

18
2 Gen



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMACION, CONTROL DE RECURSOS HUMANOS Y COSTOS EN PROYECTOS INDUSTRIALES

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

P r e s e n t a n :

**JOSE BETANCOURT RAMIREZ
JESUS ARMANDO ZEPEDA MORALES
MIGUEL ANGEL BAUTISTA FLORES
ALEJANDRO CHAPARRO URBY**

Director de Tesis: Ing. MANFRED RUCKER KOELING

México, D. F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

T E S I S

T I T U L O

PROGRAMACION, CONTROL DE RECURSOS HUMANOS
Y COSTOS EN PROYECTOS INDUSTRIALES.

INDICE

INTRODUCCION

OBJETIVO Y ALCANCE

CAPITULO	1	LOS PROYECTOS EN INGENIERIA
	1.1	ASPECTOS GENERALES SOBRE PROYECTOS
	1.2	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
	1.3	EL PROYECTO DE INGENIERIA
	1.4	CONTROL Y SEGUIMIENTO
	1.5	ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA
CAPITULO	2	DESCRIPCION GLOBAL DE UN PROYECTO DE INGENIERIA
	2.1	AREA CIVIL
	2.2	AREA MECANICA
	2.3	AREA ELECTRICA
	2.4	INSTRUMENTACION
	2.5	DEFINICION DE RECURSOS
CAPITULO	3	TIEMPOS ESTANDAR Y COSTOS
	3.1	OBJETIVOS
	3.2	DEFINICIONES Y GENERALIDADES
	3.3	METODOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES EN LA CONSTRUCCION
CAPITULO	4	CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN PROYECTO
	4.1	CALIDAD, TIEMPO Y COSTO
	4.2	METODOS PARA REALIZAR EL ANALISIS ECONOMICO
	4.3	CRITERIOS PARA LA SELECCION DE ALTERNATIVAS

CAPITULO 5 METODOS DE PROGRAMACION EN PROYECTOS INDUSTRIALES

5.1 GRAFICAS DE GANTT

5.2 METODOS DE PROGRAMACION CPM Y PERT

5.3 COMPARACION ENTRE LOS METODOS DE PROGRAMACION

CAPITULO 6 ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES

6.1 SUBCONTRATOS

6.2 PLANEACION DE RECURSOS HUMANOS

6.3 DESCRIPCION DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

6.4 ALCANCE DE ACTIVIDADES

6.5 ANEXO

CAPITULO 7 METODOS DE CONTROL

7.1 CATALOGO DE CUENTAS

7.2 CONTROL DE AVANCE FISICO

7.3 CONTROL DE COSTOS

ANEXO 1

ANEXO 2

CAPITULO 8 CONCLUSIONES

I N T R O D U C C I O N

En situaciones normales y más aún, en situaciones de crisis como la que actualmente está afectando a este país, es necesidad y obligación de las nuevas generaciones de Ingenieros Industriales el aprovechar al máximo los recursos humanos y materiales para optimizar los métodos actuales y crear otros nuevos que puedan ayudar a incrementar la productividad en todo tipo de industria de nuestro país.

En la actualidad los procedimientos que existen en la industria de la construcción, tanto en el área civil como en la mecánica, la eléctrica y en la de la instrumentación están basados en la experiencia acumulada a través de proyectos ejecutados por empresas dedicadas a estas actividades.

Por los motivos expuestos, uno de los objetivos de la presente tesis es el de proporcionar métodos de evaluación para la ejecución de proyectos que fueron obtenidos durante el ejercicio en diferentes áreas de proyectos industriales, obteniéndose estándares promedio para la ejecución de los mismos.

Una vez definidos los métodos para la ejecución de los proyectos, existen controles en la ejecución de los mismos.

Cabe señalar que los métodos, lineamientos y sistemas que aplicamos durante el desarrollo de esta tesis no son limitativos ni son los únicos, sino que son tan solo uno de los tantos caminos que existen para llegar a un objetivo común que es de crear un sistema de organización para facilitar la estimación, evaluación, control y ejecución de proyectos industriales.

Además de lo antes expuesto, es necesario mantener los estándares actualizados, y por consiguiente apegados a la realidad en que se vive mediante una retroalimentación de información actualizada o nuevos métodos comprendidos para las diferentes áreas de proyectos industriales y de esta forma tratar de minimizar los tiempos de ejecución de dichos trabajos y la toma de decisiones que debe considerarse en cada ocasión que se realizan y de una manera más eficiente.

En el transcurso de estas páginas se verán las principales etapas del proyecto de ingeniería con el papel que juegan los estándares en las mismas, así como un capítulo en el que se describen en forma general los métodos para establecer los estándares.

OBJETIVO Y ALCANCE

El propósito de este trabajo es explicar una metodología por medio de la cual se - muestre en pasos secuenciados y ordenados, el desarrollo de un proyecto de Ingeniería del tipo industrial.

Dentro de este proceso los tiempos estándares cumplen un papel muy importante, ya que con la ayuda de estos el tiempo de ejecución del proyecto podrá estimarse con rapidez. Claro está, que esta estimación debe anteceder el estudio de factibilidad, la Ingeniería básica y de detalle, para que de esta última se busquen las mejores alternativas que permitan realizar el proyecto. Habiendo seleccionado dichas alternativas se procederá a estandarizar las tareas obteniéndose el tiempo y el costo estimado del proyecto.

Considerando que el estudio de factibilidad es preponderante para decidir si el proyecto se realiza o no, se estudiarán en este las principales variables que ayudarán a tomar la decisión favorable o no del proyecto en estudio. En el capítulo 1 se da una descripción general del proyecto en todas sus etapas, siendo más detallados en el estudio de factibilidad ya que no se volverá a tocar en capítulos siguientes sino sólo como referencia.

Aprobado el proyecto se iniciará la segunda etapa que es revisar la Ingeniería básica y profundizar ampliamente en la Ingeniería de detalle donde se propondrán - las mejores alternativas que cumplan con los criterios establecidos y comentados en el capítulo 4. En esta parte se analizarán de manera general los principales aspectos que deben de tomarse en cuenta, para el desarrollo de la Ingeniería de detalle para aplicarse a cualquier proyecto de Ingeniería por lo cual no se ejemplifica con algún proyecto en especial.

El capítulo 2 resume las características básicas de la Ingeniería de detalle y - orienta al lector sobre como aplicar las técnicas utilizadas en las distintas - áreas de la Ingeniería culminando así un buen desempeño al momento de realizar la instalación del proyecto.

Al concluir la Ingeniería de detalle se podrán desglosar todas las actividades - que se tengan que realizar para la erección del proyecto. La utilización de los tiempos estándares ayudará a estimar el tiempo y costo que se llevará el proyecto al momento de su ejecución. Uno de los objetivos que se persiguen en el desarrollo de esta tesis es aplicar las distintas técnicas de estandarización a las actividades que se tengan que realizar para la ejecución de un proyecto de Ingeniería del tipo industrial ya que con el auxilio de dichas técnicas se encontrarán ventajas al momento de estimar el proyecto dándose una respuesta pronta a la parte que solicite la estimación, así como también ayudarán a la programación de las actividades que involucra dicho proyecto. Los estándares (tanto para la parte de estimación, como ejecución) requieren continuas revisiones por lo cual es

necesario retroalimentarlos con experiencias cotidianas que se tengan y que ayuden a actualizarlos y efectivamente sean una medida real al momento de aplicarlos. Además, los estándares, ayudarán a definir los recursos humanos y técnicos con los que se tendrá que trabajar al momento de la programación de las actividades las cuales tendrán que realizarse en el tiempo definido por los estándares. Dicha estandarización de las actividades, su aplicación y forma de programación se definen en el capítulo 3 y 5. En el capítulo 3 se describen los métodos más conocidos en la medición del trabajo para determinar el tiempo estándar de las actividades, y en el capítulo 5 se exponen los métodos de programación más usados dependiendo de las necesidades de control del proyecto y su magnitud.

Es importante conocer las políticas, criterios, objetivos y las estrategias que se tienen al iniciar un proyecto ya que estos lo regirán en sus distintas fases, desde su inicio hasta su implantación y puesta en marcha. Al iniciarse la fase de ejecución deberán estar avisados contratistas y cuadrillas de trabajo para la ejecución de los trabajos y poder cumplir con el programa establecido. Para esta parte del proyecto, fase de ejecución, siempre se tiene un Residente de obra el cual será responsable del proyecto teniendo que informar oportunamente acerca de los avances físicos y costos del proyecto, para que éstos se puedan comparar con tiempos y costos programados y estimados del mismo y así poder ejercer un control sobre las desviaciones que tengan. Una retroalimentación oportuna que surja de la información anterior, ayudará a corregir dichas anomalías al revisarse lo programado contra lo realizado, adecuando de una forma razonable el equilibrio que debe existir entre el avance físico y costos; el capítulo 7 contempla y describe estos tipos de control.

Se espera que este trabajo sea de utilidad para aquellas personas que se interesen en conocer de que consta un proyecto y como se lleva a cabo, introduciendo al mismo tiempo la aplicación de los estándares en sus principales fases.

CAPITULO 1	LOS PROYECTOS DE INGENIERIA
1.1	ASPECTOS GENERALES SOBRE PROYECTOS
1.1.1	DEFINICION DE UN PROYECTO
1.1.2	CLASIFICACION DE PROYECTOS
1.1.3	CONTENIDO DE UN PROYECTO
1.1.4	OBJETIVOS, CRITERIOS Y LIMITACIONES.
1.2	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
1.2.1	ESTUDIO DEL MERCADO
1.2.1.1	LA DEMANDA
1.2.1.2	LA OFERTA
1.2.1.3	LOS PRECIOS
1.2.1.4	LA COMERCIALIZACION
1.2.2	ESTUDIO TECNICO DEL PROYECTO
1.2.3	ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO
1.3	EL PROYECTO DE INGENIERIA
1.3.1	INGENIERIA BASICA
1.3.2	INGENIERIA DE DETALLE
1.4	CONTROL Y SEGUIMIENTO
1.5	ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA.

CAPÍTULO I

1. LOS PROYECTOS EN INGENIERIA :

En la mayor parte del mundo, la gente ve pasar un automóvil quizá con indiferencia, enciende un televisor en forma casi inconciente, y ve la hora en un reloj de igual manera.

Si una persona al hacer uso de los artículos mencionados, se pusiera a analizar sobre el cómo fueron creados, tendría que retroceder y trasladarse a las ensambladoras de dichos artículos, después con los fabricantes de los componentes y así de ésta manera hasta llegar al origen de éstos.

