



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

ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

Josué David Mejía Salazar

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, abril de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN
EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSUÉ DAVID MEJÍA SALAZAR

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Claudio César Castañón Contreras
EXAMINADOR	Ing. Crecencio Benjamín Cifuentes Velázquez
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordóñez Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de abril de 2013.

Josue David Mejía Salazar

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental. Avalúos

Colegiado 2548

13 de enero de 2015.

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría
Jefe del Área de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Ingeniero Yon:

Después de analizar y revisar el trabajo de graduación titulado **“ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES”**, presentado por el estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil **JOSÉ DAVID MEJÍA SALAZAR** con no. de carné universitario **201021063**, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos.

Por lo anterior, en mi calidad de Asesor, me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente,



~~Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero~~
Asesor.

Guillermo Francisco Melini Salguero
INGENIERO CIVIL
Col. 2548



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
17 de febrero de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Josue David Mejía Salazar, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría
Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero y del Jefe del Departamento de Planeamiento, al trabajo de graduación del estudiante José David Mejía Salazar, titulado ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2015

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS Y FORTALECIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN EN EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**, presentado por el estudiante universitario: **Josué David Mejía Salazar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "ARS", written over the large circular seal of the university.

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano



Guatemala, abril 2015

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la guía en mi camino.
Mi familia	José Manuel Mejía y Lourdes de Mejía, por apoyarme incondicionalmente.
Mi asesor	Ing. Guillermo Francisco Melini, por apoyarme en el trabajo de graduación y siempre estar dispuesto a ayudarme.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por forjarme como profesional y darme las herramientas para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi padre

José Manuel Mejía, por apoyarme y exigirme para lograr mis objetivos trazados.

Mi madre

Lourdes Salazar de Mejía, por estar a mi lado en el transcurso de mi carrera y apoyarme incondicionalmente.

**Mis amigos y compañeros
universitarios**

Fueron una pieza irremplazable en la obtención de este título universitario.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANÁLISIS DE LA ADMINISTRACIÓN APLICADA A LAS OBRAS	1
1.1. Importancia y justificación de la administración	1
1.2. Objetivos de la administración	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Métodos y procedimientos administrativos	5
1.3.1. Métodos	5
1.3.2. Procedimientos	6
2. ADMINISTRACIÓN.....	7
2.1. ¿Qué es administración?	7
2.1.1. Características de la administración	8
2.1.1.1. Universalidad	8
2.1.1.2. Especificidad.....	8
2.1.1.3. Unidad temporal.....	9
2.1.1.4. Unidad jerárquica.....	9
2.1.2. Campo de aplicación	9
2.1.3. Evolución del pensamiento administrativo	10
2.1.4. Cualidades del administrador.....	13

2.1.5.	Principios generales de la administración.....	13
2.1.5.1.	División del trabajo	14
2.1.5.2.	Autoridad	14
2.1.5.3.	Disciplina	15
2.1.5.4.	Unidad de mando	15
2.1.5.5.	Unidad de dirección	15
2.1.5.6.	Remuneración	16
2.1.5.7.	Centralización.....	16
2.1.5.8.	Jerarquía de autoridad.....	16
2.1.5.9.	Orden.....	17
2.1.5.10.	Equidad	17
2.1.5.11.	Estabilidad	18
2.1.5.12.	Iniciativa.....	18
2.1.5.13.	Espíritu de grupo	19
2.1.6.	Proceso administrativo	19
2.1.6.1.	Previsión.....	19
2.1.6.2.	Planeación	20
2.1.6.3.	Organización	20
2.1.6.4.	Dirección.....	21
2.1.6.5.	Coordinación	21
2.1.6.6.	Control	22
2.1.6.7.	Interrelación entre las etapas	22

3.	EL PROCESO ADMINISTRATIVO APLICADO A LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	23
3.1.	¿Qué es un proyecto?	23
3.1.1.	Continuos	23
3.1.2.	Estáticos	24
3.2.	Planeación de un proyecto	24

3.2.1.	Alcance de un proyecto	25
3.2.2.	Especificaciones técnicas del proyecto.....	25
3.2.3.	Toma de decisiones.....	25
3.2.4.	Programas y presupuestos	26
3.2.4.1.	Programas	27
3.2.4.2.	Presupuestos.....	28
3.2.5.	Técnicas de planeación	29
3.2.5.1.	Diagramas de Gantt.....	29
3.2.5.2.	Diagrama de PERT.....	30
3.2.5.3.	Ruta crítica o CPM.....	30
3.2.5.4.	Diagramas de proceso.....	31
3.2.5.5.	Otras herramientas	31
3.2.6.	Principales pasos para la planificación de un proyecto	32
3.2.6.1.	Plan.....	32
3.2.6.1.1.	Optimizar el plan.....	34
3.2.7.	El proceso de planeación desde el enfoque operativo a la construcción de proyectos industriales.....	34
3.2.7.1.	Diagrama de flujo de procesos	34
3.2.7.2.	Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI)	35
3.3.	Organización de un proyecto	35
3.3.1.	Definición de la estructura organizacional	36
3.3.2.	Definición de la estructura operativa.....	37
3.3.3.	División del proyecto desde el enfoque administrativo.....	37
3.3.4.	Construcción del proyecto.....	37
3.4.	Dirección de un proyecto	38
3.4.1.	Etapas principales.....	39

3.5.	Control de proyectos	40
3.5.1.	Actividades de control.....	41
3.5.2.	Seguimiento de avances	42
3.5.3.	Parámetros de control	43
3.5.3.1.	Parámetros de control físico	44
3.5.4.	Objetivos de calidad	45
4.	EL PROCESO ADMINISTRATIVO APLICADO A LOS PROYECTOS DE OBRA CIVIL.....	47
4.1.	Alcance.....	47
4.2.	Planeación de una obra.....	48
4.2.1.	El contrato	51
4.2.2.	Documentos de diseño	53
4.2.2.1.	Ubicación del proyecto	54
4.2.2.2.	Disponibilidad de recursos en la zona	54
4.2.2.3.	Vinculación del proyecto con organizaciones	55
4.2.2.4.	Condiciones y recursos disponibles	55
4.2.3.	Integración de costos	56
4.2.3.1.	Costos directos.....	56
4.2.3.2.	Costos indirectos	57
4.2.3.3.	Costo circunstancial	58
4.2.4.	Programación de un proyecto (CPM - GANTT)	58
4.2.4.1.	Ventajas del CPM y desglosar la estructura de trabajo.....	59
4.2.4.2.	Proceso	60
4.2.4.3.	Lista de actividades	62
4.2.4.4.	Tabla de secuencias.....	62
4.2.4.5.	Diagrama	63

4.2.4.6.	Valuación de tiempo	65
4.2.4.7.	Ruta crítica.....	66
4.2.4.8.	Análisis y reducciones	67
4.2.4.9.	Reducción tiempo-costo	68
4.2.4.10.	Sistema CPM-GANTT.....	70
4.2.5.	Software de apoyo en actividades administrativas	71
4.2.5.1.	De aplicación general	71
4.2.5.2.	Primavera Project Planner	72
4.2.6.	Reportes	73
4.2.6.1.	Reporte diario del superintendente	73
4.2.6.2.	Reporte complementado con fotografías ..	75
4.3.	Organización de la obra.....	75
4.3.1.	Gerente de obra o de sitio	76
4.3.2.	Superintendente general.....	76
4.3.3.	Sobrestante o maestro de obra.....	78
4.3.4.	Cabo	79
4.4.	Dirección de la obra	80
4.4.1.	Equipo humano.....	81
4.4.2.	Proceso de dirección	82
4.5.	Control de la obra	84
4.5.1.	Control de costos	84
4.5.2.	Control de mano de obra	85
4.5.3.	Control de materiales y herramienta	87
4.5.4.	Control de procesos constructivos	88
4.5.5.	Control de calidad	89
4.5.5.1.	Control de calidad de los materiales	91
4.5.5.2.	Control de calidad en la ejecución	92
4.5.6.	Avance.....	93
4.5.6.1.	Monitoreo de avance y productividad	95

4.5.6.2.	Implementación de acciones correctivas o preventivas	99
4.5.7.	Técnicas para el control.....	100
4.6.	Seguridad en la obra	103
CONCLUSIONES.....		105
RECOMENDACIONES		107
BIBLIOGRAFÍA.....		111
ANEXOS.....		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso CPM para obras civiles.....	61
2.	Diagrama de actividades	63
3.	Representaciones gráficas de secuencias	64
4.	Gráfica de costos.....	68
5.	Gráfica de tiempo-costo	69
6.	Gráfica de productividad (S).....	96
7.	Avance según costo de actividades	97
8.	Gráfica de curva S (comparación de avance)	98

TABLAS

I.	Evolución del pensamiento administrativo	10
II.	Lista de actividades y secuencias	62
III.	Tabla de valuación de tiempos.....	66
IV.	Tabla de tabulación de holguras	67
V.	Cálculos de porcentajes de avance	98

GLOSARIO

Administración	Ordenación, organización, en especial de la empresa, de bienes o de recursos.
Análisis	Estudio minucioso de una obra, de un escrito o de cualquier otro objeto de estudio intelectual.
Confiabilidad	Creencia en que una persona o grupo será capaz y deseará actuar de manera adecuada en una determinada situación y pensamientos.
CPM	Del inglés, Critical Path Method, es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos.
DTI	Diagrama de tuberías e instrumentación, que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y los instrumentos.
Específico	Que es propio o peculiar de una persona o una cosa y sirve para caracterizarla o distinguirla de otras.
Estrategia	Modo o sistema de dirigir un asunto para lograr un fin.

Factibilidad	Cualidad de beneficio de realizar una acción.
Flujograma	Representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos.
Holgura	Amplitud o anchura de una cosa, que hace que tenga espacios de sobra.
Inversión	Empleo de una cantidad de dinero en una cosa para conseguir ganancias.
ISA	Del inglés, Instrument Society of America, es una sociedad de ingenieros, técnicos, comerciantes, educadores y estudiantes, y regula la automatización de procesos.
ISO	Organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales.
Jerarquía	Organización o clasificación de categorías o poderes, siguiendo un orden de importancia.
Jornada de trabajo	Número de horas que el trabajador está obligado a trabajar efectivamente.
Liquidación	Pago completo de una deuda o de una cuenta.

Objetividad	Imparcialidad con que se trata o se considera un asunto prescindiendo de las consideraciones y los criterios personales o subjetivos
Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una empresa o una institución en la que se muestran las relaciones y la función de cada una de ellas.
PERT	Del inglés, Project Evaluation and Review Techniques, es un modelo para la administración y gestión de proyectos.
RAMSP	Del inglés, Resource Allocation and Multi-Proyect Scheduling, se preocupa en coordinar los medios disponibles y las tareas de varios proyectos que se llevan a cabo a la vez.
Recursos	Medios elementos disponibles para realizar una empresa, proyecto o tarea.
Retroalimentación	Método donde se revisan continuamente resultados para realizar las modificaciones necesarias.

RESUMEN

La administración de proyectos es uno de los aspectos más importantes del proceso global de la ingeniería civil. Sin ella, hasta el proyecto mejor planeado corre riesgo de fracasar, en cambio, un proyecto riesgoso puede salvarse del desastre, si se aplican a tiempo las eficaces técnicas y recursos de la administración de proyectos. La industria de la construcción es un negocio, aunque de orientación técnica. Un excelente gerente de proyectos debe ser una persona muy hábil en los negocios, saber trabajar con otros y estar familiarizado con las buenas prácticas de ingeniería. La planeación, parte muy importante de la administración, da la pauta de tiempos de ejecución y procesos de control aplicados durante el proceso de construcción.

Por lo tanto, al principio de este trabajo, se introduce a la importancia de la administración, detallando sus objetivos hacia la ingeniería civil y explicando los métodos y procedimientos para su aplicación. Debido a que la ingeniería civil es una carrera técnica, muchas veces no se explican las bases de la administración en el pónsum universitario. A continuación se detalla la administración como ciencia para su aplicación en general.

Definida la importancia del proceso administrativo, se aplica la teoría para el ciclo de un proyecto en general, detallando diferentes técnicas y delimitando la importancia de cada una de las partes del proceso. Se finaliza el trabajo con un análisis específico del proceso administrativo, aplicado a las obras de ingeniería civil, la importancia de un estudio previo, integración de costos, programación, controles, avances, entre otros.

OBJETIVOS

General

Fortalecer conocimientos de la administración, y su correcta aplicación en planificación y en supervisión de obras civiles, para aumentar las probabilidades de éxito en términos calidad, tiempo y dinero.

Específicos

1. Analizar la importancia de la administración en el campo de la ingeniería civil.
2. Plantear procesos de control en la supervisión de obras.
3. Resumir herramientas para la programación de actividades del proyecto.
4. Distinguir los principios de la planificación administrativa.
5. Encontrar la importancia del control de calidad y de costos en una obra civil.
6. Investigar las normas y especificaciones técnicas nacionales e internacionales para la construcción.
7. Reconocer las ventajas de conocer los recursos con que se cuenta en las inmediaciones del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en un mundo de competencia, desarrollo, tecnología y grandes negocios, las empresas se ven obligadas al estudio, análisis e implementación de nuevas técnicas que ayuden a maximizar cada uno de sus recursos, elementos importantes para el crecimiento y desarrollo de las mismas. Dentro de este ámbito, entra la planeación de proyectos, y control de tareas, actividades o metas, que ayuden a cumplir con los objetivos planteados.

La dirección de proyectos de construcción juega un papel primordial, como se podrá observar en los apartados de este trabajo. La importancia de llevar a cabo un proyecto con técnicas y sistemas que ayuden al encargado a maximizar y supervisar cada uno de los recursos, se vuelve más importante cada día, debido a que estos recursos en ocasiones son limitados, costosos, delicados y escasos. De aquí el encargado, gerente o ingeniero en jefe se vuelve el principal personaje del éxito del proyecto, sin olvidar a todos los miembros que componen el equipo.

En el presente trabajo de graduación se realza la importancia de la ciencia de la Administración como aliada de los conocimientos de la ingeniería civil, para mejorar los resultados del proyecto. Pero no solo se trata de planear, ejecutar y supervisar actividades, dentro de este proceso es indispensable un control de costos que refleje cuán rentable es el proyecto en ejecución, en caso se produzcan pérdidas, como cualquier negocio, tienen que haber medidas de acción preventivas o correctivas para evitar el fracaso económico en el proyecto.

1. ANÁLISIS DE LA ADMINISTRACIÓN APLICADA A LAS OBRAS

1.1. Importancia y justificación de la administración

Es importante que, cuando una persona o empresa, esté a cargo de un proyecto de obra civil conozca adecuadamente la definición, aplicación y beneficios de la buena práctica de la administración. Esta se complementa con cualquier profesión ayudando a manejar relaciones entre trabajadores y mejorar la calidad, tiempo y costo del trabajo. Por esta razón, se profundizará en los siguientes capítulos, sus procesos, sus relaciones y los elementos que integran a la administración, aplicado finalmente a la ingeniería civil.

La definición etimológica de la administración da la idea de que es una función que se desarrolla bajo el mando de un superior; de un servicio que se presta. En la actualidad se ve a la administración como la función de lograr que las cosas se realicen por medio de otros, u obtener resultados a través de otros, por ejemplo, en un proyecto de obra civil en donde se subcontraten servicios a empresas externas, se necesita una administración adecuada para la supervisión y organización de estos servicios.

Es indiscutible que quien realiza por sí mismo una función no debería ser llamado administrador. Pero desde el momento en que delega en otros, determinadas funciones, siempre que estas se realizan dentro de un proyecto, dirigiendo y coordinando lo que los demás ejecutan, comienza a recibir el nombre de administrador. Por esto, la administración es la coordinación

sistemática de medios para lograr un fin específico, que en este caso en la finalización adecuada de un proyecto de obras civiles.

Es evidente que entre las diversas formas de organizar y aprovechar el trabajo de hombres o recursos que están bajo el mando del superior, habrá algunas mejores que otras. Así, determinadas formas de dividir el trabajo, pueden ser más eficientes que otras; algunos sistemas de controlar las actividades, pueden dar mejores resultados; entre las formas de dar órdenes, habrá algunas que seas más efectivas; determinadas formas de hacer planes, pueden ser más realistas, entre otras.

Lo anterior indica que, entre las formas de coordinar los recursos humanos y materiales que forman un proyecto, y precisamente en razón de la manera en que se les coordine, se obtendrá mayor o menor eficiencia. Esto significa que la coordinación, traducida en concreto en la forma de cómo se estructure y maneje un proyecto, está también sujeta a la ley de la máxima eficiencia, y que existen reglas y técnicas específicas para lograr esa máxima eficiencia de la coordinación.

La administración busca en forma directa precisamente la obtención de resultados de máxima eficiencia en la coordinación, y solo a través de ella, se refiere al aprovechamiento ideal de los recursos materiales, tales como el capital, materiales, maquinaria, entre otros.

El buen administrador no lo es, precisamente por ser buen contador, buen ingeniero, buen economista, buen abogado, etc., sino por cualidades y técnicas que posee específicamente para coordinar a todos esos elementos en la forma más eficiente. La coordinación es considerada por ello, como la esencia misma de la administración.

La ingeniería civil, esencialmente es una industria de planificar y ejecutar, por lo cual la administración está muy ligada e interrelacionada. La administración de un proyecto lleva consigo múltiples y complejos detalles y conlleva interrelaciones complejas entre propietarios, arquitectos, ingenieros, contratistas generales, contratistas especiales, fabricantes, distribuidores de materiales, distribuidores de equipos, la mano de obra y otros.

Debido a los adelantos tecnológicos de esta época, ha aumentado la necesidad de una coordinación hábil de todas las operaciones de la construcción con el fin de lograr el máximo de eficiencia, rapidez y economía en las operaciones de las obras constructivas.

1.2. Objetivos de la administración

Existen varios objetivos de la administración que dependen del área en que se aplique, a continuación se plantean generales de la ciencia administrativa en cualquier ámbito profesional.

1.2.1. Objetivo general

El éxito de un proyecto de obra civil depende, directa e inmediatamente, de su buena administración, y solo a través de esta, coordinando adecuadamente los recursos que se poseen, como los elementos financieros, materiales y humanos.

La elevación de la productividad depende de la adecuada administración de cada una de las partes, por medio de seleccionar metas y objetivos determinando actividades y sus responsables.

1.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la administración adecuada de una obra civil se resumen en los siguientes.

- ✓ Prever situaciones futuras del proyecto en ejecución contrarrestando la incertidumbre de algún percance.
- ✓ Analizar y controlar periódicamente (semanal, mensual) en la obra las desviaciones de producción y costos en obra.
- ✓ Actualizar periódicamente la planificación inicial, en caso que, se hayan producido hechos accidentales que repercutan en los tiempos de ejecución.
- ✓ Controlar el tiempo de ejecución para que se respete el tiempo planificado inicialmente, y así satisfacer al cliente evitando gastos extras por retrasos en la obra.
- ✓ Verificar la calidad de los procesos constructivos, haciendo una buena práctica de métodos de ingeniería, para garantizar la vida útil del proyecto en construcción
- ✓ Control periódico e intensivo de los costos de producción, y así obtener la mayor ganancia posible en un tiempo adecuado y con la calidad requerida por las especificaciones iniciales de la planificación.

1.3. Métodos y procedimientos administrativos

La eficiencia del proyecto se logra a través de una adecuada administración de sus recursos materiales, humanos y técnicos. Para lograr este objetivo, el administrador debe hacer uso de las diferentes técnicas disponibles al respecto.

Por ejemplo, con el recurso humano, una de las herramientas más utilizadas es el estudio del trabajo, especialmente referido al análisis de los procedimientos y métodos que se emplean en el desarrollo de cada una de las tareas, con el objeto de encontrar la mejor manera de hacer las cosas y aumentar así, la eficiencia del trabajador en particular y del proyecto en general.

1.3.1. Métodos

Muestra la forma en que deben ejecutarse una operación. Es la descripción detallada de cómo realizar un trabajo específico, considerando el resultado final perseguido, los recursos disponibles, y la disminución del costo, tiempo y esfuerzo.

