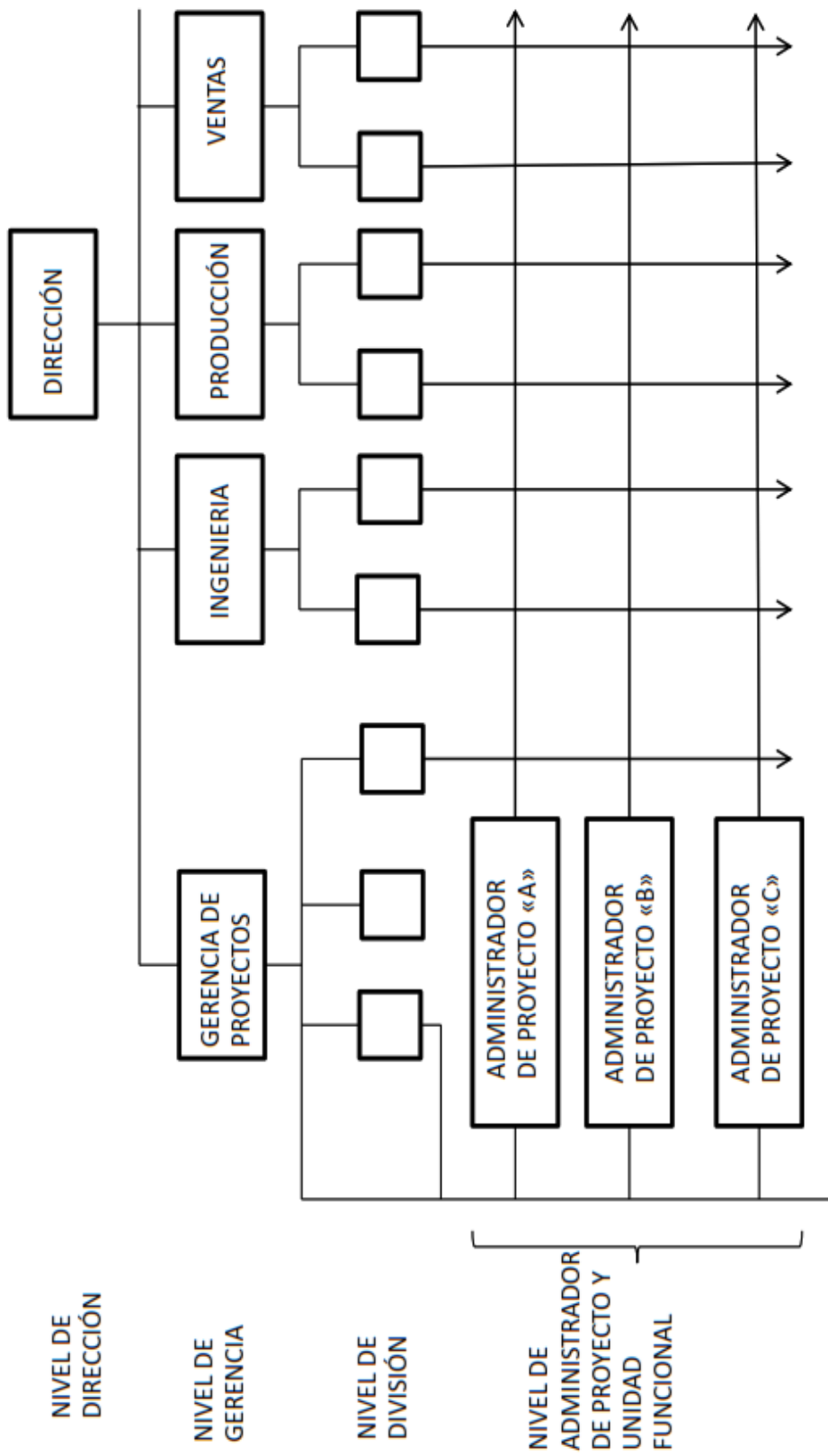


FIGURA 2 - 7 ORGANIZACIÓN MATRICIAL CON GERENCIA DE PROYECTOS

comisiona al correspondiente administrador de proyecto, permaneciendo funcionalmente a la gerencia de ingeniería. Creándose la oficina de control de proyecto. Ver la figura (2 - 8).

### **2.3.2. Organización global del proyecto.**

La organización matricial se adapta perfectamente a la organización global del proyecto, permitiendo integrar a todas las diferentes organizaciones implicadas en un proyecto complejo.

Es crítico para el éxito del proyecto global que todos los implicados (cliente, contratistas, consultores, fabricantes, sub-contratistas, etc.), se integren en una sola organización, ya que las actividades administrativas del proyecto (planeación, comunicación, coordinación y control) deben extenderse para abarcar a todas las organizaciones que contribuyan al proyecto global.

En la organización global, todas las organizaciones participantes se unen a través de líneas de autoridad o influencias, basadas en acuerdos contractuales, compra de equipos o servicios.

El esquema de la organización global depende del número de contratistas, subcontratistas, consultores y cualquier grupo que intervenga en la realización de las tareas necesarias para el proyecto.

Es normal que se establezcan relaciones entre los grupos funcionales similares de diferentes compañías (sub-organizaciones).

Como ejemplo se muestra la figura (2 - 9), en la cual solo se muestran las líneas principales de la organización del proyecto entre compañías.

Debido a la complejidad de esquematizar una organización de esta naturaleza, se recurre a una matriz de responsabilidades o “tabla de responsabilidades de la organización global”, (ver la figura (2 - 10)) en donde se indica la actividad o etapa principal a realizar versus la

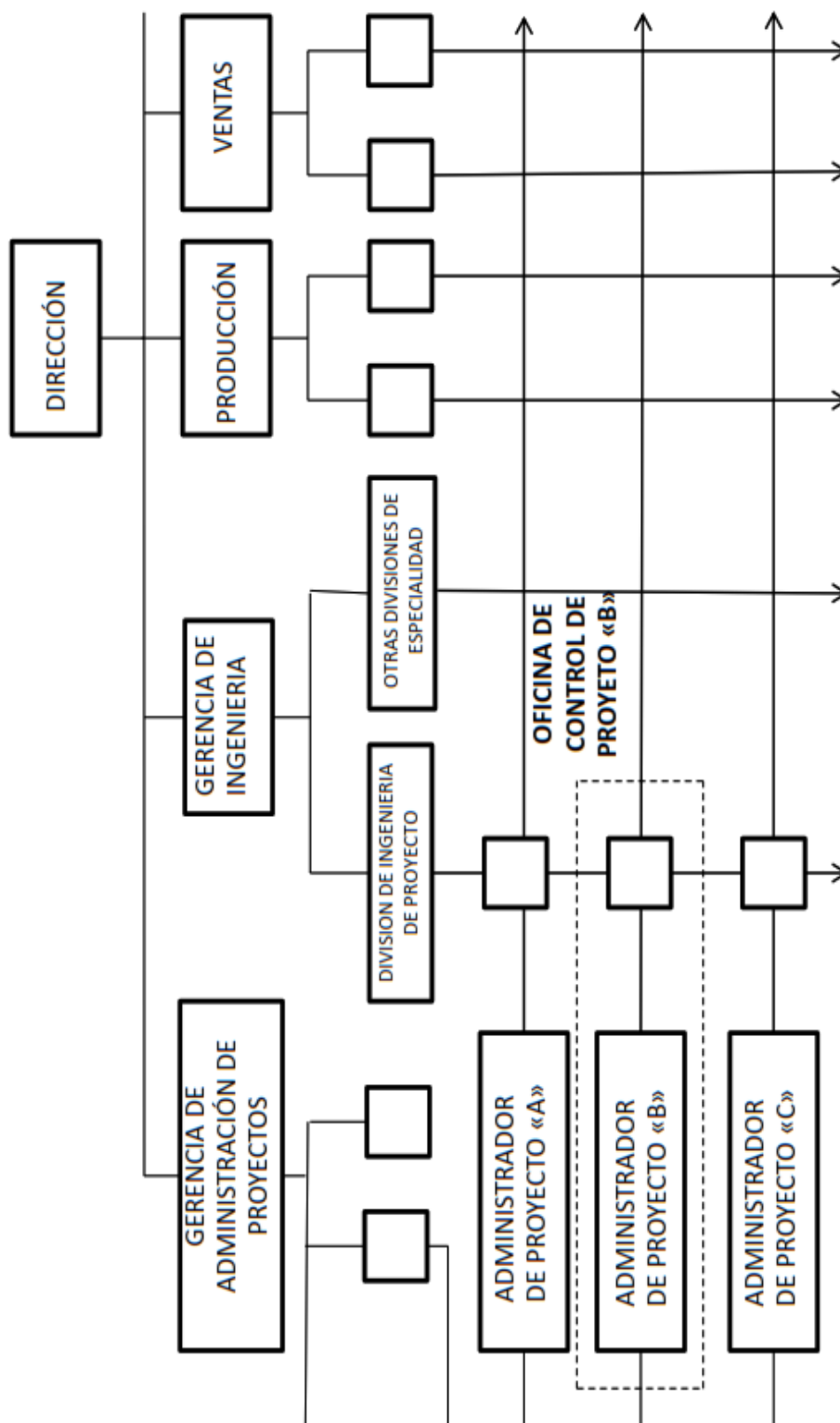


FIGURA 2 - 8 ORGANIZACIÓN CON OFICINA DE CONTROL DE PROYECTO POR DIVISIÓN DE INGENIERIA DE PROYECTOS

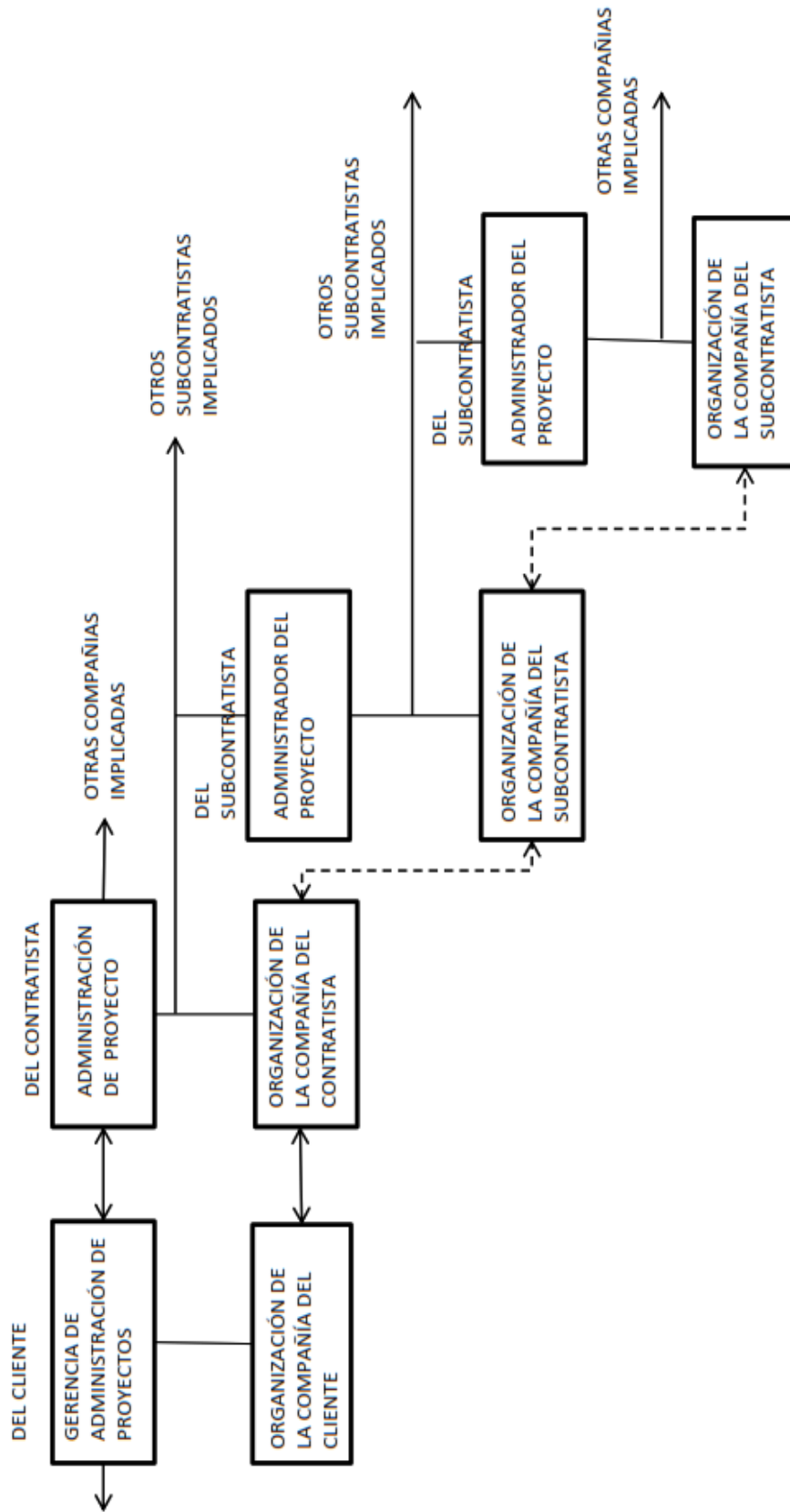


FIGURA 2 - 9 ORGANIZACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

ACTIVIDAD O ETAPA PRINCIPAL	COMPAÑÍA Y PERSONAL RESPONSABLE										FECHA ESTIMADA DE TERMINACIÓN		
	PROPIETARIO	A	B	C	D	E	LICENCIADOR	CIA. A	CONTRATISTA A	CONTRATISTA B		GA. C	% DE AVANCE
DIRECCIÓN DEL PROYECTO	F	Cop											
PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE TIEMPO			Cos										
ESTIMACIÓN Y CONTROL DE COSTOS			R										
ADQUISICIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES				P, X									
SISTEMA DE INFORMACIÓN					Cos								
RESIDENTE DE INGENIERIA						Cos							
RESIDENTE DE CONSTRUCCIÓN													
DISEÑO DEL PROCESO							Ep						
INGENIERÍA DE DETALLE													
DISEÑO CIVIL								Ep			Ip		
DISEÑO DE TUBERIAS								Ep					
ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO MECÁNICO									Ep				
DISEÑO ELÉCTRICO										Ep			
CONSTRUCCIÓN													
OBRA CIVIL											Ip		
TUBERÍA									Cp				
OBRA ELECTROMECÁNICA									Cp				
MONTAJE DE INSTRUMENTACIÓN										Cp			
FABRICACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES											Ip		
CAPACITACIÓN EN OPERACIÓN								Ep					

ACTIVIDADES: COORDINACIÓN (Co) EXPEDITACIÓN (X)  
INGENIERIA (E) CONSTRUCCIÓN (C)  
COMPRAS (P) INSPECCIÓN (I)

RESPONSABILIDAD: PRINCIPAL (p) SECUNDARIA (s)

ESTIMADO COSTO (R )  
FONDOS (F)

FIGURA 2 -10 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES



compañía o personal responsable de realizar la actividad. Los símbolos empleados en los cuadrantes definen las actividades y las responsabilidades.

Esta matriz de responsabilidades permite saber quién es responsable de las actividades, evitando omisiones o duplicidad de actividades.

### **2.3.3. Criterios para definir la forma de organización del proyecto.**

La forma organizacional para la administración de proyectos debe ser la apropiada funcionalmente para la compañía que lo desarrolla, del proyecto a realizar y de la administración existente de la compañía.

La organización necesaria se establece considerando los siguientes criterios:

#### **2.3.3.1. Justificar la forma organizacional para el trabajo a desarrollar:**

- Contar con una meta específica.
- Ser nueva o innovadora.
- Contar con muchas actividades interdependientes.
- Ser crítica para la compañía.

#### **2.3.3.2. Determinar la clase de proyecto de que se trata:**

- Proyecto individual asignado a un administrador funcional.
- Proyecto de apoyo en la modalidad de unidad funcional (Departamento) o equipo de misión específica.
- Proyecto especial asignado temporalmente a otras unidades de la organización.

- Proyecto matricial con un gran número de unidades funcionales.

#### **2.3.3.3. Experiencias previas en administración de proyectos con disponibilidad para la reorganización.**

Lo cual define si se inicia con la organización tradicional, con un coordinador de proyecto o una organización matricial simple y esperar a tener resultados.

#### **2.3.3.4. Determinar la magnitud del proyecto o número de subproyectos.**

En general para un proyecto grande simple, emplear una organización de proyecto puro y para un proyecto técnicamente complejo y multidisciplinario, emplear una organización matricial. (Para varios proyectos pequeños, se recomienda contar con un solo administrador de proyecto que justifique su tiempo completo)

#### **2.3.3.5. Establecer el tipo de organización que el cliente desea para su empresa.**

Plantear al cliente las mejores opciones de organización y que estén de acuerdo a los planes del cliente.

#### **2.3.3.6. Grado de integración de los grupos de trabajo con autoridad definida.**

Análisis de la integración de grupos de trabajo.

#### **2.3.3.7. Definir cuál será la estructura de autoridad.**

Desde una estructura organizacional clásica (autoridad funcional), organización matricial u organización de proyecto puro (autoridad por proyecto), dependerá de cuanta autoridad desea delegar la administración de alto nivel.

### **2.3.3.8. Flujo de información en la organización:**

La estructura organizacional seleccionada debe facilitar el flujo de información a través de la red administrativa.

### **2.4. Planeación de Proyectos.**

La planeación de un proyecto determina el curso a seguir de las tareas a realizar, con la finalidad de cumplir con los objetivos, en los tiempos y costos establecidos.

Todas las personas involucradas en el proyecto deben hacer su planeación. La responsabilidad a nivel de dirección y gerencia es la implementación de la administración de proyecto, las políticas y estrategias generales de la compañía y las aplicables al proyecto.

Los administradores de proyecto y administradores funcionales tienen la responsabilidad de establecer los planes operacionales, refiriéndose al cómo se realizan las tareas generales y las del proyecto.

Las unidades funcionales de la organización y demás participantes planean sus actividades en coordinación con el administrador del proyecto, creando el plan maestro de proyecto con el fin de negociar los ajustes necesarios a todos los niveles de la administración.

Es importante considerar que el proceso de planeación es un proceso dinámico que requiere actualización y revisión constante, durante todo el curso del proyecto.

Antes de realizar la planeación de un proyecto, se debe contar con una organización que permitirá lograr el proyecto, sea a través de la organización existente o la implementación de la administración del proyecto.

### **2.4.1. Modelo de definición de proyectos**

Los administradores de alto nivel deben realizar una evaluación del clima organizacional existente y de la propuesta de la administración de proyectos.

Debiendo analizar si el proyecto puede realizarse eficientemente con la organización existente o requiere un cambio en la organización y los sistemas de información de la compañía.

Para esto se propone un modelo de definición de proyectos el cual cuestiona si con la organización existente se pueden dar los resultados esperados del proyecto o es necesaria la implementación de la administración de proyecto para lograrlo.

Este modelo de definición de proyecto da una clara definición del mismo, su impacto en la organización y el plan para lograrlo. (Ver la figura (2 – 11)).

El modelo se estructura de la siguiente manera:

- (A) La necesidad o el deseo de llevar a cabo un trabajo específico.
- (B) Objetivo y programa del proyecto.
- (C) La estrategia del proyecto es el plan a seguir para cumplir con el programa.
- (D) Se dispone de los recursos económicos, humanos, materiales y tecnológicos.
- (E) Desarrollo detallado del plan del proyecto.
- (F) Definir estructura de la organización y sistema de control existente.