Sería entonces cuando la persona en cuestión comenzarla a utilizar la palabra proyecto ya que dicha palabra, es utilizada después de que una idea es analizada seriamente para tratar de convertirla en una realidad.

En Ingeniería, la definición de un proyecto puede tener varias versiones, siendo una de ellas la siguiente. "Un proyecto es una actividad enfocada para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de Ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas". (1)

En el presente capítulo se tratará acerca de lo que es un proyecto.

1.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE PROYECTOS :

Es conveniente, para tener una idea más clara de lo que es un proyecto, el conocer su clasificación, limitaciones, contenido, siendo lo que a continuación se detalla.

1.1.1 DEFINICIÓN DE UN PROYECTO :

En su significado básico, un proyecto es un plan de acción, capaz de materializar al gún aspecto de desarrollo económico social. Esto implica, desde el punto de vista económico proponer la producción de un bien, o la prestación de un servicio, con el empleo de una cierta técnica y organización, con miras de obtener un determinado resultado o ventaja económica o social. (2)

Como plan de acción un proyecto supone también la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de éstos a los resultados que se persiguen.

La palabra proyecto se une también para indicar el documento en que se plantean y se analizan los problemas que implican movilizar factores para alcanzar objetivos determinados de acuerdo con una función de producción dada, justificando así mismo el empleo de estos factores frente a otras opciones potenciales de utilización. Al cono-

cer las necesidades y posibles resultados o productos de un proyecto debemos considerar si estas son suficientes razones para apoyar dicho proyecto económica, financiera y técnicamente. Así mismo tendremos que conocer quienes son los interesados en llevar a cabo el proyecto y como se les va a clasificar, para conocer las dimensiones del campo en el que este se moverá. Como ciertas características de la demanda resultante del proyecto depende del tiempo, será necesario estudiarlas y efectuar así los ajustes necesarios para que se puedan cubrir más satisfactoriamente las necesidades que hicieron surgir el proyecto.

Si se observa que el proyecto es físicamente realizable, será necesario estimar si se tiene un valor económico suficiente, es decir, si el proyecto cumplirá el objetivo que se busca para alentar su realización y su continuación.

Puede suceder que un proyecto cumpla con todos los requisitos anteriores descritos, pero si no tienen los recursos financieros necesarios para su realización éste tendrá que abandonarse o realizar otros estudios que al mismo tiempo logren cubrir la necesidad adecuadamente, hagan que el proyecto esté dentro de las posibilidades financieras con las que se cuenta.

Aquí se utilizará el termino "proyecto" en su sentido más amplio, para significar la idea original de producción que se justifique en un marco técnico, administrativo, económico, financiero e institucional.

Podemos considerar, en terminos generales, que el nacimiento de un proyecto se da a raíz de una idea concebida acerca del potencial de un producto en el mercado.

En esta etapa, y nuevamente se enfatiza se está viendo el enfoque práctico, se visualiza una "Primera Apreciación" del potencial y características del proyecto involucrado.

La información de esta etapa llamada también de Prefactibilidad será superficial, pero permite apreciaciones de órdenes de magnitud que en caso favorable, justifican el invertir trabajo y esfuerzo adicional para desarrollar el proceso, o si éste (por características del proyecto) se va a adquirir, para obtener mejor información relevante al desarrollo del proyecto.

- | | | |
|--|---------------------|------------------------|
| (1) Proyectos de Ingeniería
Capítulo I pag. 29 | A. Suárez
México | Ed. Diana
1973 |
| (2) Guía para la Presentación de Proyectos
Capítulo 1 pag. 12 | México | ILPES
Ed. Siglo XXI |

1.1.2 CLASIFICACION DE PROYECTOS :

Desde el punto de vista económico, la clasificación más corriente de producción de bienes y de prestaciones de servicios, corresponde a la división de la economía en sectores de producción. (1)

Este enfoque sectorial nos permite clasificar los proyectos en :

- AGROPECUARIOS
- INDUSTRIALES
- INFRAESTRUCTURA SOCIAL
- INFRAESTRUCTURA ECONOMICA
- DE SERVICIOS

AGROPECUARIOS.- Los proyectos agropecuarios abarcan todo el campo de la producción animal y vegetal.

INDUSTRIALES.- Los proyectos industriales comprenden toda la actividad manufacturera, parte de la industria extractiva y el procesamiento de estos productos, de la pesca, de la agricultura y de la actividad pecuaria.

INFRAESTRUCTURA SOCIAL.- Los proyectos de infraestructura social tienen como función el atender necesidades básicas de la producción, como salud, educación, abastecimiento de agua, redes de alcantarillado, vivienda y ordenamiento especial, urbano y rural.

INFRAESTRUCTURA ECONOMICA.- En los proyectos de infraestructura económica se incluyen los que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes, comercio y comunicaciones.

DE SERVICIOS.- Los proyectos de servicios son aquellos cuyo propósito no es producir bienes materiales, sino prestar servicios de carácter personal, material o técnico, ya sea mediante el ejercicio profesional, o a través de instituciones.

1.1.3 CONTENIDO DEL PROYECTO :

Un proyecto debe contener una descripción sumaria del mismo, la descripción se iniciará lógicamente con los propósitos del proyecto y se completará con una síntesis de las conclusiones a que se ha llegado en cada uno de los estudios parciales realizados para su análisis y justificación.

Para realizar el análisis de cada uno de los puntos que se describirán en seguida, se necesitan obtener datos técnicos, estadísticos económicos y demográficos y antecedentes de todo tipo sobre legislación, política, economía y otros factores institucionales que puedan afectar al proyecto.

1.1.4 OBJETIVOS, CRITERIOS Y LIMITACIONES :

Se procurará describir brevemente los propósitos inmediatos del proyecto y el contexto económico y social en que se implantará. Se expondrán brevemente los propósitos del proyecto, caracterizándolo en forma más detallada tanto en sus productos como el proyecto mismo, es decir, se referirán no sólo al producto (bien o servicio) que se considere principal, sino también a los subproductos del proyecto.

(1) Guía para la presentación de proyectos ILPE
cap. 1 pags. 15 y 16
Ed. Siglo XXI, México.

Debe identificarse al proyecto en términos suficientemente claros que lo distinguan como unidad de producción de bienes o prestación de servicios bien determinados, indicando si es un proyecto nuevo o una ampliación de unidades existentes, si es una unidad aislada o se integra a un sistema.

1.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD :

En el desarrollo de un proyecto se contemplan dos grandes etapas: el primero que es el estudio de factibilidad, en la que se analiza la conveniencia de la realización del proyecto; y la segunda etapa que se da en caso de aprobar el estudio de factibilidad que se llamará proyecto de ingeniería en el que se analiza la ejecución del proyecto y que termina en el momento en que se entregue este funcionando.

1.2.1 ESTUDIO DEL MERCADO :

El estudio del mercado se realiza porque las condiciones de éste sirven de antecedentes necesarios para los análisis técnicos, financieros y económicos del proyecto.

En el caso de un proyecto, la finalidad del estudio de mercado es probar que existe un número suficiente de individuos, empresas u otras entidades económicas que, dadas ciertas condiciones, prestan una demanda que justifica la puesta en marcha de un determinado programa de producción. Dada la finalidad, el estudio de mercado de un proyecto debe presentar cuatro bloques de análisis :

- La demanda
- Análisis de la oferta
- Precios
- Análisis de la comercialización

1.2.1.1 LA DEMANDA.- El análisis de la demanda tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia, en ubicaciones geográficamente definidas, de individuos o entidades organizadas que son consumidores o usuarios actuales o potenciales del bien o servicio que se piense ofrecer.

En un sentido restringido del término, ese análisis está íntimamente ligado a la capacidad de pago de los consumidores. Aunque, en un sentido más amplio, el análisis debe abarcar el estudio de la cantidad deseable o necesaria de un cierto bien o servicio, independientemente de la posibilidad de pago.

La información para analizar la demanda se obtendrá de fuentes como encuestas a consumidores y estudios de la estructura del gasto de las familias y de series estadísticas de producción, importación, exportación y ventas.

La estimación de la demanda aporta al estudio técnico el primer factor condicionante de la capacidad de producción que se instalará que se examinará en seguida tomando en cuenta otras restricciones, con la disponibilidad de insumos y la capacidad técnica necesaria para trabajar con un proceso determinado, capacidad financiera y administrativa de la empresa.

Los datos de la demanda, con los precios respectivos, (que veremos más adelante) se refieren al estudio financiero para el cálculo de los ingresos que serán usados en la determinación de las necesidades de capital.

El análisis de la demanda en función de los precios del proyecto y de los ingresos de la población consumidora permite calcular los coeficientes de elasticidad que se utilizarán en la proyección de la demanda, mismos que servirán posteriormente para la evaluación económica del proyecto.

1.2.1.2 ANALISIS DE LA OFERTA.- Uno de los aspectos del estudio de mercado que ofrece mayores dificultades prácticas, es la de determinación de la oferta.

La razón de esas dificultades estriba en que las investigaciones sobre oferta de bienes ó servicios deben basarse en informaciones sobre volúmenes de producciones actuales y proyectadas, capacidades instaladas y utilizadas, planes de ampliación y costos actuales y futuros.

Estas informaciones son generalmente difíciles de obtener porque en muchos casos las empresas se muestran reacias a proporcionar datos sobre el desarrollo de sus actividades.

De ahí que resulte necesario utilizar una variedad de técnicas de encuestas, directas ó indirectas, con el propósito de lograr esa información.

Aunque haya evidentes dificultades para recolectar este tipo de datos, se procurará conocer las condiciones de producción de los proveedores más importantes.

Es posible recurrir a series estadísticas de producción e importación, datos que se pueden obtener de publicaciones realizadas por algún tipo de organismos ó instituciones, análisis de las condiciones en que se realiza la producción de las principales empresas proveedoras, volumen producido, participación en el mercado, capacidad instalada y utilizada, localización con respecto al área de consumo, características tales como precio, estructuras de costo de producción actual, calidad y presentación de los productos y sistemas de comercialización.

1.2.1.3 PRECIOS.- En el estudio de mercado del proyecto se analizarán los precios que tienen los bienes y servicios que se espera producir, con el propósito de caracterizar de que forma se determinan y el impacto que una alteración de los mismos tendría sobre la oferta y la demanda del producto.