La eficiencia de una empresa se mide por su rendimiento, el cual está condicionado al conocimiento, que tenga cada una de las personas que intervienen en el trabajo, de la acción que debe realizar, del equipo a utilizar y del momento de ejecutar la acción solamente cuando esto se cumpla, se podrá esperar que haya rendimiento máximo.

El estudio de métodos se refiere al registro, análisis, interpretación y búsqueda del mejor orden para desarrollar un trabajo. El buen juicio y la

experiencia de la persona encargada del estudio de métodos, son fundamentales en esta disciplina, que tiene por finalidad lo siguiente:

- ✓ Mejorar los procesos y procedimientos.
- ✓ Mejorar la disposición del lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- ✓ Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga necesaria.
- ✓ Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

1.3.2. Procedimientos

Es el tipo de plan que señala una serie de labores concatenadas que deberán realizarse de acuerdo a una secuencia cronológica, con el propósito de alcanzar los objetivos previamente establecidos. Tiene como condición esencial, la determinación de una secuencia cronológica adecuada de las actividades que se hayan de ejecutar a fin de armonizar los diversos actos y evitar el desorden que ocurriría en el proyecto, si no se tomaran en cuenta.

Desde los tiempos más antiguos, el hombre se interesó en perfeccionar sus sistemas de trabajo. Constantemente ha dedicado sus esfuerzos a la investigación de mejores formas de hacer las cosas, principalmente en el área de trabajo, actualmente, debido a la necesidad de las empresas de operar con una mayor eficiencia, han incrementado los estudios tendientes a establecer procedimientos cada vez más eficaces en todas sus áreas, de manera que les permitan obtener mayores beneficios.

2. ADMINISTRACIÓN

2.1. ¿Qué es administración?

Básicamente se encarga de fijar los objetivos y metas generales de la empresa, proyecto o institución de que se trate y formular la política general que permita alcanzar dichos objetivos.

Además, la administración se ocupa de comparar periódicamente, en forma global, las realizaciones con el grado en que se están alcanzando los objetivos y, en caso necesario, revisar o reformular los objetivos o la política general.

La administración de proyectos es desarrollar un conjunto de técnicas sistemáticas y tareas a realizar, que permitan lograr los fines. Además de supervisar el cumplimiento de estas funciones bajo el mando de otro. Del mismo modo, el proceso de administración de proyectos implica dos funciones principales: primero establecer un plan y luego ejecutarlo para lograr el objetivo del proyecto.

En los proyectos de obra civil es muy importante la coordinación de hombres y recursos materiales para cumplir estos objetivos, la efectividad del proyecto se basa en la habilidad de conducir a los integrantes del proyecto. La seriedad con la que se tome el estudio administrativo del proyecto se reflejará en los resultados del mismo, tomarse el tiempo para desarrollar un plan bien elaborado antes de que inicie el proyecto es crucial para el logro exitoso de cualquier proyecto.

Como factores de la administración, la planeación y la comunicación son fundamentales para la administración exitosa de proyectos. Evita que ocurran problemas o reducen su impacto al mínimo en el logro del objetivo del proyecto cuando se generan.

2.1.1. Características de la administración

Las características principales de la administración son cuatro y se explican a continuación, estas enmarcan a la administración como una ciencia global que abarca las actividades humanas en su totalidad.

2.1.1.1. Universalidad

El fenómeno administrativo se da donde quiera que exista un organismo social, porque en él tiene que existir siempre una coordinación de medios y recursos. La administración se da por lo mismo en el Estado, en el ejército, en la empresa, en un proyecto de obra civil, entre otros, aunque lógicamente existan variantes accidentales por el campo de aplicación.

2.1.1.2. Especificidad

Aunque la administración va siempre acompañada de otros fenómenos (funciones económicas, contables, productivas, entre otras), la administración es específica y distinta del campo aplicado. Por ejemplo, un magnifico ingeniero civil puede ser un pésimo administrador.

2.1.1.3. Unidad temporal

Aunque se distingan etapas, fases y elementos del fenómeno administrativo, este es único y, por lo mismo, en todo momento de la vida de un proyecto se están dando todos o la mayor parte de los elementos administrativos. Por ejemplo, a la hora de planificar, no se deja de mandar, de controlar, de organizar, etc.

2.1.1.4. Unidad jerárquica

Todos tienen carácter de jefe en un organismo social, participan, en distintos grados y modalidades, de la misma administración. Así, en una empresa forman un solo cuerpo administrativo, desde el gerente general, hasta el último empleado.

2.1.2. Campo de aplicación

En el área laboral un buen conocimiento de la administración puede ayudar a obtener un buen control sobre manejo del tiempo disponible sobre el trabajo a entregar, un problema muy común en la industria laboral es la incapacidad del trabajador para manejar los tiempos de entrega, esto podría ser solucionado con un conocimiento de la administración.

Además, puede ayudar a elaborar planes de trabajo laboral lo que puede conllevar a una mejora en el trabajo realizado con mejores parámetros de calidad.

En el ámbito de la ingeniería civil es muy importante la administración pues sin ella las obras no fueran posibles. La administración ayuda a desarrollar tiempos de entrega además de controla costos y recursos.

Con la planeación adecuada en una obra, el encargado de la supervisión tiene una guía de los parámetros de la obra además de las especificaciones técnicas que tiene que cumplir la obra.

2.1.3. Evolución del pensamiento administrativo

La evolución del pensamiento administrativo se resume en la tabla I, esta incluye los nombres de los contribuyentes principales a esta ciencia, el año y su aporte.

Tabla I. **Evolución del pensamiento administrativo**

Nombre y año	Principal contribución a la administración
Administración científica	
Frederick W. Taylor (1903-1911)	Conocido como "el padre de la administración científica". Su interés principal era acrecentar la productividad mediante una mayor eficacia en la producción y un pago mejor para los trabajadores mediante la aplicación del método científico. Sus principios recalcan el uso de la ciencia, la creación de la armonía y cooperación de grupo, el logro de la producción máxima y el desarrollo de los trabajadores.

Continuación de la tabla I.

Nombre y año	Principal contribución a la administración
Administración científica	
Henry L. Gantt (1901)	Propuso una selección científica de los trabajadores y una " cooperación armónica" entre ellos y la gerencia. Desarrollo la gráfica de Gantt y subrayo la necesidad de la capacitación.
Frank y Lillian Gilbreth (1900)	A Frank se le conoce, principalmente, por sus estudios de tiempos y movimientos. Lillian, una psicóloga industrial, se concentró en los aspectos humanos del trabajo y en la comprensión de la personalidad y necesidades de los trabajadores.
Teoría operacional administrativa moderna	
Henri Fayol (1916)	Conocido como "el padre de la teoría moderna de la administración". Dividió las actividades industriales en seis grupos: técnicas, comerciales, financieras, de seguridad, contables y administrativas. Reconoció la necesidad de enseñar administración. Formulo 14 principios de administración, como autoridad y responsabilidad, unidad de mando, cadena escalar y espíritu de equipo.
Ciencias de la conducta	
Hugo Münsterberg (1912)	Aplicación de la psicología a la industria y la administración
Walter Dill Scott (1911)	Aplicación de la psicología a la publicidad, mercadotecnia y personal.
Max Weber (1947)	Teoría de la burocracia

Continuación de la tabla I.

Nombre y año	Principal contribución a la administración
Ciencias de la conducta	
Vilfredo Pareto (1896-1917)	Conocido como "el padre del enfoque de sistemas sociales de la administración y la organización"
Elton Mayo y F. J. Roethlisberger	Famosos estudios en la planta <i>Hawthorne</i> de la <i>Western Electric Company</i> . Influencia de las actitudes y relaciones sociales de los grupos de trabajo sobre el desempeño
Teoría de sistemas	
Chester Barnard	La tarea de los gerentes es mantener un sistema de esfuerzo cooperativo en una organización formal. Recomendaba un enfoque de sistemas sociales completos en la administración.
Aparición del pensamiento administrativo moderno y aportaciones recientes a la administración	
Laurence Peter (1969)	Observó que la gente termina por ser ascendida a un nivel donde es incompetente.
William Ouchi (1981)	Examinó algunas prácticas administrativas de Japón adaptadas al ambiente de Estados Unidos.
Thomas Peters y Robert Waterman (1982)	Identificaron características de compañías que consideraban excelentes para aplicarlas a un modelo.

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Cualidades del administrador

Un buen administrador trata a la gente con el mismo respeto e igualdad, toma las decisiones sobre los empleados en función de su rendimiento en el trabajo, se encarga de cada problema con objetividad y se esfuerza por no dejar que los sentimientos personales dicten su curso de acción.

Un administrador eficaz es capaz de motivar a su personal para desempeñarse más allá de las normas de la empresa. Para lograr este objetivo, debe conocer las fortalezas y debilidades de sus empleados.

La buena comunicación no solo es expresar un punto de vista con claridad, también implica el arte de escuchar lo que otra persona está diciendo. Un administrador experto habla con claridad y se asegura de que sus palabras sean específicas, para que no haya confusión en lo que espera de sus trabajadores.

Un buen administrador no promueve una sensación de distancia entre él y sus empleados, sino que busca una relación de mentor para ayudar a avanzar en la escalera corporativa. Ser un mentor requiere de la voluntad de compartir las experiencias del pasado y consejos que sólo vienen de haber estado una vez en la misma posición que un empleado.

2.1.5. Principios generales de la administración

Henry Fayol (1972) estableció en forma conceptual los principios de la Administración de cualquier gestión empresarial y definió también las funciones más importantes de la misma. Los principios básicos son los definidos a continuación.

2.1.5.1. División del trabajo

La división del trabajo es de orden natural, y esta tiene por objeto llegar a producir más y mejor con el mismo esfuerzo.

El obrero que hace siempre la misma pieza, el jefe que trabaja constantemente los mismos asuntos, adquieren una habilidad, una seguridad, una precisión que aumentan su rendimiento. La división del trabajo permite reducir el número de objetos sobre los cuales deben recaer la atención y el esfuerzo. Se ha reconocido que es el mejor medio de utilizar los individuos y las colectividades.

2.1.5.2. Autoridad

La autoridad es el derecho de mandar y el poder de hacerse obedecer. No se concibe la autoridad sin responsabilidad, es decir sin una sanción, recompensa o castigo, que acompañe el ejercicio del poder. La responsabilidad es consecuente de la autoridad, en donde se ejerce una autoridad, nace una responsabilidad.

Sin embargo, la responsabilidad es por lo general tan temida como buscada lo es la autoridad. El temor de las responsabilidades paraliza muchas iniciativas y anula muchas cualidades. Un buen jefe debe tener y difundir el valor de las responsabilidades.

2.1.5.3. Disciplina

Es la obediencia, los signos exteriores de respeto manifestado de acuerdo con las convenciones establecidas entre el jefe y sus trabajadores. El espíritu público está profundamente convencido de que la disciplina es absolutamente necesaria para la buena marcha de los negocios, y que ninguna empresa podría prosperar si disciplina.

2.1.5.4. Unidad de mando

La unidad de mando establece que para una acción cualquiera, un trabajador no debe recibir órdenes más que de un solo jefe.

Desde el momento en que dos jefes ejercen su autoridad sobre el mismo individuo o sobre el mismo servicio, se experimenta cierto malestar, y si esto persiste la molestia aumenta. La dualidad de mando es fuente perpetua de conflictos, a veces muy graves, que solicitan particularmente la atención de los jefes en todos los órdenes.

2.1.5.5. Unidad de dirección

El principio de la unidad de dirección establece que un solo jefe y un solo programa es necesario para un conjunto de operaciones que tiendan al mismo objeto. Es la condición necesaria de la unidad de acción, de la coordinación de las fuerzas y de la convergencia de los esfuerzos. Se consigue la unidad de dirección con una buena constitución del cuerpo social; la unidad de mando depende del funcionamiento del personal.

2.1.5.6. Remuneración

La remuneración del personal es el precio del servicio prestado. Debe ser equitativa y que, en la medida de lo posible, de satisfacción a la vez al personal y a la empresa, al patrono y al empleado.

Todos los modos de retribución que puedan mejorar el valor y la vida del personal, y estimular el celo de los agentes de todas las categorías, deben ser objeto de una continua atención de parte de los jefes.

2.1.5.7. Centralización

Del mismo modo que la división del trabajo, la centralización es un hecho de orden natural, este consiste en que en todo organismo las sensaciones convergen en el cerebro o la dirección, y que el cerebro o de la dirección parten las órdenes que ponen en movimiento todas las partes del organismo.

La centralización no es un sistema de administración bueno o malo en sí, que puede ser adoptado o abandonado a voluntad de los dirigentes o de las circunstancias, existe siempre en mayor o menor medida. La cuestión de la centralización o de la descentralización es una simple cuestión de medida. Se trata de encontrar el límite favorable a la empresa.

2.1.5.8. Jerarquía de autoridad

La jerarquía es la serie de jefes que va de la autoridad suprema a los agentes inferiores. La vía jerárquica es el camino que siguen, pasando por todos los grados de la jerarquía, las comunicaciones que parten de la autoridad

superior o que le son dirigidas. Este camino esta impuesto a la vez por la necesidad de una transmisión asegurada y por la unidad de mando.

2.1.5.9. Orden

El orden debe tener por resultado evitar las pérdidas de materias y las de tiempo. Para que el objeto se logre totalmente, es preciso no solo que las cosas estén en su lugar, bien dispuestas, sino, además, que el lugar haya sido elegido de modo que facilite lo más posible todas las operaciones.

2.1.5.10. Equidad

Los administradores deben ser amistosos y equitativos con sus subalternos creando una sinergia entre trabajadores. Para que el personal sea estimulado en el sentido de emplear, en el ejercicio de sus funciones, toda la buena voluntad y el sacrificio de que es capaz, hay que tratarlos con benevolencia; la equidades el resultado de la combinación de la benevolencia con la justicia.

La equidad no excluye ni la energía ni el rigor, en cambio, exige en su aplicación muy buen sentido común, mucha experiencia y mucha bondad. Anhelos de equidad y de igualdad son aspiraciones que deben tenerse muy en cuenta en el trato con el personal. Para dar a estas aspiraciones la mayor satisfacción posible, sin descuidar ningún principio ni perder de vista el interés general, el jefe de la empresa debe poner en juego a menudo sus más altas facultades. Su mayor preocupación debe ser la de hacer penetrar el sentimiento de equidad en todos los niveles de la escala jerárquica.

2.1.5.11. Estabilidad

Las tasas elevadas de rotación de empleados socavan el buen funcionamiento de la organización. Fayol destaca la estabilidad del personal y la relación con el desarrollo que el empleado o miembro tiene en el aprendizaje y dominio de su trabajo. Luego sostiene que: si el agente es desplazado cuando apenas ha concluido el periodo del aprendizaje, o antes de este termine, no habrá tenido tiempo de rendir un trabajo apreciable. Y si la misma situación se repite indefinidamente, la función nunca será desempeñada a satisfacción.

2.1.5.12. Iniciativa

Fayol destaca la importancia que tiene la creatividad para el desarrollo de las organizaciones. Si las entidades no aprovechan la iniciativa de sus colaboradores, serán estéticas y de corta vida, porque serán superadas por otras organizaciones. La iniciativa ha jugado un papel muy importante en el desarrollo de la humanidad. Sin ella no hubiera habido cambio, es decir, evolución y progreso, que es lo que distingue al ser humano de los animales.

Dice Fayol: “Una de las más vivas satisfacciones que puede experimentar el hombre inteligente, es concebir un plan y asegurar su buen éxito; es también uno de los más poderosos estimulantes de la actividad humana. En igualdad de circunstancias un jefe sabe inspirar la iniciativa entre el personal es infinitamente superior a otro que no sabe hacerlo”¹.

¹ HENRY FAYOL, *Administración industrial y general*, Decima cuarta edición, págs. 181,182.

2.1.5.13. Espíritu de grupo

La importancia de la unidad del personal radica en que genere espíritu de grupo y cohesión del personal. Fayol cita una serie de axiomas para apoyar su principio: La unión hace la fuerza, la armonía y la unión del personal de una empresa constituyen una gran fuerza para ella. Es consecuencia, es indispensable, realizar los esfuerzos tendientes a establecerlos.

2.1.6. Proceso administrativo

Frederick Winslow Taylor (1972) concluyó que a través de la observación sistemática de las actividades de todo proceso productivo, se pueden establecer normas mínimas, medias y máximas, para calidad de materiales y productividad de la mano de obra. El propuso las bases teóricas del proceso administrativo que se detallarán a continuación.

2.1.6.1. Previsión

La máxima “gobernar es prever” da una idea de la importancia que se atribuye a la previsión en el mundo de los negocios. Prever significa calcular el porvenir y prepararlo; prever, es ya obrar.

La previsión tiene como infinidad de ocasiones y de maneras de manifestarse; su instrumento más eficaz, es el programa de acción.

El programa de acción es a la vez, el resultado de la previsión, es un cuadro del futuro en donde los reglones de trabajo están previstos con claridad, según la idea que se ha hecho de ellos, en donde los acontecimientos poco

probables están tomados en cuenta en los imprevistos posibles del proyecto, todo esto para un determinado tiempo con recursos específicos.

2.1.6.2. Planeación

La planeación proporciona, antes de la actividad, la guía y los cursos de acción que requieren los encargados del proyecto para alcanzar sus objetivos.

La planeación forma la base desde la cual se levantan todas las futuras acciones administrativas, y el encargado del proyecto que sabe y que cerciora de cuales objetivos establecer y que pasos deben darse para lograr los resultados deseados, cuales son los resultados que deben alcanzarse y cuáles son los elementos básicos que se requerirán, está razonablemente seguro de obtener mayores satisfacciones que si operara sobre una base de día a día, por corazonadas, o por prueba y error.

Para alcanzar en forma más efectiva un objetivo, debe primeramente emprenderse una planeación adecuada, o esfuerzo mental, antes de los hechos, o esfuerzo físico.

2.1.6.3. Organización

La organización es una unidad social coordinada, consciente, compuesta por dos personas o más, que funciona con relativa constancia a efecto de alcanzar una meta o una serie de metas comunes. Según esta definición, las empresas productoras y de servicios son organizaciones, como también lo son escuelas, hospitales, iglesias, unidades, militares, tiendas minoristas, departamentos de policía y los organismos de los gobiernos locales, estatales y federal. Las personas que supervisan las actividades de otras, que son

responsables de que las organizaciones alcancen estas metas, se les hace llamar administradores.

Organizar un proyecto es proveerlo de todo lo que es útil para su funcionamiento: materias, herramientas, capital y personal.

Organización es la estructuración de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un organismo social, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados.

2.1.6.4. Dirección

Una vez constituido el recurso humano de un proyecto, se trata de hacerle funcionar: tal es la misión de la dirección. El arte de dirigir se basa en ciertas cualidades personales y en el conocimiento de los principios generales de la administración.

La dirección comprende la influencia interpersonal del administrador a través de la cual logra que sus subordinados obtengan los objetivos de la organización, mediante la supervisión, la comunicación y la motivación.

2.1.6.5. Coordinación

Coordinar es introducir la armonía entre todos los actos de un proyecto, con objeto de facilitar su funcionamiento y su éxito. La coordinación ayuda a dar a los recursos materiales y humanos de cada tarea las proporciones que convienen para que puedan llenar su papel de una manera segura y económica.

Facilita proporcionar los gastos a los recursos financieros, la amplitud de los inmuebles y de los útiles de trabajo a las necesidades de fabricación.

2.1.6.6. Control

En un proyecto, el control consiste en comprobar si todo ocurre conforme al programa adoptado, a las órdenes dadas y a los principios admitidos.

Tiene por objeto señalar las faltas y los errores a fin de que se puedan reparar y evitar su repetición. Desde el punto de vista administrativo, hay que asegurarse de que el programa existe, de que se aplica y se mantiene al día, de que el recurso humano está completo, de que la dirección se ejerce de acuerdo con los principios, etc.

2.1.6.7. Interrelación entre las etapas

En un proyecto, el control consiste en comprobar si todo ocurre conforme al programa adoptado, a las órdenes dadas y a los principios admitidos.