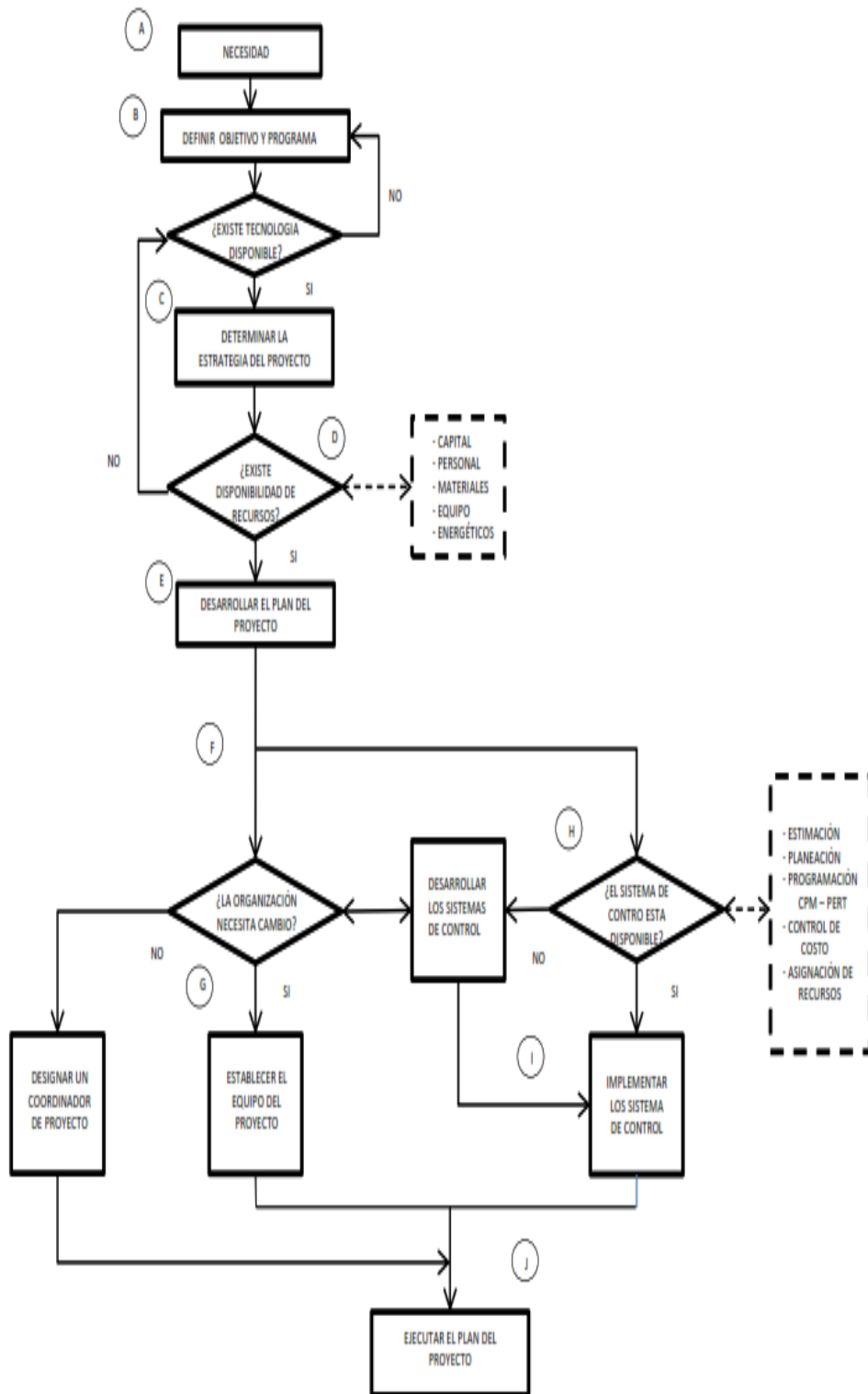


FIGURA 2-11 MODELO DE DEFINICIÓN DE PROYECTO

- (G) Cuestionamiento si la organización requiere de un cambio para cumplir con el objetivo y tiempo establecido del proyecto.
- (H) Cuestionamiento si se dispone del sistema de información, control y reporte del progreso del proyecto.
- (I) En caso necesario, desarrollar sistema de control disponible para la organización existente o la nueva organización de administración de proyecto.
- (J) Ejecutar el plan del proyecto.

Se recomienda la implementación de la administración de proyectos en dos situaciones críticas:

- Cuando la organización existente requiere cambios porque su estructura de trabajo no cubre las necesidades requeridas.
- Cuando se necesita desarrollar nuevos sistemas de información y control, separados e independientes de los existentes.

En caso de seleccionar la implementación de la administración de proyectos, resulta esencial identificar las características del proyecto con las de la organización, para poder determinar las características necesarias de la administración de proyecto.

En general la administración de proyecto debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Objetivo en términos de resultados esperados.
- Programa en términos de tiempo requerido.
- La complejidad del proyecto.
- Recursos humanos y materiales.
- Estructura organizacional.

- Sistema de información y control.
- Necesidades del cliente.

El pretender una eficiente y efectiva administración de proyectos hace necesario que se cumplan con las actividades del modelo de definición de proyecto propuesto.

Todo el equipo que participa en el proyecto debe ser involucrado en el desarrollo e implementación de todo el sistema de control. Resulta no conveniente pretender ejecutar el plan del proyecto antes de que el equipo del proyecto haya sido integrado y el sistema de control implementado.

El éxito del proyecto es directamente influenciado por la efectividad de las actividades, proceso de información, control y la toma de decisiones.

#### **2.4.2. Planeación de la implementación de la administración de proyectos.**

Una vez que la organización decide que requiere de la administración de proyectos, se debe planear cuidadosamente el proceso de su implementación. La planeación puede ser a través de los administradores de alto nivel o por un consultor.

El plan de implementación de la administración de proyectos define cómo va a implementarse la administración de proyectos y cómo resolver los problemas de inicio de éste enfoque administrativo, sin intervenir en como deba de conducirse el proyecto.

El plan de implementación requiere de una serie de acciones que deben tomarse primeramente por los administradores de alto nivel y después por el administrador de proyecto designado y los administradores funcionales involucrados.

### **2.4.2.1. Acciones de la administración de alto nivel.**

#### **2.4.2.1.1. Lograr el apoyo generalizado de la organización para la realización eficiente de la administración de proyectos.**

Para esto debe crear la idea del concepto de la administración de proyectos, como “una forma de vida” a todos los niveles de la administración.

Todos los miembros de la administración deben ser convencidos que la administración de proyectos es para ayudarles y no representa una amenaza a su autoridad o su radio de acción.

Para esto es conveniente capacitar a todo el personal involucrado a cursos intensivos de varios días sobre administración de proyectos, siendo muy importante la participación de los administradores de alto nivel, siendo un compromiso unificado de la administración, en la que todos deben participar.

#### **2.4.2.1.2. Seleccionar un proyecto que se administrará con este enfoque.**

Para ver los beneficios del concepto y para que sirva de ejemplo al grupo de su uso, sería conveniente inicialmente convertir un proyecto de una serie de proyectos al enfoque de administración de proyectos.

#### **2.4.2.1.3. Seleccionar el tipo de organización de proyecto.**

Se debe definir el tipo de organización antes de iniciar el proyecto, emitiendo el acta constitutiva.

La decisión del tipo de organización debe hacerse conociendo las características del proyecto (magnitud, complejidad tecnológica, restricciones contractuales, etc.)



La decisión del tipo de organización por la administración de alto nivel radica en el grado en que se desea alterar la organización existente y la cantidad de autoridad y responsabilidad que se desea dar al administrador de proyectos.

Una organización de proyecto puro es deseable para proyectos muy grandes, su implementación constituye muchas modificaciones a la organización existente a un alto costo para el cliente.

Una organización matricial es muy deseable para pequeños proyectos o múltiples, con ventajas económicas y sin gran alteración de la organización funcional existente.

#### **2.4.2.1.4. Emisión de la constitución de las actividades organizacionales del proyecto.**

La constitución de las actividades organizacionales refleja el compromiso formal de la administración de alto nivel para la implementación y ejecución de la administración de proyectos.

Esto puede ser a través de un memorándum de la administración de alto nivel o por un documento de trabajo cuidadosamente elaborado. En cualquier caso, deberá establecer el propósito y significado de las actividades organizacionales, cuidando la disciplina y la estabilidad de su estructura.

Debiendo contener al menos:

- Dar a conocer la Implementación de una autoridad en el proyecto, quien dará un enfoque administrativo efectivo y uniforme del proyecto con una organización interdisciplinaria.
- Designación de una oficina de proyecto, indicando sus funciones y la forma en que se integrará.
- Designación de la forma organizacional deseada.

- Señalar que se designará un administrador de proyecto, indicando sus funciones, responsabilidades y autoridad, así como las relaciones con los administrados funcionales.
- Responsabilidad y autoridad de los administradores funcionales.
- Programas, presupuestos y sistemas contables y de control que se implementarán para el seguimiento del proyecto.
- Sistema de comunicación que se establecerá.
- Tipos de recursos de que se dispondrá.

#### **2.4.2.1.5. Seleccionar al administrador del proyecto.**

Deberá hacerse de la mejor forma posible, teniendo juicio imparcial y de manera temprana antes del inicio del proyecto, porque este administrador de proyecto es quien organiza el equipo del proyecto e implementa la planeación del proyecto.

Se puede seleccionar un administrador que pertenezca a la organización, normalmente especialista que conozca bien la organización, con la limitante de las presiones del manejo multidisciplinario del proyecto. O se puede optar por buscar un administrador del más alto nivel que posea orientación multidisciplinaria.

#### **2.4.2.1.6. Seleccionar a los administradores funcionales.**

Estos se deben seleccionar en base al trabajo a realizar y con su predisposición de participar y apoyar tanto al proyecto como al administrador del proyecto.

#### **2.4.2.1.7. Suministrar los recursos adecuados.**

Los recursos más importantes son el soporte financiero requerido, la asignación del personal necesario para cada proyecto, la disponibilidad al uso de servicios generales y el señalamiento realista de las prioridades

de los proyectos, para asegurar que los recursos se tengan de acuerdo a los programas establecidos.

#### **2.4.2.1.8. Proporcionar apoyo continuo a lo largo del proyecto.**

Las necesidades y prioridades de los recursos señalados en los proyectos deben ser revisadas periódicamente, haciendo los ajustes necesarios para asegurar que los proyectos prosperan de la manera deseada.

#### **2.4.2.1.9. Establecer los elementos básicos del sistema de control de los proyectos.**

La esencia de la administración de proyectos es el buen control.

La herramienta del sistema de control debe contener la información relevante de la administración de cada proyecto, que permita determinar su avance en cualquier momento para poder tomar decisiones en cuanto los recursos y prioridades, debiendo también asegurar el cumplimiento del plan global del proyecto.

#### **2.4.2.2. Acciones del administrador del proyecto.**

Una vez que los administradores de alto nivel han establecido el uso de la administración de proyectos y le han otorgado todo su apoyo al administrador del proyecto, la responsabilidad de planear e implementar la administración del proyecto es del administrador de proyectos.

Antes de iniciar formalmente el proyecto, el administrador del proyecto debe hacer las siguientes acciones, las cuales deben ser trabajadas simultáneamente.

#### **2.4.2.2.1. Integrar y editar el plan de implementación del proyecto.**

En este nivel de planeación, el proyecto se divide en sus partes principales en grandes actividades, integrándose a un programa de tiempos del tipo de barras.

El propósito de este plan de implementación de proyecto es el alentar a la administración en general del alcance del proyecto y la importancia de las unidades organizacionales para el proyecto.

#### **2.4.2.2.2. Crear la estructura de desglose de trabajo (EDT).**

La EDT es un instrumento de planeación, estimación y control de costos y actividades.

La EDT divide todo el proyecto en pequeños elementos que permiten estimar con precisión su costo y por otro lado establece y controla las tareas que deben ser terminadas en el tiempo y costo establecidos en el programa.

La oficina del proyecto y sus unidades funcionales deben participar en la preparación de la EDT, creando los paquetes de trabajo del tamaño adecuado que permitan estimar y controlar su duración y costo de la manera más sencilla, así como enlazar todas las acciones interdependientes.

Con todo esto la EDT es el soporte del plan de implementación del proyecto.

#### **2.4.2.2.3. Integración de la organización del proyecto.**

Normalmente en una organización de proyecto puro el administrador del proyecto puede seleccionar o contratar al personal que trabajará en el proyecto, sin embargo, en una organización matricial debe

negociar con los administradores funcionales el personal que participará en el trabajo del proyecto.

Los administradores de alto nivel y el administrador del proyecto deben estar atentos en aquellas personas que en la organización funcional posean cualidades únicas, habilidades técnicas o talento administrativo que puedan ejercer apoyo al administrador del proyecto y al éxito del proyecto.

El administrador del proyecto debe elaborar un documento formal en donde se describa con detalle la organización del proyecto y se aclare el puesto que ocupará cada persona que participe

#### **2.4.2.2.4. Emisión de la guía de procedimientos del proyecto.**

A través de un documento se detallará como se realizarán y desarrollarán las actividades cotidianas para el desarrollo del proyecto, debiendo contener entre otras cosas los siguientes procedimientos:

- Deberes y responsabilidades del personal que reporta a la oficina de proyecto.
- Obligaciones y responsabilidades del personal de las unidades funcionales.
- Registro y control del tiempo empleado en el proyecto.
- Manejo de prioridades.
- Resolución de problemas y conflictos.
- Reporte y revisión de actividades.
- Uso del sistema para registro y control de tiempos y gastos para cada actividad.

#### **2.4.2.2.5. Emisión de programas de ejecución del proyecto.**

Los programas básicamente son los siguientes:

- Programa de ejecución de actividades.
- Programa de erogaciones.
- Programa de adquisiciones de equipo y materiales

Estos programas se preparan en base a la estructura del desglose de trabajo (EDT), actualmente se cuenta con programas electrónicos que permiten ver la fecha de inicio y fin de la actividad asociada a la persona o especialidad funcional, identificando si es crítica la actividad, o si hay retraso de la actividad o del proyecto, permite asociar la actividad con su presupuesto, permite conocer la fecha de la erogación, la naturaleza del gasto, pudiendo tener un análisis de variación del presupuesto, indicando los costos reales, costos acumulados, presupuesto ejercido y por ejercer, así como el presupuesto proyectado para el futuro.

#### **2.4.2.2.6. Implementación de los procedimientos de reporte y revisión**

El propósito de los reportes y revisiones es para mantener enterado al cliente y al administrador del proyecto del desarrollo del proyecto.

Estos procedimientos deben establecerse desde un inicio del proyecto, cumpliendo con los requerimientos internos y contractuales.

Hay dos tipos de reportes, los formales y los informales.

Los informales no tienen formato específico y son independientes de la oficina de proyectos, generados por los principales miembros del equipo del proyecto, generalmente son diarios o con suficiente frecuencia y le sirven al administrador del proyecto para ser el primero en enterarse si

surge cualquier problema y estar al tanto de todos los aspectos del proyecto.

Los formales son desarrollados por el administrador de proyectos, en donde toda la información debe pasar por la oficina de proyecto para su aprobación.

### **2.4.3. Planeación del Proyecto.**

La planeación tiene una importancia crítica en el desarrollo del proyecto, implica el análisis y la toma de decisiones.

El resultado del análisis y la toma de decisiones del proyecto tienen la finalidad de:

- Identificar los objetivos, las metas y restricciones para dirigir el propósito del proyecto.
- Identificar las acciones, responsabilidades y riesgos.
- Identificar las actividades del proyecto, a través de procedimientos.
- Preparar al proyecto en caso de cambios.

Para lograr una adecuada planeación del proyecto es necesario contar con la estructura del desglose de trabajo (EDT) y los elementos constitutivos del plan de proyecto.

#### **2.4.3.1. Estructura de desglose de trabajo (EDT)**

La EDT subdivide el trabajo en elementos que permiten tomar en cuenta las tareas mayores y menores del proyecto.

La EDT es la base de la planeación del proyecto. No es posible desarrollar un plan global de proyecto que sea real, si primero no se ha desarrollado una EDT que sea suficientemente detallada para identificar con claridad todas las tareas del proyecto que deben ser realizadas.

Para la creación de la EDT se requiere el proceso del desglose del proyecto, requiriéndose la participación del administrador de proyecto, los administradores funcionales y todos los involucrados, quienes tienen que revisar todos los detalles que se presentan a lo largo del proyecto.

El desarrollo de la EDT para la planeación de un proyecto, se puede realizar en tres etapas:

#### **2.4.3.1.1. Primera etapa (Construcción de la EDT)**

Se debe construir la EDT, siendo útil estandarizar un formato de EDT de acuerdo al tipo y características del proyecto, para esto es posible construir un EDT con el desglose de tareas en cada nivel.

Por ejemplo, un formato de cinco niveles sería de la siguiente manera:

- Nivel 1. Proyecto global con varios proyectos afines y complementarios.
- Nivel 2. Proyecto particular con varias tareas a realizar.
- Nivel 3. Tarea particular con varias subtareas.
- Nivel 4. Subtarea con varios paquetes de trabajo.
- Nivel 5. Paquete de trabajo de una jornada de trabajo fácilmente cuantificable.

Los tres primeros niveles son especificados por el cliente y los dos últimos son especificados por los departamentos o secciones para realizarse por el contratista.

El primer nivel refleja la integración de actividades y tiene la finalidad de autorizar los trabajos.

El segundo nivel tiene la finalidad de integrar presupuestos.



El tercer nivel tiene la finalidad de la preparación de programas.

Los niveles cuatro y cinco tienen la finalidad de asignar las actividades a realizar.

Como la EDT es una herramienta de comunicación, debe proporcionar información detallada de los diferentes niveles administrativos, acompañada de sus alcances.

Por ejemplo, la figura (2 - 12) muestra una EDT para el establecimiento de una nueva planta industrial que se ha desarrollado hasta el nivel 3.

Cada compañía suele desarrollar su propia codificación de numeración para cada actividad, sin embargo, todas tienen la finalidad de controlar los costos.

En la codificación de la figura el primer número representa el proyecto global (01), el segundo el proyecto (00) y el tercero la tarea (00). La codificación de la actividad de "Proyecto Global Establecimiento de una Planta Industrial" sería (01-00-00).

El número de niveles establecidos dependerá del proyecto, el no tener suficientes niveles dificultan la integración de actividades y un exceso requieren de mayor tiempo y costo.

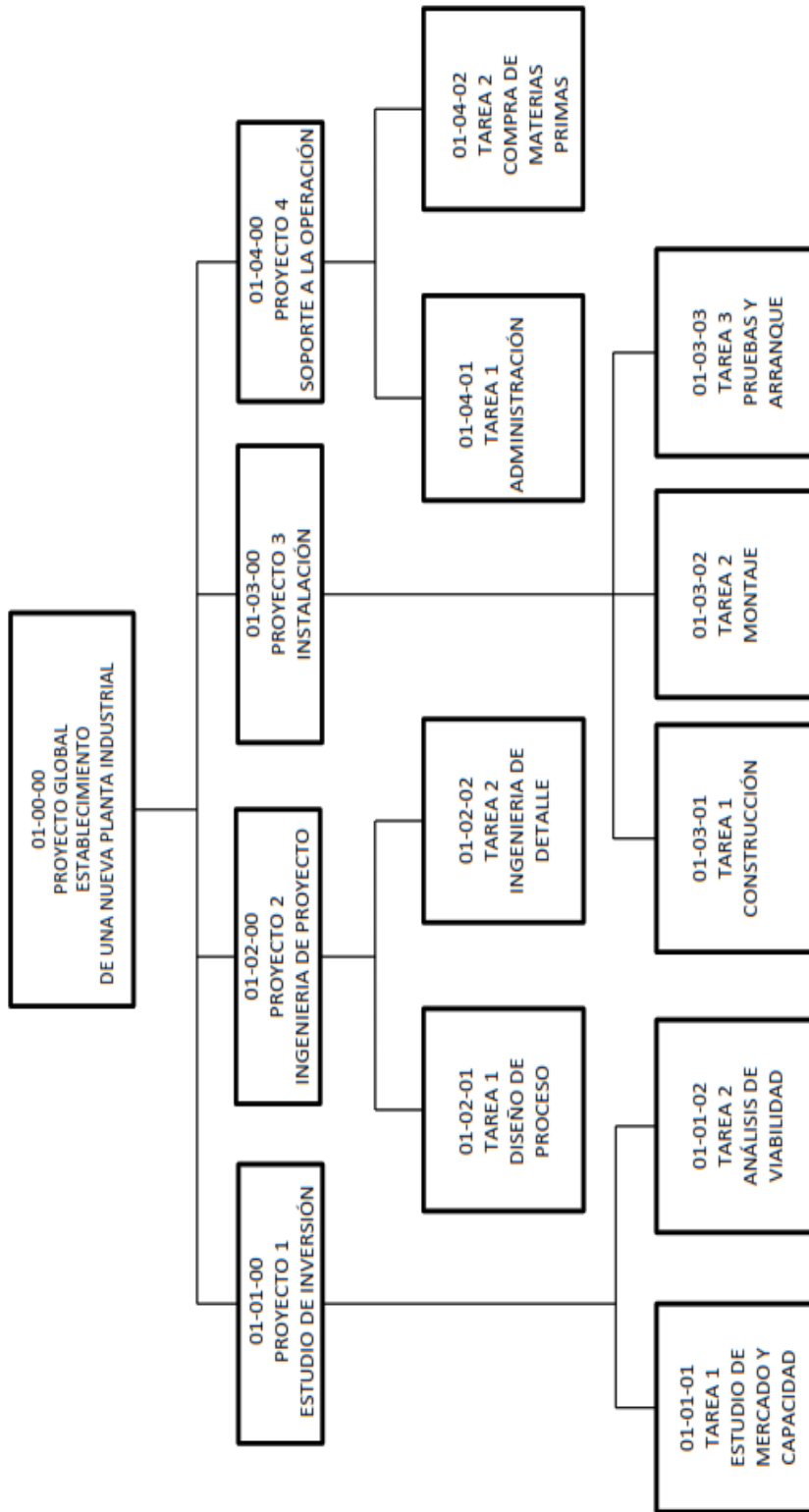


FIGURA 2 -12 ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO (EDT) DESARROLLADA HASTA EL TERCER NIVEL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL

#### **2.4.3.1.2. Segunda etapa (Identificar las actividades funcionales)**

Se debe identificar las varias actividades funcionales requeridas para completar el trabajo (paquetes de trabajo) en los niveles inferiores de la EDT.