En materia de bienes, las modalidades más comunes de fijación de precios son las siguientes :

- a) Precios existentes en el mercado interno
- b) Precios de similares importados
- c) Precios fijados por el Sector Público
- d) Precio estimado en función del costo de producción
- e) Precio estimado en función de la demanda
- f) Precios del mercado internacional
- g) Precios regionales, diferenciando entre países que participan de un acuerdo regional y el resto del mundo.

Los tipos de precios a, b, c, podrían considerarse como precios externos al proyecto, mientras que los precios del tipo d y e tienen relación más directa con las características del proyecto mismo. Los dos últimos tipos de modalidades de fijación de precios f y g corresponderán a productos de exportación.

Un problema especial se plantea en el caso de los proyectos, generalmente del sector público, que financian su producción sobre la base de tarifas. Como la tarifa es un pago efectuado por el consumidor individual de un bien o servicio, que no se relaciona necesariamente con el costo de producción, cabe esperar que el total de los ingresos recaudados a través de las tarifas son por lo menos equivalente al costo total de producción. (1)

1.2.1.4 ANALISIS DE LA COMERCIALIZACION.- El estudio de mercado debe completarse - con un análisis de las formas actuales en que está organizada la cadena que relaciona a la unidad consumidora.

Tal análisis es un requisito indispensable para poder presentar proposiciones concretas sobre la forma en que se espera distribuir los bienes o servicios. El correcto planteamiento de las formas de organización de la distribución, es requisito indispensable para el éxito del proyecto.

1.2.2 ESTUDIO TECNICO DEL PROYECTO :

La descripción general de la unidad productiva se hace a través de la Ingeniería Básica, que reúne los resultados relativos al tamaño del proyecto, su proceso de producción y su localización, utilizando datos proporcionados en el estudio de mercado.

INGENIERIA BASICA.- La Ingeniería Básica, llamada también Ingeniería de Bloques, se encarga de recopilar y unir toda la información necesaria para la creación de una planta o la realización de un proyecto específico; ya sea para desarrollar una nueva tecnología o proceso existente, así como para optimizar y generar datos que lleven a la construcción de una planta industrial.

Esta Ingeniería Básica puede ser dividida en tres fases :

Fase 1 : INGENIERIA BASICA PILOTO

Aquí se parte de la idea general de un proceso para realizar pruebas de laboratorio - piloto y determinar condiciones de proceso tales como presiones, temperaturas de reacción, rendimientos, métodos de separación, etc., creando una tecnología nueva en la obtención de un producto determinado.

De esta fase se debe obtener toda la información técnica y económica para realizar posteriormente su factibilidad de realización.

Fase 2 : INGENIERIA BASICA PRELIMINAR

Esta parte de los datos generados por la fase piloto para elaborar los diagramas de flujo generales, determinación general de servicios de la planta, elaboración de balances de materia y energía aproximativos, así como la elaboración de una lista preliminar de equipos y su ubicación en la planta.

Fase 3 : INGENIERIA BASICA

Se realiza una vez que se ha determinado el estudio de factibilidad y que de aprobarse el proyecto sirve de inicio al proyecto de ingeniería.

(1) Guía para la presentación de proyectos
cap. 6 inciso 4. Ed. Siglo XXI, México.

1.2.3 ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO :

En este estudio debe presentarse el análisis financiero del proyecto, que comprende la inversión, la proyección de los ingresos, de los costos, de los gastos y de las formas de financiamiento que se prevén para todo el período de su ejecución y de su operación.

El estudio deberá demostrar que el proyecto puede realizarse con los recursos financieros disponibles. Para este estudio se utilizarán informaciones obtenidas del estudio de mercado y del estudio técnico.

Las decisiones que se adopten en el estudio técnico, corresponderán a una utilización de capital que deberá justificarse de diversos modos desde el punto de vista financiero. En primer lugar, habrá que demostrarse que los realizadores del proyecto cuentan con recursos financieros suficientes para hacer las inversiones y gastos corrientes.

En la presentación del estudio debe empezarse por indicar las necesidades totales de capital, desglosadas en capital fijo y capital circulante necesario para la operación de la empresa.

También es importante incluir un análisis contable en el que se demuestre la liquidez con la que se contará durante la ejecución y la organización del proyecto, con el objeto de atender las necesidades del capital de trabajo.

En esta parte del estudio financiero, deberán compararse las necesidades de los recursos financieros de la empresa para el proyecto y la proyección de los ingresos financieros de operación, basados en los cálculos de uso de la capacidad instalada y los precios de venta estimados. Estas estimaciones, por lo general se obtienen del estudio de mercado y del estudio técnico, visto en este mismo capítulo.

Si comparamos los ingresos esperados a diferentes niveles de uso de la capacidad instalada con los costos anuales previstos, obtendremos una guía, o sea, un indicador nos servirá para hacer un análisis de la sensibilidad financiera de la empresa ante las variaciones que se puede presentar en sus operaciones económicas.

FINANCIAMIENTO.- El estudio financiero deberá mostrarnos las fuentes de obtención del dinero que se utilizará y la distribución de éste en las diferentes etapas del proyecto o en otras palabras el origen y el destino de los recursos.

La información que proporcionará este análisis hará posible calcular ciertos indicadores que son de bastante importancia para la evaluación del proyecto, siendo los dos más importantes los siguientes :

- a) Los puntos de nivelación ante los ingresos y los gastos.
- b) El análisis de movimiento de los fondos, mismo que debe estar actualizado con el objeto de poder calcular :
 - La tasa interna de retorno
 - Los indicadores contables adecuados a la naturaleza del proyecto como los índices de rentabilidad, la relación ventas costos y el período de recuperación de la inversión. Estos se cuentan entre los principales elementos usados para decidir la realización de un proyecto.

1.3 EL PROYECTO DE INGENIERIA :

Algo que es importante para el desarrollo de un proyecto es el llegar a diseñar la función de producción que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto deseado.

Una vez que se ha hecho el estudio de factibilidad y se ha aprobado se inicia esta etapa que es la ejecución física del proyecto y que se analizará a lo largo de esta tesis; esta etapa se inicia con la tercera fase de la ingeniería básica y otro grupo de elementos complementarios llamado ingeniería de detalle, que describe las obras físicas - necesarias la organización por la producción y el calendario de realización del proyecto analizando con más detalle en el capítulo cinco, con base en este programa de trabajo se forma el programa de egresos para tener un control del financiamiento.

Tercera fase de la Ingeniería básica.- Esta fase, como su nombre lo indica, define - propiamente la funcionalidad de la planta, partiendo de balances de materia y energía definitivos para cada uno de los productos a obtener, y de los servicios necesarios en la planta.

Va que se tienen los balances terminados, se tiene la información suficiente para pasar a especificar la ingeniería de detalle, mencionando capacidades (presión, temperatura, gastos, etc.) elaborando una lista detallada y completa del equipo principal de la planta, y equipos de servicio en general.

INGENIERIA DE DETALLE.- La ingeniería de detalle tiene a su cargo el diseño de la instalación de los equipos en la planta, elaborando para ello los planos necesarios y previniendo los problemas de instalación del equipo.

En esta parte del proyecto se determinan la distribución de los equipos en la planta, su instrumentación, el tamaño y distribución de tuberías de agua para proceso y servicios, tamaño y distribución de tuberías para producto, ductería eléctrica, cimentación ó anclaje de los equipos, manejo de materiales, así como la selección de proveedores de equipo.

- a) Otra parte fundamental después de aprobarse la construcción del proyecto es establecer el tipo de organización que administrará el proyecto designando puestos y responsabilidades, que se expondrá en el capítulo seis, así como hacer las contrataciones necesarias. El número de personal por contrato será una importante aplicación de los estándares que en esta tesis analizaremos.
- b) Y con base a este programa de trabajo formar el programa de egresos y tener un control del financiamiento.

1.4 CONTROL Y SEGUIMIENTO :

Una vez iniciados los trabajos de construcción deben empezar a aplicarse los mecanismos de control en la obra que servirán de retroalimentación y obliga a la revisión periódica de metas y programas, actualización de planos y modificación de diseños, así mismo puede indicarnos la modificación de planes financieros.

Este control se lleva generalmente por medio de reportes y listas (avance de obra, entrega de equipo, informes de costos, estadísticas de personal, estadísticas de accidentes

tes de trabajo, informe de pruebas de instalaciones, informes de egresos, listas de raya, etc., que se miran con más detalle en el capítulo siete).

Es importante el papel que juega el control en la ejecución de la obra ya que integra al departamento de construcción los demás departamentos (de ingeniería, finanzas, personal, abastecimiento) y los provee de información real y detecta desviaciones para su corrección oportuna.

Una vez que se ha decidido la ejecución física de un proyecto en el cual se contempla un equipo especial por las condiciones del proceso, debe contratarse la fabricación del mismo, aún antes de iniciar la obra civil de la planta, pues es común que este equipo lleve mucho tiempo en su fabricación.

El departamento de control debe llevar el seguimiento de este equipo con el fin de cerciorarse de que se este haciendo según las especificaciones así como para "familia rizarce" con el equipo y saber del avance de este y poder decir si se podrá instalar en la fecha indicada en el programa de obra.

Para esto los métodos de programación son de bastante utilidad, de estos los más comunes son los diagramas de Gantt, el CPM (Critical Path Method) y el PERT (Program Evaluation and Review Technique).

Para determinar el grado de avance de algún equipo especial que pretenda instalarse durante la ejecución de un proyecto, deberá controlarse dicho avance con algún método de programación (para este caso una gráfica de Gantt) como la que se muestra en el cuadro 1.

En el capítulo cinco se describen estos métodos en una forma más amplia, ya que sus aplicaciones son importantes para el desarrollo de los proyectos de ingeniería.

CUADRO 1

REAL  PROGRAMADO 

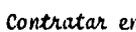
OPERACION	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Llegan componentes				
Contratar ensambladores	 			
Inicia ensamble		 		
Fin de ensamble				
Inicia proyecto				

Diagrama de Gantt para control de avance de un equipo.

1.5 ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA :

En esta última etapa del proyecto se hace entrega de las instalaciones al departamento de operación, quien se hará responsable desde ese momento de las mismas. Más esto no significa que quien haya realizado el proyecto ya no tiene compromiso en él, pues es responsable de la mala calidad que resultase y de vicios ocultos que aparecieran cuando este en operación la planta.