Tiene por objetivo señalar las faltas y los errores a fin de que se puedan reparar y evitar su repetición. Desde el punto de vista administrativo, hay que asegurarse de que el programa existe, de que se aplica y se mantiene al día, de que el recurso humano está completo, de que la dirección se ejerce de acuerdo con los principios, etc.

3. EL PROCESO ADMINISTRATIVO APLICADO A LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

3.1. ¿Qué es un proyecto?

En forma general, puede decirse que: “Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver”. Es un conjunto de acciones que es necesario realizar para alcanzar un objetivo bien definido. Estas acciones deben ejecutarse dentro de un marco de tiempo de recursos preestablecido.

El proyecto de una inversión se puede describir como un plan que debe tener asignado determinado monto de capital, y se le deben proporcionar varios tipos de insumos, para que produzcan un bien o un servicio, útiles al hombre o a la sociedad en general. La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad, económica y social, de tal manera que se asegure de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Solo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

3.1.1. Continuos

Un proyecto continuo es aquel que su ciclo continúa con supervisión y mantenimiento continuo el cual es de vital importancia para el mismo. Un ejemplo de este tipo es el cambio de capa de rodadura cada cierto tiempo a una carretera, ya que sin este mantenimiento esta infraestructura no podría seguir funcionando.

3.1.2. Estáticos

Un proyecto estático es aquel que su ciclo tiene un final definido y su mantenimiento no es esencial para que siga su funcionamiento. Un ejemplo es la construcción de un monumento, el cual tiene un mantenimiento periódico pero no impide que siga cumpliendo su propósito.

3.2. Planeación de un proyecto

Se define a la planeación como: “El estudio y selección de alternativas sobre pronósticos de operaciones futuras”, por lo cual y para el caso de proyectos de obra civil constara de tres niveles de profundidad según el desarrollo del mismo.

- ✓ Perfil o identificación de la idea: este se elabora a partir de la información existente, el juicio común de la opinión que da la experiencia.
- ✓ Estudio de factibilidad o anteproyecto: profundiza la investigación en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, y es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión.
- ✓ Proyecto final o definitivo.: contiene toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos más finos. La información presentada del proyecto definitivo no debe alterar la decisión tomada respecto a la inversión, siempre que los cálculos efectuados en el anteproyecto sean confiables y hayan sido bien evaluados.

3.2.1. Alcance de un proyecto

El alcance de un proyecto constituye la definición de las fronteras del proyecto, lo que está adentro y lo que queda fuera por diferentes motivos. Es decir, definir los puntos o rubros de trabajo que entran o no según los requerimientos de las partes y según las especificaciones técnicas del proyecto.

3.2.2. Especificaciones técnicas del proyecto

En un proyecto específico de obra civil se exigen varios aspectos que definen las características puntuales sobre los materiales a utilizar, las resistencias finales y procedimientos a ser empleados en el transcurso del trabajo. Describe toda la metodología prescrita por las buenas prácticas de ingeniería para cada tipo de proyecto, tanto las genéricas como las puntuales de un tipo de proyecto específico. Las especificaciones son utilizadas para garantizar el éxito de los objetivos definidos en el inicio del proyecto.

3.2.3. Toma de decisiones

Para tomar la decisión de realizar un proyecto es necesario que este sea sometido al análisis multidisciplinario, por parte de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo no puede ser tomada por una sola persona, con un enfoque limitado. No se debe analizar solo desde un punto de vista; no se puede hablar tampoco de una metodología rígida que guíe a la toma de decisiones sobre un proyecto. Ello debido a la gran diversidad de proyectos que pueden existir y sus diferentes aplicaciones. Una decisión siempre debe basarse en el análisis de un sin número de antecedentes, con la aplicación de una metodología lógica de todos los factores que afectan a un proyecto.

Un análisis muy completo no implica, que el dinero a invertir estará exento de riesgo. El futuro siempre es incierto y por ello el dinero siempre se arriesgará, el hecho de calcular unas ganancias futuras, a pesar de realizar un análisis profundo no asegura necesariamente que esas utilidades se ganen, tal como se calculó.

A toda actividad económica encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto se le llama: "Evaluación de proyectos".

Partes generales de la evaluación de proyectos:

- ✓ Iniciación
- ✓ Planeamiento y diseño
- ✓ Ejecución y construcción
- ✓ Sistema de monitoreo y control
- ✓ Cierre (entrega)

3.2.4. Programas y presupuestos

Al analizar el conjunto de planes que constituyen la planificación, encontramos algunos que tienen la característica de referirse a casos que se presentan solo una vez. En ellos, el supervisor o encargado decide anticipadamente que actuación seguirá dentro de un periodo, determinado, para resolver un problema en particular.

Entre estos planes de una sola ocasión se encuentran los programas y presupuestos, pues se realizan solo al principio del proyecto, y durante la ejecución del mismo solo se supervisan los mismos.

3.2.4.1. Programas

El programa es el tipo de plan más complejo, generalmente comprende a otros planes, tales como las políticas, estándares, métodos, procedimientos, e incluye además, las áreas de la administración con que se relaciona, los recursos involucrados y la secuencia de las acciones necesarias para alcanzar los objetivos previstos; fijando de antemano el tiempo requerido para la realización de cada una de sus etapas de operación.

Los programas son instrumentos valiosos en todos los niveles de la empresa, por cuanto permiten alcanzar resultados, acordes con los objetivos específicos asignados a cada unidad administrativa. De ahí que la aptitud de programar, es uno de los elementos de éxito más importante para todo encargado de operación o supervisor.

La elaboración de buenos programas, permiten al administrador anticiparse con éxito a los problemas, prever lo necesario para vencerlos, evitando las decisiones precipitadas para salir del paso; y obtener a la vez la sensación de seguridad en su ejecución, al saber en todo momento hacia dónde va y que habrá de hacer para llegar.

Por otra parte, el uso de estos planes evita la duplicidad de esfuerzos o la desarticulación de estos, constituyendo un conjunto coordinado, dirigido a la consecución del objetivo señalado, con un rendimiento alto de los medios de que dispone.

En conclusión, la implantación de programas eficientes, son a menudo factores vitales, para lograr una mayor fluidez, orden y eficiencia de las

operaciones y consecuentemente, una mejor administración del proyecto de obra civil.

Etapas básicas de la programación:

- ✓ Dividir en etapas el proyecto
- ✓ Determinar las relaciones existentes entre cada una de las etapas y el orden a seguir de estas.
- ✓ Decidir quién es será el responsable de la realización de cada etapa.
- ✓ Determinar los recursos necesarios para cada etapa.
- ✓ Calcular en forma estimada el tiempo recomendado por cada etapa.
- ✓ Señalar fechas precisas para cada parte.

3.2.4.2. Presupuestos

Es uno de los planes más importantes del proyecto, que en forma escrita, representa las expectativas para un período futuro, expresadas éstas en términos cuantitativos, que pueden ser dinero, horas-hombre, toneladas, kilovatio-hora, unidades a producir, entre otros.

Anticipan los resultados de operaciones para un lapso futuro, constituyéndose en un plan de acción, basado en un análisis de las experiencias pasadas y en una evaluación de las variables presentes y futuras, que pueden influir sobre la ejecución de las operaciones de la obra civil.

Es un valiosísimo instrumento de dirección, considerado como la principal herramienta para dirigir eficazmente un proyecto. Su valor radica en que obliga al administrador a establecer objetivos más definidos, concordantes con los

programas de los otros departamentos. Además, permite la delegación de autoridad y responsabilidad sin dejar a un lado el control y supervisión.

3.2.5. Técnicas de planeación

La formulación y presentación de planes puede hacerse a través de diferentes instrumentos, los que poco a poco se han ido perfeccionando de acuerdo a los adelantos técnicos y a las exigencias de diseñar y presentar efectivos, fáciles de transmitir y ser comprendidos por quienes deberán ejecutarlos.

3.2.5.1. Diagramas de Gantt

Es reconocida la necesidad de contar con un instrumento de fácil manejo; que sirva para programar y controlar la ejecución de muchas tareas desarrolladas por un grupo pequeño de individuos y que señale los tiempos de inicio y terminación de cada una de las actividades, así como el tiempo total a emplear para llevar a cabo determinado plan.

Este diagrama es elaborado a partir de una lista detallada de todas las actividades a realizar en un proyecto colocando el tiempo exacto que cada actividad se llevará, al lado en un calendario se coloca en forma de barras representando el tiempo de las actividades en una fecha de inicio específica y una fecha final. Este diagrama ayuda a visualizar la secuencia de actividades y observar el panorama del tiempo en un calendario para tener en cuenta jornadas laborales y tiempos de ejecución.

3.2.5.2. Diagrama de PERT

Esencialmente, es una herramienta para planear, administrar y controlar proyectos, es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red que describe la secuencia e interrelación de todos los componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de esta red para la completa determinación del mejor programa de operación donde el tiempo es su variable fundamental y la incertidumbre asociada es tratada por el cálculo de probabilidades.

3.2.5.3. Ruta crítica o CPM

Es un procesado administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

En la planeación de una obra, es necesario contar con una herramienta que me permita a través de un diagrama, esquematizar todas las actividades en la que se divide el proyecto; especificando el tipo de relación entre una y otra así como su duración.

Una herramienta que me permita estimar el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto es el método de la ruta crítica (*CPM-Critical Path Method*) o del camino crítico. Este es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. El objetivo principal es determinar la duración de un proyecto, donde cada una de las actividades del mismo tiene una duración estimada. La duración de las actividades que forman la ruta crítica determina la duración del proyecto entero y las diferencias con las

otras rutas que no sean la crítica se denominan tiempos de holgura. Un proyecto puede tener más de una ruta crítica.

3.2.5.4. Diagramas de proceso

Ayuda a comprender el trabajo como un proceso y a identificar en qué parte del proceso está el problema. Es muy importante comprender que cada paso en el proceso crea relaciones o dependencias entre unos y otros para lograr la realización del trabajo. Cada paso del proceso depende en uno o varios proveedores de materiales o servicios y en algunos casos de información o recursos, los cuales deben ser: confiables, libres de defectos, oportunos y completos.

Aquellos que son los receptores del o de los productos del proceso deben asentar claramente sus requerimientos y dar a conocer cuando no están recibiendo lo esperado.

Es también muy importante que el diagrama de flujo sobre el que se haga el análisis de cualquier proceso se encuentre al día, ya que si no es así puede desvirtuar la identificación de problemas reales. Cada proceso es un sistema y debe ser tratado de tal manera con todas las partes con las que conecta. Si se cambia una de las partes del subsistema siempre se verá afectado el cómo actúa el sistema en su totalidad.

3.2.5.5. Otras herramientas

Otras herramientas de control en la planeación pueden ser las siguientes:

- ✓ Programación lineal
- ✓ Líneas de espera
- ✓ Simulación de escenarios
- ✓ Probabilidades de éxito

3.2.6. Principales pasos para la planificación de un proyecto

Es muy significativo para el buen funcionamiento de un proyecto, crear, en los diferentes niveles de la organización, un ambiente de planeación, motivar a todos los subalternos a que participen en el proceso de planeación de todas y cada una de las actividades de sus puestos y de la institución en general.

Los pasos para la planeación de un proyecto se pueden resumir en los siguientes:

- ✓ Perfeccionamiento del alcance del proyecto.
- ✓ Listado de tareas y actividades que llegarán al logro de las metas del proyecto.
- ✓ Secuencia de actividades.
- ✓ Desarrollo de un calendario y presupuesto.
- ✓ Conseguir que el plan sea aprobado por todos los interesados.

3.2.6.1. Plan

La función de elaborar planes es una tarea inherente a los puestos de jefatura, cualquiera que sea su posición en la jerarquía administrativa. Todos los jefes planean en mayor o menor grado. La elaboración de planes con la participación de los subordinados, es un sistema muy popular, debido a que ofrece la ventaja de lograr una mayor aceptación de los mismos por parte del

subalterno, lo cual se traduce en una labor más eficiente y entusiasta de este último.

El plan de un proyecto que dará por resultado una propuesta técnica o un trabajo concluido, incluirá:

- ✓ Naturaleza del tipo de estudio que se pretende realizar.
- ✓ Alcance: área de aplicación que cubre el estudio en términos de ubicación en la estructura orgánica y/o territorial.
- ✓ Justificación: demostración de la necesidad de efectuarlo en función de las ventajas que reportará efectuar el proyecto.
- ✓ Antecedentes: recuento de todos los estudios o esfuerzos análogos preparados con anterioridad.
- ✓ Objetivos: logros que se pretende alcanzar.
- ✓ Estrategia: ruta fundamental para orientar los cursos de acción y de asignación de recursos.
- ✓ Acciones: iniciativas o actividades necesarias para su impulsión.
- ✓ Recursos: todos los requerimientos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para su desarrollo.
- ✓ Costo: estimación global y específica de los recursos financieros que demanda su ejecución.
- ✓ Resultados: beneficios que se espera obtener para mejorar el funcionamiento de la organización, sus productos o servicios, el clima organizacional y las relaciones con el entorno.
- ✓ Información complementaria: material e investigaciones que sirvan como elementos de apoyo.

3.2.6.1.1. Optimizar el plan

La optimización del plan se puede hacer en tres áreas: tiempo, calidad y costo. Todas estas áreas en algún punto repercuten en el tema económico del proyecto. Es una decisión continua en la etapa de ejecución como optimizar para poder cumplir en calidad y reducir costos.

3.2.7. El proceso de planeación desde el enfoque operativo a la construcción de proyectos industriales

La planeación en el enfoque operativo consiste en la fijación de planes horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

3.2.7.1. Diagrama de flujo de procesos

El flujograma corresponde a la modalidad administrativa denominada diagramación. Diagramar es representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos, relaciones o fenómenos de todo tipo por medio de símbolos que clarifican la interrelación de diferentes factores y/o unidades administrativas, así como la relación causa-efecto que prevalece entre ellos.

Este recurso es invaluable para individuos y organizaciones porque así se pueden percibir en forma analítica y detallada la secuencia de una acción, lo que contribuye a conformar una sólida estructura de pensamiento que fortalece la capacidad de decisión gerencial.

3.2.7.2. Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI)

Un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) , también conocido del idioma inglés como *pipng and instrumentation diagram/drawing* (P&ID), es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.

El diagrama DTI está definido oficialmente por el Instituto de Instrumentación y Control de la siguiente manera: Un diagrama que muestra la interconexión de equipos de proceso e instrumentos utilizados para controlar el proceso. En la industria de proceso, un conjunto estándar de símbolos se utiliza para preparar los dibujos de los procesos, un conjunto estándar de símbolos se utiliza para preparar los dibujos de los procesos. El instrumento de símbolos utilizados en estos dibujos se basa generalmente en Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad (ISA) Norma S5.1.

3.3. Organización de un proyecto

El primer paso para realizar un estudio o proyecto organizacional consiste en precisar su naturaleza, alcance y requerimientos técnicos. Es decir, establecer los términos de referencia para orientar su ejecución.

Para que un grupo de personas pueda trabajar efectivamente en la realización de ciertos propósitos, debe existir una estructura explícita de funciones y para el caso de empresas pequeñas y medianas es recomendable, tomar muy en cuenta las cualidades de cada persona, y convertir la organización en un esquema elástico y dinámico, que sirva a las personas, en otras palabras, usar la organización en función del individuo.

Las personas agrupadas en equipo logran objetivos que quizás individualmente no podrían obtener, sin embargo, existe otra razón de peso para crear una organización y es la limitación que tiene el administrador para supervisar efectivamente. El número de subordinados que puede supervisar efectivamente un administrador, depende de aspectos tales como su habilidad, la naturaleza de su labor y otros factores básicos que influyen en la distribución de su tiempo.

El límite de supervisión efectiva, se denomina alcance de la administración, de ahí surge la necesidad de contar con diversos niveles de organización y adquieren importancia aspectos tales como: la delegación y la determinación de políticas generales.

3.3.1. Definición de la estructura organizacional

Es la representación gráfica de la estructura orgánica de una institución o empresa. Muestra qué unidades administrativas la integran y sus respectivas relaciones, niveles jerárquicos, canales formales de comunicación, líneas de autoridad, supervisión y asesoría, etc.

Los pasos básicos para elaborar un organigrama son:

- ✓ Autorización para realizar el estudio, emanado del titular administrativo
- ✓ Integración del equipo de trabajo
- ✓ Determinación del programa de elaboración
- ✓ Captación de la información (órganos que integran las áreas a diagramar, niveles jerárquicos de la estructura orgánica, relaciones que guardan entre ellos, naturaleza de esas relaciones, funciones que realizan, puestos y

número de plazas que los integran y beneficios que se esperan del organigrama que se construirá).

- ✓ Clasificación y registro de la información
- ✓ Análisis de la información
- ✓ Diseño del organigrama

3.3.2. Definición de la estructura operativa

La estructura operativa se refiere a los distintos tipos de procesos de manufactura en un proyecto o empresa. Aplicada a la construcción se refiere a la mano de obra calificada para el tipo de proyecto y que son identificados como el área de producción u operativa dentro del organigrama.

3.3.3. División del proyecto desde el enfoque administrativo

Desde inicio a fin, el proyecto se puede dividir en estas fases:

- ✓ Preinversión: definición e identificación del proyecto
- ✓ Inversión: estudios de factibilidad económica y social
- ✓ Ejecución: realizar el proyecto
- ✓ Supervisión y evaluación: evaluaciones finales

3.3.4. Construcción del proyecto

Una vez que se tengan los objetivos a alcanzar y el líder del proyecto, se deben de definir los recursos humanos, económicos y materiales necesarios para alcanzar los fines establecidos. Esta planeación debe ser flexible, porque siempre se encontrarán imponderables que resolver.

3.4. Dirección de un proyecto

Un proyecto tiene altas probabilidades de alcanzar los objetivos propuestos cuando tiene como responsable a un buen líder. Un buen líder es aquel que tiene don de mando, muy claro los objetivos a alcanzar y sabe diseñar las estrategias para poder lograr las metas que se trazaron previamente.

En todo proyecto las personas son muy importantes. Se debe tratar de identificar desde un principio las personas más adecuadas, y rechazar a las que no convienen.

Para asegurar que se alcancen los objetivos no basta con tener objetivos claros, un buen líder del proyecto y recursos humanos, financieros y materiales adecuados; es necesario evaluar las etapas del proyecto periódicamente, con la finalidad de identificar desviaciones y poner en práctica las medidas correctivas. Es decir, hay que darle un cuidadoso seguimiento. Además, una vez terminado el proyecto se recomienda reconocer a las personas que se distinguieron por su trabajo en equipo y por su desempeño individual.

Los líderes de proyectos de alto nivel, deben formarse para dominar las mejores prácticas de gestión y dirección de proyectos, para optimizar la gestión de los recursos físicos, humanos y económicos de las instituciones privadas, públicas y sociales a las cuales brinden sus servicios.

El liderazgo de proyectos, programas y cartera son los puntos con los que las organizaciones luchan para implantar metodologías ágiles, completar grandes proyectos, gestionar proveedores y crear más valor a través de sus

oficinas de gestión de proyectos. El liderazgo es uno de los temas clave a lo largo de las tendencias para la gestión de proyectos.

3.4.1. Etapas principales

La necesidad de la dirección de un proyecto crea funciones de mando y trato de personal que repercuten en la calidad final. Esto es muy importante pues es así como se observa el valor por dinero, que es la calidad reflejada en el costo final del proyecto.

Es impulsar, coordinar y vigilar las acciones de cada miembro y grupo de un organismo social, con el fin de que el conjunto de todas ellas realice del modo más eficaz los planes del proyecto de obra civil. Por lo tanto, comprende las siguientes etapas:

- ✓ Mando o autoridad: es el principio del que deriva toda la administración y, por lo mismo, su elemento principal, que es la dirección. Se estudia como delegarla y como ejercerla.
- ✓ Comunicación: es como el sistema nervioso de un organismo social; lleva al centro director todos los elementos que deben conocerse, y de éste, hacia cada órgano y célula, las ordenes de acción necesarias, debidamente coordinadas.
- ✓ Supervisión: la función última de la administración es el ver si las cosas se están haciendo tal y como se habían planeado y mandado.