Esto se logra relacionando las responsabilidades de cada departamento o unidad organizacional implicada, indicando quién hace qué.

La figura (2 - 13) muestra la integración de la organización y la EDT para el ejemplo del establecimiento con nueva planta industrial. El trabajo funcional representado por la intersección puede considerarse como las sub-tareas, los paquetes de trabajo o el trabajo a realizar. Pudiendo hacerse a través de un contrato con todos los elementos requeridos para su desarrollo.

Para el desarrollo de cada trabajo funcional, éste debe ser formalmente asignado, debiendo de contener:

- Descripción del trabajo que va a ser realizado.
- El responsable del trabajo.
- Presupuesto asignado en función de un calendario.
- Los recursos requeridos.
- Programa de inicio y fin.

Los paquetes de trabajo se identifican en (horas – hombre) u otras unidades medibles, las cuales deben cumplir con el presupuesto y refleja el costo total por unidad de trabajo.

Una vez desarrollados los paquetes de trabajo, no debe cambiarse el programa ni el presupuesto asignado por que estos forman

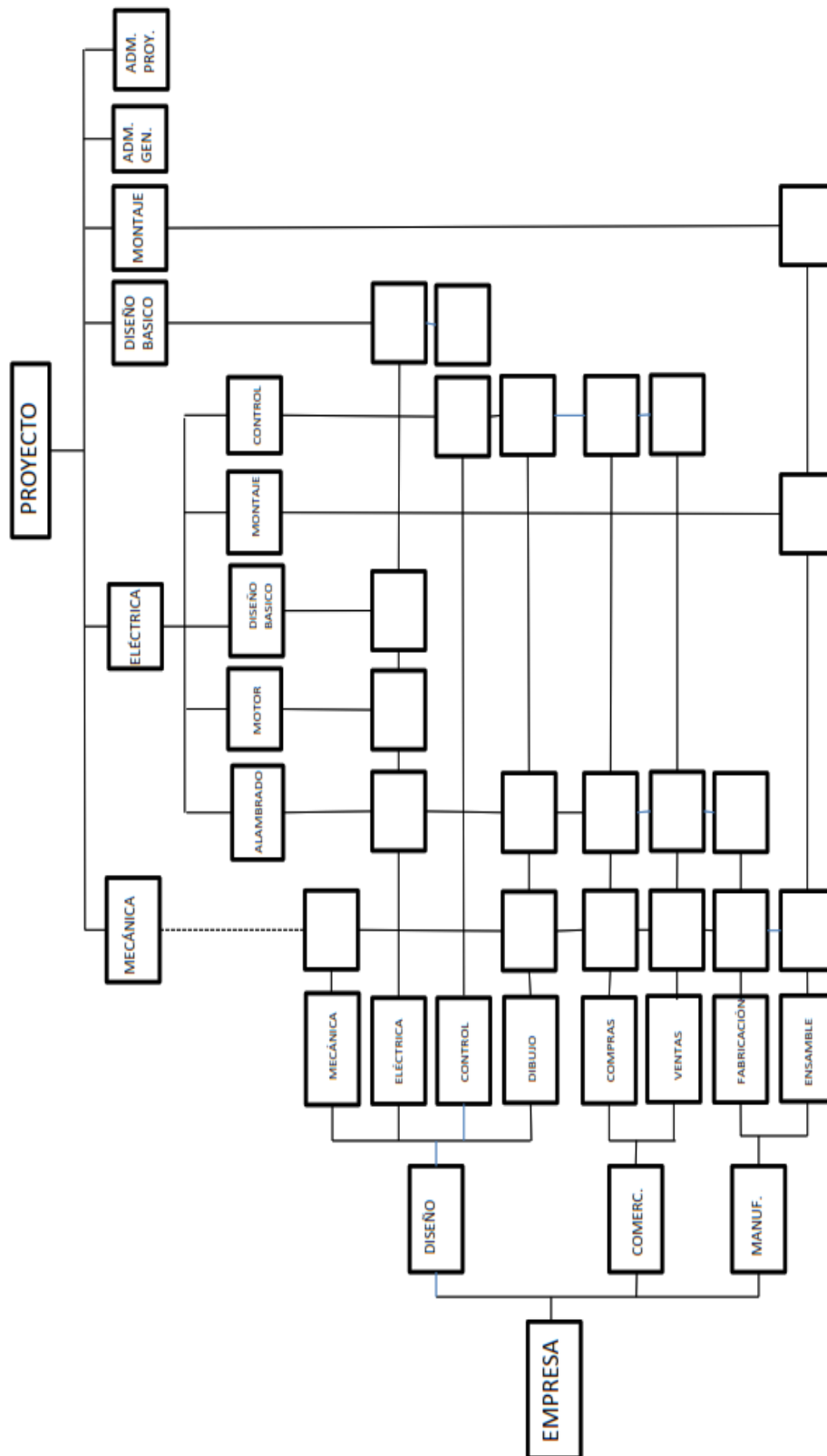


FIGURA 2 -13 INTEGRACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT) Y LA ORGANIZACIÓN

la base de comparación del trabajo realizado y el presupuesto ejercido, con el fin de estimar el avance y rendimiento del proyecto.

#### **2.4.3.1.3. Tercera etapa (Lista de tareas)**

Una vez con la estructura ordenada de la EDT se preparan las listas de tareas realizadas con participación interdisciplinaria, permitiendo el desarrollo de matrices de precedencias, redes de proyecto y su programa de ejecución.

En resumen la estructura del desglose de trabajo (EDT) a través de sus paquetes de trabajo permiten:

- Desglosar el proyecto subdividiendo los trabajos para identificar y definir todas las actividades a realizar.
- Preparar la matriz de responsabilidades.
- Realizar el proceso de planeación, elaborando programas y redes del proyecto.
- Preparar los costos y presupuesto.
- Realizar un análisis de riesgo más objetivo.
- Definir la estructura organizacional del proyecto.
- Coordinar los objetivos y metas del proyecto.
- Identificar las bases del sistema de control, controlando el avance del proyecto.

#### **2.4.3.2. Elementos constitutivos del plan de proyecto**

Los elementos que deben ser incluidos en un proyecto, dependen de la necesidad de cada proyecto. Estos elementos pueden cambiarse o complementarse para satisfacer las necesidades específicas.

Para un proyecto industrial se sugieren los siguientes elementos:

#### **2.4.3.2.1. Resumen de proyecto.**

Este es un resumen ejecutivo que sea asimilado en poco tiempo. Debiendo identificar el objetivo, las metas y las restricciones del proyecto.

El objetivo es el resultado esperado y el propósito del proyecto, las metas determinan el tamaño y la forma del proyecto para visualizar el trabajo técnico requerido, finalmente las restricciones definen el proyecto y establecen los parámetros a seguir.

#### **2.4.3.2.2. Especificaciones.**

Este elemento define las características del producto final.

#### **2.4.3.2.3. Alcance del proyecto.**

Es la propuesta técnica que describe el trabajo a realizar, debiendo ser claro para lograr alcanzar las metas y el objetivo.

#### **2.4.3.2.4. Programa de ejecución del proyecto.**

Define el calendario para realizar las tareas.

El programa o programas deben contener el nombre de las tareas y paquetes de trabajo de acuerdo a la estructura de desglose de trabajo (EDT). Debiendo contener los nombres de las personas responsables de cada tarea, la fecha de inicio de cada tarea, la duración de cada tarea y la fecha real que se cumplió la tarea.

Normalmente se emplea un diagrama de Gantt, cuando el proyecto es más complejo se utilizan herramientas computarizadas para un rápido control.

#### **2.4.3.2.5. Guía de Procedimientos.**

El propósito de la guía de procedimientos es el establecer los lineamientos y normas, debiendo de prepararse por las principales personas implicadas en el desarrollo del proyecto.

La integración de esta guía implica revisar todos los documentos, las disposiciones legales, las de la compañía, reexaminando las necesidades del proyecto para crear la forma de trabajo para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Esta guía dará los diversos procedimientos a seguir, entre otros, por ejemplo; para la elaboración de los procedimientos, el control del personal, definir el estilo de los dibujos que serán editados, definir la autoridad del personal para la firma de dibujos, establecer el tipo de coordinación de proyecto.

Debiendo cuidar que los procedimientos desarrollados no violen los lineamientos de la empresa, en lo posible utilizando los procedimientos y sistemas existentes.

#### **2.4.3.2.6. Sistema de control de costos y presupuesto.**

El propósito es proporcionar al administrador del proyecto, el estado de los costos, el programa y el avance del proyecto en conjunto.

La forma de crear los presupuestos de manera simple para su control, es a través de la estructura de desglose de trabajo (EDT), asociando a cada paquete de trabajo la correspondiente especialidad que le trabaja.

La información necesaria para integrar los presupuestos debe obtenerse de las unidades funcionales responsables del trabajo.

Con un catálogo de cuentas, se identifican los segmentos del proyecto que son asignados a un departamento o unidad funcional, permitiendo definir los costos al nivel de detalle necesario.

Debiendo dejar claro en el presupuesto la relación: (tarea – especialidad – duración de la tarea y costo de la tarea).

El control del costo es vinculado al presupuesto del proyecto por medio de la codificación del presupuesto asignado a cada actividad.

Pudiendo generar la siguiente información: Presupuestos, porcentaje de presupuesto erogado, gastos semanales o mensuales, gastos acumulados y la estimación de costos para concluir el trabajo.

#### **2.4.3.2.7. Sistema de adquisición y control de equipos y materiales.**

Este sistema está relacionado con el programa de ejecución del proyecto, pero adicionalmente es una ayuda para el control específico de órdenes de compra individuales en función del tiempo, pudiendo señalar aquellas fechas en las que la entrega del equipo o material se hace crítico para el proyecto.

Este sistema debe incluir aquellos procedimientos y herramientas para administrar el ciclo completo de la adquisición de equipos y materiales, desde la preparación de la requisición, solicitud de cotización hasta la recepción del equipo o material en campo.

#### **2.4.3.2.8. Matriz de responsabilidades.**

La lista de tareas se toma de la estructura de desglose de trabajo (EDT), para crear la matriz de responsabilidades.

Esta matriz indica que unidad organizacional y que personal clave están implicados en el proceso de completar cada tarea del proyecto, incluyendo quien da su aprobación.

#### **2.4.3.2.9. Plan de organización del proyecto.**

Tiene el propósito de dar a conocer la organización del proyecto y establecer las responsabilidades clave. Describiendo brevemente las responsabilidades clave.



#### **2.4.3.2.10. Plan administrativo.**

Este describe la manera en que la administración conducirá y supervisará los esquemas organizacionales, las declaraciones de autoridad y responsabilidad, la descripción del sistema de control de información y el plan alternativo para el caso que el proyecto esté en dificultades.

#### **2.4.3.2.11. Plan de asignación de personal al proyecto.**

En este plan se deben establecer los requerimientos de los recursos humanos como responsabilidades clave, número y capacidades.

El plan debe ser flexible por cambios de asignación, conteniendo un listado de todas las posiciones del proyecto. Cada posición debe contener su título, clase de trabajo, fecha de inicio y de terminación, y la posición a la que será reasignado.

#### **2.4.3.2.12. Procedimiento de reporte y revisión.**

Este es un documento que mantiene a todo el personal del proyecto informado del progreso, los problemas, modificaciones y otros factores. Teniendo la finalidad de controlar el proyecto.

El cual define los reportes, juntas y documentos del proyecto que se requieren para determinar el grado de participación del personal en los logros generales y particulares.

El procedimiento de reporte y revisión listará todos los documentos y comunicaciones que sean esenciales para el proyecto. Describirá el propósito y contenido de cada documento, su programa de edición y distribución, y la persona responsable para su preparación y autorización.

#### **2.4.4. Técnicas de planeación.**

Las técnicas de planeación son para determinar el tiempo de trabajo de un proyecto.

Por esta razón la finalidad del uso de las técnicas de planeación de un proyecto para un administrador de proyecto, son para ayudarlo a tomar las decisiones más adecuadas para programar y controlar las actividades del proyecto, de acuerdo a la situación específica y su organización.

Las técnicas de planeación más comunes son las siguientes:

#### **2.4.4.1. Diagramas de Gantt o diagrama de barras.**

Estos se conocen también como diagramas de actividades múltiples, en la figura (2 - 14) se muestra un ejemplo de un diagrama de este tipo.

Ventajas:

- Es un modelo gráfico claro a simple vista.
- Fácil comprensión para construir y usar para todos los implicados en el proyecto.
- Útil para mostrar el avance del proyecto.
- Muestra las fechas programadas y fechas reales de las actividades con su porcentaje de avance.

Puede utilizarse en la planeación de los recursos humanos, indicando en cada actividad y cada período de tiempo, el personal necesario. También se puede saber para cada período de tiempo los recursos humanos totales por especialidad.

- Útil para construir una curva de requerimientos de personal y una curva de recursos acumulados o curva "S".



FIGURA 2 - 14 DIAGRAMA DE BARRAS

Desventajas:

- No puede mostrar las interrelaciones entre actividades de proyectos mayores o complejos, en trabajos de coordinación.
- Se tiene limitado el tamaño físico de las barras a menos que se tenga un sistema de planeación jerarquizado, desglosando una barra del diagrama en varios sub-diagramas de barras.

#### **2.4.4.2. Método de análisis de redes**

En la búsqueda de mayor eficiencia en la planeación detallada de grandes proyectos o proyectos complejos, es recomendable también el empleo del método de análisis de redes.

Este método emplea algoritmos basados en la teoría de redes para facilitar la planificación de proyectos, dando como resultado un cronograma para el proyecto, con el cual se podrá conocer la duración total del mismo y la clasificación de las actividades según lo crítico que sea.

Las redes se componen de actividades. Una red se define como el proceso desde un inicio hasta el final de una serie de actividades, y la actividad es el trabajo realizado para lograrlo. La nomenclatura de redes es a través de círculos identificados por cada actividad, los cuales se enlazan con líneas con flecha entre una actividad y otra con sentido de ejecución, los tiempos de cada actividad se representan en un cuadro bajo cada círculo de la red, que representan el tiempo de duración (en horas, días o meses).

Para establecer las rutas, se debe identificar todas las actividades que intervienen en el proyecto, sus interrelaciones, sucesiones y reglas de precedencia. Con la inclusión de cada actividad al proyecto, se debe cuestionar respecto a que actividades preceden a esta y a cuáles siguen inmediatamente hasta que finalice el proyecto. Debiendo conocerse el tiempo para el desarrollo de cada actividad.

La red puede ser considerada como un mapa de caminos para un proyecto particular, en donde las actividades han sido completamente identificadas y colocadas en su correspondiente interrelación.

El primer propósito de construir la red es determinar cuánto tiempo es necesario para concluir el proyecto.

Las actividades críticas por definición constituyen la ruta más larga (más tardía) que abarca el proyecto, es decir que la sumatoria de las actividades de una ruta crítica determinará la duración estimada del proyecto.

En el manejo de redes los tiempos de las actividades se identifican y definen de la siguiente manera:

IC (Inicio más cercano, lo más pronto que puede iniciar una actividad)

TC (Termino más cercano, lo más pronto que puede terminar una actividad)

IL (Inicio más lejano, lo más tarde que puede iniciar la actividad sin retrasar el proyecto)

TL (Termino más lejano, lo más tarde que puede terminar la actividad sin retrasar el proyecto)

Dado que existe una ruta crítica a través de la red, que es la más larga, y existen otros caminos iguales o más cortos, en donde hay otras actividades que pueden ser terminadas antes de tiempo, se define la holgura como el tiempo máximo que se puede retrasar una actividad, sin que esto retrase las actividades siguientes del proyecto.

En base a esto para las actividades en una red, la holgura se define como la diferencia entre lo más tarde y lo más pronto que se puede iniciar

una actividad ( $IL - IC$ ), o la diferencia entre lo más tarde y lo más pronto que puede terminar una actividad ( $TL - TC$ ).

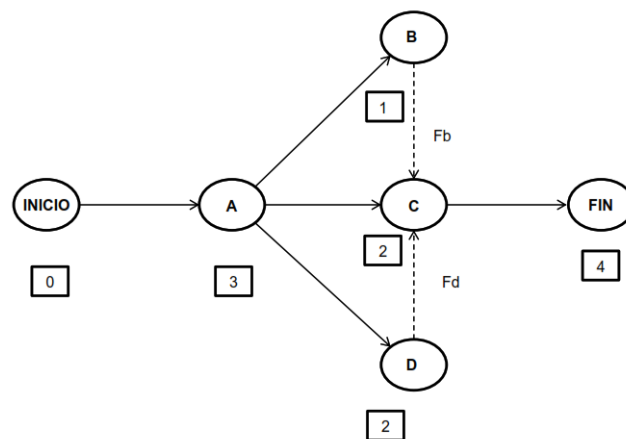
### 2.4.4.2.1. Método de ruta crítica (Critical Path Method) CPM

El algoritmo CPM se desarrolla mediante intervalos determinísticos o sea que su tiempo establecido es confiable sin incertidumbres.

Las actividades y su tiempo para realizarlas de un ejemplo hipotético serían las siguientes:

Actividad	Actividad Precededora	Duración (hrs)
A	—	3
B	A	1
C	A	2
D	A	2
E	B - C - D	4

El diagrama de red sería:



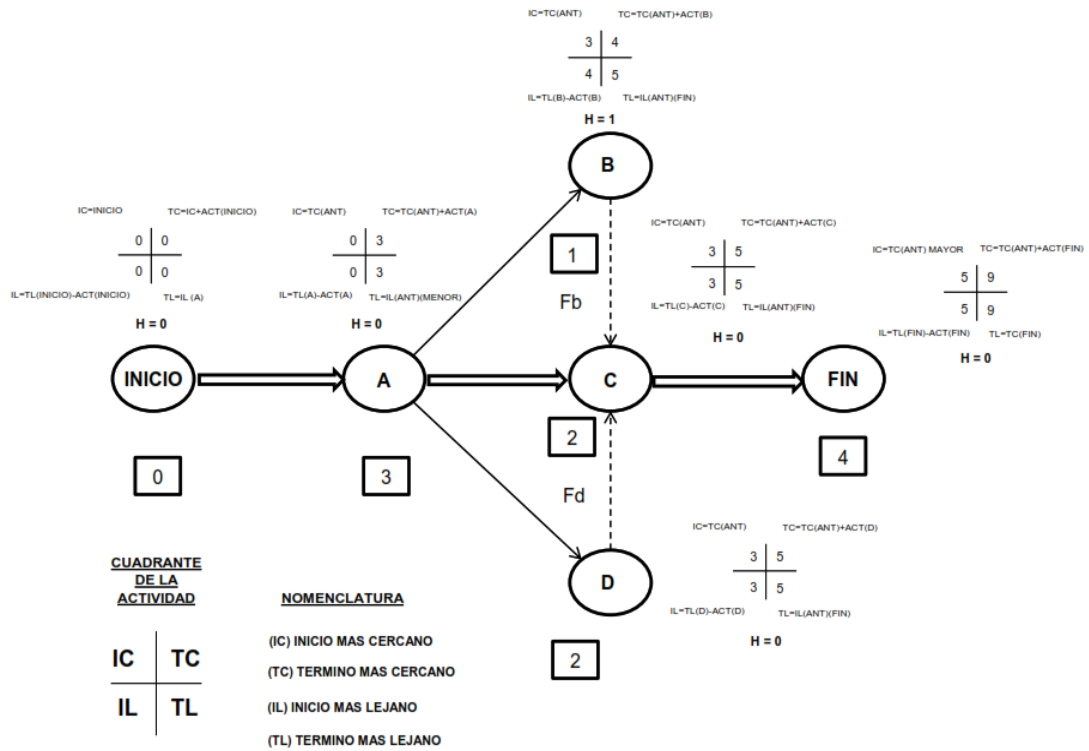
Fb y Fd corresponde a actividades ficticias que no consumen tiempo ni recursos.