Es necesario que se hagan pruebas de las instalaciones y equipo cuando se han terminado de instalar que comprobar su funcionamiento y detectar posibles fallas, así como - pruebas de esas instalaciones y equipo consideradas como parte de un gran sistema.

Es conveniente que estas pruebas se hagan en compañía de quienes van a recibir el proyecto realizado.

CAPITULO	2	DESCRIPCION GLOBAL DE UN PROYECTO DE INGENIERIA
	2.1	AREA CIVIL
	2.1.1	DEFINICION Y CLASIFICACION DE AREAS DE TRABAJO
	2.1.1.1	TRABAJOS PRELIMINARES
	2.1.1.2	CIMENTACIONES
	2.1.1.3	ESTRUCTURA
	2.1.1.4	ALBANILERIA
	2.1.1.5	INSTALACIONES Y ACABADOS
	2.2	AREA MECANICA
	2.2.1	DEFINICION DE AREAS DE TRABAJO
	2.2.1.1	TANQUES Y RECIPIENTES
	2.2.1.2	EQUIPO MECANICO
	2.2.1.3	TUBERIAS
	2.2.1.4	SOPORTES PARA TUBERIA Y EQUIPO
	2.2.1.5	AISLAMIENTOS PARA EQUIPO Y TUBERIA
	2.2.1.6	PRUEBAS PARA EQUIPO Y TUBERIA
	2.3	AREA ELECTRICA
	2.3.1	DEFINICION DE LOS TRABAJOS
	2.3.1.1	TIERRAS
	2.3.1.2	FUERZA
	2.3.1.3	ALUMBRADO
	2.4	INSTRUMENTACION
	2.5	DEFINICION DE RECURSOS

DESCRIPCION GLOBAL DE UN PROYECTO DE INGENIERIA

GENERALIDADES DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION Y DESCRIPCION GENERAL DE LAS POSIBLES AREAS QUE PUEDE COMPRENDER UN PROYECTO.

En el capítulo anterior se ha hecho un estudio general de las características y condiciones que se deben de cumplir para llevar a cabo la realización de un proyecto en sus diferentes etapas.

Una vez que se ha aprobado un proyecto con base en los estudios de factibilidad, se inicia la segunda etapa que es el proyecto de ingeniería que contiene una revisión de la ingeniería básica y un estudio profundo de la ingeniería de detalle. En esta última intervienen especialistas en las diferentes áreas de la ingeniería para el cálculo y diseño de toda la obra civil, mecánica, eléctrica, instrumentación, etc.

Se considera como ingeniería de detalle el cúmulo de información que se tenga de planos y dibujos con sus respectivas memorias de cálculo y hojas de especificaciones que están basadas en características propias del proyecto y en los cuales se tiene que basar para llevar a cabo la construcción y erección del mismo. Por ejemplo un plano indica al supervisor de construcción la cantidad de material y ubicación de una trabe, así como la dimensión de la misma, las cuales tendrá que identificar en el momento de su ejecución de esta parte del área civil; indicará la posición, cantidad de material y especificaciones de la base de cimentación de un equipo; indicará la posición de las líneas eléctricas para que el supervisor pueda realizar el tendido de éstas.

La memoria de cálculo indicará con más detalle el análisis técnico que se tendrá que realizar para cada una de todas las partes que componen el proyecto, como son: el diseño estructural de trabes, columnas, cimentaciones, losas, muros, instalación sanitaria, instalación hidráulica, sistemas de bombeo, desagüe, equipos de seguridad, datos técnicos de intercambiadores de calor, convertidores, catalizadores, bombas, generadores de calor, compresores y todo tipo de equipo a utilizar en el proyecto. La ingeniería de detalle también incluye especificaciones técnicas de los equipos a utilizar como son los datos de placa, manuales para instalación, operación y mantenimiento de los mismos.

Una vez que ya se tiene toda la información anterior para el proyecto de ingeniería con planos debidamente aprobados para construcción con todas sus especificaciones, se procede a la tarea de ver como y con quién se hará la construcción y erección del proyecto. Existen diversas formas de poder llevar a cabo la ejecución de dicho proyecto.

Se puede hacer con lo que se llama mano de obra directa que consiste en que la misma compañía que realizó el diseño de la ingeniería básica y de detalle contrate sin intermediarios el personal que hará estos trabajos de construcción teniendo un residen

te o superintendente para la supervisión del mismo. Este método es bueno porque se tendrá una sola persona encargada del control de todo el proyecto pero la desventaja que presenta es que se requiere una elevada inversión para el equipo y maquinaria de construcción con el que se tendrá que trabajar y además un mismo personal el cual puede llevar a disputas laborales y sindicales muy riesgosas. Otra forma de poder construir es subcontratando los diferentes trabajos o áreas en las cuales este clasificado el proyecto. El subcontratista es una persona o compañía que tiene mano de obra disponible casi en cualquier momento para trabajar en una ó más áreas de la ingeniería las cuales se puede contratar con ó sin herramienta y es preferible contratar una por cada área en que este comprendido el proyecto porque de esta manera se puede evitar que si existiera algún problema sindical, económico ó baja capacidad en el trabajo se pararla solamente una parte del proyecto y no todo como sucederá si se tuviera la mano de obra contratada directamente ó con un solo subcontratista. Además es conveniente hacerlo de esa manera porque generalmente cada subcontratista tiene un residente especialista en el área de la ingeniería que le corresponde construir ya que normalmente son personas muy técnicas y el superintendente general del proyecto no tendrá problemas mayores para llevar un control adecuado de ellos. En el capítulo 6 se hablará con mayor detalle de las funciones de cada una de las personas que intervienen en un proyecto. Generalmente el método anterior es el más usado en la realización de un proyecto de ingeniería con sus respectivas variaciones dependiendo del tipo de proyecto. Usualmente las cuatro grandes áreas de la ingeniería en las que se clasifica un proyecto para llevar a cabo la etapa de construcción son las siguientes :

AREA CIVIL
AREA MECANICA
AREA ELECTRICA
AREA INSTRUMENTACION

Cabe aclararse que a su vez estas cuatro grandes áreas en las que se divide el proyecto de ingeniería puede subdividirse en diferentes secciones. A continuación se analiza cada área y sus subdivisiones correspondientes.

2.1 AREA CIVIL

2.1.1 DEFINICION Y CLASIFICACION DE AREAS DE TRABAJOS

El objetivo de la clasificación de los trabajos es muy importante tenerla en consideración en cualquier área, ya sea de diseño ó construcción y principalmente en el área civil ya que si no consideramos la secuencia que se debe guardar; por ejemplo que para el colado de una losa se deben de tener debidamente ejecutados los trabajos de simbra y contar con todo el equipo auxiliar necesario puede llevarnos a pérdidas de tiempo y económicas muy considerables que tal vez nunca se podrán recuperar durante la ejecución de un proyecto.

La definición más frecuente que se hace en esta área es la siguiente :

TRABAJOS PRELIMINARES
CIMENTACIONES
ESTRUCTURA

ALBANILERIA.- Muros, aplanados, pulidos, etc.

INSTALACIONES Y ACABADOS.

2.1.1.1 TRABAJOS PRELIMINARES :

Antes de iniciar la ejecución de un proyecto deberán tomarse todas las medidas necesarias para: planear construcciones provisionales, zonas de almacén, protecciones a la vía pública, protección de propiedades a terceros, trazo, nivelación así como el diseño y cálculo de cimentaciones y estructura necesarias en la planta.

2.1.1.2 CIMENTACIONES :

Estos tipos de trabajos en ocasiones se pueden hacer ó manejar como un paquete con todo lo que es estructural, pero para nuestro caso dividiremos estos dos puntos. Los trabajos de cimentación los podemos dividir de la siguiente manera :

ESCAVACIÓN Y PLANTILLAS : Esta puede ser a mano ó con máquina; en áreas ya de dimensiones considerables; se usa normalmente máquinas y en áreas de acceso difícil se hace manualmente cuidando de que la superficie quede limpia, afinada y libre de material ó tierra suelta; una vez logrado esto, se tenderán las plantillas de cimentación de acuerdo a las especificaciones dadas en el diseño de éstas y así poder hacer los rellenos y compactación normalmente con máquina.

CONCRETO : Una vez que se han completado los trabajos de escavación y plantillas se tienen los trabajos de concreto que definen el nivel de referencia ó nivel de piso terminado como se define en algunos casos, los cuales se apegan a estrictas normas de calidad de concreto a utilizar, - mismas que serán sometidos a pruebas de laboratorio.

2.1.1.3 ESTRUCTURA :

Estos tipos de trabajos se inician ó se pueden iniciar antes de que se terminen los trabajos de cimentación llevando una adecuada programación y planeación de la ejecución de un proyecto industrial. Estos trabajos pueden ser para montaje de equipos mecánicos, tanques, recipientes, puentes de acero elevados y racks de tuberías principalmente. Estos tipos de trabajos normalmente se cobran por kg.

2.1.1.4 ALBANILERIA :

Esta parte del área civil comprende todos los trabajos que son levantamiento de trabes, columnas, castillos, muros, dallas, cimbras, colados y pisos. Estos trabajos pueden cobrarse por HH ó paquete cuando son obras de cantidades considerables ó por precios unitarios.

2.1.1.5 INSTALACIONES Y ACABADOS :

En un proyecto de una planta de proceso no solamente se hacen naves indus-

triales, bases para equipos, accesos para éstos cuando tienen alturas, si no que también comprende todas las oficinas e instalaciones que se tendrán que hacer para el personal tanto técnico como administrativo y es aquí donde se tiene la parte fuerte de este punto, esto se refiere a todo lo que son : aplanado fino para muros, columnas, trabes, instalaciones sanitarias, pisos y paredes de azulejo, mosaico, mármol, pulido de terrazas, azoteas, jardineras, etc.

2.2 AREA MECANICA :

Esta área en los proyectos de ingeniería y de construcción es de las que ocupan mayor importancia debido a que si bien todas las áreas de la ingeniería están ligadas a la elaboración de un proyecto tanto para diseño como construcción, es esta área la que directamente nos determinará los "buenos o malos" resultados que se obtendrán en una planta de proceso cuando ésta esté en operación. La importancia que tiene esta área en el diseño y selección de equipos (tanques, torres de enfriamiento, intercambiadores de calor, bombas, compresores, etc.), tuberías (AC. Carbón, inox., alum. válvulas y accesorios), aislamiento (a tuberías, equipos, etc.) nos definirá como ya lo mencionamos la eficiente operación del sistema del proyecto elaborado.