3.5. Control de proyectos

El control permite saber si la administración da los resultados esperados. El control debe ser total. Existen tres niveles de control:

- ✓ Estratégico
- ✓ Administrativo
- ✓ Operacional

Pasos del proceso de control:

- ✓ Establecimiento de estándares o criterios de desempeño. Hay distintos tipos: Físicos, de costos, de capital, de ingresos, intangibles, puntos de control para el control estratégico.
- ✓ Medición del desempeño: se cuestiona: ¿qué medir?, ¿cómo medir? y ¿cuánto medir? La primera está implícita en la estrategia y objetivos. La segunda nace para diseñar el sistema de control y la tercera puede ocurrir en tres momentos: antes, durante y después del desempeño.

El desempeño puede medirse así:

- ✓ Control preliminar, el cual se concentra en los insumos críticos del sistema al comienzo del proceso productivo.
- ✓ Control de chequeo, que es la revisión periódica del producto.
- ✓ Control después de la acción, la cual se realiza en los productos una vez se ha completado el proceso de transformación.

- ✓ Retroalimentación: dar información respecto a los resultados; fase que debiera destinarse a los individuos, administradores y la Unidad de Personal.
- ✓ Comparación de resultados reales con los estándares: determinando el nivel de holgura permisible antes de adoptar medidas correctivas.
- ✓ Realización de acciones correctivas: los administradores podrán corregir las desviaciones mediante una nueva elaboración de los planes, corregir las desviaciones por medio de la reasignación de responsabilidades y de una mejor dirección.

3.5.1. Actividades de control

Las actividades más destacadas son las siguientes:

- ✓ Prevención: la realización de investigaciones y la elaboración de especificaciones y proyectos realistas.
- ✓ Control del proceso: durante el cual se debe exigir el cumplimiento a las especificaciones y proyecto en las etapas intermedias de producción o construcción.
- ✓ Verificación del producto u obra a su terminación: en que se debe cumplir con la meta propuesta y, de acuerdo con lo alcanzado, se realizarán los pagos y ajustes correspondientes, así mismo se debe observar el comportamiento que se tenga durante la operación o uso del producto elaborado.

- ✓ Motivación: el control de calidad debe motivar en forma adecuada al personal, desde los ejecutivos hasta los operarios para alcanzar la meta propuesta.

El control de calidad debe realizar la retroalimentación para que las experiencias que se hayan tenido durante la construcción o elaboración se tomen en cuenta para modificar total o parcialmente las especificaciones y los proyectos. Tipos de controles:

- ✓ Críticos: aquellos que pueden hacer al concepto muy peligroso si no se corrigen.
- ✓ Importantes: aquellos que puedan afectar al comportamiento en forma seria.
- ✓ Poco importantes: aquellos que pueden afectar el comportamiento en forma poco seria.
- ✓ De contrato: las desviaciones respecto a lo establecido contractualmente.

3.5.2. Seguimiento de avances

Durante la ejecución del proyecto se elaborarán de forma periódica informes de seguimiento que serán presentados en las correspondientes reuniones de seguimiento. En dichas reuniones se revisarán las actas de las reuniones anteriores, con el fin de comprobar que todos los acuerdos establecidos y recogidos en dichas actas se reflejan en el informe de seguimiento correspondiente. Dichas acciones pueden consultarse en la lista de control de acciones a realizar durante el ciclo de vida del proyecto.

3.5.3. Parámetros de control

Estos los define el encargado del proyecto, y se pueden clasificar según el control en parámetros de tiempo, calidad y costo. En los controles de tiempo se verifican tiempos de ejecución o producción, en el control de calidad se verifican especificaciones técnicas y normas de regulación dependiendo de la definición del proyecto y en el control de costo se supervisan los costos directos e indirectos según el progreso.

Son los que describen las necesidades para o las expectativas de un producto, las cuales se brindan en forma estandarizada a los clientes o consumidores. Formas de caracterizar a un producto es a través de su apariencia, utilidad, confiabilidad, etc. Otros parámetros de calidad pueden ser efectos–deseables o no deseables del proceso productivo y/o el consumo. Ejemplos: la contaminación y el consumo excesivo de recursos naturales, los que también se constituyen así en parámetros de calidad.

Un parámetro de control de calidad contiene las especificaciones que se deben de cumplir, manteniendo un mínimo y un máximo de aceptabilidad, pero siempre buscando tener el promedio. Un parámetro indicará hasta donde es aceptable, a partir de que se acepta y hasta qué grado es aceptable.

Las Normas ISO 9000, por ejemplo, toman como parámetros de control aspectos como:

- ✓ Calidad de diseño: es el grado en el que un producto o servicio se ve reflejado en su diseño.

- ✓ Calidad de conformidad: el grado de fidelidad con el que es reproducido un producto o servicio respecto a su diseño.
- ✓ Calidad de uso: producto ha de ser fácil de usar, seguro, fiable, entre otros.
- ✓ El cliente como nuevo objetivo: el factor realmente estratégico en todo producto o servicio, ya que para él es prácticamente el esfuerzo de todo trabajo empresarial.

3.5.3.1. Parámetros de control físico

El control físico es una forma observable y tangible de control. Por ejemplo cantidad de productos producidos por unidad de tiempo, control de calidad visual de productos en una producción, analizar avance según planificación en una construcción, etc.

Las pruebas a los materiales es un ejemplo de control físico. Para conocer las pruebas de los materiales y verificar la calidad de la obra es necesaria la utilización de laboratorios de materiales para hacer las pruebas adecuadas al caso.

En una prueba de control de calidad se debe definir el conjunto de pruebas para clasificar los materiales, verificar la calidad de la obra y proyectar la estructura, las que proporcionan la base metodológica y técnica del programa.

Las pruebas deben cumplir estos requisitos:

- ✓ Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales
- ✓ Ser sencillas y estandarizadas
- ✓ Ser rápidas en su realización
- ✓ Ser fáciles de interpretar
- ✓ Requerir equipo económico, fácil de corregir, calibrar y manejar

3.5.4. Objetivos de calidad

Son metas, retos que se definen a partir de la planificación estratégica de la empresa y de su política de calidad. Se deben escoger aquellos objetivos de calidad que van más allá en el avance de las políticas de calidad. Estos deben ser establecidos por la alta dirección de la organización y ser coherentes con la política de calidad, para perseguir la mejora continua.

Los objetivos de calidad además han de ser establecidos en términos medibles y cuantificables, con el objeto de comprobar si se han cumplido, y así establecer plazos para su consecución.

Pueden fijarse objetivos de calidad a corto plazo (un año) bien a mediano o largo plazo. Se establece un objetivo general y con base en el mismo se fijarán objetivos concretos para cada uno de los procesos.

En una organización los objetivos generales fijados por la alta dirección deben ser incluidos en el manual de calidad (cuando se esté desarrollando un proceso interno de gestión de la calidad, sobre todo). En cualquier forma, la estrategia de calidad a largo plazo, debe ser coherente con los objetivos generales de la organización, facilitando su logro con calidad y eficacia. Así

mismo, deben tenerse en cuenta los intereses de todas las partes intervinientes: clientes, asociados, la sociedad, los accionistas, empleados y directivos.

Algunos objetivos de calidad precisan de ciertas actividades que, a su vez, pueden ser también alcanzar objetivos. Ejemplo, aumentar la facturación de agua suministrada, es un objetivo claro de calidad, que implica menores pérdidas de agua, mejor lectura, menos interrupciones del servicio, cambio de contadores en mal estado, etc. Estas metas también se pueden considerar objetivos de calidad.

La actividad de control de calidad en obras civiles se puede definir como el conjunto sistemático de esfuerzos, principios, prácticas y tecnología de una organización de producción o industria para asegurar mantener o superar la calidad del producto al menor costo posible.

La intensidad del control de calidad depende del conocimiento que tengan las personas, principalmente los ejecutivos sobre su utilidad, de las necesidades y magnitud de la obra de producción y de la disponibilidad de elementos y de organización que se tenga.

4. EL PROCESO ADMINISTRATIVO APLICADO A LOS PROYECTOS DE OBRA CIVIL

4.1. Alcance

El alcance de la administración en las obras civiles se resume en los campos que son competencia de un ingeniero civil:

- ✓ La planificación, el diseño y el control de los sistemas de transporte urbano, incluyendo el diseño de intercambiadores y la creación de nuevas líneas o modificación de las existentes.
- ✓ La elaboración de estudios relacionados con el transporte y la logística.
- ✓ La elaboración de estudios, planes y proyectos urbanísticos, de ordenación territorial y medio ambiental.
- ✓ La planificación, ejecución y administración de plantas de tratamiento o incineración de residuos y vertederos.
- ✓ Las labores auxiliares de ingeniería (control de calidad, ensayos de laboratorio, supervisión de temas de salud y seguridad organizacional).
- ✓ El mantenimiento en todas de las anteriores ramas mencionadas.

4.2. Planeación de una obra

En esta etapa tienen mucho peso las investigaciones de campo para detectar dificultades específicas relacionadas con la geología de las áreas en las que se intervendrá, y se detallarán los impactos ambientales, incluyendo tanto la parte física como la abiótica y la social. En general es en esta fase que se escoge la solución definitiva, que se considera ya en la etapa de diseño definitivo o proyecto ejecutivo.

Al inicio se debe pensar primero en las actividades productivas de obra, que afectan directamente a la empresa responsable de la ejecución. Sus actividades son condicionadas por las actividades de otros agentes que intervienen en el proceso (el promotor, el equipo redactor del proyecto, el equipo de dirección de las obras, el sub contratista e industriales, los proveedores de materiales y elementos, la administración, las compañías de servicio, etc.)

Por lo tanto, el programar la ejecución de una obra no significa programar únicamente las actividades de uno solo de los participantes, sino que el programa ha de asumir la función de síntesis, integrando la intervención de todos los actores y el programa es el instrumento que asegure la coordinación de las actividades a realizar por todos ellos, de acuerdo con los objetivos generales y específicos pre definidos. Desde el inicio del proyecto de obra civil pueden intervenir los aspectos siguientes, según la magnitud del proyecto. Las etapas del proyecto de obra civil son:

- ✓ Estudios previos
 - De necesidades financieras
 - De mercado
 - Situación jurídico-urbanística
 - Situación jurídico-civil registrada

- ✓ Definición de niveles de calidad de la edificación
- ✓ Contratación del proyecto
- ✓ Concepción y diseño
 - Información previa sobre condiciones:
 - Urbanísticas
 - Topográficas
 - Geotécnicas
 - Ambientales
 - De uso y mantenimiento
 - De costo

 - Anteproyecto
 - Proyecto básico
 - Proyecto de ejecución

- ✓ Calificación del proyecto
 - Licencia municipal de obras
 - Licencia de instalaciones y elementos industriales
 - Licencias diversas en función del emplazamiento de la obra

- ✓ Contratación de la obra y de la dirección
 - Definición de condiciones de contratación
 - Solicitud de ofertas
 - Adjudicación y contratación de la obra
 - Contratación de la dirección de obras

- ✓ Programación y preparación de la ejecución
 - Programa de ejecución
 - Plan de implementación e instalaciones provisionales de obra
 - Plan de seguridad
 - Plan de control de calidad
 - Seguros de obra de la construcción
 - Licencias y permisos diversos

- ✓ Ejecución de la Obra
 - Ocupación del terreno
 - Instalaciones provisionales
 - Acta de replanteo
 - Ejecución, Control y Dirección
 - Recepción
 - Certificado final de obra
 - Liquidación

4.2.1. El contrato

El contrato es el instrumento legal que reglamenta las relaciones entre dos elementos que intervienen en la consecución de un fin. En forma general se pueden dividir en dos partes:

✓ Declaraciones: donde se enuncia las:

- Intenciones
- Personalidades
- Capacidades de las partes

✓ Cláusulas: donde se establecen los:

- Derechos
- Obligaciones
- Responsabilidades de las partes

Estas cláusulas en construcción, se recomienda tengan como mínimo aclarados los conceptos siguientes:

- ✓ Objeto del trabajo
- ✓ Importe del contrato
- ✓ Forma de pago
- ✓ Tiempo de construcción
- ✓ Reducción de trabajos
- ✓ Aumento de trabajos
- ✓ Contingencias imprevistas de fuerza mayor
- ✓ Contingencias previstas en el contrato

- ✓ Relaciones con terceros
- ✓ Garantías
- ✓ Responsabilidades
- ✓ Obligaciones
- ✓ Sanciones
- ✓ Arbitraje

En Guatemala, la compra venta y la contratación de bienes, suministros, obras y servicios que requieren los organismos del estado, sus entidades descentralizadas y autónomas, unidades ejecutoras, municipalidades y empresas públicas estatales y municipales, se sujetan a la Ley de Contrataciones del Estado. El proceso de gestión de la contratación requiere normalmente el desarrollo de estas actividades:

- ✓ Preparar la lista de ofertantes.
- ✓ Preparación y entrega de la documentación a entregar a cada ofertante, con la petición de oferta (proyecto) y condiciones que han de reunir las ofertas.
- ✓ Preparación de ofertas por parte de ofertantes.
- ✓ Presentación de ofertas por parte de ofertantes.
- ✓ Elaboración de cuadros comparativos y análisis de las ofertas.
- ✓ Negociaciones, decisión de adjudicación.
- ✓ Redacción del contrato.
- ✓ Firma del contrato.

La realización de este proceso supone un período de tiempo determinado, al que se le debe agregar el tiempo necesario para la firma del contrato y la fecha de comienzo de la intervención del contratista en la obra. Estas actividades son típicas de contrataciones privadas. Para el Estado, la

administración gubernamental tiene sus propios procedimientos de contratación que regula la ley y reglamentos de contratos de obras ya preestablecidos. No obstante, en ambos casos la finalidad es la misma: llegar a la adjudicación y contrato de la obra a realizar.

4.2.2. Documentos de diseño

Los ingenieros que llevan a cabo la obra no necesariamente son (y usualmente no son) los que la diseñaron. La empresa constructora puede decidir también subcontratar diferentes trabajos a otras empresas, con lo que puede llegar a haber a distintas empresas para una misma obra (una ejecuta los movimientos de tierras, otra las estructuras de hormigón, entre otros), cada una con su correspondiente departamento de ingeniería y su correspondiente equipo de ingenieros en obra.

Se inicia entonces el trabajo de recopilación de los datos necesarios para el diseño de una solución a dicha necesidad, datos que pueden ser de distintos tipos e implican recabar documentos relacionados con los siguientes datos necesarios:

- ✓ Documentos topográficos (medición de la superficie real del terreno).
- ✓ Documentos hidrológicos (pluviometría de una cuenca, caudal de un río, aforos de las carreteras o calles existentes, densidades de población).
- ✓ Documentos geológicos (características de los suelos subyacentes).
- ✓ Documentos sismológicos (características sismológicas del área).
- ✓ Estudios de impacto ambiental, para estudiar el impacto que la obra tendrá sobre la ecología del lugar.
- ✓ Estudio de presupuestos de costo de la obra.

4.2.2.1. Ubicación del proyecto

La importancia de la ubicación del proyecto es por diferentes problemas como por ejemplo, debido a lo imprevisible del terreno se producen problemas a pie de obra que obligan a realizar modificaciones en el proyecto; en otras ocasiones la administración puede decidir variar algunas condiciones o exigencias a medida que la obra se desarrolla y se observan problemas o posibilidades que no se habían estudiado o que en el momento en que se elaboró el anteproyecto no se consideraron importantes. Puede ocurrir que una nueva infraestructura obligue a hacer modificaciones en la planificación inicial. Por todo lo comentado anteriormente se debe hacer un análisis de la ubicación del proyecto para los documentos de diseño de la obra.

4.2.2.2. Disponibilidad de recursos en la zona

Generalmente en la construcción son necesarios varios recursos, no solo para el trabajo en sí, sino también para los trabajadores. Los recursos a tomar en cuenta en un proyecto son:

- ✓ Recursos hídricos
- ✓ Energía
- ✓ Alimentación
- ✓ Hospedaje
- ✓ Transporte y comunicación
- ✓ Clima

4.2.2.3. Vinculación del proyecto con organizaciones

En la construcción de obras civiles es muy importante determinar de qué organización será la inversión necesaria para la construcción del proyecto. Existen muchas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que financian proyectos según las características del mismo. Según el tipo de proyecto se deben definir que organizaciones pudieran estar relacionadas y posiblemente involucradas en el proyecto para el beneficio del mismo.

4.2.2.4. Condiciones y recursos disponibles

Para ejecutar las actividades de un programa de una obra civil, invariablemente se requiere:

- ✓ Para todas las actividades, uso de tiempo; esto quiere decir que al ejecutar una actividad, cualquiera que esta sea, necesariamente se consumirá tiempo;
- ✓ Para ciertas actividades, la mayoría por cierto, será necesario utilizar fuerza de trabajo o mano de obra y alguna clase de maquinaria, equipo, herramienta o implementos, o bien, la combinación de dichos elementos;
- ✓ Para algunas actividades, se requerirá el uso de materiales o materias primas, piezas prefabricadas o la combinación de tales elementos;
- ✓ Para todas las actividades, con escasas excepciones, se requerirá del uso del dinero el cual se deriva de la suma del costo de cada uno de los elementos indicados anteriormente.

Los elementos citados en las literales anteriores, tiempo, mano de obra, maquinaria, equipo, herramienta, implementos, materiales, piezas y dinero y, en casos particulares, algunos otros elementos como la tierra, las instalaciones físicas, etc., se conocen con el nombre genérico de recursos.

Para ejecutar en forma correcta, el tiempo requerido y dentro del costo deseado, un proceso productivo, es indispensable que todas y cada una de las actividades que lo integran se ejecuten en el tiempo y dentro del costo, requeridos para tal fin.

Esto será posible cuando para la ejecución de las actividades del proyecto se cuente, en forma exacta y oportuna, con todos los recursos necesarios para ejecutar todas y cada una de ellas, lo que únicamente se consigue al programar adecuada y metodológicamente el aprovisionamiento de dichos recursos, acciones que en su orden se examinan seguidamente.

4.2.3. Integración de costos

En la ejecución de un proyecto se distinguen dos tipos de costos de características bien definidas y con comportamientos diferentes y un tercer costo que no siempre se aplica. Esos tipos son los llamados costo directo, costo indirecto y circunstancial

4.2.3.1. Costos directos

Se llama costo directo de una actividad a la suma de los valores de los insumos que se necesitan para realizarla, tales como mano de obra, materiales, equipos, transportes, etc.

Es importante distinguir entre los insumos indispensables y propios para cada actividad y los que la influyen, pero no tienen esas características, tales como la supervisión en general, por ejemplo. Una forma de identificar los costos directos es que se incurre en ellos solo mientras se trabaja en la actividad y cesan si esta se paraliza.

Si se considera que la ejecución de una actividad cualquiera puede hacerse en diferentes formas, tenemos que cada una de las alternativas de ejecución supone el empleo de métodos o recursos distintos, lo que hace que los tiempos de ejecución y los costos directos sean distintos para cada una de las alternativas.

Por lo general, la reducción del tiempo de ejecución conlleva un aumento del costo total directo de la actividad porque implica el uso de mayores recursos. Pero se puede reducir el tiempo de ejecución hasta que no sea físicamente posible aumentar los recursos, o porque los costos adicionales son desproporcionados con los beneficios que se pueden obtener.

4.2.3.2. Costos indirectos

Se define como costo indirecto a los gastos que deben atenderse para la ejecución de un proyecto, que no tienen vinculación directa con la realización de cada actividad, sino que sirven de soporte a todas ellas. Son gastos indirectos típicos los de dirección y supervisión, los gastos de las oficinas administrativas, intereses del capital invertido en la ejecución del proyecto, etc.

Por lo general, los gastos indirectos son aproximadamente constantes para cada unidad de tiempo, de modo que el costo acumulado para un proyecto, se puede representar por una recta creciente con el tiempo.

Otras veces, los costos indirectos se mantienen constantes por unidad de tiempo durante un cierto período y luego hay un cambio motivado por la incorporación o retiro de ciertos elementos como oficinas, bodegas, algún personal, etc.