A continuación, el cálculo de holguras (H) de cada actividad para determinar la ruta crítica o ruta más larga para terminar las actividades. (La

ruta crítica es la ruta en donde las actividades se mantienen con holgura igual a cero)

En este caso hipotético se tienen dos rutas críticas.

Ruta crítica 1 ( $\Rightarrow$ ):

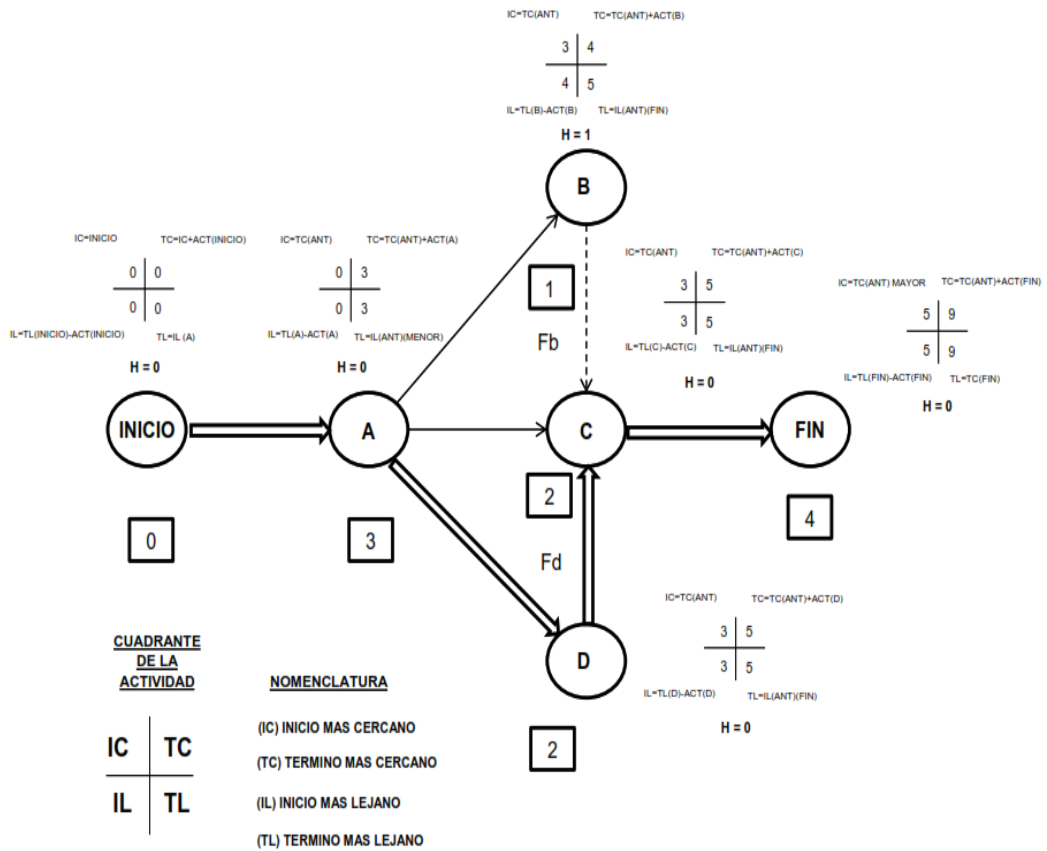


DESCRIPCIÓN DEL CALCULO DE LOS TIEMPOS DEL CUADRANTE DE CADA ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD	INICIO MAS CERCANO (IC)	TERMINO MAS CERCANO (TC)	INICIO MAS LEJANO (IL)	TERMINO MAS LEJANO (TL)
INICIO	INICIO	IC+ACT(INICIO)	TL(INICIO)-ACT(INICIO)	IL(A)
A	TC(ANT)	TC(ANT)+ACT(A)	TL(A)-ACT(A)	IL(ANT)MENOR
B	TC(ANT)	TC(ANT)+ACT(B)	TL(B)-ACT(B)	IL(ANT)(FIN)
C	TC(ANT)	TC(ANT)+ACT(C)	TL(C)-ACT(C)	IL(ANT)(FIN)
D	TC(ANT)	TC(ANT)+ACT(D)	TL(D)-ACT(D)	IL(ANT)(FIN)
FIN	TC(ANT)MAYOR	TC(ANT)+ACT(FIN)	TL(FIN)-ACT(FIN)	TC(FIN)

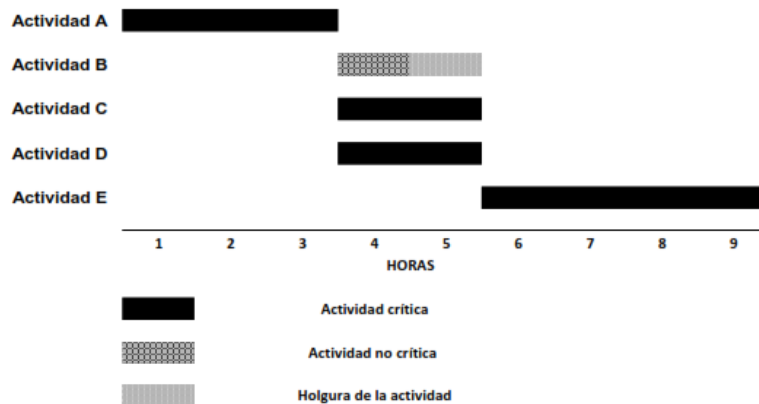
ANT= ANTERIOR

ACT= ACTIVIDAD

Ruta crítica 2 ( $\Rightarrow$ ):



Para establecer el cronograma del ejemplo anterior, los factores más importantes a considerar son la relación de precedencia y el escalonamiento de las actividades que componen la ruta crítica, de tal manera que se complete el proyecto dentro de la duración estimada.





**2.4.4.2.2. Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos  
(Program Evaluation and Review Technique) PERT.**

El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos probabilísticos, asumiendo los tiempos, en donde se consideran tiempos optimistas, probables y pesimistas de las actividades de un proyecto.

En esta técnica el tiempo en que se realiza una actividad, se registra el tiempo optimista que es el menor tiempo, el tiempo probable que es el tiempo común y el tiempo pesimista que es el mayor tiempo, esto para poder calcular el tiempo estimado o duración promedio de una actividad.

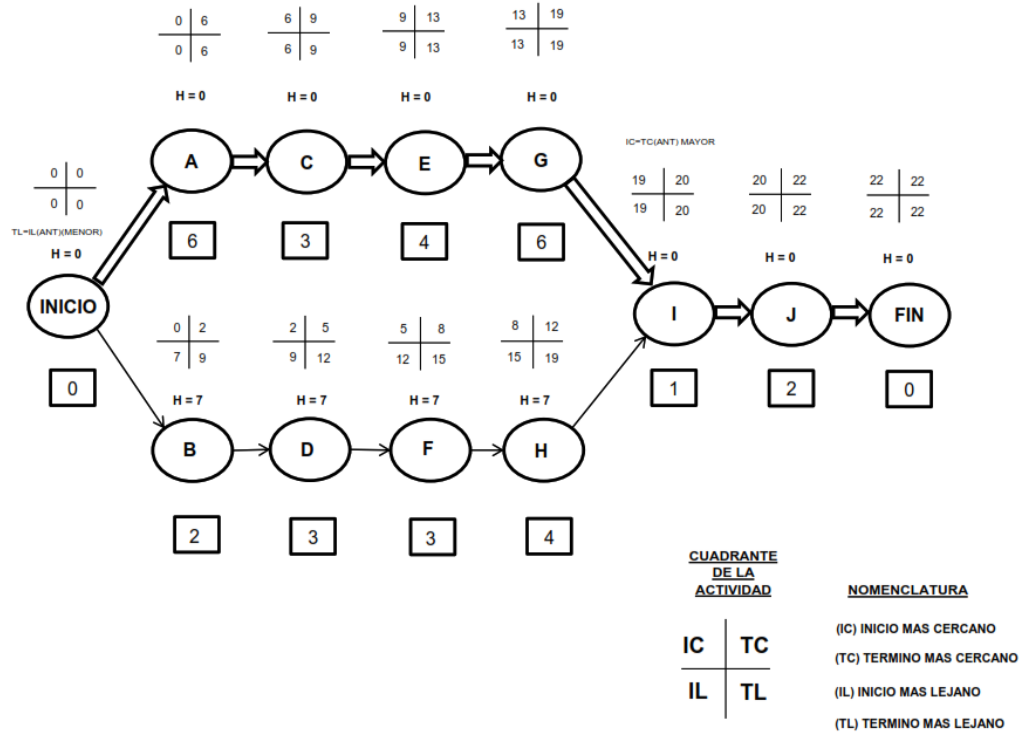
Las actividades y los tiempos optimistas, probables, pesimistas y sus tiempos estimados y la varianza de las actividades de un ejemplo hipotético serian:

Actividad	Actividad Precedente	Tiempo Optimista (TO)	Tiempo Mas Probable (TM)	Tiempo Pesimista (TP)	Tiempo Estimado (TE)	Varianza ( $\sigma^2$ )
A	-	3	5.5	11	6	1.78
B	-	1	1.5	5	2	0.44
C	A	1.5	3	4.5	3	0.25
D	B	1.2	3.2	4	3	0.22
E	C	2	3.5	8	4	1.00
F	D	1.8	2.8	5	3	0.28
G	E	3	6.5	7	6	0.44
H	F	2	4.2	5.2	4	0.28
I	G - H	0.5	0.8	2.3	1	0.09
J	I	0.8	2.1	2.8	2	0.11

$$TE = (TO + 4(TM) + TP) / 6$$

$$\sigma^2 = ((TP - TO) / 6)^2$$

El diagrama de red y su ruta crítica ( $\Rightarrow$ ) serían:



La varianza y la desviación estándar para la culminación del proyecto se relacionan con las actividades que comprenden la ruta crítica.

La finalidad de este método es que con esta información se puedan hacer estimaciones probabilísticas respecto al tiempo para terminar un proyecto en una fecha deseada.

Para establecer el cronograma de este ejemplo, los factores más importantes a considerar son la relación de precedencia y el escalonamiento de las actividades que componen la ruta crítica, de tal manera que se complete el proyecto dentro de la duración estimada.

Dependiendo de la necesidad y de la información disponible, el proceso de análisis de redes de proyectos se puede realizar por uno u otro de los dos métodos anteriores (CPM /PERT).

La ruta crítica obtenida por estos métodos resulta de mucha utilidad para la programación y asignación de los recursos, esto porque el administrador del proyecto en coordinación con el administrador funcional, pueden reprogramar los eventos que no son críticos para ser realizados durante otros periodos de tiempo, en donde se pueda conseguir la máxima utilización de los recursos a condición de que la ruta crítica no se extienda.

Este tipo de reprogramación con el uso de las holguras, permite un mejor balance de los recursos de todo el proyecto pudiendo reducir los costos del proyecto, eliminando los tiempos muertos.

En el ejemplo de la figura (2 - 15) se muestran diagramas (CPM/PERT), erogación y de personal contra el tiempo, pudiéndose observar las diferencias del costo total y los requerimientos del personal cuando se aprovechan las holguras en el proyecto.

Para que se determine que un diagrama (CPM/PERT) es el óptimo, se deben realizar varias iteraciones en su planeación. El proceso de iteración se muestra en la figura (3 -16). Las holguras son parte de la posibilidad de realizar iteraciones adicionales, inclusive de reestructurar la red.

El administrador del proyecto debe intentar reubicar los recursos para reducir la ruta crítica. Hacer que las actividades holgadas sean más críticas es solo un método para reducir el tiempo de duración esperado para el proyecto.

Otros métodos disponibles pueden ser:

- En algunos casos eliminar partes del proyecto.
- Adicionar más recursos.
- Sustituir actividades por unas de menor tiempo (teniendo cuidado de no incrementar los costos del proyecto)

- Realizar actividades en paralelo (analizando el riesgo que esto implica).

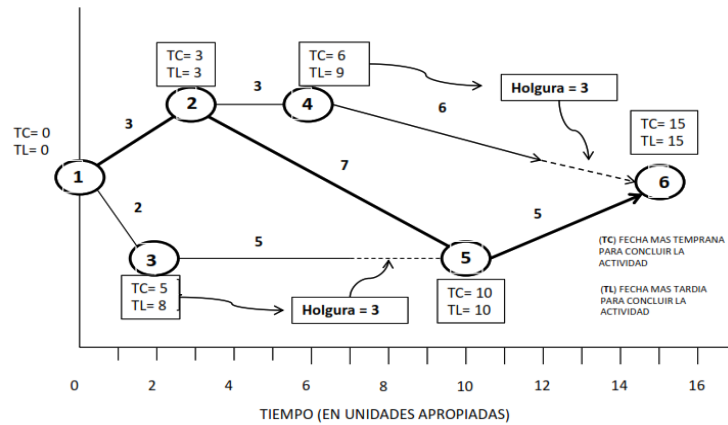
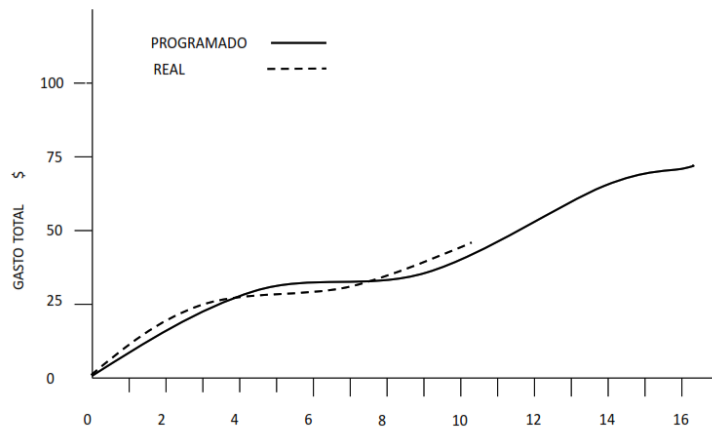
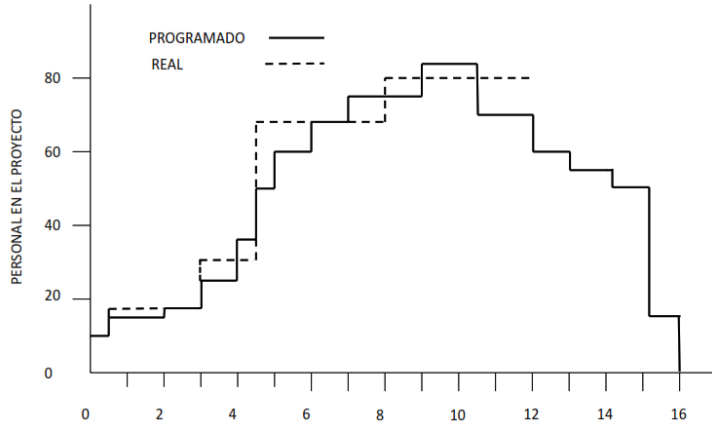


FIGURA 2 - 15 RED CPM/PERT GRAFICADA CONTRA EL TIEMPO

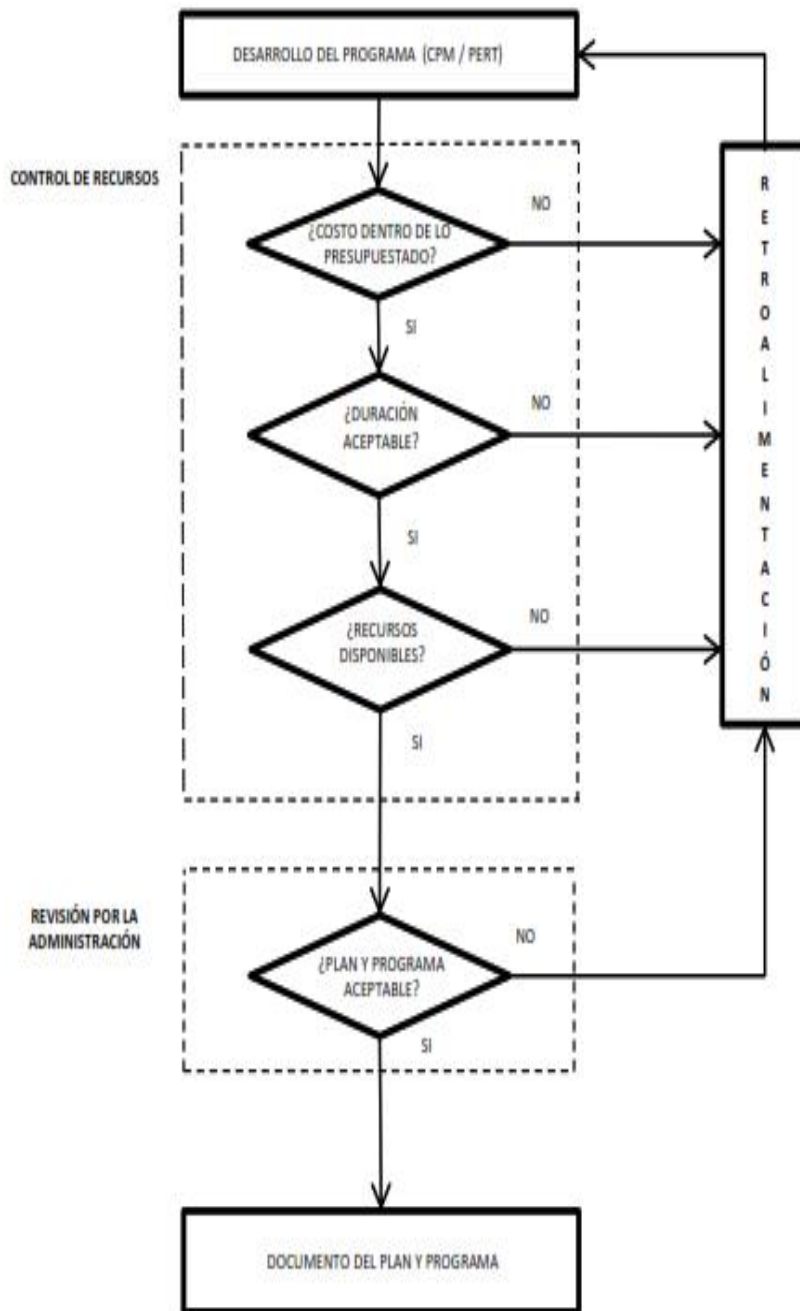


FIGURA 2 -16 PROCESO DE ITERACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA (CPM/ PERT).

El replantear o reestructurar una red en proyectos grandes o complejos es una tarea difícil cuando el análisis se hace sobre todo el proyecto. En estos casos es mejor dejar que cada departamento o división desarrolle su propia red en base a su estructura de desglose de trabajo (EDT), solicitando la aprobación al administrador del proyecto. Pudiendo integrarse los diagramas (CPM/PERT) individuales a una red maestra que permita identificar la ruta crítica global del proyecto.

#### Ventajas del método de redes:

- Permite identificar la interrelación entre actividades en proyectos complejos facilitando la determinación de recursos humanos y económicos, siendo una base para la planeación y predicción de proyectos.
- Define la ruta crítica del proyecto e identifica el tiempo excedente u holgura del proyecto para evaluar alternativas para aprovechar los tiempos muertos y reducir el tiempo requerido del proyecto total.
- Es una herramienta útil para evaluar el efecto de cambios en el proyecto.
- Se pueden realizar programas computacionales que faciliten la integración de información valiosa a los sistemas de información del proyecto, para la toma de decisiones en la administración de proyectos.

#### Desventajas del método de redes:

- Se requiere de un mayor grado de conocimiento de la técnica para su uso, siendo más complicado que el diagrama de barras.
- En redes muy grandes es difícil de entender aún por el especialista y mucho más para el administrador general que conduce el proyecto.

- Este método basado simplemente en redes no permite mostrar el avance contra lo planeado por el administrador del proyecto.
- La red debe ser analizada periódicamente, analizándose los recursos disponibles para actualizarlas y replantear las actividades cuando sea necesario, creándose un nuevo plan o programa para el trabajo restante.
- Una red simplemente no permite ver quien, ni cuando se hacen las actividades.
- Por ser una herramienta para determinar la ruta crítica del proyecto, solo proporciona fechas limitantes que son usadas como guía del programa del proyecto.
- Generalmente la holgura es utilizada en la primera mitad del proyecto o antes, con el efecto resultante que muchas actividades o todas, se hacen críticas en la segunda parte del proyecto.