2.2.1 DEFINICION DE AREAS DE TRABAJO :

Cuando se diseña y se ejecuta un proyecto siempre se separa por áreas como ya se mencionó al hablar de la ingeniería de detalle (civil, mecánica, eléctrica e instrumentación), y a su vez éstas se subdividen dependiendo de los trabajos que se tengan que elaborar. Para este caso, que es el "área mecánica", se divide ésta, no entrando en detalles de diseño porque podemos tener casos donde los procesos son muy diferentes, pero si se puede hacer la siguiente clasificación para todos los proyectos en general.

2.2.1.1 TANQUES Y RECIPIENTES :

Este punto comprende todo lo que son recipientes presurizados, intercambiadores de calor, convertidores por mencionar algunos.

2.2.1.2 EQUIPO MECANICO :

Comprende todo lo que son bombas, compresores, turbinas y elementos que tendrán un trabajo rotatorio o recíprocante, etc.

2.2.1.3 TUBERIAS :

De acero al carbón, de acero inoxidable, aluminio, cobre, etc.

2.2.1.4 SOPORTES PARA TUBERIA Y EQUIPO :

Este punto es importante mencionarlo y tenerlo en consideración ya que si se tiene una incidencia considerable en el costo del proyecto. Muchas compañías no lo consideran y algunas solamente le dan un pequeño porcentaje contra el costo total del proyecto y debido a esto muchas de las

veces se tienen problemas para la ejecución de un proyecto ó bien se deja de ganar lo que se tenía planeado para un proyecto.

2.2.1.5 AISLAMIENTO PARA EQUIPOS Y TUBERIA :

Estos tipos de trabajos básicamente se usan en procesos donde los equipos y tuberías manejarán algún fluido a altas temperaturas ó vapor. Se puede utilizar para conservar calor ó para proteger al personal que labora en los niveles donde se encuentran estos tipos de equipos y tuberías.

2.2.1.6 PRUEBAS PARA EQUIPOS Y TUBERIA :

Estas pruebas se realizan normalmente a equipos y tuberías para comprobar ó supervisar que no se tengan fugas por fallas de soldaduras, defectos de conexiones, fabricación de equipos ó fallas por instalación que son muy frecuentes tenerlas cuando se está ejecutando un proyecto de una magnitud considerable y no se lleva un buen control de éste.

2.3 AREA ELECTRICA :

2.3.1 DEFINICION DE LOS TRABAJOS :

La clasificación dentro de la rama eléctrica abarca tres principales tipos de trabajos que por la naturaleza de los mismos son fácilmente distinguibles el uno de los otros siendo estos los siguientes :

TIERRAS
FUERZA
ALUMBRADO

2.3.2.1. TIERRAS : Entenderemos por sistema de tierras a los circuitos eléctricos que son instalados para protección de las instalaciones de fuerza (motores, máquinas eléctricas, etc.) y alumbrado, así como para la protección de los edificios, oficinas, laboratorios, etc.; de los elementos climatológicos como lo son tormentas eléctricas ó rayos.

Este sistema se instalará bajo el lecho de piso a una profundidad entre .50 y 1.00 mts., se utiliza por lo general para cerrar el circuito cable de cobre desnudo del calibre según lo requiera la instalación y tendrá en distintos puntos electrodos ó varillas copoweld de 3.00 mts., de altura cuyo funcionamiento es recibir las descargas eléctricas naturales.

2.3.2.2 FUERZA : Este sistema abarca todas las conexiones y circuitos que se hacen para las máquinas eléctricas como lo son los motores y sus elementos de protección incluyendo la tubería conduit, el alumbrado ó cables y los elementos ó accesorios que completan esta especialidad dentro de la obra eléctrica.

2.3.2.3 ALUMBRADO : Esta rama de la ingeniería eléctrica comprenderá los circuitos que conjuntamente con la tubería conduit, tableros, cable y accesorios conforman la luz artificial que conocemos comúnmente como alumbrado.

2.4 INSTRUMENTACION :

Esta división de la ingeniería es una de las más especializadas debido a que se presenta en la construcción de plantas de procesos para el control de las diversas variables como pueden ser :

- 1) LA PRESTION
- 2) EL FLUJO
- 3) LA TEMPERATURA
- 4) LA VISCOSIDAD
- 5) EL P. H.
- 6) EL NIVEL
- 7) ANALIZADORES, ETC.

Aunado a Esto cabe mencionar que la instrumentación esta íntimamente ligada a otras ramas de la ingeniería, como lo son la electricidad (instrumentación con controles eléctricos), la computación y la mecánica (neumática).

El control de las variables automática o semiautomática auxilian en gran parte a los sistemas de proceso que requieren de una gran precisión en la elaboración de productos evitando deficiencias en la calidad de este producto. También ayudan en gran parte a ahorrar mano de obra que anteriormente se utilizaba antes de implementar la instrumentación para la vigilancia de estas variables.

2.5 DEFINICION DE RECURSOS :

La definición de recursos que se evalua tanto para el diseño como para la ejecución de un proyecto, debe planearse con mucho cuidado ya que se puede incurrir en errores tanto de capacidad económica, como de recursos humanos y técnicos para la buena ejecución del mismo.

En el estudio de factibilidad (capítulo 1) se hacen dichos estudios que permiten conocer con que recursos técnicos económicos y financieros se cuentan.

La definición de los recursos humanos se apoyan en los estandares (se verán con detalle en el cap.3) para los trabajos que se realizarán en el proyecto, especificando el tipo de mano de obra a utilizar en las distintas áreas del mismo. Por lo general el Ingeniero residente del proyecto definirá, planeará y programará estos recursos. Para fijar las alternativas de trabajo tomará en cuenta los criterios analizados con mayor detalle en el capítulo 4. Una vez definidos los trabajos procederá a programar las actividades y definir la secuencia de tiempo y costo de ejecución del proyecto. En el capítulo 5 se mencionan los métodos de programación más usuales para los proyectos de ingeniería.

CAPITULO 3

TIEMPOS ESTANDAR Y COSTOS

- 3.1 OBJETIVOS
- 3.2 DEFINICIONES Y GENERALIDADES
- 3.3 METODOS PARA ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES DE LA CONSTRUCCION
 - 3.3.1 POR MEDIO DE DATOS HISTORICOS
 - 3.3.2 POR DEDUCCION DE EXPERIENCIAS ANTERIORES
 - 3.3.3 POR OBSERVACION Y MEDICION DIRECTA
 - 3.3.4 ESTIMACION DE ESTANDARES POR TIEMPOS PREDETERMINADOS
 - 3.3.5 ESTIMACION DE ESTANDARES POR MEDIO DE DATOS ESTANDARES

CAPITULO 3

Para la realización de un proyecto y su estimación es necesario trabajar con estándares.

De la Ingeniería se desglosarán todas las actividades que comprenden la realización del proyecto. Esta descripción o definición de actividades se lleva a cabo por una persona llamada Jefe o Gerente de proyecto en colaboración con el Ingeniero estimador, Ingeniero residente o Ingeniero de control de proyecto, los cuales tendrán que ayudarse de estándares para analizar el tiempo de ejecución y costo de dicho proyecto. Este capítulo presenta como se obtienen estos estándares, y que aplicaciones tienen sobre un proyecto de Ingeniería.

3.1 OBJETIVOS :

Los estándares permiten cuantificar en forma rápida el tiempo utilizado en las distintas actividades de un proyecto. A medida que el estándar es probado y ajustado a través de distintos proyectos su confiabilidad y eficacia será cada vez mayor.

Al momento de iniciar la programación del proyecto los estándares ocupan un lugar preponderante, ya que con ellos se pueden calcular el consumo de horas hombres, identificándose claramente que tipo de mano de obra se utilizará y cuanto personal integrará las cuadrillas de trabajo.

El estándar permite conocer el costo estimado de la mano de obra utilizada al multiplicarse esta por un factor correspondiente a las distintas categorías de mano de obra calificada y no calificada.

3.2 DEFINICIONES Y GENERALIDADES :

El estándar es una medida que se sirve de unidades físicas, como horas-hombre, horas-máquina, consumos, etc., en donde el tiempo es un factor muy importante, el cual determina la ejecución de un trabajo siguiendo el método exacto de cada operación elemental y estableciendo los medios para mantener las condiciones de aceptación.

No debe cambiarse el método si se desea que el estándar siga siendo una calificación fiel de la tarea motivo del estudio; la estandarización de los trabajos y los métodos son esenciales para el control del costo de la mano de obra y de los consumos.

Así el estándar se mantiene independiente de la inflación y de las condiciones en que se encuentre el mercado tanto en la oferta como en la demanda. Cuando se tienen estandarizadas las tareas, actividades u operaciones que determinan un proyecto concreto junto con los costos de la materia prima y los gastos generales del proyecto, podrá ser factible llegar a establecer costos estándares, los cuales son costos prede terminados basados en experiencias de proyectos llevados a cabo anteriormente, que juntamente con las técnicas apropiadas para controlar el tiempo y los costos de todas las actividades que componen el proyecto en estudio, formularán una estimación del mismo más apegado a la realidad.

Para el costo de las materias primas se deberá tomar en cuenta la clase y la calidad de las mismas, las cantidades necesarias a utilizar y su precio. Para esto se tendrá

que hacer un estudio minucioso de Ingeniería y así en ese momento tener un buen control de clase, calidad y cantidad de material al precio más económico.

El consumo de material debe especificarse para cada operación y si el proceso de fabricación es muy complicado, se especificará también para cada etapa, submontaje y montaje final.

Así se facilita el control de sus pérdidas, desperdicios y mermas, porque cualquier variación con respecto a la cifra que se fijó como apropiada puede seguirse y encontrarse la causa de ésta; la cual puede ser por defectos de la maquinaria, descuido o uso inadecuado de la misma, para ejercer las reparaciones o presiones necesarias sobre la persona responsable.

Dentro de los gastos generales de fabricación ó de construcción tendrán que fijarse los gastos fijos y los variables.

Como gastos fijos se entienden aquellos cuyo importe total permanece constante, ó sea, cuyo total no varía cuando varía el tamaño del proyecto.

Los gastos variables son aquellos cuyo importe total varía en proporción al tamaño del proyecto.

Esta división se hace con el fin de conocer si el aumento en el costo se debe a los costos fijos ó a que no controlan debidamente los costos totales variables.