4.2.3.3. Costo circunstancial

Este tipo de costo corresponde a uno que puede aparecer como consecuencia de que el proyecto no se termine en el plazo fijado y se produzcan gastos extras.

La expresión más típica de este costo son las multas que se acostumbran establecer en los contratos de construcción por el retraso en la terminación de las obras. A pesar que muchas veces no se contabiliza su valor, el costo circunstancial por el retraso de los proyectos es un factor sobre el cual hay que mantener una actitud de alerta.

4.2.4. Programación de un proyecto (CPM - GANTT)

El plan de ejecución de una obra viene a ser lo tangible del proyecto, lo cual se logra mediante la asignación de recursos y la dirección estratégica. Escribir un plan de ejecución requiere que los detalles se describan, los recursos específicos se indiquen y las instrucciones sean claras y concisas.

Antes la programación y el control de un proceso productivo solo era posible llevarse a cabo, en base de diagrama de barras o diagrama de Gantt, el cual consistía en predeterminar cuales eran las actividades principales, cuál era su duración y representarlas a cierta escala, en donde corresponde al orden de ejecución de actividades.

Alrededor de 1960 se implementó el método de la ruta crítica (CPM), por primera vez, desde entonces y debido a las bondades de dicho método, su difusión ha sido mundial y su aplicación, a problemas de muy diversa naturaleza.

Desde entonces se han desarrollado varios métodos para lograr una mejor eficiencia, como el método PERT y RAMSP, pero no existe una radical diferencia a los métodos de GANTT y CPM, el problema es, que cuando una obra se retrasa, la solución para terminarla en la fecha indicada por la programación inicial es apresurar todas las actividades, desperdiciando a veces recursos, los cuales no estaban previstos al inicio del proyecto, lo que cual no significa que la programación sea defectuosa, solo es un ejemplo de la incerteza a la hora de la ejecución.

En los numerales siguientes se presenta la descripción del método CPM complementado con el método GANTT, para su aplicación en la programación de un proyecto de obra civil.

4.2.4.1. Ventajas del CPM y desglosar la estructura de trabajo

Existen muchas ventajas de desglosar las actividades de un proyecto para observarlo en un panorama extendido y ubicar puntos críticos o de mayor importancia, las ventajas más importantes son:

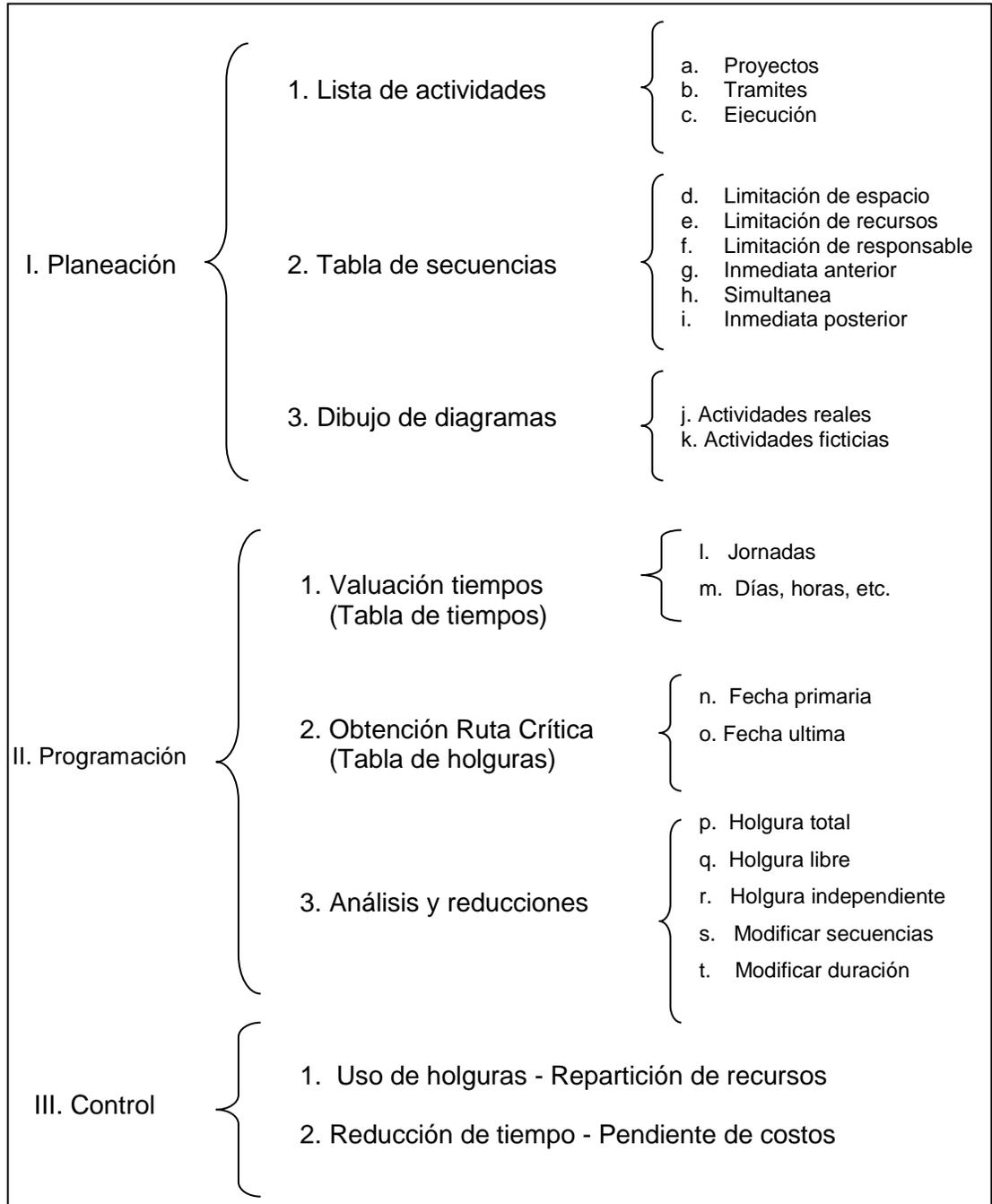
- ✓ Permite obtener, destinar y aprovechar los recursos para alcanzar los objetivos.
- ✓ Permite conocer los diferentes órdenes de importancia de las actividades.

- ✓ Permite conocer cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de un proyecto.
- ✓ Permite conocer los recursos requeridos para cualquier momento de ejecución del proyecto.
- ✓
- ✓ Permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proceso.
- ✓ Facilita adelantar actividades compatibles con los objetivos y procedimientos adoptados.
- ✓ Permite hacer el seguimiento y medir los progresos hacia esos objetivos a modo que se puedan tomar las medidas correctivas.
- ✓ Permite unificar esfuerzos en función de objetivos trazados.
- ✓ Reduce el trabajo improductivo.
- ✓ Disminuye la incertidumbre al ejecutar el trabajo.

4.2.4.2. Proceso

Aceptando que cualquier proceso de un proyecto de obra civil necesita de una planeación, una programación y un control, se aplica esto al método CPM y se encuentra lo que se detalla en la figura 1 a continuación.

Figura 1. **Proceso CPM para obras civiles**



Fuente: SUÁREZ SALAZAR, *Costos, tiempo y edificación*. p. 35.

4.2.4.3. Lista de actividades

Esta lista comprende todas las actividades necesarias para la realización del proyecto, debe de ser lo más detallada posible, aunque la actividad parezca simple o sin importancia, puede significar un error más adelante. En la lista de actividades no se debe olvidar los tiempos necesarios para proyectos y trámites, indispensables para la ejecución de un proyecto de obra civil, así como las actividades específicas de construcción.

4.2.4.4. Tabla de secuencias

En esta tabla de secuencias se debe señalar, cuales actividades son simultaneas, cuales inmediatas anteriores y cuales inmediatas posteriores, tomando en cuenta indicar en dicha tabla de secuencias las limitaciones de espacio y de recursos, así como una muy importante, que es la decisión del responsable, es decir, el orden que aún no ha tenido a primera vista razón lógica, debe efectuarse de ese modo. La lista de actividades y la tabla de secuencias se pueden reunir en una sola, por ejemplo la tabla II siguiente.

Tabla II. **Lista de actividades y secuencias**

No.	ACTIVIDAD	ANTERIOR	SIMULTANEA	POSTERIOR

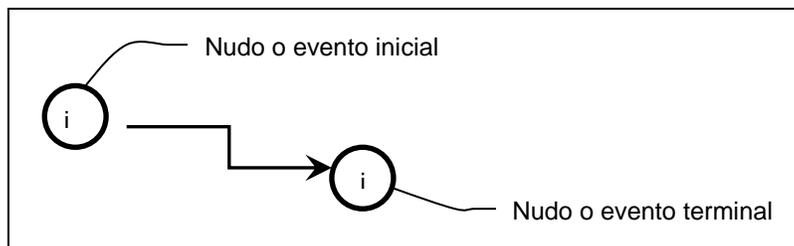
Fuente: elaboración propia.

4.2.4.5. Diagrama

Es un dibujo geométrico, muy utilizado en ciencia, en educación y en comunicación; con el que se obtiene la representación gráfica de una proposición, de la resolución de un problema, de las relaciones entre las diferentes partes o elementos de un conjunto o sistema, o de la regularidad en la variación de un fenómeno que permite establecer algún tipo de ley.

La forma de representar una actividad y una secuencia de actividades en un diagrama, para observar el proyecto como una red de procesos, se ejemplifica en la figura 2 siguiente.

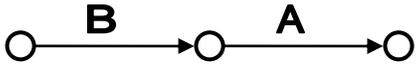
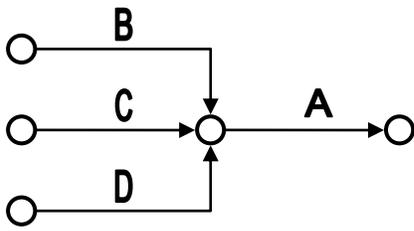
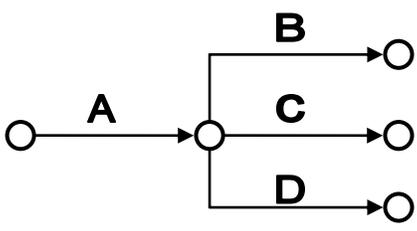
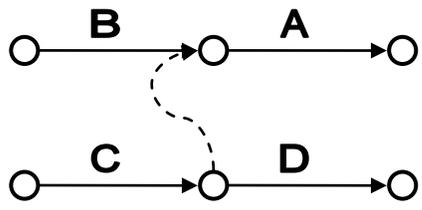
Figura 2. **Diagrama de actividades**



Fuente: elaboración propia.

La figura 3, a continuación, ejemplifica representaciones gráficas de secuencias.

Figura 3. Representaciones gráficas de secuencias

<p>La actividad A es inmediata posterior a la B.</p>  <pre> graph LR B((B)) --> A((A)) </pre> <p>La actividad B es inmediata anterior a la actividad A.</p>	<p>La actividad A es inmediata posterior a las actividades B, C y D.</p>  <pre> graph LR B((B)) --> J(()) C((C)) --> J D((D)) --> J J --> A((A)) </pre> <p>Las actividades B, C y D, son inmediatas anteriores a la actividad A.</p>
<p>Las actividades B, C y D son inmediatas posteriores a la actividad A.</p>  <pre> graph LR A((A)) --> J(()) J --> B((B)) J --> C((C)) J --> D((D)) </pre> <p>La actividad A es inmediata anterior a las actividades B, C y D</p>	<p>La actividad A es inmediata posterior a las actividades B y C, y la actividad D solo es inmediata posterior a la actividad C.</p>  <pre> graph LR B((B)) --> A((A)) C((C)) --> A C --> D((D)) </pre> <p>La actividad C es inmediata anterior a la actividad D y las actividades B y C son inmediatas anteriores a la actividad A.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.2.4.6. Valuación de tiempo

Tomando en cuenta las limitaciones de espacio, de recursos y de decisión de responsable, procedemos a hacer la valuación de los tiempos de duración de las actividades. Es indudable que dependiendo del criterio personal del programador y del sistema de pago de la mano de obra, los tiempos de duración por actividad tengan un rango de variación muy grande. En la sección de anexos se podrá encontrar tablas de referencia con rendimientos estimados. Para la valuación de los tiempos se utiliza la fórmula siguiente:

$$JG = \frac{CO}{RG}$$

Donde: JG= jornadas por grupo

CO= cantidad de obra o trabajo

RG= rendimiento del grupo

De donde la duración de cada actividad, dependerá del número de grupos que eficientemente puedan asignarse a la actividad en estudio, tomando muy en cuenta las limitaciones de espacio y de personal por lo cual, la duración normal de una actividad (DN) será:

$$DN = \frac{JG}{NG}$$

Dónde: JG= jornadas por grupo

NG= número de grupos que pueden trabajar simultáneamente

Resumiendo en forma tabular, se obtiene una tabla de valuación de tiempos, como se puede observar en la tabla III a continuación.

Tabla III. **Tabla de valuación de tiempos**

<i>i</i>	<i>j</i>	<i>Descrip. Activ.</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cant. Obra</i>	<i>Grup.</i>	<i>RG</i>	<i>JG</i>	<i>NG</i>	<i>DN</i>	<i>DN Final</i>

Fuente: elaboración propia.

4.2.4.7. Ruta crítica

Como se mencionó anteriormente, la ruta crítica permite conocer las actividades que definen o determinan la duración de un proceso, es decir, las actividades críticas, ahora bien, existen otras actividades que no son críticas, y para llegar a su clasificación, se necesita definir lo siguiente:

- ✓ Holgura total: se le conoce así a la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la terminación de un proceso.
- ✓ Holgura libre: se le conoce así a la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha primera de iniciación de las posteriores.
- ✓ Holgura independiente: se le conoce así a la cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha última de las anteriores y la fecha primera de las posteriores.

Por consecuencia, ruta crítica, también es una secuencia de actividades, cuya holgura total es cero, ahora bien, si en la representación de una actividad cualquiera, tenemos un evento inicial, un evento terminal, una designación de actividad y un tiempo de duración se pueden determinar las holguras y así llegar a un grado de importancia de la actividad, como se propone en la tabla IV siguiente.

Tabla IV. **Tabla de tabulación de holguras**

<i>i</i>	<i>j</i>	<i>Descrip. Activ.</i>	<i>Dn</i>	<i>HT</i>	<i>HL</i>	<i>HI</i>	<i>FECHA primera</i>		<i>FECHA Última</i>		<i>GRADO importancia</i>
							<i>I</i>	<i>T</i>	<i>I</i>	<i>T</i>	

Fuente: elaboración propia.

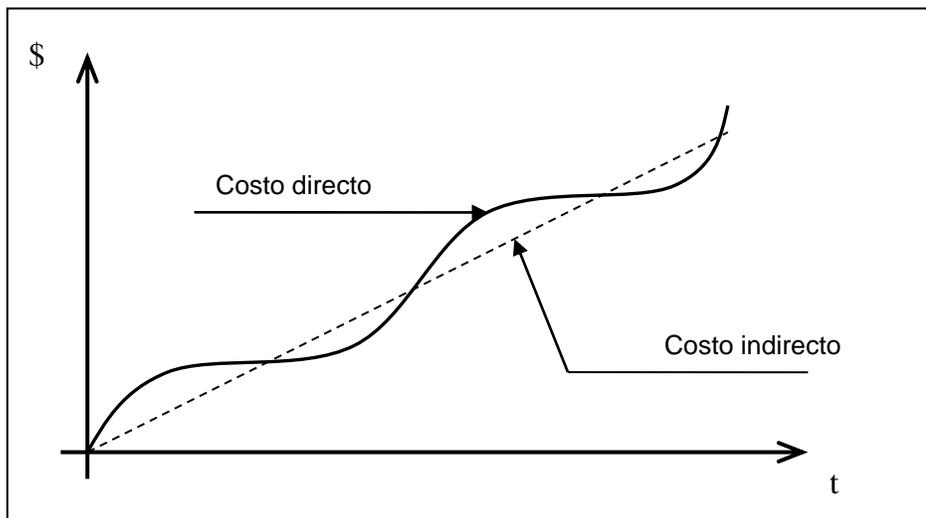
4.2.4.8. **Análisis y reducciones**

Para analizar un proceso productivo, se debe estudiar cada una de las holguras para reducirlas o conservarlas según convenga. Para las reducciones tenemos 2 caminos, o modificar duraciones o modificar secuencias; la primera con más personal, con más equipo o con dobles turnos, y la segunda cambiando el sistema de la programación.

4.2.4.9. Reducción tiempo-costo

Todo proceso de obra civil produce 2 clases de costos, costos indirectos y costos directos, siendo los primeros determinados por el funcionamiento de la empresa, y los segundos dependientes del tipo de obra que se trate. La mayoría de los costos fijos pueden representarse como se presentan en la figura 4 a continuación.

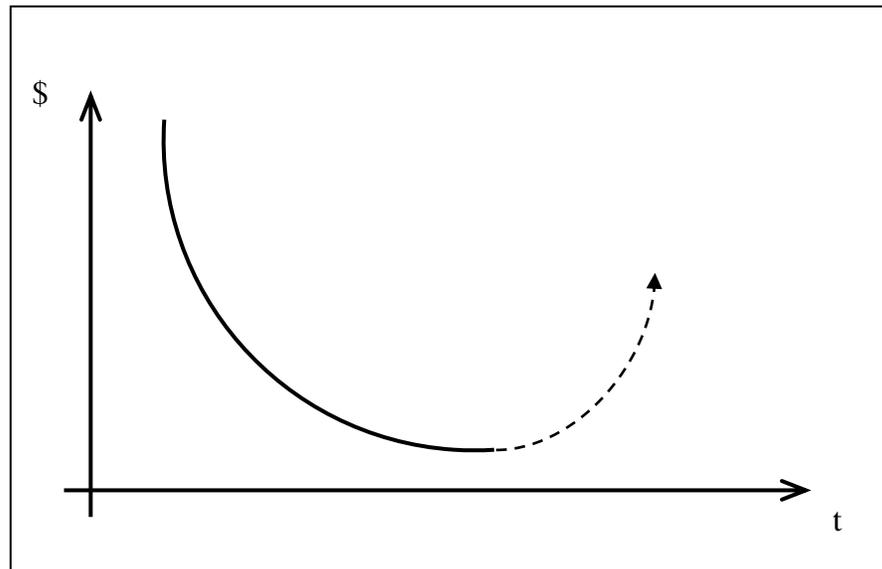
Figura 4. **Gráfica de costos**



Fuente: elaboración propia.

Y los costos de obra se afectan al reducir el tiempo de ejecución en la forma que se muestra en la figura 5.

Figura 5. **Gráfica de Tiempo-Costo**



Fuente: elaboración propia.

Considerando lo anterior, matemáticamente, es posible encontrar el máximo acortamiento de duración con el mínimo incremento del costo a través de varios métodos.

Para una pendiente de costo directo en valor absoluto, mayor o igual que la pendiente de costo indirecto de operación, la duración del costo mínimo es la duración normal, y es consecuencia si se evalúa la pendiente de costo directo (proporcional a la obra) y encontramos el flujo total para la duración normal; si este es mayor que aquella, el tiempo para costo mínimo también es la duración normal. Es siempre probable que el costo mínimo sea DN, ya que la variación en función del tiempo en los costos indirectos es lineal y de los directos puede llegar a ser geométrica.

Si después de obtener la secuencia de actividades que rigen un proceso productivo, se tiene la necesidad de realizar dicho proceso “N” veces, es posible obtener una programación de programaciones, que permita desarrollar el conjunto de procesos, obteniendo una unidad de producto por cada unidad de tiempo prefijada (segundo, minuto, hora, día, semana, etc.).

4.2.4.10. Sistema CPM-GANTT

Después de haber elaborado el diagrama de barras con las duraciones normales encontradas para cada actividad en un calendario, es posible introducir una solución más objetiva y por lo mismo más sencilla que el método de GANTT aplicado posteriormente al CPM. Si se acepta que los dos métodos son complementarios, la mejor solución sería unirlos en un solo sistema al cual se denomina “sistema CPM-GANTT”, ya que reúne las cualidades de los dos y subsana los posibles defectos de los mismos considerados aislados.