Las recomendaciones en el uso del método de redes:

- En proyectos medianos y pequeños la técnica de redes (CPM/PERT) se recomienda que se utilice como respaldo de las técnicas de planeación de los diagramas de barras.
- En proyectos muy grandes la técnica de redes (CPM/PERT) facilita la visualización de las interrelaciones y sirve como soporte para la actualización y planeación de los recursos humanos.

Hoy en día el uso combinado de estas técnicas está siendo utilizadas ampliamente con el apoyo de sistemas de cómputo y programas para la planeación de proyectos.

#### **2.4.4.3. Sistema de planeación de proyectos con el uso de la computadora.**

El método de redes puede ser manejado a través de la computadora e integrado a los sistemas de información y control de administración de proyectos, lo cual permite un acceso inmediato a los requerimientos de información, diseño o actualización de la planeación.

A través del uso de la computadora se pueden obtener por proyecto o por especialidad lo siguiente:

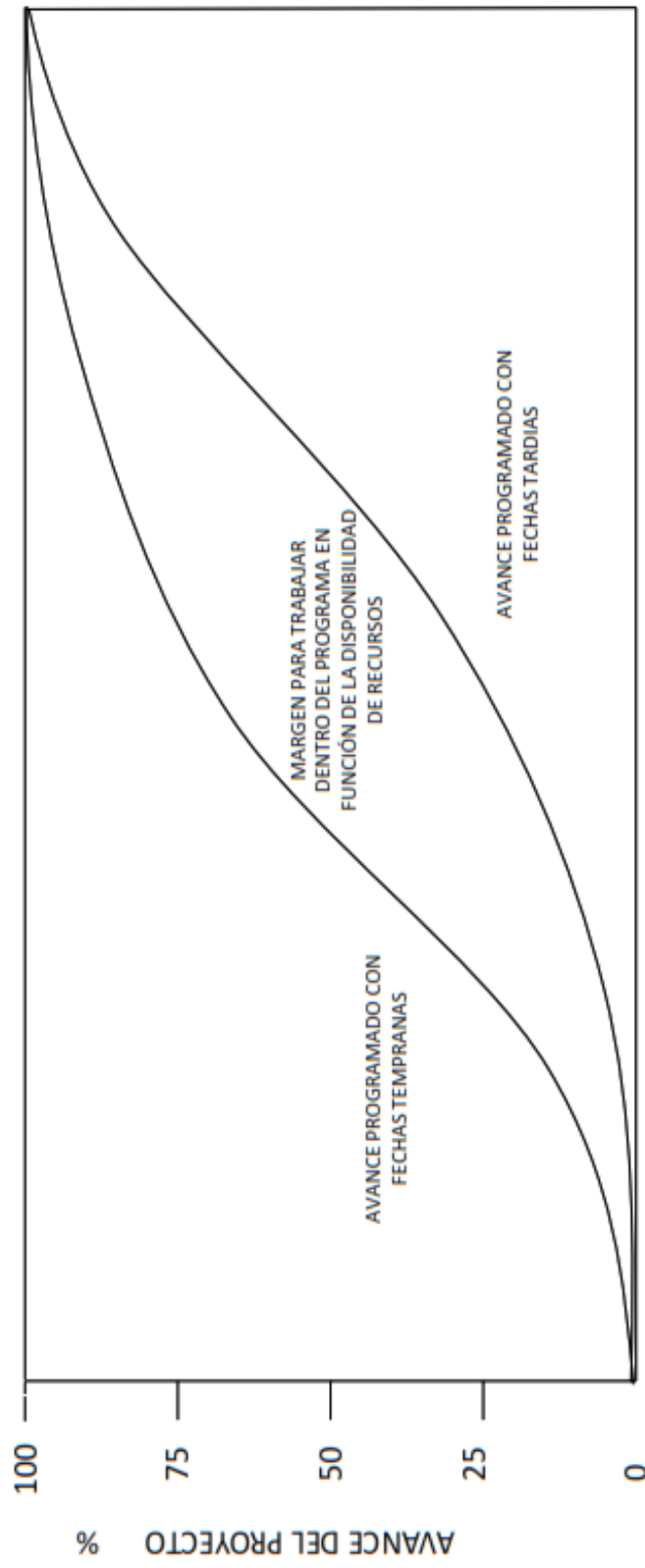
- Diagramas de barras de actividades programadas y el avance real.
- Reportes de análisis de tiempos que muestren fechas de inicio y terminación programada y real para cada actividad, además de porcentajes de avance y fechas esperadas de terminación.
- Graficas de recursos humanos indicando los recursos planeados y los utilizados.

Esta información es de mucha utilidad para los administradores de proyecto y funcionales para el control de actividades en el proyecto.

De la misma manera un sistema basado en la computadora puede producir curvas de avance, las cuales también son una herramienta efectiva para el control del avance del proyecto. En este tipo de curvas se pueden grafican las horas-hombre acumuladas, el porcentaje de avance o el costo presupuestado en el eje vertical contra el tiempo.

Este tipo de curvas se conocen como curvas “S” porque la mayoría de los proyectos tienen un inicio lento, seguido de alta actividad y termina decayendo. La figura (2 -17) se muestra una curva “S” de avance de proyecto, mostrando el margen de maniobra dentro del programa en función de la disponibilidad de recursos, que puede tenerse para un plan de diseño de una planta industrial.





DURACIÓN DEL PROYECTO (EN UNIDADES APROPIADAS)

FIGURA 2 – 17 CURVA DE AVANCE PARA UN PROYECTO

Para controlar efectivamente el proyecto, se debe detectar las tendencias en el mismo momento que se originan y estar en posibilidades de hacer algo al respecto. Para esto la herramienta de la curva de avance “S” es muy efectiva.

Ventajas del uso de computadoras contra antiguos sistemas:

- De fácil uso, personal poco experimentado lo puede usar.
- Más rápido para dar respuesta.
- Se pueden obtener mucha información valiosa para el control parcial o total del proyecto en cualquier momento.
- Puede integrarse al sistema de información administrativa del proyecto para fines del análisis de avance de costo y programa.

#### **2.4.4.4. Planeación de la administración financiera del proyecto**

Como parte de la administración financiera del proyecto, el administrador del proyecto debe estar implicado en la preparación del estimado del costo, del presupuesto, la proyección y el control del costo del proyecto.

##### **2.4.4.4.1. Estimado de costos y presupuesto del proyecto.**

La estimación de los costos del proyecto consiste en una tabla más o menos simple de los costos de las actividades del proyecto, el cual puede estar basado en un plan maestro.

El presupuesto es un plan financiero detallado asociado al calendario del proyecto que se integra a un nivel de tareas o paquetes de trabajo.

El estimado de costos muestra el costo total del proyecto y el presupuesto muestra la erogación esperada en cada período de tiempo, debido a esto la base del presupuesto está constituida por el estimado del costo y el programa del proyecto.

El primer estimado de costo permitirá tomar la decisión o no de invertir en el proyecto, debido a esto debe ser tan preciso como la información disponible lo permita.

La adecuada estimación de los costos del proyecto es la base para la toma de decisiones y el control del avance del trabajo del administrador del proyecto. Si estos estimados no se apegan a los costos reales, se pierde el control y el proyecto costará más de lo necesario.

Sin embargo, resulta casi imposible concluir un proyecto con su estimado de costos inicial, por los siguientes factores, además de la falta de información en las etapas iniciales de la vida del proyecto. Por esta razón el administrador de proyectos se encuentra involucrado en la reestimación de los estimados del costo durante la vida del proyecto.

Los factores que intervienen en el estimado de costos son los siguientes:

- Ineficiencia de la administración, supervisores y mano de obra.
- La inflación en el costo de los materiales, equipos y servicios la cual afecta directamente el flujo de efectivo del proyecto. Los precios o tarifas utilizadas en la compilación del estimado de costos deben analizarse y corregirse en base a la proyección de la inflación durante el tiempo que durará el desarrollo del proyecto.
- Estimados de costos con información incompleta o supuesta al inicio del proyecto, lo cual se corrige elaborando estimados de costos a medida que el proyecto avanza y se va teniendo disponible la información.

- La forma del contrato define el control de los costos. El administrador del proyecto debe conocer los diferentes tipos de contratos en el trabajo de proyectos, para poder controlar sus costos.
- Los cambios al proyecto provocan ajustes al presupuesto del proyecto.

Una vez que el estimado del costo ha quedado integrado, debe ser expandido en el programa de ejecución para generar el presupuesto de erogaciones del proyecto, de esta manera se mantiene el control financiero y el control administrativo del proyecto.

El presupuesto puede ser construido manualmente a partir de un diagrama de barras como se muestra a continuación.

En la figura (2 - 18) se muestra los esquemas de la planeación de un ejemplo de proyecto simple. En la figura (2 – 19) se muestra el plan del proyecto y el presupuesto para este ejemplo.

La cantidad de trabajo se puede reducir considerablemente utilizando un sistema de cómputo.

Como ya se indicó en las técnicas de planeación, la forma tradicional de control presupuestario es a través del análisis de varianza en donde se comparan los costos reales contra costos presupuestados.

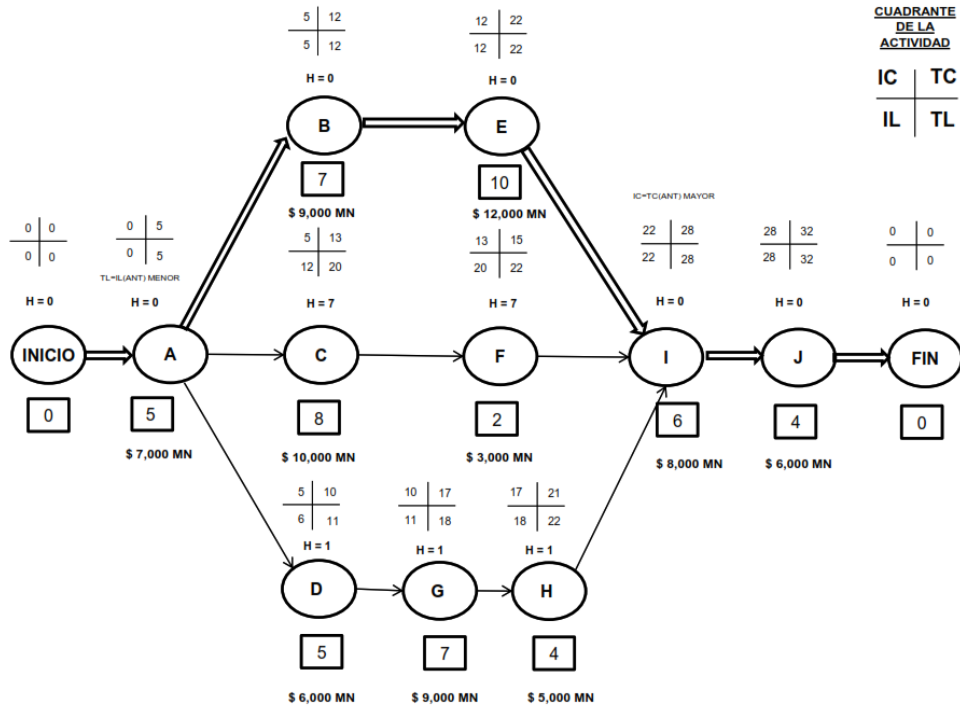
Esta forma de análisis no es suficiente para el control del trabajo del proyecto, porque solo indica si se ha gastado más o menos de lo presupuestado en el período en cuestión, pero no indica si por esa cantidad erogada se ha realizado el trabajo esperado o más o menos. A menos que se disponga de mayor información no es posible saber si la ejecución de la actividad tendrá un costo mayor o menor de lo presupuestado.

Para que el análisis de varianza de costos sea de utilidad en el proyecto, debe integrarse con un análisis de varianza de progreso,

empleando alguna medida de progreso cómo % de avance de actividades, inventarios físicos, etc.

Los primeros intentos de integrar el tiempo, el avance físico y el costo con fines de análisis de varianza, implicaron el asignar un costo a cada actividad individual mostrada en un diagrama de barras o una red de actividades como la generada por un sistema (PERT/COST). Permitiendo un análisis de varianza en cada actividad con la cantidad real contra la cantidad programada de los siguientes factores; Inicio, terminación, duración, costo, horas-hombre y costo unitario.

Sin embargo este tradicional análisis de varianza solo analiza los resultados históricos de actividades terminadas y no efectúa proyecciones a futuro para efecto de toma de decisiones.



ANÁLISIS DE TIEMPOS									
ACTIVIDAD	PRECEDENCIA	CONSECUENTE	DURACIÓN	FECHAS DE INICIO		FECHAS DE TERMINACIÓN		HOLGURA	
				TEMPRANA	TARDIA	TEMPRANA	TARDIA		
A	INICIO	A	5	0	0	5	5	0	CRITICA
B	A	B	7	5	5	12	12	0	CRITICA
C	A	C	8	5	12	13	20	7	
D	A	D	5	5	6	10	11	1	
E	B	E	10	12	12	22	22	0	CRITICA
F	C	F	2	13	20	15	22	7	
G	D	G	7	10	11	17	18	1	
H	G	H	4	17	18	21	22	1	
I	E,F,H	I	6	22	22	28	28	0	CRITICA
J	I	J	4	28	28	32	32	0	CRITICA

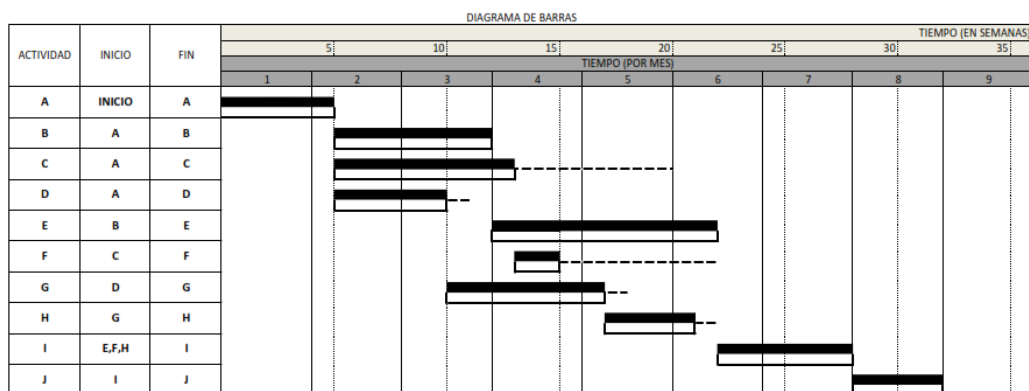
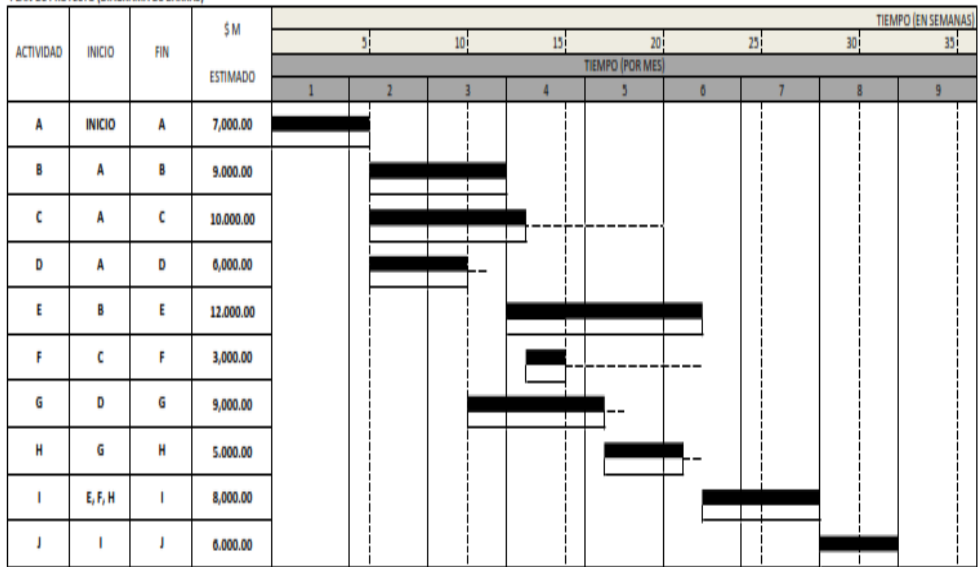


FIGURA 2 -18 PLANEACIÓN DE PROYECTO

PLAN DE PROYECTO (DIAGRAMA DE BARRAS)



PRESUPUESTO DE UN PROYECTO (MENSUAL \$ MILES)

ACTIVIDAD	INICIAL	FINAL	\$ M ESTIMADO	TIEMPO (EN SEMANAS)										
				TIEMPO (POR MES)										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A	INICIO	A	7,000.00	5,600.00	1,400.00									
B	A	B	9,000.00		5,142.86	3,857.14								
C	A	C	10,000.00		3,750.00	5,000.00	1,250.00							
D	A	D	6,000.00		3,600.00	2,400.00								
E	B	E	12,000.00				4,800.00	4,800.00	2,400.00					
F	C	F	3,000.00				3,000.00							
G	D	G	9,000.00			2,571.43	5,142.86	1,285.71						
H	G	H	5,000.00					3,750.00	1,250.00					
I	E, F, H	I	8,000.00						2,666.67	5,333.33				
J	I	J	6,000.00									6,000.00		
		<b>TOTAL</b>	<b>75,000.00</b>	<b>5,600.00</b>	<b>13,893.00</b>	<b>13,828.00</b>	<b>14,193.00</b>	<b>9,836.00</b>	<b>6,317.00</b>	<b>5,333.00</b>	<b>6,000.00</b>			

FIGURA 2 -19 PLAN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Para proyectos grandes resulta casi imposible recolectar y reportar los datos de costos, debido a que el nivel en que se reporta y el que se realiza el trabajo, son diferentes. Por lo general suele transcurrir un tiempo grande entre el momento en que se genera el costo (el cual se va acumulando hasta terminar la actividad) y el momento en que se genera el reporte correspondiente al nivel del administrador del proyecto.

## **2.5. Control de Proyectos.**

Es indispensable que los administradores de proyectos y administradores funcionales dispongan de medios para determinar cómo se está llevando a cabo el proyecto para tomar las acciones que minimicen el retraso y/o la sobre erogación que encarecen el proyecto. Un efectivo sistema de control les permitirá poner atención a las desviaciones de lo planeado y presupuestado cuando suceden.

Un sistema de control tiene dos funciones:

- Recolección y análisis de datos, emitiendo resultado de la eficiencia, avance y costo del proyecto.
- Crear la base de la información del proyecto para la toma de decisiones administrativas.

El control de proyectos se puede dividir en factores técnicos y en factores administrativos operativos.

Por un lado, el control de los factores técnicos lo realiza el personal técnico competente y especializado; y por otro lado el control de factores administrativos operativos, los cuales los realiza el administrador de proyectos, se refieren al avance de las tareas, el dinero, cambios al proyecto en alcance y especificaciones, adquisición de equipos y materiales, entre otros factores.

Los factores administrativos operativos resultan ser más difícil de controlar por las características dinámicas del trabajo multidisciplinario, en



donde muchas veces se debe integrar constantemente el trabajo de la organización con el de varias compañías, sin que exista una relación permanente entre sus administradores, ni un sistema de información integrado.

Esto obliga al administrador del proyecto que tenga entre sus principales responsabilidades el control total del proyecto.

El administrador de proyecto es el único administrador en la organización del proyecto en quien se centraliza la información y debe ser capaz de integrar el avance de los trabajos y el costo en todas las etapas del proyecto, a fin de poder efectuar un análisis y tomar una acción de control. Es el único administrador que puede evaluar el costo a futuro de las decisiones tomadas con anterioridad en el proyecto, y hacer un balance entre el tiempo, dinero y calidad.

Los métodos modernos de organización de los sistemas de control de proyectos, se basan en las siguientes premisas:

- Centros de control del programa y presupuesto del proyecto.
- Análisis del Estado del proyecto.
- Pronostico del costo final del proyecto.
- Otros factores que influyen en la eficiencia y el control del proyecto.

#### **2.5.1. Centros de control del programa y presupuesto del proyecto**

Para el control del programa y presupuesto del proyecto, se tienen tres tipos de centros de control posibles:

- Paquetes de trabajo.
- Gastos Generales (overhead).
- Cuentas de Costos.