Los costos estándar tienen que cambiarse cuando varían los precios, los métodos de operación, las especificaciones del producto u otras circunstancias a un grado tal que el estándar no represente ya una buena medida de resultados. (1)

Con el propósito de optimizar los estudios de construcción así como para establecer un eficaz control de los tiempos y costos determinados para las actividades de construcción, se han creado los estándares de Ingeniería como una base para comparar diversos métodos de realizar la misma operación ó trabajo, lo cual lleva a poder combinar el tiempo y costo para establecer un sistema que servirá para aplicarse a las necesidades de cada proyecto.

3.3 MÉTODOS PARA ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES EN LA CONSTRUCCIÓN :

Los estándares en la construcción pueden establecerse en base a datos históricos recolectados anteriormente, en otras ocasiones pueden hacerse estudios por cronómetro, cuando el trabajo se puede normalizar. En caso de que sea más difícil cuantificar el tiempo, se puede utilizar el muestreo de trabajo; cuando se tienen bien definidas las áreas de trabajo y sus actividades, podrán aplicarse los estándares establecidos por cualquiera de los métodos mencionados posteriormente.

Los estándares aplicados en la construcción de una planta industrial se trabajan dentro de un margen de incertidumbre debido a que presentan actividades que, aunque similares, varían de un proyecto a otro mientras en una planta de producción industrial, las actividades son constantes y repetitivas, facilitando el mantenimiento de estándares.

(1) Según Manual de la Producción. pp 1636 a 1643
Autor : Alfred y Bangs.
Editorial UTEHA 1978. México.

Entonces la Ingeniería de detalle se podrá asemejar a una orden de trabajo que llega a un departamento de producción y se estimará en tiempos y costos el trabajo a realizar con la ayuda de los estándares.

La orden de trabajo a llevarse a la planta de producción seguirá un proceso determinado, en cambio el proyecto que se llevará a su realización necesitará programarse de acuerdo a lo previsto en el capítulo 5 y los estándares ayudarán a cuantificar el tiempo y el costo.

3.3.1 POR MEDIO DE DATOS HISTÓRICOS :

Uno de los muchos procedimientos que existen para la obtención de un estándar es por medio de datos históricos. Este método se define primeramente enumerando todas las actividades que estarán involucradas en los trabajos de ejecución que se tengan que realizar por parte de lo que se considera como mano de obra directa. A continuación se enumeran los puntos a considerar asignándole las horas-hombre que se ocuparán en la realización de la actividad. Con la experiencia acumulada de proyectos ejecutados anteriormente se podrá obtener un promedio de tiempo de la actividad en estudio, la cual se definirá como estándar.

Como ejemplo se tomará una línea de tubería de acero al carbón con diámetro 10 cms. Para elaborar el estándar se consideraran las siguientes condiciones :

- Altura : menor a los 2.5 mts.
- Área de trabajo : sin interferencia con otras áreas de ejecución, despejada con cubierta. (techo).
- Localización de materiales y servicios cercanos al trabajador en condiciones normales.

El alcance de los trabajos directos de ejecución definirán las actividades que se desarrollarán; cada una tendrá un tiempo determinado y el cúmulo de estos tiempos darán origen al estándar, como se explica a continuación.

- Recepción, selección, revisión y despiece de los isométricos y dibujos de taller con lista de materiales.
- Carga, transporte, descarga y estiba de tubería y accesorios de proveedor a almacén cercano al área de trabajo.
- Selección de material (tubería y conexiones) por diámetro y tipo de material.
- Preparación y colocación de material en área de trabajo.
- Trazo y alineación de los segmentos de tubería y las conexiones que forman parte del isométrico.
- Preparación de tubería con conexiones (biselar, puntear en su caso) y colocar soldaduras definitivas como son válvulas, bridas de orificio, filtros, etc.

Una vez considerados todos los trabajos involucrados, se procede a hacer la suma del consumo de horas-hombre empleadas en la fabricación; ya una vez teniendo dicha suma,

se divide entre la longitud de la línea y así se obtiene un estándar para la fabricación de una tubería de ese diámetro y tipo de material, en este caso de ac. carbón.

$$\frac{\text{consumo de horas-hombre}}{\text{mts. lineales de tubería}} = \frac{92 \text{ HH}}{14 \text{ ml}} = 6.57 \text{ hh/ml}$$

Es necesario hacer la aclaración que el estándar elaborado varía dependiendo del tipo de material, condiciones del lugar donde se está trabajando, clima, ubicación, disposición de mano de obra, etc., pero es algo que se apega bastante a la realidad tomando en cuenta las consideraciones anteriores. Este mismo método se aplica para obra civil como es la construcción de una base para bomba vertical. Para establecer el estándar se considerarán las siguientes condiciones :

Buenas condiciones de terreno ya nivelado y sin agua ni piedras que dificulten las ac tividades.

El alcance de los trabajos será el siguiente :

Las actividades se muestran en cada una de las fases en los que se desarrolla la cons trucción de la base y la sumatoria de todos ellos dará el estándar que se muestra en un cuadro al final del ejemplo.

- Acero de refuerzo.- El acero de refuerzo a que se refiere esta norma es aquel que se coloca ahogado en la masa de concreto para tomar los esfuerzos debidos a las cargas, contracción del fraguado y cambios de temperatura.

Las actividades que cumplen son :

- Estibado en lugar seco.
- Limpieza de oxidación superficial
- Enderezado, trazo, cortes y dobleces
- Armado, incluyendo traslapes, silleteras y desperdicios
- Alambre para amarrar
- Manejo, presentación colocación en su sitio calzando la pieza
- Retiro de material sobrante

- Cimbra.- Es la estructura temporal, empleada para soportar el concreto fresco durante el tiempo que éste tarde en alcanzar una resistencia determinada e involucra las ac tividades siguientes :

- Selección, carga, acarreo, descarga y estiba de los materiales
- Trazo de la madera para cimbra
- Corte
- Armado de la madera para fabricar la forma de vaciar o armado
- Apuntalamiento o ensamble incluyendo puntales o separadores para soporte.
- Colocación de obra falsa
- Lubricación de la cimbra
- Recuperación de la cimbra después de su uso.

- Buenas condiciones climatológicas
 - El equipo y herramientas necesarios para el desarrollo de actividades.
- Excavación.- Se entiende por excavación la extracción de materiales ejecutados a cielo abierto, con herramienta manual ó maquina para alojar cimentaciones, ductos, instalaciones sanitarias, drenes, etc., donde las actividades principales son :
- Remoción
 - Extracción del material y su elevación a la superficie del terreno natural
 - Traspaleo libre hasta 4.00 mts. horizontales del borde de la excavación.
 - Afine y nivelación del fondo
 - Afine de paredes verticales ó taludes hasta su ángulo de reposo.
 - Limpieza del área.
- Plantilla.- Las actividades que la componen son :
- Acarreo del material del sitio de almacenamiento al lugar de elaboración.
 - Dosificación y elaboración del concreto
 - Descarga de la revolvedora
 - Preparación y limpieza del lugar de colocación
 - Vaciado al lugar indicado
 - Pisonado, nivelado y acabado
 - Limpieza de los materiales sobrantes
 - Rehabilitado de la cimbra
 - Limpieza del área.
- Concreto.- Esta actividad involucra las siguientes tareas :
- Acarreo de los materiales
 - Dosificación y elaboración del concreto
 - Descarga en la revolvedora
 - Preparación y limpieza del lugar de colocación
 - Acarreo del concreto
 - Vaciado con botes, carretillas, etc., según sea el caso
 - Extendido, vibrado, nivelado y acabado
 - Curado
 - Obtención de muestras
 - Limpieza

- Anclas.- Normalmente se utilizan anclas en material rolado en frlo akl-1020 con doblez tipo L ó J con el siguiente alcance :

Habilitado

Trazo 1 corte y rectificación de cuerdas

Dobces necesarios

Colocación y fijación en el sitio del proyecto.

A partir de los datos anteriores se prosiguió a establecer datos históricos en la construcción de las bases para bombas de similar magnitud y características obteniéndose los siguientes datos :

C U A D R O 2

Base No.	Metros cúbicos	Tiempo total	Observaciones
1	0.204	24.5	
2	0.219	21.0	
3	0.247	27.9	
4	0.210	32.1	situada en nivel 3 de edificio de proceso
5	0.242	22.2	
6	0.230	21.4	
		149.1	

Seguimiento para construcción

$$ST = \frac{149.1}{6} = 24.85 \text{ horas-hombre}$$

Se puede considerar que para bases con el mismo contenido de concreto (aproximadamente .25 m³) el tiempo estándar será 25 horas-hombre.

La tabla anterior muestra el seguimiento en la construcción de 6 bases para bombas verticales, detallando los metros cúbicos construidas y el tiempo que se ocupó en hacer cada base.

3.3.2 POR DEDUCCION DE EXPERIENCIAS ANTERIORES :

Este método para establecer estándares puede realizarse de las maneras siguientes :

- Extraer directamente de los registros de la compañía el tiempo de ejecución de la base de cimentación de un equipo.
- Usar los datos anteriores pero ajustados a las nuevas condiciones.
- Hacer una estimación directa basada en experiencias de quién quiere establecer el estándar.

De la primera manera se determina el estándar considerando el tiempo que se ha requerido para realizar la actividad en este ejemplo la base de cimentación de un equipo.

	<u>Unidades</u>	<u>Tiempos (hrs.)</u>	<u>Hora/pza.</u>
Marzo 1979	1	17.00	17
Abril 1979	2	29.00	14.5
Junio 1980	6	85.00	14.1
Septiembre 1982	5	72.00	14.5

Total = $\frac{230 \text{ Hrs}}{14 \text{ pzas.}} = 16.4 \text{ HH/unidad}$

De acuerdo con estos datos el estándar para esta alternativa es de 16.4 HH/unidad. Hay que tener cuidado de que esta base de cimentación sea semejante en todos los casos, y en su caso hacer un ajuste a esos datos.

Por la segunda alternativa al estándar anterior se le hace un ajuste de acuerdo a las condiciones presentes, al criterio del observador, con el propósito de hacerlo representativo de las nuevas condiciones.

Por la tercera alternativa el especialista se basa en la experiencia obtenida con proyectos anteriores y en los tiempos estándares ya establecidos para operaciones similares. (1)

3.3.3 POR OBSERVACION Y MEDICION DIRECTA :

Para establecer estándares para este procedimiento se pueden usar los dos siguientes métodos :

- Estudio de tiempos por cronómetro
- Muestreo de trabajo
- Por cronómetro.