El concepto de holguras que puede representar una dificultad de asimilación, para una persona alejada del tecnicismo de programación, en este sistema se simplifica. Si se acepta que una actividad puede ser un vector con dirección, magnitud y sentido, se puede representar escalarmente el concepto de una holgura.

Los mejores resultados del sistema de programación CPM-GANTT se obtienen representando a escala horizontal los tiempos y asignando a cada vector un valor determinado, indicando la necesidad de mano de obra de recursos por actividad, arriba o abajo del vector considerado.

Como se mencionó anteriormente, en la planificación de la ejecución de obras existen etapas y agentes participantes. En la programación de la

ejecución de una obra se trata de definir el calendario de ejecución de un conjunto de actividades. Este es clave para el desarrollo de las actividades en obra.

4.2.5. Software de apoyo en actividades administrativas

En la administración de todo tipo de proyectos se utiliza software de administración de proyectos o software administrativo general.

Los programas de gestión de proyectos se han vuelto esenciales en la organización de actividades de la empresa. Herramientas polivalentes como el seguimiento y coordinación de los trabajos, control de los flujos de información, respeto de los plazos de tiempo y presupuesto de costos son adaptadas a las necesidades tanto de las pequeñas como de las grandes empresas y son complementarias de CRM (*Customer relationship management*) y programas de gestión integradas.

4.2.5.1. De aplicación general

Un modelo de *software* administrativo de aplicación general es el CIF – TRACK. Es un software para empresas de gestión de servicios, obras, proyectos, instalaciones, montajes, mantenimientos o similares.

Permite presupuestar los trabajos, planificar y programar su ejecución, gestionar tareas, costes y plazos de ejecución, asignar trabajadores, recursos disponibles o subcontratar órdenes de trabajo; controlar la ejecución y comparar costes con los presupuestos, gestionar compras y almacenes, registrar y controlar las horas de cada empleado con sus tipos de horas, para luego

confeccionar nóminas, con sus dietas y complementos o para facturar trabajos por administración.

A continuación se presentan los nombres de algunos softwares como soluciones simples (funcionalidades limitadas, convenientes a pequeños grupos de trabajo):

- ✓ Basecamp
- ✓ Collabtive
- ✓ Huddle
- ✓ Hyperoffice
- ✓ KPlato
- ✓ Microsoft Project

A continuación se presentan los nombres de algunos *softwares* para soluciones complejas (integradas):

- ✓ AtTask
- ✓ BrightWork
- ✓ Genius Inside

4.2.5.2. Primavera Project Planner

La empresa “Oracle” ha creado diferentes versiones o modalidades de este novedoso *software*, que está enfocado a la programación, planificación y control de proyectos, las cuales se resumen a continuación:

- ✓ Oracle Primavera
- ✓ Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management

- ✓ Primavera Unifier
- ✓ Primavera Portfolio Management
- ✓ Risk Analysis
- ✓ Primavera Capital Planning
- ✓ Primavera Project Delivery Management
- ✓ Primavera Cost Controls
- ✓ Primavera Facilities Management
- ✓ Primavera Real Estate Management

4.2.6. Reportes

Por lo que respecta a las actividades de oficina y campo, al superintendente de la obra se le mantendrá informado de lo que hace el director del proyecto en cuanto se relaciona con sus áreas de responsabilidad.

Los bosquejos o los dibujos revisados emitidos por el arquitecto y el ingeniero se enviarán cuanto antes al sitio de la construcción; en el documento de transmisión se indica que acción se requiere. Con un documento anexo de la transmisión se envían todos los planos aprobados de la construcción y las hojas de especificaciones de los catálogos del equipo.

4.2.6.1. Reporte diario del superintendente

Los superintendentes deben llevar un registro diario de las actividades del proyecto, por lo menos para tener un control de los trabajadores y de las horas que han laborado; de lo contrario no podrán preparar la nómina de pago. La mayoría de los superintendentes tienen registros más complejos: un diario o un informe diario. Si todos los días apuntan en ellos lo más importante, tendrán el

carácter de registros de negocios y, en caso necesario, podrán ser presentados en las acciones legales como evidencia.

Un cronograma de la compañía puede prepararse de modo que la información referente a la nómina se imprima en un lado y el otro se destine a informe diario. Se envía una copia a la oficina para preparar la nómina y un duplicado se guarda en el archivo de la oficina. Una tercera copia se conserva en la oficina de campo. Sin importar la forma de la bitácora o diario, en él se anotará la siguiente información:

- ✓ Condiciones climatológicas

- ✓ Visitantes de la construcción, anotando su nombre, compañía y propósito de su visita.

- ✓ Subcontratistas que ese día estuvieron en la construcción, número de trabajadores de sus cuadrillas, actividades realizadas y áreas donde están laborando.

- ✓ Entregas recibidas en el lugar de la construcción, materiales, equipo y suministros.

- ✓ Cualquier hecho especial o memorable que haya tenido lugar.

- ✓ Cualquier accidente ocurrido, aunque se haya anotado en un informe especial.

- ✓ Inspecciones, indicando quién las realiza, por qué motivos y los resultados si se conocen.

4.2.6.2. Reporte complementado con fotografías

Las fotografías del avance del trabajo o de los detalles de la construcción son un elemento muy importante de la documentación de un proyecto. En algunas especificaciones se estipula que el contratista general tome fotografías en forma periódica. Aun cuando no se exijan fotografías en el contrato, muchos contratistas acostumbran tomarlas en la construcción por varias razones:

- ✓ Para documentar mejor el avance o falta de avance del proyecto.
- ✓ Para registrar condiciones poco usuales.
- ✓ Para fundamentar mejor la petición de una orden de cambio.
- ✓ Para registrar el complejo proceso de la construcción y mostrar que se cumple con el contrato y se observan las mejores prácticas de ingeniería.

Muchos contratistas generales se sirven de varias fotografías para las sesiones de capacitación en la empresa, para las ventas y folletos futuros de *marketing*, así como para decorar las paredes de los vestíbulos. Las fotografías del avance no constituyen de ninguna manera el documento principal del proyecto, pero son un elemento muy importante de la documentación global del proyecto.

4.3. Organización de la obra

Contando con el soporte técnico de la oficina central, el cual organizará a todas las obras de la empresa y considerando que cada obra tiene diferentes importes, tiempos de ejecución, localización, accesos, riesgos, personal técnico,

personal administrativo, comunicaciones, fletes, oficinas de campo, almacenes, consumos, etc., se considera injusto proponer condiciones promedio para todas las obras, por tanto se sugiere analizar cada obra a la luz de sus particulares condiciones.

Siendo la organización de la obra semejante en su función a la organización central, solo que orientada hacia una obra específica, se propone realizar su evaluación en forma porcentual con base a tiempo y costo, es decir, obtengamos el costo de nuestra organización de obra, durante el tiempo de ejecución planeado, el cual dividido entre el costo directo de la misma, determinará de cada unidad erogado en la obra, cuánto debe incrementarse para cubrir los gastos de la oficina de campo.

La estructura organizacional de la obra, también es variable pero es conveniente distinguir su área de producción y su área de control.

4.3.1. Gerente de obra o de sitio

El gerente de obra tiene como función principal coordinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes materiales e inmuebles, las inspecciones de obras y los trabajos de construcción, ampliación y modificación de las mismas, planificando, controlando, coordinando y supervisando la elaboración y ejecución de la obra, a fin de satisfacer las necesidades de la Institución.

4.3.2. Superintendente general

Es el representante del contratista, éste se encarga de la supervisión de campo permanente, la coordinación y la finalización de la obra. El

superintendente de construcción se traslada al lugar de trabajo y cumple con las siguientes tareas:

- ✓ Organiza y coordina el trabajo de los empleados en el proyecto de construcción.
- ✓ Mantiene los registros de costos sobre el trabajo realizado.
- ✓ Es responsable del control de los costos de materiales y salarios.
- ✓ Realiza ejercicios de control sobre la tasa de progreso de la construcción, a fin de completar los proyectos de construcción dentro de los plazos.
- ✓ Inspecciona los trabajos de construcción para reforzar la conformidad con las especificaciones
- ✓ Supervisa a los trabajadores de artesanía, personal administrativo y demás personal empleado en las obras de construcción
- ✓ Aplica las reglas de seguridad de trabajo, ya sea por política de la compañía o conforme a lo dispuesto por la ley.
- ✓ Maneja las inspecciones por parte de los funcionarios del gobierno para verificar el cumplimiento del código. En proyectos más grandes, es común que la mayoría de las tareas relacionadas con las finanzas y la programación a largo plazo sean manejadas por un gerente de proyecto. El director del proyecto y el superintendente tienen el deber de cooperar en el proyecto, con eficacia.

4.3.3. Sobrestante o maestro de obra

El maestro de obra es el responsable del equipo de operarios al que se asigna la ejecución material de un trabajo de obra determinado. En una obra pequeña, las funciones del encargado y el capataz suelen recaer en una misma persona.

La arquitectura e ingeniería regula las proporciones de los edificios y construcciones en general y escoge el género de materiales apropiados en cada caso, mientras que el maestro de obra interviene para dar forma plástica y realización práctica a las ideas y proyectos del arquitecto o ingeniero.

Actualmente, la construcción se ha diversificado en trabajos específicos en cada fase de la obra y han surgido los grupos que desarrollan trabajos determinados (encofradores, soladores, etc.). Al frente está el maestro de obra, el responsable que coordina los trabajos, y entre sus funciones están las siguientes:

- ✓ Organización del proceso y la mecánica de los trabajos de obra encomendados.
- ✓ Control y seguimiento de la ejecución de trabajos concretos de obra.
- ✓ Replanteo y construcción de las unidades de obra.
- ✓ Control y organización del equipo de trabajo.
- ✓
- ✓ Propuesta de procedimientos, materiales y técnicas.
- ✓ Asesoramiento a los operarios del equipo.

- ✓ Recepción y organización de materiales, zonas de reunión, talleres, etc.
- ✓ Control del cumplimiento de las medidas de prevención de riesgos laborales por parte de los componentes del equipo.
- ✓ Control de los medios y la maquinaria de obra.
- ✓ Supervisión y verificación de los procesos y resultados de los trabajos.
- ✓ Control del cumplimiento de las condiciones de recepción de los trabajos realizados.

4.3.4. Cabo

El cabo, dependiendo del tamaño de la obra, puede ser uno o varios cabos. El cabo es una persona que sabe leer planos, tiene don de mando y se encarga de un grupo de gentes para hacer un trabajo determinado. Existen cabos de herrería, carpintería y albañilería.

El cabo es un trabajador que ya tiene experiencia en hacer diferentes trabajos de obra aunque algunos solo trabajan por especialidad, el trae la herramienta manual de acuerdo a su trabajo y la herramienta mayor la proporciona la constructora.

En las especialidades tenemos al oficial herrero, oficial carpintero, oficial acabados, oficial pintor, oficial colocador de pisos, oficial azulejero, oficial marmolero, etc.

El chalán o ayudante es el que hace los acarreos y elevaciones de materia,

excavaciones, limpieza de obra , prepara mezcla o cualquier actividad que se requiera para no distraer el trabajo del oficial y que rinda más su trabajo.

El ingeniero o arquitecto manda al maestro de obra y manda a todos, el maestro de obra manda a todos los trabajadores, el cabo a su grupo de oficiales y ayudantes y el oficial manda a su ayudante.

4.4. Dirección de la obra

La dirección debe conceptuarse como la responsabilidad absoluta sobre la coordinación de recursos humanos y del capital, para satisfacer de forma óptima al cliente, al accionista y al personal que la integra, en forma continua y perdurable.

Los resultados que espera un cliente, serán sin duda, calidad, costo y cumplimiento del compromiso pactado, las que espera un accionista, serán seguridad y rentabilidad sobre la inversión, más lo que espera el personal que es el cumplimiento de las promesas laborales.

El director de obra, encargado de la dirección, tiene que velar por el correcto avance de la obra, es decir, tiene que controlar todo el proceso constructivo de la obra, en todos sus aspectos como: el cronograma de ejecución de la obra, calidad de la obra, costo de ejecución de la obra y otros.

El director de obra tiene que tener en cuenta los siguientes criterios en la realización de una obra.

- ✓ Producir más y más rápidamente.
- ✓ Reducir la fatiga de los que intervienen.

- ✓ Prever el riesgo de accidentes.
- ✓ En lo posible tratar de reducir el costo de la obra.
- ✓ Mejorar la calidad de la obra.
- ✓ Buscar el máximo beneficio para su empresa y la mejor distribución de todos los empleados que tiene a su cargo.
- ✓ Mejorar los métodos de trabajo.
- ✓ Repartir eficientemente las tareas a los grupos de la obra.
- ✓ Utilizar en lo posible los mejores rendimientos de las maquinarias y medios auxiliares, evitando tiempos muertos y usos incorrectos.
- ✓ Estimular inteligentemente a sus colaboradores, valorando sus cualidades de entrega y adecuada formación.
- ✓ Integrar un proceso de seguridad en cada proceso de construcción.
- ✓ Mejorar los controles de producción y gastos.
- ✓ Conocer en totalidad los gastos generales de la obra, buscando una reducción inteligente.
- ✓ Controlar las calidades de los materiales y las posibles mejoras de cada proceso de construcción.

4.4.1. Equipo humano

El Director de obra debe llegar a todos los niveles de la obra, es decir debe de tener contacto permanente con todo el personal de la obra aplicando los siguientes criterios:

- ✓ Debe mejorar las condiciones de trabajo, siendo consciente de que en algunas fases del trabajo se llevan en condiciones climatológicas duras, con cierto riesgo de accidentes, esfuerzos físicos intensos y otros. Debe velar por la seguridad dentro de la obra, marcando y exigiendo todas las

normas de seguridad exigidas en el país y preocuparse por dar soluciones a los esfuerzos innecesarios del personal, entre otros.

- ✓ Tiene que tener claridad y justicia en el reparto del trabajo, marcando claramente las responsabilidades del personal de la obra dando a conocer el alcance de la tarea de cada empleado, no tener exceso de personal ni tampoco la escasez de este, debe facilitar a los obreros herramientas en buen estado para que los rendimientos de estos sean mejores.
- ✓ Debe crear un buen clima laboral, escuchando a cuantos quieran establecer un reclamo o simplemente una sugerencia para el bien de la obra, motivarlos y saber recompensarlos de diferentes formas.
- ✓ Tiene que buscar un sistema adecuado de salarios, que estimule equilibradamente el esfuerzo de los hombres, compensando su mayor rendimiento en cada unidad de la obra.

Por otra parte, en la construcción de la obra existen subalternos que a su vez tienen a su cargo otros subalternos, por lo que es importante que mantenga una permanente comunicación con ellos para el buen funcionamiento de la construcción de la obra. Es aconsejable un intercambio de opiniones diarias, al final de la jornada para analizar la gestión del día, corregir defectos, afinar criterios, planificar el trabajo del día siguiente y en definitiva trabajar en equipo.

4.4.2. Proceso de dirección

En el proceso de supervisión y dirección de la obra el director encargado tiene varias funciones que se resumen a continuación según la fase del proyecto.

- ✓ Inicio de la obra: el inicio de la obra se hace con el replanteo por parte del contratista, una vez identificados correctamente los terrenos. El director de Obra debe verificar el replanteo, para posteriormente firmar el acta de replanteo, se suele significar el inicio oficial de las obras, en que comienzan a contar los plazos. Debe abrirse el libro de informes o bitácora conforme a lo estipulado por la ley.

- ✓ Desarrollo: una vez iniciada la obra, debe vigilarse que la ejecución se ajusta a lo establecido en el proyecto, que no se incumplan las reglamentaciones, y que la seguridad en obra es correcta (esto último es responsabilidad del Coordinador de Seguridad en la Obra). Las visitas deben ser frecuentes pero no periódicas. De las órdenes e incidencias debe dejarse constancia en el libro de informes, de forma que por cada visita haya al menos una hoja en el informe.

- ✓ Valoraciones: periódicamente suele exigirse a la Dirección de Obra una relación valorada de lo ejecutado con el fin de pagar al constructor. Suelen hacerse pagos parciales pero un pago parcial no supone la aceptación de una obra.

- ✓ Final de obra: al finalizar la obra se realiza una inspección final que debe ser meticulosa. Se redacta un certificado final de obra con la relación valorada final. Tras aceptar la obra, se levanta el acta de recepción provisional, con presencia del gerente que es quien se hace cargo de la misma.

4.5. Control de la obra

El control de la obra es muy importante, ya que todo lo planeado se verá reflejado en el constante monitoreo de todas las actividades que se vayan desarrollando y así se podrá dar un mejor panorama del avance del mismo. Dentro de este control de proyecto, se puede reflejar el avance de cada una de las actividades a desarrollar, se puede ver además, el avance total del proyecto, los estados financieros en cuanto a gastos, ingresos, deudas, etc.

En la construcción de la obra se obliga a realizar ciertos controles que permitan el funcionamiento correcto de su proceso constructivo, el director de Obra deberá tener pleno conocimiento de controles eficientes, para una mejor supervisión, los cuales se detallan a lo largo de este capítulo.

Se tiene que realizar una serie de controles en la misma realización de la obra, y tiene que ver precisamente con el control de calidad que se tendrá que realizar. Este control de calidad que se realizará será desde un comienzo, seguidamente, ya en la obra, se tiene que realizar un control de calidad de los materiales, y finalmente en la ejecución misma de la obra. Este control de calidad viene a realizarse desde un punto de vista de la calidad en si de la construcción, es decir el cumplimiento de normas establecidas previamente en el pliego de condiciones.

4.5.1. Control de costos

Una vez iniciada la construcción, otorgados los subcontratos, y comprados muchos materiales, el director del proyecto querrá diseñar un sistema para vigilar todos los costos del proyecto. Es importante comparar los gastos que se tiene en la obra con la producción de esta, este proceso de control

presupuestario permitirá al director de obra dominar todo el proceso de ejecución de la obra.

Este proceso debe ser constante de modo que, en varios momentos de la construcción, el director del proyecto pueda saber con qué eficiencia está lográndose la utilidad estimada. Con el propósito de comparar los costos reales con los estimados y con la utilidad deseada, puede establecerse un procedimiento de proyección de costos para cada parte en construcción.

Más adelante, en el apartado de Avance de la obra, se ejemplificarán los controles de costos, pues se controla en conjunto con el avance de la obra y su proceso comparativo es complementario, es decir, se controla un avance de la obra *versus* lo gastado en ese punto.

4.5.2. Control de mano de obra

Este control se realiza semanalmente pues la información que aporta también se emplea al preparar la nómina de pago. Cuando se emplea en forma eficaz y adecuada, muestra la relación que los costos semanales de la ejecución de ciertas actividades o tareas guardan con los costos estimados. La aplicación fundamental de este control consiste en aportar información sobre los costos unitarios con fines de estudio posterior, pues se ofrece una comparación de los costos reales con los unitarios de la estimación.

Su otra función de gran utilidad consiste, por una parte, en poner en manos del director y del superintendente del proyecto una medida de los costos semanales de los trabajos conforme van acumulándose éstos y, por otra parte, en crear un costo proyectado en cada trabajo.

El informe del trabajo de campo les permite a los dos vigilar los costos a medida que se presentan, en vez de esperar hasta que se termine una actividad para determinar si cumplió o no con las metas de utilidades. Cuando el informe se utiliza como un componente del sistema de proyección de costos, su función es permitir al director del proyecto analizar cada tarea del trabajo, evaluar el costo de su terminación y a partir de ello proyectar el costo total de la mano de obra.

En el momento que se revisan los costos para hacer una proyección, habrán de calcularse la cantidad de trabajo en el lugar y la del trabajo restante. Tal vez en la cuantificación inicial se dificultó calcular una cantidad exacta de muchos de los componentes de las actividades de trabajo. El costo total de las operaciones se basa no solo en los precios estimados de mano de obra, sino también en las cantidades totales; de ahí que varíe el costo total si las cantidades también varían.