Cada uno de estos se analizan de forma diferente.

#### **2.5.1.1. Paquetes de trabajo**

El paquete de trabajo es la unidad de estructuración de la planeación, presupuesto y control del proyecto. Cada paquete de trabajo representa una cantidad de trabajo significativo y observable, el cual debe ser suficientemente grande para simplificar el estimado y a la vez suficiente pequeña para permitir detectar desviaciones. Estos paquetes generalmente se relacionan con las actividades del diagrama de barras o redes de actividades.

El análisis de avance en los paquetes de trabajo es por el simple análisis de varianza como se mostró en la Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT). (ver punto 3.4.4.2.2)

Desde el punto de vista del monitoreo del avance y del costo, el factor clave del concepto de paquete de trabajo es que sea relativamente corto, medidos en semanas en lugar de meses, y que el avance global y el análisis de costos pueda ser basado principalmente en paquetes de trabajo ya terminados. Sin embargo, no debe intentarse esto sin un análisis; los paquetes de trabajo deben ser subdivisiones naturales y objetivas de trabajo.

El análisis de varianza realizado a los paquetes de trabajo resulta inoperante cuando se incrementa su número, no pudiendo reflejar el estado del proyecto ni hacerse un pronóstico del costo final. En estos casos, el estado del proyecto es más fielmente reflejado y controlado a través de los gastos generales y cuentas de costos.

Los costos directos como la mano de obra, los materiales y los sub-contratos generalmente son asignados sin dificultad a los paquetes de trabajo en un proyecto.

### **2.5.1.2. Gastos generales (overhead)**

Muchas actividades participan en un proyecto de forma general o de soporte y no pueden ser identificadas como pertenecientes a un paquete de trabajo específico. Estas actividades generan los denominados o también llamados costos indirectos. Por su imprecisa asignación suelen ser un problema administrativo que si no son apropiadamente manejados puede distorsionar el proceso de la toma de decisiones administrativas y hacer difícil el control del proyecto.

Los gastos generales o costos indirectos se pueden dividir en dos grupos, los cuales se manejan de forma diferente:

- Gastos generales de porcentaje del costo. Los canalizados a apoyar algún paquete de trabajo o cuenta de costos, basados en un porcentaje del costo del paquete de trabajo con el que tiene relación.
- Gastos generales de presupuesto. Los que no están directamente relacionados con los paquetes de trabajo o cuenta de costos pero que intervienen en el proyecto general, se establecen presupuestos por separado, asignándolos al proyecto como un todo o a partes representativas del mismos. Como son los costos administrativos del proyecto y los costos administrativos para la construcción.

### **2.5.1.3. Cuentas de costos**

Cuando el proyecto es pequeño el administrador del proyecto realiza un análisis del estado del proyecto como un todo, sin embargo cuando el proyecto es grande este tipo de análisis global es muy insensible y no permite ver las variaciones de sus partes. Por esta razón para proyectos grandes, el proyecto se debe dividir en segmentos, en cada uno de estos segmentos se aplica el análisis del estado del trabajo. A estos segmentos se les llaman cuentas de costos.

Estas cuentas de costos son puntos clave para la planeación administrativa, el análisis y el control del trabajo en el proyecto.

Cada cuenta de costos normalmente está integrada de varios paquetes de trabajo, la figura (2 - 20) muestra la estructura del desglose de trabajo (EDT), las cuentas de costo y los paquetes de trabajo para el ejemplo de la planeación de un proyecto mostrada en la figura 2 - 18. En este nivel base en cada unidad funcional se acumulan los costos, se mide el avance y se realiza el análisis del estado del trabajo.

Cada cuenta de costo es una asignación natural del trabajo en el proyecto debiendo tener la asignación formal de:

- Descripción del alcance del trabajo que va realizarse.
- Responsable del trabajo.
- Presupuesto programado para el trabajo.
- Recursos requeridos.
- Plan de ejecución
- Paquetes de trabajo que integran la cuenta de costo.

Como se ve en la figura (2 - 20) las cuentas de costos de los niveles superiores se identifican con los elementos de la estructura de desglose de trabajo (EDT). De esta manera se puede analizar el estado del trabajo por segmento del proyecto, para el proyecto completo y para la organización que trabaja el proyecto.

Al principio del proyecto cuando se define el sistema de información para su administración, se debe definir la estructura jerárquica de las cuentas de costos, el tamaño y el nivel base de las mismas, definiéndose el trabajo en términos de unidades manejables, con responsabilidades funcionales establecidas de manera clara y razonable.

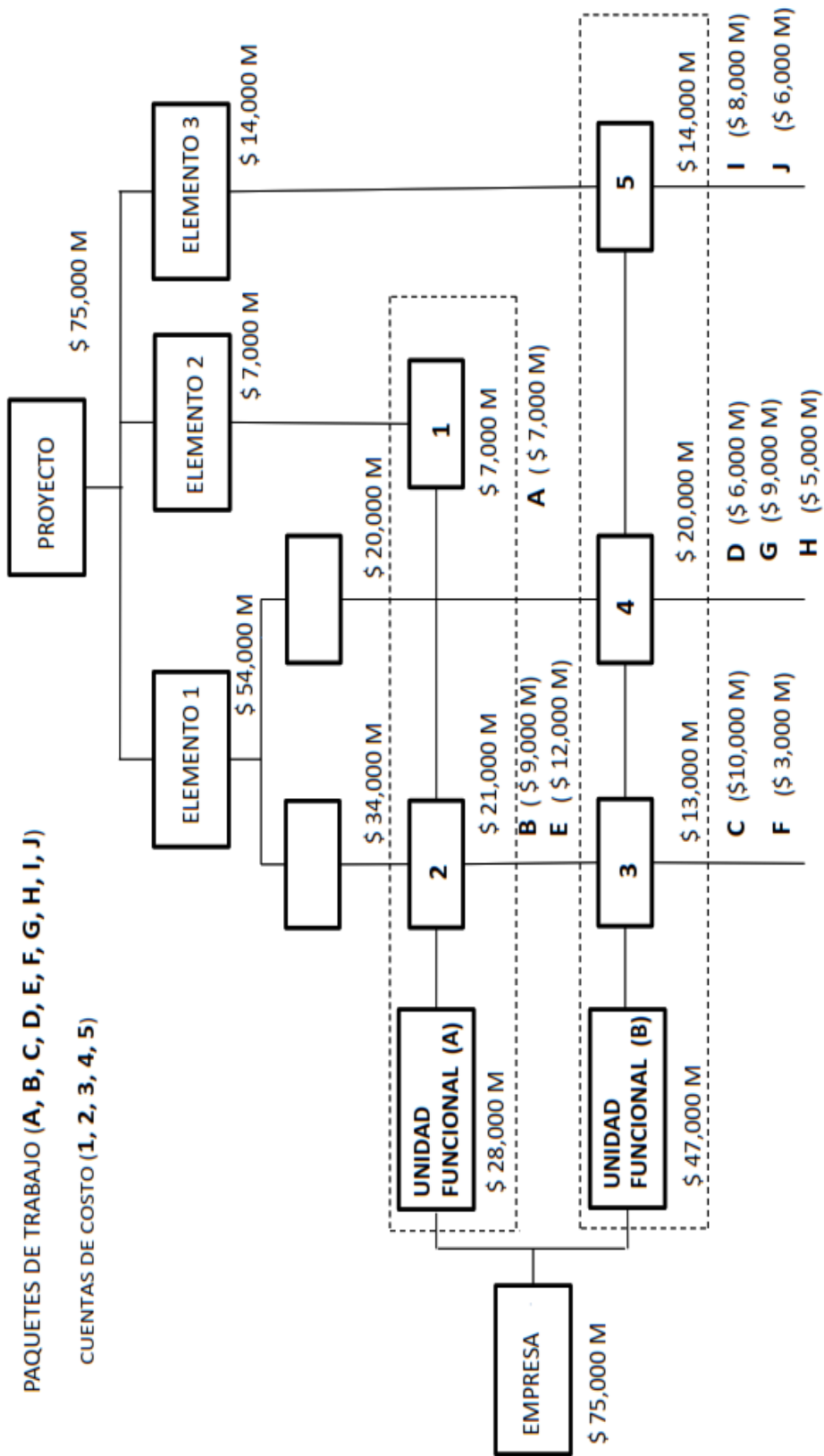


FIGURA 2 -20 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT) Y ESTIMADOS DE COSTO PARA EL EJEMPLO DE PLANEACIÓN DE UN PROYECTO

La interacción de la estructura del desglose de trabajo (EDT) y la estructura de la organización, establece el nivel inferior de las cuentas de costo. Esto permite a los administradores funcionales un punto clave de integración para todos los subsistemas y para el análisis, la planeación y el control administrativo.

El trabajo representado por esta intersección es la cuenta de costo base. Estas cuentas de costos pueden considerarse como si fueran contratos en una particular organización, con una persona responsable, con fechas programadas de inicio y terminación, con cierto requerimiento de recursos y un presupuesto programado. Para el ejemplo en la figura (2 - 20) se muestra las cuentas de costo de nivel base constituida de varios paquetes de trabajo y su consolidación en elementos de la EDT y en cuentas de costos en niveles superiores para tres elementos del proyecto y dos unidades funcionales (organizacionales). En la figura (2 - 21) muestra cómo podría elaborar el presupuesto del trabajo programado (CPTP) para las cuentas de costo del ejemplo.

Esto permite tener una estructura para planear y controlar todo el proyecto en sus diferentes niveles de jerarquía.

De la misma manera es posible integrar horizontalmente todas las cuentas de costo del nivel base y constituir así las cuentas de costo de cada unidad funcional.

Cualquier variación en el proyecto puede ser rastreado a través de la EDT, hasta el nivel base de cuentas de costo y aún a nivel de paquete de trabajo y organización responsable del mismo.

El estado de la organización del proyecto y de las unidades funcionales, puede analizarse de la misma manera.



## **2.5.2. Análisis del estado del proyecto.**

El método de análisis para establecer el estado del proyecto se basa en el concepto de plusvalía y el análisis de la curva de avance conocida como curva "S". Todo esto a través de la estructura de desglose de trabajo (EDT) a nivel de cuentas de costo.

El concepto de plusvalía es una medida comparativa del valor presupuestado para el trabajo realmente desarrollado, por un lado, con el valor presupuestado para el trabajo que debió ser realizado y por otro lado lo que realmente costo, en un mismo período.

Este método utiliza los siguientes elementos:

### **2.5.2.1. Elementos para el análisis del estado de proyecto**

#### **2.5.2.1.1. Costo presupuestado para el trabajo programado (CPTP)**

Este es el costo contra el que se mide el estado de avance del proyecto y de las cuentas de costo individuales.

Este CPTP a nivel de cuenta de costos consiste en el total de los presupuestos de todos los paquetes de trabajo que se programa terminar completamente, más el presupuesto de la porción del trabajo que se está desarrollando y que está programado terminar, más los presupuestos de los costos generales para ese período.

La figura (2 – 21) muestra el CPTP para el proyecto de ejemplo.

#### **2.5.2.1.2. Costo presupuestado del trabajo realizado (CPTR)**

Este costo consiste del costo presupuestado de todos los trabajos realmente terminados en un cierto período de tiempo. Este normalmente se determina para períodos individuales de tiempo y en base acumulada.



Este CPTR a nivel de cuenta de costos consiste en el total de los presupuestos de los paquetes de trabajo realmente terminados, más el presupuesto de la porción del trabajo de los paquetes en desarrollo ya terminados, más los presupuestos asociados por concepto de los costos generales.

La figura (2 – 22) muestra el CPTR para el período 3 del proyecto de ejemplo.

(La mayor dificultad en la determinación del CPTR es la evaluación del porcentaje de avance de las tareas que aún no han sido concluidas en los períodos)

#### **2.5.2.1.3. Costo real del trabajo realizado (CRTR)**

Este costo consiste en el costo facturado en el período.

Este CRTR se determina a nivel de cuenta de costos, a nivel de paquete de trabajo o a nivel de tareas individuales, dependerá del tamaño de la actividad.

Con estos tres elementos de datos es posible efectuar un análisis del estado del trabajo que integre el programa y el costo. Ver la figura (2 – 23) en donde se muestra la integración del costo y el programa del ejemplo. En combinación con la estructura de desglose de trabajo (EDT), este análisis puede realizarse en cualquier parte del proyecto para su organización específica y para el proyecto global.

#### **2.5.2.2. Análisis de las Variaciones del avance del proyecto.**

En términos de costos, las variaciones del avance del proyecto se pueden dividir en dos, por un lado, la variación del costo real (VCR) el cual indica si el trabajo desarrollado tiene un costo mayor de lo estimado o no. Por otro lado, la variación del costo programado (VCP) nos da una medida de que tan adelante o atrás está el gasto de la cuenta de costos, los

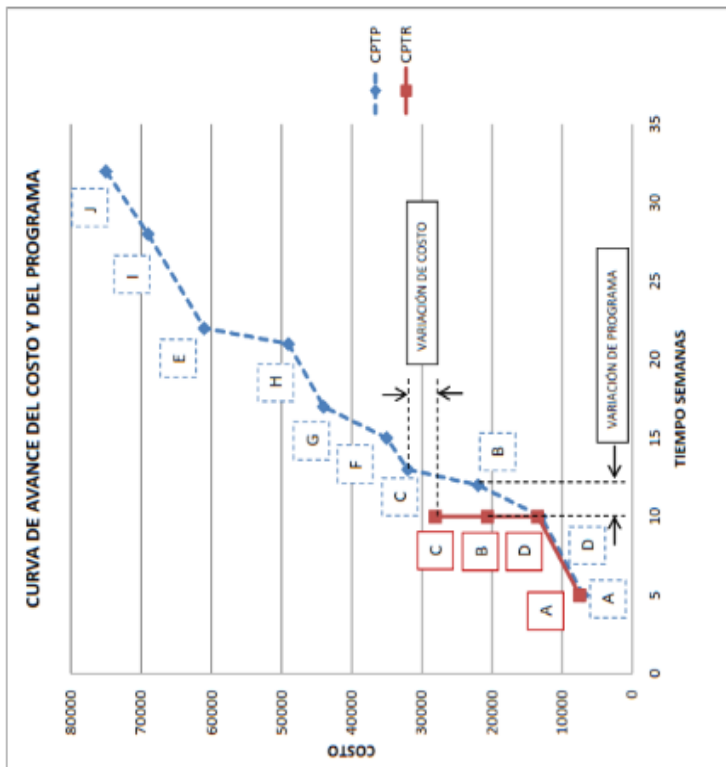
**COSTO PRESUPUESTADO PARA EL TRABAJO REALIZADO (CFTR) \* PERIODO 3\***

POR CUENTA DE COSTO	S M ESTIMADO	AVANCE		CFTR ACUMULADO		CFTR ANTERIOR		CFTR EJERCIDO	
		VALOR	%	VALOR	CALCULO	VALOR	CALCULO	VALOR	CALCULO
<b>CUENTA DE COSTO No. 1</b>	7,000	100.00		7,000	$(7000/7000)*100$	7,000	$(7000*100)/100$	0	$7000-7000$
Paquete de Trabajo A	7,000	100.00		7,000	$(7000/7000)*100$	7,000	7,000	0	0
<b>Total</b>	<b>7,000</b>	<b>100.00</b>		<b>7,000</b>		<b>7,000</b>	<b>7,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>CUENTA DE COSTO No. 2</b>	9,000	85.00		7,650	$(7650/9000)*100$	3,278	$3837*0.85$	4,372	$7650-3278$
Paquete de Trabajo B	12,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0-0
Paquete de Trabajo E	21,000	36.43		7,650	$(7650/21000)*100$	3,278	3,278+0	4,372	4372+0
<b>Total</b>	<b>21,000</b>	<b>36.43</b>		<b>7,650</b>		<b>3,278</b>	<b>3,278+0</b>	<b>4,372</b>	<b>4372+0</b>
<b>CUENTA DE COSTO No. 3</b>	10,000	85.00		7,438	$(8500/10000)*100$	4,250	$5000*0.85$	3,188	$7438-4250$
Paquete de Trabajo C	3,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0-0
Paquete de Trabajo F	13,000	65.38		7,438	$(8500/13000)*100$	4,250	4,250+0	3,188	3188+0
<b>Total</b>	<b>13,000</b>	<b>65.38</b>		<b>7,438</b>		<b>4,250</b>	<b>4,250+0</b>	<b>3,188</b>	<b>3188+0</b>
<b>CUENTA DE COSTO No. 4</b>	6,000	100.00		6,000	$(6000+2400)/(6000)*100$	2,400	$3400*1$	3,000	$6000-2400$
Paquete de Trabajo D	9,000	0.00		0	0.00	0	0	0**	0-0
Paquete de Trabajo G	5,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0-0
Paquete de Trabajo H	20,000	30.00		6,000	$(6000/20000)*100$	2,400	2400+0+0	3,000	3000+0+0
<b>Total</b>	<b>20,000</b>	<b>30.00</b>		<b>6,000</b>		<b>2,400</b>	<b>2400+0+0</b>	<b>3,000</b>	<b>3000+0+0</b>
<b>CUENTA DE COSTO No. 5</b>	8,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0
Paquete de Trabajo I	6,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0
Paquete de Trabajo J	14,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>14,000</b>	<b>0.00</b>		<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>75,000</b>	<b>37.45</b>		<b>28,088</b>	$(7000+7650+7438+6000+0)/75000*100$	<b>16,928</b>	<b>7000+3278+4250+2400+0</b>	<b>11,100</b>	<b>0+4372+3188+3000+0</b>

POR UNIDAD FUNCIONAL	S M ESTIMADO	AVANCE		CFTR ACUMULADO		CFTR ANTERIOR		CFTR EJERCIDO	
		VALOR	%	VALOR	CALCULO	VALOR	CALCULO	VALOR	CALCULO
<b>UNIDAD FUNCIONAL A</b>	7,000	100.00		7,000	$(7000/7000)*100$	7,000	$(7000*100)/100$	0	$7000-7000$
Cuenta de Costo No 1	21,000	36.43		7,650	$(7650/21000)*100$	3,278	$(3837*0.85)+0$	4,372	$7650-3278$
Cuenta de Costo No 2	28,000	52.32		14,650	$(14650/28000)*100$	10,278	$7000+7650$	4,372	$0+4372$
<b>Total</b>	<b>28,000</b>	<b>52.32</b>		<b>14,650</b>		<b>10,278</b>	<b>7000+3278</b>	<b>4,372</b>	<b>0+4372</b>
<b>UNIDAD FUNCIONAL B</b>	13,000	65.38		7,438	$(8500/13000)*100$	4,250	$(5000*0.85)+0$	3,188	$7438-4250$
Cuenta de Costo No 3	20,000	30.00		6,000	$(6000/20000)*100$	2,400	$(2400*1)+0+0$	3,000	$6000-2400$
Cuenta de Costo No 4	14,000	0.00		0	0.00	0	0	0	0-0
Cuenta de Costo No 5	47,000	30.85		13,438	$(13438/47000)*100$	6,650	$4250+2400+0$	6,788	$3188+3000+0$
<b>Total</b>	<b>47,000</b>	<b>30.85</b>		<b>13,438</b>		<b>6,650</b>	<b>4250+2400+0</b>	<b>6,788</b>	<b>3188+3000+0</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>75,000</b>	<b>37.45</b>		<b>28,088</b>	$(14650+13438)/75000*100$	<b>16,928</b>	<b>10278+6050</b>	<b>11,100</b>	<b>4372+0788</b>

\*\* No se inició la actividad en este periodo como se tenía presupuestado.