Para realizar el estudio de tiempos por cronómetro se debe ir al lugar del trabajo y medir con cronómetro el tiempo que tarda un trabajador en realizar determinada operación.

(1) Ingeniería de Métodos. Edward V. Krick
Editorial Limusa. cap. 12 pag. 225.

El primer problema con que se enfrenta el observador, será el comprobar que si el operario trabaja a la velocidad normal deseable ya que la habilidad varía de un individuo a otro y porque los trabajadores reconocen la conveniencia que resulta para ellos alterar intencionalmente su desempeño, cuando se hace el estudio, utilizando pequeñas variantes en el método { como movimientos innecesarios } o trabajando a una velocidad menor, para que así se establezca un estándar holgado. Por esta razón se hace necesario seleccionar al operador "medio" y convencerlo junto con el capataz y representante sindical de la conveniencia de establecer estándares.

El observador puede aceptar el nivel de ejecución con que trabaja el obrero y después, basado en su criterio, estima la relación entre la velocidad de trabajo observada y la velocidad de trabajo normal. Es decir, da una calificación al ritmo de trabajo - del obrero. Para poder calificar el observador debe tener una imagen mental de la ve locidad normal del trabajo y a partir de esta, determinar su calificación.

Ejemplo :

Cortar con segueta, doblar varillas de 1" y armado de zapatas de 100 a 160 cms. se ob servaron 10 ciclos que constan de cortar y doblar 12 varillas, armar zapatas.

El tiempo medido en cada uno de ellos fueron ;

2.46; 2.6; 2.71; 2.83; 2.78; 2.6; 2.5; 2.41; 2.23 y 2.16 hrs. con un tiempo promedio de 2.54 hrs. y la calificación del ritmo de trabajo fué de 90% tiempo corregido respecto a la velocidad normal, por lo que el tiempo corregido será: $2.54 \times 0.9 = 2.29$ hrs.

A pesar de la calificación, el tiempo antes obtenido se refiere unicamente a períodos de trabajo sin contratiempos como fallas en el equipo, piezas o material defectuosos, necesidades personales, fatiga, etc.; que no se observan del todo durante los ciclos observados, es necesario dar un incremento al tiempo calificado, para el estándar incluya los factores mencionados. La magnitud del incremento se determina por un estudio enfocado a este propósito. Si para el ejemplo anterior esta "tolerancia" es de 10% el tiempo estándar será: tiempo calificado más tolerancia: $2.29 + 10\% = 2.52$ hrs/h por unidad.

Procedimiento para el estudio de tiempos por cronómetro.

Los pasos para llevar a cabo el estudio de tiempos por cronómetro se realizan en el siguiente orden :

- Verificar el método, equipo de calidad y condiciones de los materiales.

El método debe verificarse para cerciorarse de que se han hecho las mejoras posibles ya que si se determina el tiempo estándar con un método deficiente y con mejoras sencillas, el operario hará esas mejoras quedando obsoleto el tiempo estándar determinado, por ello deben hacer primero todas las correcciones al método antes de iniciar el estudio de tiempos.

- Registrar la información.

Este consiste en identificar la operación y al trabajador en registrar el método, equipo y materiales utilizados al ejecutar la operación. Esta información será muy útil -

en el futuro cuando se haga necesaria una revisión de los estándares, ya que el tiempo estándar de una operación depende del equipo y material utilizado y de un determinado método.

- Desglosar el ciclo de trabajo en diferentes elementos.

Esto se hace dividiendo el ciclo en fases eligiendo preferentemente aquellos "puntos" donde haya un sonido ó movimiento distintivo.

Procedimiento para la medición de tiempos.-

Existen dos procedimientos para medir el tiempo de una operación; el primero llamado "vuelta a cero" consiste en regresar la manecilla del reloj a cero (sin que se detenga el cronómetro) cada que termina un elemento del ciclo.

El segundo, llamado método continuo, consiste en poner en marcha el cronómetro al inicio de la operación y sólo tomar la lectura al final de cada ciclo, ejemplo (1), se hará un estudio de tiempos para la operación, armar zapata cuadrada de 100 a 160 cms. y consiste en colocar doce varillas en forma reticular y amarrarlas con un alambre en cada nodo.

Los tiempos anotados en la tabla se obtuvieron aplicando el método continuo. El reloj se puso en marcha al iniciar el elemento 1, que es el instante en el que el obrero forma el primer haz de varilla para colocarlas en un sentido.

Al final de este elemento, que corresponde al instante que el operador toca las varillas para formar el segundo haz, el reloj marca 4.7 minutos; valor que se registró en el primer espacio R y en la columna correspondiente al primer ciclo. Al final del elemento 2 que está definido por el instante en que el operador termina de colocar la última varilla del segundo haz, el reloj marcó 9.8 minutos (renglón R del elemento 2 y la columna del primer ciclo).

Se continua tomando el tiempo acumulado al final de cada elemento y hasta observar el número de ciclos deseados. Posteriormente el tiempo transcurrido para cada elemento se obtiene restando a los tiempos leídos el punto final, los leídos en el punto inicial para el elemento considerado y se anota en el renglón T correspondiente.

En la siguiente hoja se muestra un formato de observaciones para un estudio de tiempos.

POR MUESTREO DE TRABAJO

Este segundo método de observación directa consiste en realizar un muestreo durante el tiempo de trabajo con el propósito de determinar el tiempo dedicado a las diversas actividades de una tarea y se hace en forma intermitente y al azar. Por ejemplo si se hicieran 1000 observaciones a un torno de las cuales 700 estaban trabajando y 300, por cualquier motivo estaba parado, se puede pensar que el 30% del tiempo la máquina está ociosa.

La ventaja al establecer los tiempos por este método es que se consideran todos los factores, incluyendo aquellos que están fuera del ciclo de trabajo que no se contemplan

(1) Tomando del libro Ingeniería de Métodos. cap. 15 Edward V. Krick

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS

IDENTIFICACION DE LA OPERACION											FECHA:						
HORA INICIAL		OPERADOR		APROBADO		OBSERVADOR											
HORA FINAL		CICLOS										RESUMEN					
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS Y PUNTO DE DESCOMPOSICION O SEPARACION												ET	FT	RFNT			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Tomar el primer haz de varillas y colocarlas en forma paralela.	T															
		R	4.7	0.00	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
2	Tomar el segundo haz y colocarlas en forma - paralela sobre las del elemento anterior per pendicularmente.	T															
		R	9.8	11.2	11.8	13.3	14.1	14.6	14.8	15.2	15.8	16.0	16.2	16.8	17.2	17.8	18.2
3	Amarrar las varillas en los nodos con alambre recocido.	T															
		R	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
		T															
		R															
		T															
		R															
		T															
		R															
		T															
		R															
		T															
		R															

Tiempo normal del ciclo _____ + Tolerancia _____ = Tiempo estándar _____

con el método del estudio de tiempos por cronómetro.

Desgraciadamente, por la naturaleza de las actividades en un proyecto es de difícil aplicación en éstos. Sin embargo no se descarta su posible aplicación pues puede encontrarse el tiempo productivo y el tiempo ocioso de los obreros en el transcurso del proyecto y disminuir así los tiempos ociosos evitables.

Para aplicar el método se deben elegir los instantes en que se harán las observaciones y después ir al lugar del trabajo para observar la que está haciendo el operario.

Procedimiento para el muestreo de trabajo :

- Pasos preliminares

Definir que es lo que se va a observar

Establecer el procedimiento de muestreo que incluye: número de observaciones por día, número de días de observación, como se va a observar y hoja de datos.

- Recopilación de datos.

- Análisis de los datos.

- Presentación de resultados.

Determinación del número de observaciones.

Supongamos que se tiene una caja de 100 bolas, de las cuales 80 son blancas y 20 rojas, es decir tenemos 80% blancas y 20% de rojas. De la caja se extrae una muestra de 10 bolas, extraídas al azar, con el resultado de 7 bolas blancas y 3 rojas (30% rojas). Se vuelven a colocar en la caja y se extrae una segunda muestra de igual tamaño con el siguiente resultado 9 bolas blancas y 1 rojas (10% de rojas).

Como se puede observar ninguna de las muestras nos dió el porcentaje exacto de bolas rojas que hay en la caja. Para estimar el porcentaje de bolas rojas en la caja tendríamos que hacer un número suficiente de muestras y graficarlo. Pero cual es ese "Número suficiente".

El mismo problema se presenta al aplicar el método que nos ocupa pues se basa como en el ejemplo anterior, en la extracción de muestras.

Para hablar el número de observaciones el analista debe determinar qué tan precisos quiere sus resultados. A medida que sea mayor el número de sus observaciones más preciso será el resultado.

La teoría del muestreo del trabajo se basa en los principios de probabilidad. Si un evento puede ser existente ó inexistente (blanco ó rojo, ocioso ó trabajando) se ha deducido la siguiente expresión que determina la probabilidad de X ocurrencia de un evento en observaciones :

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de un evento

q = 1 - p = probabilidad de que no ocurra el evento

n = número de observaciones.

El error estándar p de una proporción de porcentaje demuestra se puede expresar por la ecuación :

$$\sqrt{p} = \frac{p (1 - p)}{n}$$

substituyendo p por \bar{p} que es el porcentaje obtenido en las observaciones queda :

$$\sqrt{p^2} = \frac{p (1 - \bar{p})}{n} \quad \text{y despejando } n$$

$$n = \frac{p (1 - \bar{p})}{\sqrt{p^2}}$$

Se sabe que para un intervalo de confianza del 95% $T_p = 0.01$

Por ejemplo (1) se desea saber el número de observaciones requeridas con 95% de confianza de modo que el tiempo de demora esté entre el 6% y el 10%. Es de esperar que el tiempo de demora en la planta de estudio sea del 8%.

En este caso $\bar{p} = 0.08$ y $\sqrt{p} = 0.01$

$$n = \frac{0.08 (1 - 0.08)}{(0.01)^2}$$

$$n = 736 \text{ observaciones.}$$

Muestreo de trabajo para establecer estándares.

Para establecer estándares por este método, se realiza un gran número de observaciones al azar y luego el porcentaje del número total de observaciones para las que la máquina u operación está en funcionamiento se aproxima al porcentaje del tiempo en que verdaderamente está en ese estado.

El analista califica la actuación del operario cuando está trabajando en la operación para la que se desea establecer el estándar.

Del número total de observaciones N se anota independientemente, el número de veces n que coincidió la observación con la operación para que sea fijado el estándar.