Por ejemplo, si se está trabajando con 10,000 m³ de concreto, una variación del 5 % arrojará una diferencia de 500 m³; y si la colocación del concreto cuesta Q. 100.00 / m³, ese 5% equivale a Q. 50,000.00, una cifra nada insignificante.

Si parece haber mucha variación entre las cantidades estimadas y las reales, el director del proyecto deberá examinar más detenidamente la situación y averiguar si el departamento de cuantificación está calculando bien las cantidades o en el campo hay demasiado desperdicio.

4.5.3. Control de materiales y herramienta

Permite prever pérdidas por el mal uso, desperdicio o robos. El director de obra llevará cuenta de los materiales de entrada a la obra, los pedidos establecidos, las entregas efectuadas y del material que permanece en los almacenes. Todos estos datos convenientemente tratados proporcionarán la educada información para poder comparar la previsión y realidad de consumos, en conformidad a las facturas de proveedores e inventarios.

Dentro de la integración de los precios unitarios, el director sabe que cantidad de material y herramienta se requerirá para la elaboración del proyecto, si no se cuida bien el manejo de estos recursos, se tendrán gastos extras y por consiguiente pérdidas para la empresa. Se debe de poner interés en que cada miembro del grupo de trabajo aproveche al máximo cada uno de los recursos que le son entregados para la elaboración de las actividades de trabajo. Entre las técnicas de control de materiales y herramienta destacan:

- ✓ Registro de entrada, indicando cantidad, especificaciones y tipo de material.
- ✓ Buen almacenaje recomendado por el proveedor.
- ✓ Inventario de todos los materiales y herramienta que se encuentren en bodega.
- ✓ Programa de utilización de cada uno de ellos.
- ✓ Registro de salidas así como el destino o actividad a realizar.

- ✓ Adecuada elaboración de materiales, en una adecuada proporción del material.

En este control, también se puede utilizar la representación Gráfica como un diagrama de Gantt o una simple hoja de cálculo, el cual va a decir cuánto material se ha pedido, cuanto se ha ocupado y cuanto queda por utilizar. Además, también puede indicar cuanto se ha gastado en ese material y cuanto resta por gastar, ambos se pueden representar en porcentaje o números exactos.

Al realizar un informe, se realiza junto al de la mano de obra. Este contiene las compras de materiales y gastos hechos hasta la fecha, así como los costos adicionales de la adquisición de resto de un material en particular para terminar el trabajo u operación. También tendrá el precio real pagado, pues si las condiciones del mercado cambian, puede proyectarse un ahorro, por el contrario, si aumenta el precio, habrá pérdidas cuando las cantidades de trabajo no varían.

4.5.4. Control de procesos constructivos

El análisis de cada proceso o método empleado debe ser sometido a un permanente control analizando varios aspectos de su resultado: tiempo empleado, el costo que representa, la calidad obtenida, su comparación con un patrón preestablecido y bien conocido puede llevar a su perfeccionamiento o sustitución.

Entre las funciones de la supervisión constante del proceso de la obra esta controlar la eficacia de las disposiciones establecidas con el fin de anular las

improcedentes, insistir en las necesarias y exigir las imprescindibles, sancionando cuando sea preciso.

4.5.5. Control de calidad

Desde el punto de vista de la construcción, un proyecto está compuesto por: la memoria de cálculos, planos, pliego de condiciones y presupuesto. En lo que se refiere al control de calidad en un proyecto, éste se puede dividir en tres partes:

- ✓ Calidad de la solución (aspectos técnicos, costo, plazo para su ejecución).
- ✓ Calidad de la descripción de la solución, es decir planos, especificaciones y detalles constructivos.
- ✓ Calidad de la justificación de la solución (cálculos).

En lo que respecta al control de cálculos en el proyecto, es importante que el Director de Obra revise íntegramente esta parte, es decir recorrer el mismo camino que realizó el diseñador en la realización del proyecto, esto en el caso de que el director haya sido partícipe del diseño. Otra opción de revisión se tiene sin tener a la vista los cálculos originales, es decir calcular por cuenta propia, pero este método resulta ser más complicado en la revisión.

Por otra parte, en lo que se refiere a los planos de construcción se tiene que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Una presentación correcta, es decir que estén en una escala adecuada, simbología clara y una información general suficiente, de modo que no tengan confusiones en su interpretación.
- ✓ Que estén de acuerdo con los cálculos.
- ✓ Tiene que tener los suficientes detalles constructivos, estos deben ser claros, y estar en una escala adecuada, dependiendo el tipo de detalle.
- ✓ Es importante que no se hayan omitido detalles necesarios para la buena definición y ejecución de la obra.

Finalmente, desde el punto de vista del ingeniero que se ocupa de la planificación, el diseño y la construcción de proyectos, como la construcción de túneles, puentes y otras estructuras que tienen el fin de satisfacer a la sociedad, es importante que los proyectos se planifiquen persiguiendo los siguientes criterios:

- ✓ Servir a los propósitos que especifique el cliente.
- ✓ Construirse mediante técnicas conocidas y avaladas, utilizando la mano de obra y el equipo disponible, dentro de un plazo aceptable para el cliente.
- ✓ Que sean resistentes a las cargas y al uso al que serán sometidos durante un periodo razonable.
- ✓ Cuando se termine el proyecto, éste deberá ser óptimo y el más bajo en costos.

- ✓ Los proyectos deben diseñarse y construirse con base en los requerimientos legales.

4.5.5.1. Control de calidad de los materiales

En lo que respecta a los materiales, el director de obra tiene que tener en cuenta la calidad de los materiales que se tiene en la obra.

La calidad de un material viene definida por una serie de características establecidas en la correspondiente especificación, las cuales deben ser objeto de control durante la fabricación. De estas características, unas son medibles y, por consiguiente, representables en una escala numérica: son las llamadas variables. Otras, por el contrario, son de carácter cualitativo, no medibles cuantitativamente: son los llamados atributos.

Por ejemplo, una longitud, una resistencia, etc., son variables, en cambio, presentar o no manchas en una baldosa, que haya o no fisuras visibles en un prefabricado de hormigón, estos son llamados atributos.

En el control de calidad de los materiales es necesario dividir en dos listas o partes diferentes, una de variables y otra de atributos. En lo que se refiere a la de las variables es recomendable tener un cierto límite de especificación. En lo concerniente a los atributos, se toma en forma de defectos, por ejemplo para el caso de que en las especificaciones de un encofrado: "tiene que estar limpio", y "rígido".

De esta manera, el director de obra concentra sus expectativas en dos partes diferentes que como se dijo anteriormente son, por una parte la de

variables, con sus respectivos límites y otra la de atributos con sus respectivos defectos.

4.5.5.2. Control de calidad en la ejecución

El control de calidad de la ejecución de la obra se puede dividir en dos partes que son, la de planificación de la ejecución y la de ejecución propiamente dicha.

En la ejecución del proyecto se tiene las especificaciones técnicas las cuales se deben cumplir, y por otra parte están los procedimientos que definen cada una de las operaciones de construcción. La principal diferencia entre ambos conceptos radica en que las especificaciones son los documentos oficiales, públicos y de carácter obligatorio, en tanto que los procedimientos son documentos no oficiales, propios de cada empresa constructora.

El control de calidad en la planificación de la ejecución del proyecto consiste en ordenar los medios para conseguir el principal objetivo, que es la correcta construcción de la obra, es decir evitar tiempos muertos de las maquinarias, que los rendimientos de los obreros sean altos, entre otros.

Por otra parte, el control de calidad que el director de obra tiene que realizar en la misma ejecución de la obra, consiste en realizar una debida supervisión de todas las unidades de la obra.

A manera de guía se presenta el siguiente listado de actividades que el director tendrá que realizar en el control de calidad de la ejecución de la obra.

- ✓ Verificación de los replanteos necesarios.
- ✓ Control de materiales y elementos constructivos.
- ✓ Comprobación de las características de los materiales.
- ✓ Ensayos, interpretación y aceptación o rechazo de los materiales controlados.
- ✓ Verificaciones dimensionales.
- ✓ Inspección en las unidades de obra, con determinada frecuencia.

4.5.6. Avance

El avance de obra según el programa, se tiene que ir cumpliendo según las metas propuestas de entrega y desempeño. Si se tuviera algún atraso, el director deberá de tomar acciones como, por ejemplo, contratar gente más eficiente, más personal, entre otros.; pero que no afecte el presupuesto establecido inicialmente. Recordemos que cada una de las actividades está programada así como la obra en general con un determinado costo, calidad y tiempo.

El control y monitoreo de la obra tiene su fundamento en el correcto avance de obra según el programa, con esto se puede lograr el equilibrio del costo, calidad y tiempo. Es por esto, que con el correcto monitoreo y control de cada una de las actividades, se logre equilibrar estas tres variables, ya que una va a depender de la otra, si se descuida una se verá reflejada en las demás. Por ende, se verá reflejado en el programa inicialmente realizado.

Para tener un buen avance se debe de emplear la técnica más apropiada para darle seguimiento a la obra, el directivo de la obra debe de tomar consideraciones haciendo un análisis previo de los posibles errores que se han cometido. Principalmente debe de reconocer si existen errores ya sean de

coordinación, entendimiento, tiempo, especificaciones, y por consiguiente en que actividades está afectando el avance de la obra. No debe dejar de verificar la calidad ya que puede traer repercusiones importantes en el proyecto.

Lo planeado con lo realizado se puede representar o mostrar al directivo de diversas maneras como por ejemplo diagramas de barras (Gantt), curvas S, en donde muestre claramente el avance del proyecto y con esto evalúe las posibles soluciones y logre llevar la obra en costo calidad y tiempo.

Un factor del que no se debe olvidar es la necesaria información y comunicación que debe de darse con cada miembro del equipo de trabajo, se pueden de valer de muchas formas en las que destacan los reportes, bitácoras, fotografías etc., en donde toda la información que se muestre al directivo de proyectos, servirá para tener claro e identificado los puntos en donde se debe de poner más énfasis y tomar acciones.

Pero no solo de actividades se debe de tener información, también es necesaria la información financiera en donde se verá reflejado con la ayuda de programas o técnicas tales como el diagrama de barras, en donde se pueda ver lo que se lleva gastado o lo que se tiene programado gastar en un determinado tiempo, además que se puede ver el flujo de efectivo, gastos, ingresos, etc.

Por consiguiente, el adecuado manejo de la información, recursos materiales, equipo, humanos y financieros, se deben primeramente programar y una vez programados y llevados a cabo, controlarlos y monitorearlos adecuadamente con las técnicas necesarias que se adecuen al proyecto, sobretodo dar un seguimiento de lo planeado y lo realizado en determinado tiempo, para que el directivo de obra tome acciones preventivas o correctivas en cada una de las actividades críticas del proyecto.

El hacer o programar un buen plan de trabajo, así como la selección de cada uno de los recursos, materiales, humanos y financieros, no dan al proyecto una certeza de éxito. Dentro del proceso de construcción, van a existir eventos o circunstancias que van a afectar el avance del mismo, tales como inclemencias del tiempo, retraso de entrega de materiales, mal rendimiento de los trabajadores, mala coordinación, entre otros; por mencionar algunos, inclusive externos como el retraso de un pago, eventos sociales, económicos, etc.

Una vez que el directivo de obra tiene detectadas cada una de las actividades con problemas o futuros problemas (análisis de posibles riesgos), debe de contar con toda la colaboración del equipo de trabajo para retomar las actividades y darles el camino inicial al que se tenía planeado. Es por esto que se debe de tomar acciones de monitoreo y comparar lo planeado con lo realizado, para asegurarse que se están cumpliendo con las metas establecidas inicialmente en costo, calidad y tiempo.

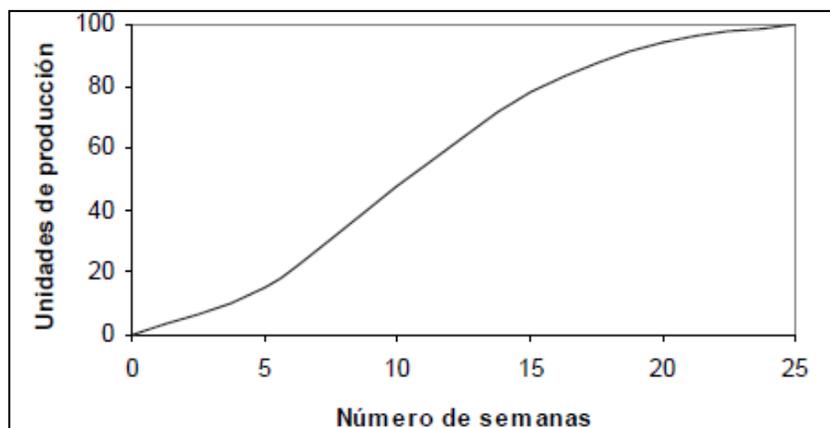
4.5.6.1. Monitoreo de avance y productividad

Para poder determinar la tasa de producción o la velocidad del avance del proyecto es posible elaborar una curva de producción. Esta curva representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo. Esta curva relaciona unidades de producción en el eje “y”, contra unidades de tiempo en el eje “x”.

La pendiente de la curva relaciona el incremento en unidades de producción en la ordenada, con el incremento del tiempo en la abscisa, por lo tanto la pendiente de la curva representa el número de unidades producidas en un incremento de tiempo, esto es la tasa de producción o productividad.

Debido a que al inicio del proyecto el avance es lento por los procesos de instalación de las condiciones de trabajo, el acoplamiento de los trabajadores, así como el almacenamiento de los materiales necesarios, por lo que se tiene una tasa de producción baja. A la mitad del proyecto se tiene un avance más rápido, pero nuevamente al final del proyecto se vuelve lento el proceso de construcción. Esto conduce a tener una forma de “s” alargada, como se muestra en la figura 6 a continuación.

Figura 6. **Gráfica de productividad (S)**



Fuente: elaboración propia.

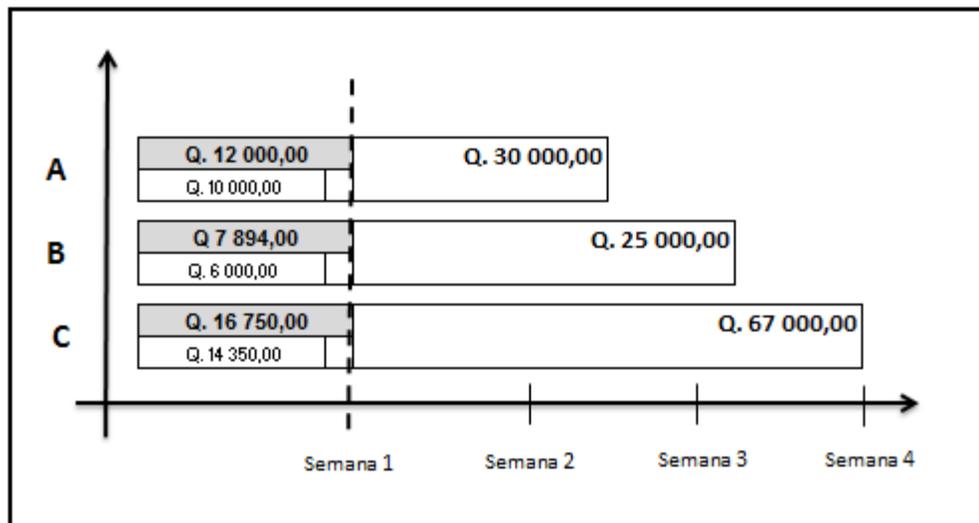
Estas curvas pueden aplicarse para todo el proyecto en general, o en su defecto por grupos de actividades. En el primer caso se puede observar la velocidad de avance del proyecto, y para su elaboración se parte de la ayuda del diagrama de barras.

Por ejemplo, suponiendo que se tiene un proyecto pequeño que se completaría en un mes, si se tienen tres actividades, al final de la primer semana se suma el porcentaje de avance de todas las actividades que

terminaron en esa semana, para el final de la segunda semana se suma el porcentaje de avance de todas las actividades que concurren en ese tiempo y así sucesivamente, obteniendo un control de avance real contra el estimado por semana.

A continuación se explica el cálculo del porcentaje de avance de la primera semana de un proyecto de tres actividades.

Figura 7. **Avance según costo de actividades**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 7, la parte de tono oscuro representa el progreso planeado, mientras que el recuadro en blanco representa el progreso actual al final de la primera semana. Como se observa, las actividades sufren un retraso, teniendo que el costo total del proyecto es de Q. 122 000,00, se pueden hacer los siguientes cálculos, ejemplificados en la tabla V.

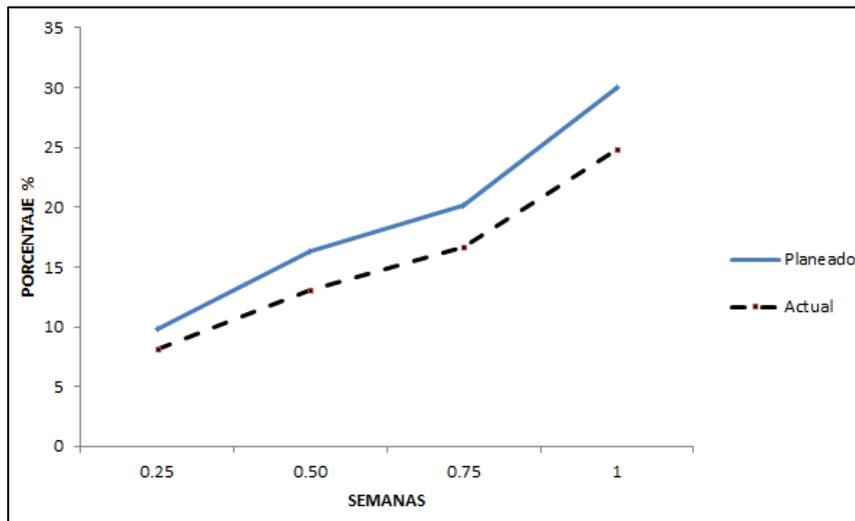
Tabla V. **Cálculos de porcentajes de avance**

	Actividad A	Actividad B	Actividad C	Total	% de avance
Avance planeado	Q. 12 000,00	Q. 7 894,00	Q. 16 750,00	Q. 36 644,00	30.04
Avance real	Q. 10 000,00	Q. 6 000,00	Q. 14 350,00	Q. 30 350,00	24.88

Fuente: elaboración propia.

Una vez calculados estos valores se puede obtener un diagrama de curva S, que compare el avance planeado contra el real. Como se puede observar en la figura 8.

Figura 8. **Gráfica de curva S (comparación de avance)**



Fuente: elaboración propia.

Se pueden también generar curvas por grupos de actividades en vez de todo el proyecto. Estas curvas permiten controlar las actividades de tal forma que el desarrollo de una no vaya a interrumpir el avance de la que le sigue.

Es decir, en una serie de actividades, unas dependientes de otras, la actividad B debe avanzar a cierto ritmo siempre atrás de la actividad A de la cual depende, porque de lo contrario, si la actividad B alcanza a la actividad A, se tiene que detener, y esperar a que la actividad A le genere otra vez condiciones de trabajo a la actividad B.

Esto se ve por ejemplo en un proceso de fundición de losas. Es necesario preparar la cimbra, armar, y luego fundir. En donde la fundición depende de la formaleta y armado estructural, si estos se retrasan, la fundición tiene que esperar a que estos estén listos.

4.5.6.2. Implementación de acciones correctivas o preventivas

Una vez analizado e identificado el problema en cuestión, el directivo debe de tomar acciones correctivas o preventivas que ayuden a volver a encaminar la obra al plan inicial. Lo importante de esto, serán las acciones que el directivo debe de llevar a cabo para un buen seguimiento del control y monitoreo de la obra. Sin incluir todas, algunas de las acciones más comunes y de mejor resultado que el directivo debe de tomar en cuenta para la reorganización del plan son las siguientes:

- ✓ Introducción de más recursos
- ✓ Nueva programación de actividades

En la introducción de más recursos como por ejemplo más personal, el directivo debe de tomar en cuenta, el número de gente que tendrá que emplear para realizar dicha actividad, o si la misma gente se tendrá que quedar horas extras para alcanzar lo programado. En este tipo de acción, el directivo debe de cuidar los recursos, ya que debe de contar con recursos adicionales. En ocasiones esta actividad debe de ser necesaria por el hecho de contar con algunas actividades críticas que son necesarias terminarlas.