**FIGURA 2 -22 CALCULO DEL COSTO PREPUESTADO PARA EL TRABAJO REALIZADO (CFTR) PARA EL PERIODO 3.**



CURVA DE AVANCE

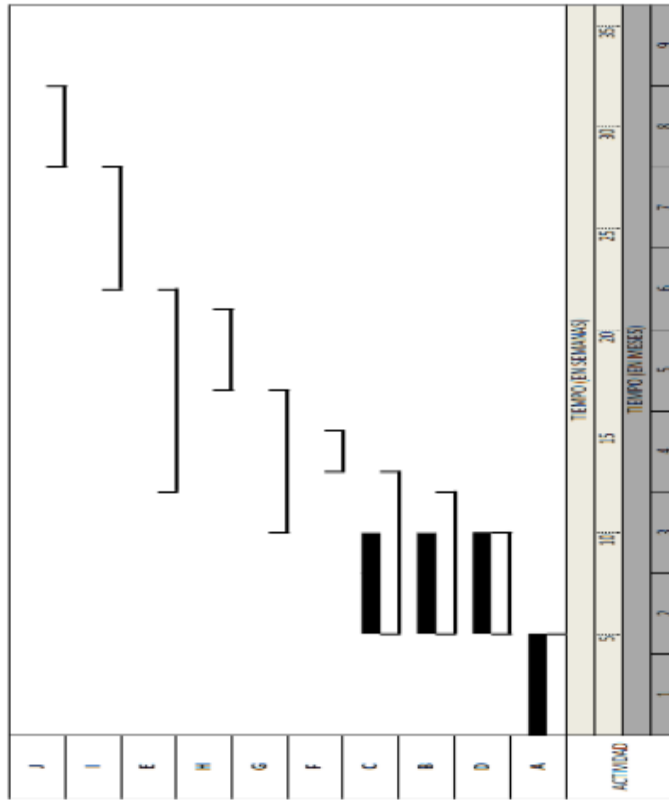


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA 2 - 23 INTEGRACIÓN DEL COSTO Y EL PROGRAMA

elementos de la estructura de desglose de trabajo (EDT) o el avance del proyecto.

El análisis de las variaciones de costos real (VCR) y las variaciones del costo programado (VCP), revelan los factores que contribuyen a dichas variaciones. Como por ejemplo estimados iniciales demasiado bajos, dificultades técnicas que requieren de recursos adicionales, costos de mano de obra y materiales diferentes de lo planeado o combinación de estas.

#### **2.5.2.2.1. Variación de costo real (VCR)**

La VCR se calcula en base a la diferencia entre el costo presupuestado y el costo real del trabajo realizado, para un período particular de la siguiente manera:

$$VCR = CPTR - CRTR$$

#### **2.5.2.2.2. Variación del costo programado (VCP)**

La VCP se calcula en base a la diferencia entre el costo presupuestado del trabajo realizado y el trabajo programado, para un período particular de la siguiente manera:

$$VCP = CPTR - CPTP$$

Estas variaciones solo indican el valor monetario del trabajo realizado (curva de avance), sin embargo, no indican el nivel de cumplimiento con las fechas programadas de la ejecución de las tareas. Por esta razón debe utilizar un sistema de programación y registro de actividades (diagrama de barras), para determinar el estado de cada actividad o fechas específicas de conclusión, en donde se integran el costo y el programa. Ver figura 2 – 23

Como referencia en el análisis del proyecto, en la siguiente tabla se muestran hipotéticamente los diferentes escenarios posibles en el análisis

del estado de un proyecto, considerando la variación del costo real (VCR) y la variación del costo programado (VCP).

<b>ANÁLISIS DE VARIACIÓN DEL COSTO</b>						
CPTP	CPTR	CRTR	VCR	VCP	Análisis del Costo Real	Análisis del Costo Programado
4	4	4	0	0	En costo	En Programa
4	4	3	1	0	Abajo del costo	En Programa
4	4	5	-1	0	Costo excedido	En Programa
3	4	4	0	1	En costo	Adelante del programa
3	4	3	1	1	Abajo del costo	Adelante del programa
3	4	5	-1	1	Costo excedido	Adelante del programa
5	4	4	0	-1	En costo	Programa retrasado
5	4	3	1	-1	Abajo de costo	Programa retrasado
5	4	5	-1	-1	Costo excedido	Programa retrasado

En términos de las variaciones de costos reales y variaciones de costo programados encontradas en el análisis de los estados mensuales del proyecto, podría no detectarse a simple vista desviaciones significativas. Por esta razón, otra forma del análisis de los estados mensuales del proyecto es por medio del índice del estado del costo real (IECR) y el índice del estado del costo programado (IECP), para detectar si hay problemas o no en el proyecto.

### **2.5.2.3. Análisis de los índices del estado del proyecto**

#### **2.5.2.3.1. Índice del estado del costo real (IECR)**

El IECR se calcula dividiendo el costo presupuestado entre el costo real del trabajo realizado, para un período particular de la siguiente manera:

$$\text{IECR} = \text{CPTR} / \text{CRTR}$$

#### **2.5.2.3.2. Índice del estado del costo programado (IECP)**

El IECP se calcula dividiendo el costo presupuestado del trabajo realizado y el trabajo programado, para un período particular de la siguiente manera:

$$\text{IECP} = \text{CPTP} / \text{CPTR}$$

De la misma manera como referencia en el análisis del proyecto, en la siguiente tabla se muestran hipotéticamente los diferentes escenarios posibles en el análisis del estado de un proyecto, considerando el índice del estado del costo real del proyecto (IECR) y el índice del estado del costo programado (IECP).

<b>ANÁLISIS DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL COSTO</b>						
CPTP	CPTR	CRTR	IECR	IECP	Análisis del Costo Real	Análisis del Costo Programado
4	4	4	1	1	En costo	En Programa
4	4	3	1.33	1	Abajo del costo	En Programa
4	4	5	0.8	1	Costo excedido	En Programa
3	4	4	1	1.33	En costo	Adelante del programa
3	4	3	1.33	1.33	Abajo del costo	Adelante del programa
3	4	5	0.8	1.33	Costo excedido	Adelante del programa
5	4	4	1	0.8	En costo	Programa retrasado
5	4	3	1.33	0.8	Abajo de costo	Programa retrasado
5	4	5	0.8	0.8	Costo excedido	Programa retrasado

Un índice con valor de 1 representa un desarrollo conforme a lo programado. Un índice menor a 1 representa un desarrollo pobre respecto a lo programado y un índice mayor a 1 representa un desarrollo superior respecto a lo programado.

Para finalizar el análisis del estado del proyecto, se realiza un pronóstico del costo final del proyecto, como se indica a continuación.

### **2.5.3. Pronóstico del costo final del proyecto**

En el desarrollo del proyecto normalmente se necesita pronosticar el costo final del proyecto, para determinar el flujo de efectivo y la viabilidad del proyecto ya iniciado el proyecto.

El siguiente método da un punto de referencia respecto a otros métodos más precisos. Este método es una extrapolación de los resultados que se van teniendo en el desarrollo del proyecto.

Con este método se puede pronosticar el costo para finalizar el trabajo, una vez que se hayan iniciado las siguientes partes del proyecto:

- Cuentas de costos individuales.
- Cuentas de costos de unidades funcionales.
- Partidas de la estructura de desglose de trabajo (EDT).

El costo estimado para finalizar el trabajo (CEFT) se calcula dividiendo el monto presupuestado para realizar el trabajo remanente entre el índice del estado del costo real conforme a la siguiente expresión:

$$\text{CEFT} = (\text{PGP} - \text{CPTR}) / \text{IECR}$$

En donde:

CEFT (Costo estimado para finalizar el trabajo remanente)

PGP (Presupuesto global del proyecto)

CPTR (Costo presupuestado para el trabajo realizado)

PGP – CPTR (Monto presupuestado para realizar el trabajo remanente)

IECR (Índice del estado del costo real)

El costo estimado global (CEG) se calcula sumando el costo real del trabajo realizado más el costo estimado para finalizar el trabajo remanente conforme la siguiente expresión:

$$\text{CEG} = \text{CRTR} + \text{CEFT}$$

En donde:

CEG (Costo estimado global)

CRTR (Costo real del trabajo realizado)

CEFT (Costo estimado para finalizar el trabajo remanente)

La variación del costo global (VCG) se calcula restando el presupuesto global del proyecto menos el costo estimado global conforme la siguiente expresión:

$$VCG = PGP - CEG$$

En la figura (2 – 24) se representa una curva típica de análisis del estado del proyecto, la cual durante el desarrollo del proyecto se muestra gráficamente la determinación de la variación del costo real (VCR) y la variación de costo programado (VCP); de la misma manera se muestra gráficamente el costo final del proyecto a través del costo estimado para finalizar el trabajo remanente “retraso” (CEFT) y el costo estimado global del proyecto (CEG).

Para el análisis del estado del proyecto del ejemplo, el costo estimado global del proyecto al término del tercer mes de desarrollo, se muestra en las figuras 2 – 25 (A) Análisis del estado ejercido y 2 – 25 (B) Análisis del estado acumulado.

En donde:

$$IECR = 0.848$$

$$(PGP - CPTR) = \$ 75,000 - \$ 28,088 = \$46,912$$

$$CEFT = (PGP - CPTR) / IECR = \$46,912 / 0.848 = \$55,320$$

$$CEG = CRTR + CEFT = \$33,107 + \$55,320 = \$88,427$$

En el caso de las partes del proyecto que no se han iniciado, aparentemente no se puede hacer un pronóstico, sin embargo, el considerar el estado global promedio de todas las partidas es un buen



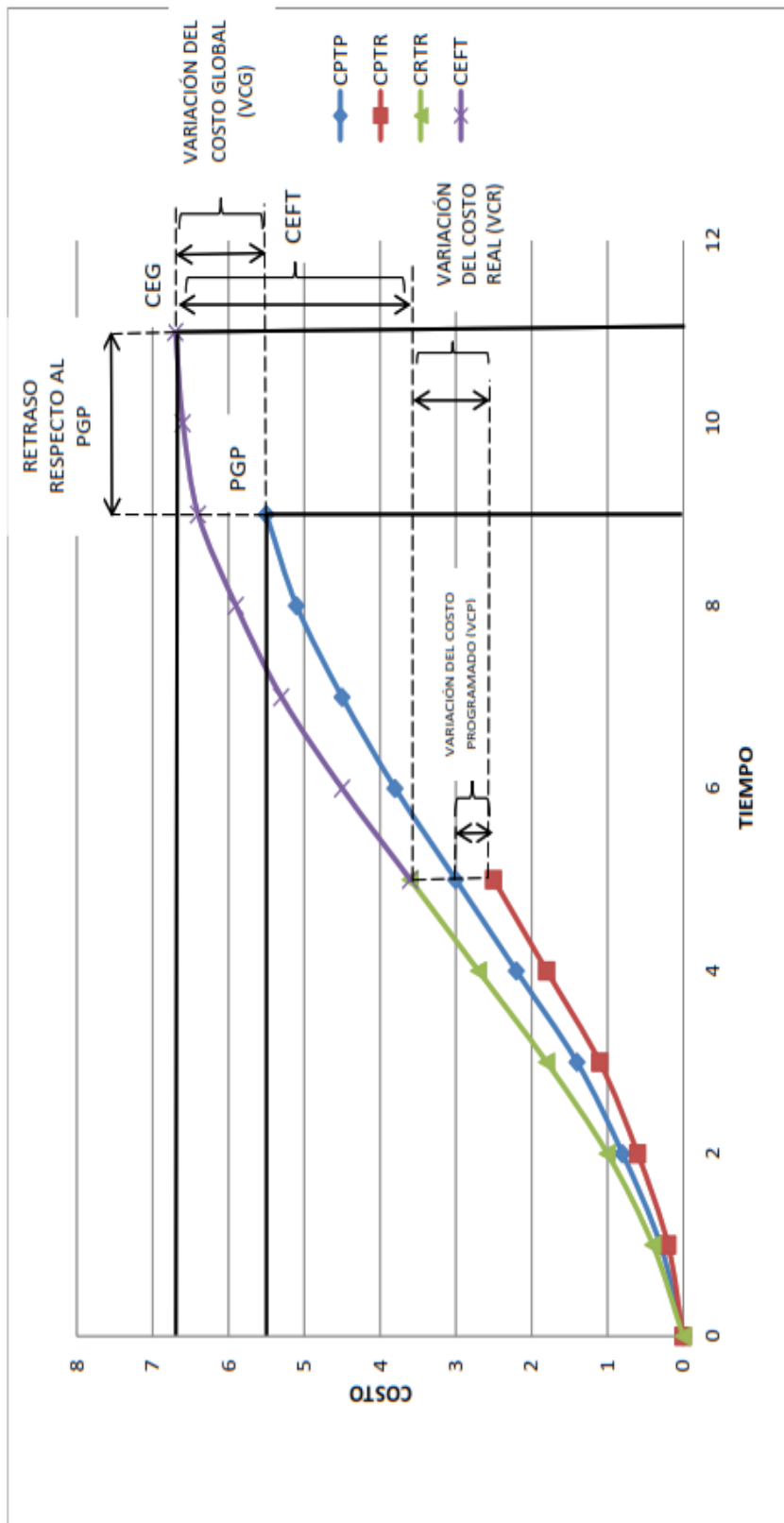


FIGURA 2 – 24 CURVA TÍPICA DE AVANCE DE PROYECTO

ANÁLISIS DEL ESTADO EJERCIDO DEL TRABAJO PARA EL PERÍODO 3																		
(EN BASE AL COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO PROGRAMADO (CPTP) "REFERENCIA FIGURA 2-21" Y EL COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO REALIZADO (CFTR) "REFERENCIA FIGURA 2-22")																		
CUENTA DE COSTO	COSTO PRESUPUESTADO				COSTO REAL				VARIACIÓN (COSTO)				ÍNDICE DE ESTADO (COSTO)				ANÁLISIS EN CUANTO A LOS COSTOS	
	CPTP	CPTP CALCULO	CPTR EJERCIDO	CPTR EJERCIDO CALCULO	CPTR EJERCIDO	CPTR EJERCIDO CALCULO	CFTR FACTURADO	CFTR FACTURADO	PROGRAMA (VCP)	PROGRAMA (VCP) CALCULO	REAL (VCR)	REAL (VCR) CALCULO	PROGRAMA (IECP)	PROGRAMA (IECP) CALCULO	REAL (IECR)	REAL (IECR) CALCULO	VARIACIÓN / ÍNDICE (COSTO REAL)	VARIACIÓN / ÍNDICE (COSTO PROGRAMA)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
2	3837	3837	4372	7050-3278	4900	4900	4900	4900	515	4372-3837	-528	4372-4900	1.134	4372 / 3837	0.892	4372 / 4900	EXCEDIDO	ADELANTE
3	5000	5000	3188	7438 - 4250	5500	5500	5500	-1812	3188-5000	-2312	3188-5500	0.038	3188 / 5000	0.380	3188 / 5500	EXCEDIDO	RETRAZADO	
4	4971	[2400 + 2571]	3000	0000 - 2400	4100	4100	4100	-1371	3000-4971	-500	3000-4100	0.724	3000 / 4971	0.878	3000 / 4100	EXCEDIDO	RETRAZADO	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
<b>PROYECTO</b>	<b>13828</b>	<b>13828</b>	<b>11100</b>	<b>11100</b>	<b>14500</b>	<b>14500</b>	<b>14500</b>	<b>-2068</b>	<b>-2068</b>	<b>-3340</b>	<b>-3340</b>	<b>0.807</b>	<b>0.807</b>	<b>0.770</b>	<b>0.770</b>	<b>0.770</b>		

FIGURA 2 - 25 (A) REPORTE DEL ESTADO EJERCIDO DEL PROYECTO PARA EL PERÍODO 3

ANÁLISIS DEL ESTADO ACUMULADO DEL TRABAJO PARA EL PERÍODO 3 (EN BASE AL PRESUPUESTO DEL PROYECTO "REFERENCIA FIGURA 2-21" Y AL COSTO ACUMULADO "REFERENCIA FIGURA 2-22")															
CUENTA DE COSTO		COSTO PRESUPUESTADO				COSTO REAL		VARIACIÓN (COSTO)				ÍNDICE DE ESTADO (COSTO)			
No.	CEPT	CEPT CALCULO	CFTR ACUMULADO	CFTR CALCULO	CFTR FACTURADO	PROGRAMA (VCP)	PROGRAMA (VCF) CALCULO	REAL (VCR)	PROGRAMA (IECP)	PROGRAMA (IECP) CALCULO	REAL (IECR)	PROGRAMA (IECP) CALCULO	REAL (IECR)	PROGRAMA (IECP) CALCULO	REAL (IECR) CALCULO
1	7000	5000 + 1400	7000	7000	7700	0	7000 - 7000	-700	1.000	7000 / 7000	0.909	7000 / 7000	0.909	7000 / 7000	7000 / 7700
2	5000	5143 + 3857	7050	(5143 + 3857) / 0.85	8370	-1350	7050 - 9000	-720	0.850	7050 / 9000	0.914	7050 / 9000	0.914	7050 / 8370	7050 / 8370
3	8750	3750 + 5000	7438	(3750 + 5000) / 0.85	9825	-1312	7438 - 8750	-2387	0.850	7438 / 8750	0.737	7438 / 8750	0.737	7438 / 9825	7438 / 9825
4	8571	3600 + 2400 + 2571	6000	(3600 + 2400) / 1	7212	-2571	6000 - 8571	-1212	0.700	6000 / 8571	0.832	6000 / 8571	0.832	6000 / 7212	6000 / 7212
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PROYECTO GLOBAL</b>	<b>33321</b>	<b>Σ CFTP</b>	<b>28088</b>	<b>Σ CFTR ACUMULADO</b>	<b>33107</b>	<b>-5233</b>	<b>28088 - 33321</b>	<b>-5019</b>	<b>0.843</b>	<b>28088 / 33321</b>	<b>0.848</b>	<b>28088 / 33321</b>	<b>0.848</b>	<b>28088 / 33107</b>	<b>28088 / 33107</b>
U. FUNCIONAL (A)	16000	7000 + 9000	14650	7000 + 7650	16070	-1350	14650 - 16000	-1420	0.910	14650 / 16000	0.912	14650 / 16000	0.912	14650 / 16070	14650 / 16070
U. FUNCIONAL (B)	17321	8750 + 8571 + 0	13438	7438 + 6000 + 0	17037	-3883	13438 - 17321	-3599	0.770	13438 / 17321	0.789	13438 / 17321	0.789	13438 / 17037	13438 / 17037
<b>PROYECTO GLOBAL U. FUNCIONAL</b>	<b>33321</b>	<b>Σ CFTP</b>	<b>28088</b>	<b>Σ CFTR ACUMULADO</b>	<b>33107</b>	<b>-5233</b>	<b>Σ VCP</b>	<b>-5019</b>	<b>0.840</b>	<b>Σ VCR</b>	<b>0.850</b>	<b>Σ IECP</b>	<b>0.850</b>	<b>Σ IECR</b>	<b>Σ IECR</b>

CUENTA DE COSTO	ESTIMADO \$[M]	COSTO REMANENTE			COSTO ESTIMADO GLOBAL			VARIACIÓN GLOBAL		
		CEFT	CEFT CALCULO	CEFT / 0.912	CEG	CEG CALCULO	CEG / 0.912	VG	VG CALCULO	VG / 0.912
1	7000	0	(7000 - 7000) / 0.909	7700	0 + 7700	-700	7000 - 7700	-700	7000 - 7700	-700
2	21000	14006	(21000 - 7050) / 0.914	22976	14006 + 8370	-1976	21000 - 22976	-1976	21000 - 22976	-1976
3	13000	7347	(13000 - 7438) / 0.737	17172	7347 + 9825	-4172	13000 - 17172	-4172	13000 - 17172	-4172
4	20000	16827	(20000 - 6000) / 0.832	24040	16828 + 7212	-4040	20000 - 24040	-4040	20000 - 24040	-4040
5	14000	17744	(14000 - 0) / 0.789	17744	17744 + 0	-3744	14000 - 17744	-3744	14000 - 17744	-3744
<b>PROYECTO GLOBAL</b>	<b>75000</b>	<b>55321</b>	<b>(75000 - 28088) / 0.848</b>	<b>88427</b>	<b>33107 + 55320</b>	<b>-13427</b>	<b>75000 - 88427</b>	<b>-13427</b>	<b>75000 - 88427</b>	<b>-13427</b>
U. FUNCIONAL (A)	28000	14638	(28000 - 14650) / 0.912	30708	14638 + 16070	-2708	28000 - 30708	-2708	28000 - 30708	-2708
U. FUNCIONAL (B)	47000	42537	(47000 - 13438) / 0.789	25959	42542 + 17037	-12599	47000 - 25959	-12599	47000 - 25959	-12599
<b>PROYECTO GLOBAL U. FUNCIONAL</b>	<b>75000</b>	<b>55191</b>	<b>(75000 - 28088) / 0.850</b>	<b>88297</b>	<b>33107 + 55190</b>	<b>-13297</b>	<b>75000 - 88297</b>	<b>-13297</b>	<b>75000 - 88297</b>	<b>-13297</b>

FIGURA 2 - 25 (B) REPORTE DEL ESTADO ACUMULADO DEL PROYECTO PARA EL PERÍODO 3

punto de inicio del pronóstico, en el ejemplo considerando las cuentas de costos para el proyecto global se tiene un IECR de 0.848, haciendo un pronóstico de un CEG de \$88,427.

Por otro lado, otro método de pronóstico es considerar los valores que nos dan los obtenidos por las unidades funcionales del proyecto (departamento A y departamento B). Esto es porque una unidad funcional que sea responsable de varias cuentas de costos trabajadas en un inicio puede ser empleada para pronosticar el estado de cuentas de costo que inician en fechas posteriores, ver la figura 2 - 25 (B).

En donde:

$$\text{IECR} = 0.850$$

$$(\text{PGP} - \text{CPTR}) = \$ 75,000 - \$ 28,088 = \$46,912$$

$$\text{CEFT} = (\text{PGP} - \text{CPTR}) / \text{IECR} = \$46,912 / 0.850 = \$55,190$$

$$\text{CEG} = \text{CRTR} + \text{CEFT} = \$33,107 + \$55,190 = \$88,297$$

En este ejemplo se muestran solo dos métodos para el proyecto al finalizar el tercer mes de ejecución, uno es el estado global promedio que tiene el proyecto y el otro es el estado que tienen las unidades funcionales (departamento A y departamento B) de la organización. Esto da un CEG de \$88,427 y \$88,297 respectivamente, considerando el retraso en el proyecto en los tres meses de su ejecución, comparado con el PGP (Presupuesto global del proyecto) que es de \$75,000.

#### **2.5.4. Otros factores que intervienen en la eficiencia y el control del proyecto.**

A continuación, se mencionan algunos aspectos que deben tomarse en cuenta para poder ser eficientes en el control del proyecto.

#### **2.5.4.1. Actitud consiente del costo del proyecto.**

La distribución real del costo en las diferentes fases del proyecto varía de proyecto a proyecto y de industria a industria, sin embargo, las gráficas típicas de distribución de costo son similares a las presentadas en la figura 2 - 26.

La eficiencia de la administración y la productividad de cada etapa del proyecto influyen en el costo de cada fase, sin embargo, las principales influencias en el costo total del proyecto, son las decisiones tomadas y el trabajo realizado en la fase inicial de pre inversión y en las etapas de diseño preliminar (Ingeniería Básica) y diseño de ingeniería (ingeniería de detalle). La inversión del 10% al 15% del costo total del proyecto realizado en estas etapas iniciales, determina trascendentalmente el gasto en las siguientes etapas.

Las normas, los estándares del proyecto y las políticas existentes que gobiernen el proyecto, deben ser cuestionadas en el inicio del proyecto, momento en que se debe decidir si son las adecuadas y en su defecto plantear alternativas; si son demasiado exigentes pueden afectar sin que exista una ventaja real en la calidad.

Por esta razón desde las primeras etapas del ciclo de vida del proyecto se debe poner atención al control del costo del mismo.

Este énfasis en el control del costo que conscientemente se aplica a normas y especificaciones, debe extenderse a las oficinas de dibujo, a fin de eliminar detalles innecesarios. Optimizando los diseños terminados, en donde simples cambios pueden generar ahorros sustanciales.

En la fase de inversión el control en las etapas de procura y construcción, están más relacionadas con el control de calidad de lo proyectado.

FASES DEL PROYECTO	FASE DE PREINVERSIÓN							FASE DE INVERSIÓN			FASE OPERACIONAL
	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE PROYECTO (IDEAS)	SELECCIÓN PRELIMINAR (ESTUDIO PREVIABILIDAD)	FORMULACIÓN DEL PROYECTO (ESTUDIO VIABILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO)	EVALUACIÓN Y ADAPTACIÓN DE DECISIONES	NEGOCIACIÓN Y CELEBRACIÓN DE CONTRATOS	PREPARACIÓN DEL PLAN DEL PROYECTO	CONSTRUCCIÓN	INICIACIÓN DE ACTIVIDADES	FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA		
ETAPAS DEL PROYECTO											
CURVA DE PROMOCIÓN DE INVERSIONES											
CURVA DE GASTOS POR CONCEPTO DE INVERSIONES DE CAPITAL											
CURVA EN LA EJECUCIÓN Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS											

FIGURA 2 - 26 PROCESO DE GASTOS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS TÍPICOS

En general los administradores de alto nivel y el administrador del proyecto deben poner énfasis en motivar a todo el personal involucrado en el proyecto hacia la limitación de los costos, sin que esto provoque el detrimento de la calidad técnica y el tiempo de ejecución. Creando una actitud mental en donde exista un balance entre el tiempo, el costo y la calidad.

Esta actitud mental genera que el control de costos sea eficaz.

#### **2.5.4.2. Control de cambios al proyecto.**

Una de las causas más frecuentes de retraso, elevación del costo y baja productividad del personal son los cambios al proyecto.

Los cambios de diseño durante las etapas de ingeniería y construcción cuestan más y toman más tiempo que si desde el inicio se hubiera incluido en el alcance original del proyecto. Debido a que se perturba la secuencia establecida por el cambio de diseño y también las actividades interrelacionadas del proyecto.

Los efectos negativos sobre el desarrollo del proyecto por los cambios mencionados son los siguientes:

- Incrementan los costos.
- Causan retrasos.
- Reducen la productividad del personal.
- Dañan las relaciones entre el administrador del proyecto y los administradores funcionales.

Los cambios pueden ocurrir en cualquier etapa del proyecto y pueden surgir por varias razones:

- Cambios de especificaciones o alcance del proyecto por errores, omisiones del diseño original o el deseo de introducir los últimos

avances tecnológicos, pueden ser aceptables al inicio del proyecto pero en etapas posteriores suelen ser muy caros. Estos se deben evitar en lo posible y discutirse en la administración de alto nivel.

- Cambios debidos a requerimientos legales y de seguridad, estos deben ser efectuados.
- Cambios que justifican o aparentemente justifican la recuperación de la inversión, su aceptación puede ser debatible y debe ser competencia de la administración de alto nivel.
- Cambios deseables generados por las unidades funcionales que desarrollan el proyecto. El administrador del proyecto debe resistirse a este tipo de cambios, aceptando solo los cambios que deben ser, que se requieren para cumplir con el alcance original del proyecto y sus normas de seguridad.

Por estas razones es responsabilidad del administrador del proyecto el control de los cambios, evitando hasta donde sean posibles los cambios, a menos que sean absolutamente necesarios para los objetivos del proyecto; debiendo negociarlos con el cliente.

Con frecuencia se generan legítimas diferencias de opinión respecto a lo que en realidad es un cambio al contrato, y lo que es la causa y el efecto del mismo al diseño. Debiendo resolverse en los niveles superiores de las organizaciones involucradas.

Para controlar los cambios y reducir el conflicto dentro de la organización y entre compañías, el administrador del proyecto debe lograr lo siguiente:

- Establecer un sistema de control de cambios que permita:
  - Identificar los cambios realizados para lograr el alcance original.



- Pronosticar su costo, tiempo y el efecto en otras partidas de trabajo.
  - Someter al análisis y toma de decisión administrativa.
  - Darles importancia a los administradores de alto nivel.
  - Establecer un sistema que resuelva las disputas generadas con mínimos conflictos.
  - Vigilar eficientemente la implementación de los cambios.
- Obtener el apoyo de los administradores de alto nivel en su esfuerzo de resistirse a los cambios no esenciales.
  - Establecer con claridad el alcance y las especificaciones originales del proyecto.
  - Establecer que al llegar a una cierta etapa del desarrollo del proyecto no se permitirán cambios posteriores, excepto los que sean absolutamente esenciales para el éxito o seguridad del proyecto.

#### **2.5.4.3. Productividad en la ejecución de las tareas del proyecto**

Además de la calidad, la productividad en las etapas de fabricación de los equipos y de la construcción de las instalaciones es un factor vital que influye decisivamente en el éxito o falla en todo proyecto de planta industrial.

En la fabricación de los equipos la productividad es un factor relativamente estable; sin embargo, en la construcción la productividad se torna muy importante en el aumento de los costos y el retraso de la obra.

Por esta razón el administrador del proyecto o el administrador de la construcción, tienen la obligación de detectar y corregir cualquier factor que influya con la productividad.

El administrador del proyecto puede influenciar de manera decisiva el trabajo que desarrollará el superintendente de la construcción, por esta razón el administrador del proyecto debe entender los factores que determinan la productividad en el sitio de la obra.

Los factores que influyen en la productividad en la construcción son los siguientes:

<b>Aspecto</b>	<b>Factores</b>
Diseño del proyecto	Cambios impuestos por el cliente o el contratista en el momento de la construcción reducen su productividad
Relaciones industriales (obreros, sindicatos, patrones y gobierno) en cuanto a las jornadas de trabajo.	Los incentivos basados en pagos extras, aun cuando puedan mejorar el nivel básico de la productividad, suelen ser una fuente de conflictos entre empleados de diferentes contratistas. Con frecuencia se tiene que llegar a acuerdos entre las compañías, obreros y autoridades.
Tamaño del proyecto	Entre mayor cantidad de personas empleadas es más probable que se tengan problemas a nivel de relaciones industriales.
Situación laboral	Que el personal sea definitivo o transitorio.
Nivel de actividad del personal	Aumento de actividad de los obreros, demanda de mayores salarios.
Desempleo generalizado	Los obreros se resistirán a terminar el trabajo reduciendo su productividad.
Intensidad del trabajo	Existe límite del número de personas y la intensidad del trabajo que puedan ser administrados y supervisados con eficiencia.
Aumento de jornadas de trabajo	El tiempo extra fijo a alargar la semana de cinco a siete días reduce la productividad.
Condiciones generales de trabajo	Transportación, caminos de acceso, locales temporales para talleres, oficinas, sanitarios, servicio de comedor, en caso de ser deficientes afectaran la productividad.
Equipos y materiales de construcción	Retrasos en la entrega en el momento que es requerido.

Una buena administración en el sitio de la construcción es esencial para asegurar una buena productividad de la mano de obra, sin embargo, el administrador del proyecto con sus decisiones en el plan del proyecto, contribuye a dar oportunidad de alcanzar un buen nivel de productividad en la etapa de la construcción.

Debido a que muchas decisiones se toman antes de que el administrador de la construcción inicie su participación en el proyecto; la planeación global, el control y la coordinación administrativa del proyecto influyen sustancialmente en la administración de la construcción.

**CAPITULO II**  
**ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO**  
**DE PLANTA INDUSTRIAL**

2.1 – INTRODUCCIÓN DE LA  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

2.2 – FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

2.3 – ORGANIZACIÓN DE PROYECTOS

2.3.1 – ORGANIZACIONES INTERNAS DE PROYECTO

2.3.2 – ORGANIZACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

2.3.3 – CRITERIOS PARA DEFINIR LA FORMA  
ORGANIZACIONAL

2.4 – PLANEACIÓN DE PROYECTOS

2.4.1 – MODELO DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS

2.4.2 – PLANEACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

2.4.3 – PLANEACIÓN DEL PROYECTO

2.4.4 – TECNICAS DE PLANEACIÓN

2.5 – CONTROL DE PROYECTOS

2.5.1 – CENTROS DE CONTROL DE PROGRAMA Y  
PRESUPUESTO

2.5.2 – ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PROYECTO

2.5.3 – PRONOSTICO DEL COSTO FINAL DEL PROYECTO

2.5.4 – FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA  
EFICIENCIA Y CONTROL DEL PROYECTO

### **CAPITULO III - CONCLUSIONES.**

- Los proyectos industriales son muy variados teniendo diferentes actividades en su desarrollo, sin embargo, en este trabajo se pretende dar los pasos relevantes a considerar para el desarrollo y la administración de un proyecto industrial en el sector de la industria química, resaltando la importancia de la implementación del concepto de la administración de proyectos debido a la complejidad tecnológica y la participación multidisciplinaria de este tipo de proyectos industriales.
- Antes de realizar el estudio de viabilidad técnico – económico para realizar la inversión, se debe realizar un estudio de pre-viabilidad, el cual da una idea preliminar del proyecto a menor costo y tiempo.
- Una vez que el estudio de pre-viabilidad es aceptado, se inicia el estudio de viabilidad, el cual debe proporcionar a detalle la capacidad de producción definida, el lugar de ubicación, la tecnología empleada con insumos específicos, costos de inversión y costos de producción e ingresos por concepto de ventas con su rendimiento determinado respecto a la inversión.
- Para reducir gastos y evitar retrasos, los estudios de viabilidad deben estar acompañados de los elementos que permitan juzgar la capacidad técnica, financiera y administrativa de la entidad responsable de realizar el proyecto y sus antecedentes crediticios.
- En la fase de inversión, para el desarrollo del proyecto se debe contar con un Plan Maestro de Ejecución el cual debe contener las actividades a desarrollar, los programas de ejecución, los presupuestos, los recursos humanos y materiales, y la capacidad técnica y administrativa.
- Los planes del proyecto para todas las personas involucradas quedan establecidos en el Plan Maestro del Proyecto. Este plan es desarrollado por todos los involucrados en el proyecto, debiendo revisarse para analizarse las discrepancias y hacer negociaciones a todos los niveles de la administración.
- Para dar inicio a la empresa, en México se debe cumplir con aspectos legales relativos a la construcción de sociedades, darse de alta en el comercio y el

pago de impuestos, seguridad social, sanidad, propiedad intelectual de la tecnología.

- En la fase de inversión de negociación y celebración de contratos se debe tener especial cuidado del alcance de lo que se está adquiriendo y las restricciones de su uso, para evitar gastos adicionales.
- En la Ingeniería Básica, cuando se tiene varias tecnologías para obtener un mismo producto, su selección deberá hacerse a través de un concurso, estableciendo un estudio técnico – económico que permita determinar la inversión inicial, los gastos de operación y las ventajas técnicas de cada caso. Siendo muy importante para la selección, la confiabilidad de la operación de la unidad.
- Para uniformar y coordinar el trabajo multidisciplinario en la Ingeniería de Detalle se deberán utilizar procedimientos de trabajo, normas, códigos, pruebas de diseño, así como la administración de proyectos para asegurar la integración y realización de actividades de los recursos humanos, materiales y de información.
- Para la adquisición del equipo se requiere de una evaluación técnico – económica de equipo y materiales requeridos, porque de una buena selección dependerá el rendimiento esperado de equipo.
- Una vez seleccionados los materiales empleados en el equipo seleccionado, la adquisición de los materiales se hace un problema administrativo y comercial controlando su adquisición y entrega.
- Para evitar retrasos en la etapa de construcción, los ingenieros de construcción deben tener una buena coordinación y comunicación con los grupos de ingeniería de adquisición de equipo y materiales.
- El arranque de la planta es la parte más importante de la fase de inversión de un proyecto industrial, por esa razón se debe contar con una organización de prueba y arranque que pueda identificar y solucionar sistemáticamente problemas, errores u omisiones con tiempo suficiente antes del inicio de actividades de la planta.

- Las razones principales de implementar el concepto de la administración de proyectos son debido a la complejidad tecnológica que implican la participación multidisciplinaria y que las organizaciones tradicionales no manejen técnicas administrativas efectivas para este tipo de trabajos.
- En la organización que desarrolla el proyecto, en la etapa de planeación del proyecto, con el modelo de definición de proyectos propuesto se identifican las características del proyecto, el tipo de organización que se requiere y el sistema de información con que se cuenta, para determinar si es necesaria la implementación de la administración del proyecto.
- En la planeación del proyecto, las técnicas de planeación de barras como la de redes presentan ventajas y desventajas, para reducir las desventajas se recomienda para proyectos medianos y pequeños el uso de la técnica de barras prioritariamente por su facilidad y visibilidad. Para proyectos mayores, complejos o múltiples, se recomienda el uso de las dos técnicas de planeación. La técnica de barras servirá de apoyo para ser manejado por los administradores y supervisores que no están familiarizados con la técnica de redes y el uso de la técnica de redes mecanizadas permitirá manejar las interrelaciones y serán de gran soporte para la planeación de los recursos humanos.
- La administración de proyectos requiere de una organización especial para el proyecto. Existen varias alternativas de organizaciones, dependiendo de si se cuenta con un administrador de proyecto o no y el grado de autoridad que la alta dirección le otorgue. Las propuestas de organizaciones van desde la organización tradicional, hasta la organización de proyecto puro. Las organizaciones matriciales se crearon debido a la ventaja de combinar la organización funcional y la de proyecto con sus diferentes niveles de autoridad.
- Para el éxito del proyecto es fundamental contar con una clara definición de la estructura organizacional, el cumplimiento de sus características, definiendo responsabilidades y el grado de autoridad de cada administrador.
- La implementación de la administración de proyectos y su cumplimiento debe estar vigilado por los administradores de alto nivel, dando un apoyo

generalizado nombrando y otorgando la apropiada autoridad al administrador del proyecto.

- Los niveles de dirección y gerencia tienen la responsabilidad de la implementación del proyecto, las políticas, las estrategias generales de la compañía y las estrategias particulares del proyecto, así como la estructura de la organización.
- El administrador del proyecto es la persona responsable de integrar todas las actividades de los administradores funcionales y los compromisos del proyecto global.
- Los administradores de proyecto y los administradores funcionales tienen la responsabilidad de establecer los planes organizacionales del proyecto los cuales se refieren en cómo se realizan las tareas del proyecto.
- Por su parte el administrador del proyecto en base al Plan Maestro del Proyecto, debe preparar y dar a conocer el objetivo, alcance y restricciones del proyecto, programas de actividades y presupuestos, integrar el personal más calificado a la organización del proyecto, implementar los sistemas de reporte, revisión y control y emitir el manual de procedimientos del proyecto.
- A lo largo del proyecto es conveniente realizar estimados de los costos para tener el panorama general del proyecto en ese momento, por medio de un sistema que identifique y controle los cambios del alcance del proyecto, las especificaciones y los costos estimados de los cambios realizados, que servirán para justificar la toma de decisiones.
- El análisis de los costos reales comparados con los costos presupuestados, nos dice solo lo que se ha gastado, pero no indica si por esa cantidad se realizó el trabajo y tampoco si la ejecución de actividad tendrá un costo mayor o menor de lo presupuestado. Para que el análisis de variación del costo sea de utilidad en el proyecto debe integrarse con un análisis del estado de progreso de las actividades y el uso del concepto de plusvalía del trabajo, el cual se fundamenta en una medida del valor presupuestado para el trabajo programado comparado con lo que costó y la comparación con el valor presupuestado para el trabajo realizado en un mismo periodo.



- El estimado de costos en cualquier etapa del proyecto debe ser por medio de un sistema de información que identifique y controle los cambios de avance, especificaciones, modificaciones para poder justificar la toma de decisiones.
- El sistema de información debe centralizarse en el administrador del proyecto, quien debe integrar la información para poder efectuar un análisis y tomar acciones de control en cuanto al tiempo, costo y calidad de todo el proyecto.
- Los otros factores relevantes que el administrador de proyectos y los involucrados en la construcción deben tomar en cuenta para la eficacia y control del proyecto son; Tener una actitud consiente del costo de actividades, mantener el control de cambios al proyecto y mantener el control de la productividad en la ejecución de tareas.

## **BIBLIOGRAFIA**

A. GONZALEZ, Marcos /F. ALBA, Elias/J.ORDIERES, Meré: “Ingeniería de Proyectos”, España, Madrid, Dextra Editorial S.L. 2014.

E.R. Yescombe: “Principles of Project Finance”, Second Edition, Printed in USA, Academic Press. 2014.

HELDMAN Kim, “PMP, Project Management Professional, Study Guide” second. Edition, UK, London, Sybex Inc., USA. 2004.

JIMÉNEZ ROMERO, Mario Arturo: “Manual para la Administración de Proyectos de Plantas industriales”, Tesis grado Maestría en Ingeniería Química (Proyectos), diciembre 1984.

J. GRAHAM, Robert / L. ENGLUND, Randall: “Administración de Proyectos Exitosos”, Edición en español, México, Naucalpan Estado de México, Prentice-Hall Hispanoamérica S.A. 1999.

KLASTORIN, Ted, Obra original en inglés “Project Management: Tools and Trade-Offs, USA, John Wiley & Sons, Inc., “Administración de Proyectos”, Primera Edición Versión en español, México D.F., Alfaomega Grupo Editorial S.A. 2005.

M. NICHOLAS, John / STEYN, Herman: “Project Management for Engineering, Business and Technology”, Fifth Edition, UK and USA, Routledge Editorial. 2017.

RODRIGUEZ Cairo / BAO GARCÍA Raúl, / CARDENAS LUCERO Luis, “Formulación y Evaluación de Proyectos”, Primera Edición, México D.F., Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 2012.