La nueva programación de actividades es muy importante ya que una vez aplicados más recursos si este fuera el caso, el directivo del proyecto debe de revisar la secuencia y el manejo de cada una de las actividades, esta sería una mejor opción que la anterior, ya que la introducción de más recursos podría tener gastos extras, el gerente debe de ir coordinando cada una de las actividades en tiempo y cantidad, sobre todo saber el tiempo exacto que debe de entrar cada una de las actividades a coordinar

4.5.7. Técnicas para el control

Un efectivo directivo de proyectos debe de planear, prever, evaluar, pronosticar y controlar todos los aspectos del proyecto en calidad y cantidad de trabajo, costo y tiempo. También se comentó anteriormente que un proyecto está compuesto de un plan, un presupuesto y un tiempo. Una parte muy importante en todo esto, es el control que se debe de llevar a cabo para el buen funcionamiento de lo inicialmente planeado.

Existen varias técnicas que el directivo de proyectos puede tomar en cuenta para el correcto control de todos los recursos. Una vez que se detectaron los errores, retrasos de actividades, mala coordinación, etc., en caso que los hubiera, el gerente del proyecto debe de tomar acciones para

encaminar el proyecto a su plan inicial, si no se ha incurrido en tales, el directivo puede llevar a cabo un buen control para evitar caer en ellos.

No se necesita caer en retrasos o errores para hacer un nuevo análisis de actividades, así como reprogramación de actividades, si se termina antes el proyecto, traerá mejores beneficios a la empresa como satisfacción total del cliente, etc. Por esto, es necesario tener un buen control de los recursos, que ayuden al gerente de proyectos a tener un mejor seguimiento de la obra.

Dentro de las técnicas de control de avance de actividades se pueden dividir en tres, principalmente:

- ✓ Reactivo
- ✓ Proactivo
- ✓ Físico y financiero

El control reactivo consiste en la implementación de metas, realización de las actividades, recolección de información de avance o progreso, comparación del progreso con lo planeado y por último, la implementación de acciones para llevar a cabo el trabajo lo más cercano a lo inicialmente planeado. Este sistema requiere principalmente de toda la recolección de información de lo que se ha hecho y se está haciendo actualmente.

El control proactivo consiste en controlar las metas establecidas independientemente con un grado de aceptación que en su caso, puedan ser cambiadas si su caso lo requiere anticipadamente para evitar futuros problemas. Cuando se detecten problemas, se van haciendo ajustes, estos ajustes se van realizando de manera tal que no puedan crear problemas. Por

consiguiente, el control proactivo se aplica antes de que cualquier actividad sea realizada y va en relación al trabajo y la productividad.

Por último, el control de las actividades es muy importante, pero no se debe dejar de mencionar la combinación del avance de las actividades con el avance financiero, se tiene que controlar indiscutiblemente ya que se cuenta con un presupuesto que no se debe de rebasar, por eso es importante controlar dichos recursos. Es por ello que el directivo de proyectos se puede valer de algunas técnicas tales como:

- ✓ Una relación por cantidades o generadores de cada uno de los materiales que se utilizarán en el proyecto por ejemplo: cantidades de metros cúbicos de concretos, toneladas de acero, metros cuadrados de cierto elemento, entre otros; y cuánto está destinado para ellos.
- ✓ Un corte cada determinado tiempo donde se muestre la cantidad determinada de trabajo para ese periodo de tiempo y cuánto dinero se necesitará para la adquisición del mismo, esto ayuda al gerente a saber cuánto dinero se va a requerir para el avance de las actividades programadas en tiempo.
- ✓ Una relación o explosión de insumos, determinado la cantidad exacta y el precio al que será adquirido el material así como el personal requerido para la elaboración del proyecto.

Las recomendaciones anteriores son las básicas que el directivo de obra puede tomar para el control del avance de actividades junto con los recursos financieros, pero no se debe dejar de mencionar que son únicas y

exclusivamente para el control físico y financiero en donde cada actividad tiene asignado un recurso del cual no tiene que rebasar.

4.6. Seguridad en la obra

El ingeniero residente es quien se encarga de vigilar que en la obra se tomen las medidas necesarias para evitar accidentes, que pueden provenir tanto de condiciones peligrosas en la obra, como de actos riesgosos por parte de los trabajadores.

En términos generales toda edificación implica riesgos para el personal que labora en ella, pero hay algunas actividades que por su naturaleza resultan más peligrosas, como son las demoliciones, las excavaciones y el trabajo en altura, donde medidas preventivas deberán ser mayores.

Un accidente en la obra puede tener consecuencias en las condiciones de vida de los trabajadores, que están allí, para ganarse un salario con su trabajo y no para lastimarse o quedar lisiados. Por tanto, hay que asegurarse al de que en la obra haya las condiciones que permitan un trabajo seguro, con pocos riesgos.

Un accidente también trae consecuencias económicas, tanto por los trastornos y demoras que puedan suscitarse, como las posibles indemnizaciones que hubiera que cubrir. Igualmente, puede tener consecuencias legales para el propietario, quien podría verse envuelto en litigios y demandas por parte de los accidentados.

Las medidas de seguridad que debe atender el residente se resumen a continuación.

- ✓ Informar al personal los riesgos de la obra, las normas que hay para evitarlos y resaltar la necesidad de su cumplimiento.
- ✓ Todo personal sin excepción, así como los visitantes, deberán de llevar casco de seguridad en las áreas que se precisen.
- ✓ Aquellos trabajadores que laboren en las alturas deberán llevar cinturones de seguridad.
- ✓ Uso de anteojos de protección y tapones para oídos, si se trabaja con maquinaria que pueda afectar estos sentidos.
- ✓ La organización de la obra es esencial, delimitar espacios peligrosos y restringir el acceso a personal sin las medidas de seguridad adecuadas, limpieza y orden de la obra es muy importante para evitar accidentes.

CONCLUSIONES

1. La administración busca en forma directa la obtención de resultados con la mayor eficiencia posible, a través de sus fundamentos, que son: la coordinación, planeación, y control, lo cual es de beneficio para los resultados del proyecto.
2. Para aumentar la eficiencia de un proyecto se deben realizar métodos y procedimientos específicos para que el trabajador cuente con una ruta de acción adecuada.
3. Un buen administrador debe ser capaz de dirigir un proyecto con las siguientes cualidades: respeto, eficacia, motivación y objetividad.
4. Un proyecto es un plan que tiene asignados recursos humanos, materiales y económicos, para lograr un objetivo principal, que se resume en la solución del problema que inició del proyecto.
5. Entre las técnicas de planeación que existen, la más utilizada para proyectos de obra civil es la de la gráfica de Gantt en conjunto con la técnica de la ruta crítica, esta asociación ha dado mejores resultados que las demás en el área de ingeniería civil.
6. La retroalimentación continua dentro del proyecto es esencial para lograr mejores resultados.

7. El control de calidad dentro del proyecto asegura resultados mejores, evita atrasos y fallos dentro de las acciones de los trabajadores.
8. En la programación del proyecto se detallan todas las actividades, lo más específico posible, pues es en esta etapa en donde se pueden detectar puntos críticos y se debe prestar atención en la ejecución.
9. Los reportes periódicos provenientes de la supervisión, son muy importantes para el control de calidad, de costos y de avance físico.
10. El análisis de mano de obra y de materiales, ayuda a encontrar variaciones con el presupuesto inicial y así observar si habrá pérdida o ahorro, y así tomar acciones preventivas o correctivas.
11. Los tres factores más importantes de un proyecto son: calidad, costo y tiempo. Y para asegurar la calidad del proyecto se debe cuidar la calidad de todos los factores involucrados, materiales, mano de obra, condiciones laborales, etc.
12. La planeación, programación y control de obra se define como la coordinación de todos los recursos tanto humanos, materiales, equipo y financiero, en un programa, tiempo y costo determinado, para lograr alcanzar los objetivos planteados.
13. Es necesario hacer una programación a corto plazo para tener una buena administración de mano de obra y equipo, y de esta manera reducir el riesgo de tener una reducción en la ganancia o tener una pérdida.

RECOMENDACIONES

1. Que el ingeniero civil, como constructor, no se conforme con tener un dominio técnico de la construcción, tomando en cuenta que la finalidad de todo proyecto es aumentar la ganancia al máximo, disminuyendo lo más que se pueda los costos, se necesita que el constructor comience a realizar una adecuada gerencia de proyectos, comenzando por una planeación general, luego una programación a corto plazo, para que con estas herramientas lleve a cabo.
2. La buena práctica de la administración complementa a cualquier profesión, por eso es recomendable su aplicación, pues ayuda a manejar las relaciones laborales y mejora el tiempo, costo y calidad del proyecto.
3. Cuando se busca la máxima eficiencia de un proyecto, es importante buscar este objetivo en las formas y reglas de la coordinación, pues la efectividad se basa en la habilidad de conducir a los integrantes del proyecto.
4. La planeación y control es muy importante en todo proyecto de construcción, ya que de esto dependerá el éxito o el fracaso de la obra por lo cual es de mayor beneficio tomar en cuenta todos los factores que puedan afectar directa o indirectamente al proyecto.

5. De acuerdo a Jack Gido and James P. Clements, el gerente es quien tiene la experiencia de poder manejar, coordinar, controlar y dirigir a su equipo de trabajo, pero no solo va a depender de él, el éxito del proyecto, la calidad de los materiales, mano de obra, el buen manejo de los recursos, se va a ver reflejado en cada una de las actividades a realizar.
6. La práctica de valores en el manejo de los recursos humanos es muy importante, el respeto e igualdad en el trato y toma de decisiones, basándose en función del rendimiento laboral ayuda a observar los problemas con mayor objetividad y profesionalismo.
7. Si no se controla una obra, por más grande o pequeña que sea, irá directo al fracaso, se pueden tener los mejores ingenieros estructurales, ingenieros civiles, constructores, entre otros, pero si no se manejan los recursos adecuadamente, no se cumplirán con los requerimientos del proyecto.
8. La utilización de instrumentos de planeación se emplea en todo proyecto de ingeniería, por lo cual es muy importante el tener el conocimiento para realizarlos de la mejor manera, estos ayudan a diseñar y presentar los objetivos iniciales, deben de realizarse para que sean fáciles de transmitir y ser comprendidos por quienes lo ejecutarán, que generalmente son distintos a los diseñadores.
9. Al elaborarse una programación a corto plazo, el contratista no solo puede mejorar la administración de sus recursos, también le permite resolver de una mejor manera los problemas que surjan sobre la marcha.

10. Otra ventaja de la programación supervisada es que le permite iniciar proyectos de un campo diferente al que está acostumbrado a trabajar, visualizar desde un inicio los posibles problemas e irregularidades que pudieran surgir para resolverlos desde un inicio, y no toparse con los problemas sobre la marcha.

11. Se denota en este trabajo de graduación, la importancia de implementar técnicas de planeación y control, indispensables en la comparación del avance real con lo programado, así como las estrategias a utilizar y análisis de riesgos para que con esto, ayude al gerente de proyectos a tener una visión más detallada de cómo se encuentra o con lo que se encontrará el proyecto en general, o por actividad según lo crea conveniente, para que tome acciones encaminadas a cumplir los objetivos establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTEJÓN, Fernando Méndez. *Programación y control de proyectos*. 4ta ed. Guatemala: Serviprensa Centroamericana, 1993. 350 p.
2. CERVANTES, Julio César Pérez. *Planeación y Control del Instituto de Religión Tampico*. Puebla, México: Universidad de las Américas, 2004. 106 p.
3. CLEMENTS, Jack Gildo y James P. *Administración exitosa de proyectos*. 5ta ed. México: Cenage Learning, 2012. 435 p.
4. CUARTAS, Dario Hurtado. *Principios de administración*. Medellín, Colombia: ITM, 2008. 140 p.
5. DOMÍNGUEZ, Abel Segundo. *Programación, planeación y control de una obra*. Puebla, México: Universidad de las Américas, 2004. 127 p.
6. ESTRADA, Miguel Francisco. *Administración*. 7a ed. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 1981. 65 p.
7. FAYOL, Frederick W. Taylor y Henry. *Principios de la administración científica, industrial y general*. 14ava ed. México: Herrero Hnos. 1972. 278 p.

8. FERNANDO, Diego. *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la fábrica Plastiazua y Álvarez Corrales*. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2011. 96 p.
9. HEIZ, Harol Koontz. *Administración*. 8va ed. México: McGraw Hill, 1990. 680 p.
10. LEÑERO, José. *Programación PERT / CPM*. 2da ed. México: ICAP, 1975. 198 p.
11. LIVY, Sidney M. *Administración de Proyectos de Construcción*. 3ra ed. México: McGraw Hill, 1997. 402 p.
12. MARTINEZ, Felipe de Jesús Ascencio. *Sistema para la administración del mantenimiento de la obra civil*. Tabasco, México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 2004. 126 p.
13. MERRIT, Frederick S. *Manual del ingeniero civil*. 4ta ed. México: McGraw Hill, 1992. 1828 p.
14. PONCE, Agustín Reyes. *Administración de empresas*. México: Limusa, 1983. 480 p.
15. SALAZAR, Carlos Suarez. *Administración de empresas constructoras*. México: Limusa, 1990. 333 p.
16. SALAZAR, Carlos Suarez. *Costo y tiempo en edificación*. 3ra ed. México: Limusa, 2000. 451 p.

ANEXOS

Tablas de rendimientos estimados de mano de obra para la programación de trabajos y estimación de tiempos de cada actividad de trabajo.

Anexo 1. Tabla de rendimientos de mano de obra

1. PRELIMINARES		UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
1.1	Levantamiento de terrenos	m2	0.10	0.10
1.2	Limpieza y descapote	m2	-	0.25
1.3	Demoliciones	m3	0.10	4.00
1.4	Localización y replanteo	m2	0.06	0.12
1.5	Cerramientos en tabla	ml	0.10	0.20
1.6	Campamento	m2	1.35	2.70
1.7	Pisos provisionales de madera	m2	0.20	0.20
1.8	Red eléctrica provisional	ml	0.05	0.05
1.9	Red de agua provisional	ml	0.10	0.10
1.10	Red de teléfono provisional	ml	0.05	0.05
1.11	Sanitarios provisionales	m2	5.00	5.00
1.12	Talleres provisionales	m2	1.00	2.00
2. EXCAVACIONES				
2.1	Excavación a maquina	m3	0.01	0.02
2.2	Excavación manual hasta 1.00 m prof.	m3	-	2.40
3. CIMENTACIÓN				
3.1	Mezcla de concreto a mano	m3	-	8.00
3.2	Mezcla de concreto a maquina	m3	-	1.50
3.3	Concreto ciclópeo hasta 1.00 m prof.		2.00	6.00
4. SOBRECIMENTOS				

Continuación del anexo 1.

4.1	Sobrecimiento en concreto	m3	2.00	3.00
4.2	Sobrecimiento en ladrillo recocido	m2	1.30	1.30
5. ESTRUCTURA		UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
5.1	Formaleta para zapata	m2	0.50	0.50
5.2	Formaleta para muros	m2	1.00	1.00
5.3	Formaleta para placa aligerada	m2	1.00	1.00
5.4	Formaleta para escaleras	m2	4.00	4.00
5.5	Formaleta para columnas	m2	0.90	0.90
5.6	Formaleta para Vigas	m2	0.90	0.90
5.7	Concreto para zapata incluye preparación a máquina	m3	2.00	8.00
5.8	Concreto para muros	m3	3.00	10.00
5.9	Concreto para placa aligerada	m3	4.00	20.00
5.10	Concreto para escaleras	m3	4.00	16.00
5.11	Concreto para columnas	m3	4.00	8.00
5.12	Concreto para vigas de carga	m3	4.00	14.00
5.13	Refuerzo figurado y colocado	Ten.	50.00	50.00
5.14	Colocación reticular cerrado	m2	0.05	0.40
5.15	Colocación bloques	m2	0.10	0.30
5.16	Colocación vigas pref. para losa	m2	2.00	10.00
6. MUROS				
6.1	Ladrillo visto o=0.25 (tizón) 2-c	m2	1.60	1.60
6.2	Ladrillo visto o=0.25 (tizón) 1-c	m2	1.40	1.40
6.3	Ladrillo visto o=0.15 (soga) 1-c	m2	1.15	1.15
6.4	Ladrillo común o=0.25 (tizón)	m2	0.90	0.90
6.5	Ladrillo común o=0.15 (soga)	m2	0.62	0.62
6.6	Muro bloque hueco No.3	m2	0.50	0.50
6.7	Muro bloque hueco No.4	m2	0.60	0.60
6.8	Muro bloque hueco No.5	m2	0.70	0.70
6.9	Muro bloque hueco No.6	m2	0.90	0.90
6.10	Muro bloque de concreto	m2	0.70	0.70
6.11	Muro bloque de concreto estructural	m2	0.25	0.25

Continuación del anexo 1

		UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
7. PISOS				
7.1	En triturado o=0.1	m2	0.15	1.00
7.2	En recebo o=0.1	m2	0.15	1.00
7.3	En concreto o=0.05	m2	0.15	1.00
7.4	En concreto o=0.10	m2	0.15	1.30
7.5	En concreto o=0.15	m2	0.20	1.50
7.6	En ladrillo prensado	m2	1.30	1.30
7.7	En tableta Meore	m2	1.10	1.10
7.8	En mayólica	m2	1.10	1.10
7.9	En porcelana	m2	1.10	1.10
7.10	En gavilla	m2	1.60	1.60
7.11	En granito	m2	1.60	1.60
7.12	Baldosín de cemento	m2	0.90	0.90
7.13	Retal de mármol	m2	2.00	2.00
7.14	Baldosín de trancho	m2	0.20	0.10
7.15	Baldosín de vinito	m2	0.20	0.10
7.16	Listón machihembrado	m2	0.80	0.80
8. CUBIERTA				
8.1	Teja de eternuit sobre est. Metálica	m2	0.20	0.20
8.2	Teja española en cercha madera y caña	m2	1.70	1.70
8.3	Relleno de mortero	m2	0.10	1.00
8.4	Estructura madera techo	m2	4.00	4.00
9. PAÑETES				
9.1	Muros interiores	m2	0.50	0.50
9.2	Muros Exteriores	m2	0.60	0.60
9.3	Cielos rasos	m2	0.70	0.70
9.4	Tanques de agua	m2	0.70	0.70
9.5	Pilas y juntas	mt	0.30	0.30
10. CARPINTERIA				
10.1	Colocación puertas madera	U	1.40	1.40
10.2	Colocación ventanearía	m2	1.20	1.20

Continuación del anexo 1.

11. METALERÍA		UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
11.1	Colocación de marcos	U	1.40	1.40
11.2	Colocación ventanearía	m2	0.35	0.35
12. INSTALACIONES SANITARIAS				
12.1	Colocación tubería de 4" incluye solado	ml	0.20	0.90
12.2	Colocación tubería de 6" incluye solado	ml	0.30	0.70
12.3	Colocación tubería de 8" incluye solado	ml	0.40	1.00
12.4	Colocación tubería de 10" incluye solado	ml	0.50	1.20
12.5	Colocación tubería de 12" incluye solado	ml	0.60	1.30
12.6	Colocación tubería de 14" incluye solado	ml	0.70	1.50
13. VIDRIOS				
13.1	Colocación de vidrio plano	m2	0.10	0.10
14. ACABADOS SOBRE MUROS				
14.1	Porcelana incluye repello	m2	1.20	1.20
14.2	Mármol o prefabricado	m2	2.30	2.30
15. PINTURA				
15.1	Muros interiores	m2	0.25	-
15.2	Muros exteriores	m2	0.35	-
15.3	Cielos rasos	m2	0.25	-
15.4	Ventanearía	m2	0.50	-
16. LIMPIEZA				
16.1	Aseo de obra terminada	m2	-	1.00

Fuente: DOMINGUEZ , Abel Segundo. *Programación, planeación y control de una obra.* p. 78