Esta es factible mediante la fórmula :

$$T_n = \frac{n \cdot t \cdot p}{P_a \cdot N}$$

$$T_a = T_n + \text{tolerancia}$$

donde :

T_n = tiempo normal

t = tiempo total del operario

(1) Tomando del libro de Ingeniería Industrial
 REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
 B.W. Niebel. cap. 21 pag. 490. México 1975.

representado por el estudio

p = factor de calificación ó actuación

P_a = Producción total en el periodo estudiado

n = Observaciones de la operación en estudio

N = Observaciones totales del estudio

T_a = Tiempo asignado

Por ejemplo :

Se desea determinar el estándar de la actividad colocar contactos eléctricos en la construcción de oficinas administrativas y se aprovechará la ocasión de un muestreo de trabajo que tendrá una duración de 10 días y un total de 500 observaciones dispuestas en 50 cada día, el momento preciso en que se hará cada observación se ha determinado con la ayuda de una tabla de números aleatorios. Durante el estudio se llegó a los siguientes datos :

7 oficinas quedaran con contactos en 10 días

90 observaciones tiempo ocioso por retrasos evitables

410 observaciones trabajando

12 observaciones " colocar contacto eléctrico "

1.10% calificación al "colocar contacto"

4800 minutos de tiempo total del operario

$\frac{90}{500} = 18\%$ tiempo ocioso

$$T_n = \frac{ntp}{P_a N} = \frac{12 \times 4800 \times 1.1}{7 \times 500} = 18.10 \text{ min.}$$

$$18.10 + 18\% = 21.36 \text{ minutos.}$$

3.3.4 ESTIMACION DE ESTÁNDARES POR TIEMPOS PREDETERMINADOS :

Para determinar el tiempo normal de ejecución por esta técnica, se desglosa minuciosamente el ciclo de elementos muy simples como "coger una pieza en posición fija", "garrar pieza", "levantar pieza de 0.5 libras 15 pulgadas" etc., y buscar en tablas MTM ó BTM el tiempo asignado a estos elementos.

Después se suman todos los tiempos de los elementos involucrados en el ciclo para obtener el tiempo normal y finalmente se le agrega una tolerancia para obtener el tiempo estándar del ciclo.

Este método tiene la ventaja de que obliga al analista a observar el método detalladamente al momento de desglosar el ciclo en sus elementos y hacer las correcciones del mismo. Además de que se evitan de pararse ante un trabajador reloj en mano, lo que puede ser muy conflictivo en algunas compañías, y aplicar una calificación al desempeño ó ritmo de trabajo del trabajador, su principal inconveniente es que el tiempo se ha determinado con un cierto número de observaciones y determinadas condiciones. (1)

(1) Ingeniería de Métodos. Edward V. Krick. cap. 21 pag. 376.

Una de sus más valiosas aplicaciones está en su uso para determinar estándares de tareas antes de que estas existan. Desde luego este estándar que ha servido de punto de partida deberá compararse con los resultados obtenidos en la realidad para ajustarse y que sean apegados lo más posible de la tarea en cuestión, cuando ésta se vuelva a realizar en el mismo proyecto, en uno posterior. Este ajuste del estándar a la realidad es útil también para reprogramar las fechas de terminación de las actividades.

3.3.5 POR MEDIO DE LA ESTIMACION DE DATOS ESTANDARES :

Los datos estándar están calculados a partir de estándares de tiempos elementales tomados de estudio de tiempos cronometrados de probada eficacia.

Cuando se habla de dichos estándares se refiere a todos los estándares tabulados de elementos, gráficos ó diagramas, nomogramas y tablas que se recopilan con base a un gran número de estudios efectuados por diferentes analistas, por lo cual debe tenerse cuidado en definir los límites ó puntos terminales de cada elemento. Así para estandarizar trabajos nuevos, generalmente pueden calcularse con más rapidez por medio de datos de tipo estándar que por medio de estudios cronométricos, buscando entre los datos estándares las actividades que más se asemejan a la nueva actividad calculando así el nuevo estándar. Para mayor facilidad de manejo de los datos estándares será necesario separar las actividades en elementos variables y constantes. Por ejemplo en el armado de columnas el elemento constante será el tipo de armado y amarre de las varillas y el elemento variable el diámetro y cantidad de varilla que se utiliza en el armado. Los datos estándar tendrán que actualizarse y serán de gran ayuda para estandarizar tareas que se han llevado a cabo, resultado el estándar bastante confiable. (2)

3.4 APLICACIONES DE LOS ESTANDARES :

Los métodos anteriormente descritos están ejemplificados y pueden utilizarse para estandarizar cualquier tarea, actividad u operación descrita al instalar un proyecto de Ingeniería.

Va estandarizadas las actividades se procederá a cuantificar el costo estimado del proyecto. Este está integrado por la materia prima, mano de obra directa y gastos indirectos de fabricación y administración.

Conociendo las cantidades de materia prima, el consumo de las horas-hombre de mano de obra directa, se multiplicarán éstos por un factor como son precio unitario y cuota horaria de mano de obra directa.

Una vez obteniendo el costo directo de todas las actividades que integran el proyecto, se aplicará a estos un porcentaje por concepto de gastos indirectos de fabricación y administración.

Una forma de obtener este porcentaje es conocer todos los gastos generales de administración, los cuales se prorratearán entre los distintos proyectos que esté realizando la empresa considerando la magnitud de cada uno de ellos; y los gastos de fabricación son particulares de cada proyecto.

(2) Ingeniería Industrial

B W Niebel cap. 18 pp. 370, 395 y 396

Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México 1975

La estandarización de las tareas ayudará a que la estimación del proyecto se haga en un lapso de tiempo más corto obteniendo así mismo una estimación en costo y tiempo - más precisa.

Los tiempos estándar utilizados para la realización de proyectos industriales son obtenidos siguiendo los métodos descritos en la sección 3.3 del presente capítulo. A continuación se muestran aplicaciones de estos.

Para evaluar el tiempo de ejecución de una determinada actividad, como por ejemplo el colado de una losa de concreto de 48.5 m² se seguirá el siguiente procedimiento.

En cada operación se mostrará el consumo de Horas-Hombre a utilizar y la cantidad de material requerida para el colado de la losa, obteniéndose con estos datos las cuadrillas de trabajo necesarias para que la duración de la actividad se conserve dentro del tiempo establecido del proyecto. Para obtener las cuadrillas de trabajo se utilizará la siguiente fórmula :

$$C = \frac{CO}{RC}$$

donde C= Jornada por cuadrilla
CO= Cantidad de obra
RC= Rendimiento de la cuadrilla

RC es determinada multiplicando el estándar por la jornada de trabajo y por el número de personas de la cuadrilla.

El tiempo de la actividad podrá reducirse al aumentar el número de cuadrillas, y para esta decisión deberá tomarse en cuenta la limitación de espacio y de personal, por lo cual definiremos a este tiempo como duración normal de la actividad, la cual es calculada con la siguiente ecuación :

$$DN = \frac{C}{NC}$$

siendo DN= Duración normal
NC= Número de cuadrillas que pueden trabajar simultáneamente.

Para la habilitación del acero al 50% se procede de la siguiente manera :

DATOS :

10 kg. de acero / hora - hombre

298.5 kg. (cantidad de acero 50%)

8 horas por jornada de trabajo (JT)

4 personas (cuadrilla de trabajo).

$$RC = std \times JT \times P = 10 \times 8 \times 4 = 320$$

$$C = \frac{CO}{RC} = \frac{298.5}{320} = 0.93$$

std = Tiempo estándar
JT = Jornada de Trabajo
P = Número de Personas

para calcular DN

$$DN = \frac{C}{NC} = \frac{0.93}{1} = 0.93 = 1 \text{ día}$$

De igual manera se procedió para las demás actividades en el colado de la loza las cuales se muestran resumidas en el cuadro 3.

CUADRO 3

ACTIVIDAD	UNID	CO	P	RC=ESTANDAR x JT x P	C= CO/RC	TNC	DN= C/NC	DN final
Habilitación acero 50%	Kg.	298.50	4	10 x 8 x 4	0.93	1	0.93	1.00
Cimbra 50%	M ²	48.59	3	0.375 x 8 x 3	5.39	3	1.79	1.75
Hechura andamios 100%	M ²	15.00	3	0.625 x 8 x 3	1.00	1	1.00	1.00
Alquiler cimbra	M ²	97.10		subcont.				
Cimbra 100%	M ²	48.50	3	0.375 x 8 x 3	5.39	3	1.79	1.75
Habilitación acero 100%	Kg.	298.50	4	10 x 8 x 4	0.93	1	0.93	1.00
Instalación				subcont.				0.50
Elect. 50%								
Armado 50%	Kg.	298.50	4	10 x 8 x 4	0.93	4	0.23	0.25
Instalación				subcont.				0.50
Elect. 100%								
Armado 100%	Kg.	298.50	4	10 x 8 x 4	0.93	4	0.23	0.25
Colado 100%	M ³	9.27	2	0.0594 x 8 x 2	9.75	10	0.98	1.00
Fraguado inicial								0.50
Fraguado anual								3.50
Descimbrado 100%	M ²	97.10	3	1.08 x 8 x 3	3.73	3	1.24	1.25
Curado	M ²	75.00	1	37.5 x 8 x 1	0.25	.5	0.50	0.50
Impermeabilizar azot 100%	M ²	75.00	2	0.187 x 8 x 2	2.50	2	1.25	1.25

Cuadro de actividades

En el capítulo 5 esta tabla será tomada nuevamente para construir con ella una red y poder de esta manera determinar una ruta crítica.

Bibliografía : Costo y tiempos de edificación editorial Limusa.

A continuación se mencionan 2 maneras de poder evaluar ó estimar un proyecto de ingeniería en su etapa de construcción y montaje, Estas son : por precios unitarios y por consumo de horas-hombre. Primeramente ejemplificaremos como se estructura un presupuesto por medio de precios unitarios.

Ejemplo :

Construcción de sistema de agua potable en ruta de conducción Papagayo I.

C O N C E P T O

ESPECIFICACIONES	E N U N C I A D O	UNIDAD	CANTIDAD
010	<p>Excavación a mano para zanjas en material "B" en seco incluye afloje y extracción del material, - amacice ó limpieza de plantilla y taludes, remoción, traspaleo hasta 10 M. del eje de la misma, traspaleos verticales para su extracción y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tuberla.</p> <p>Excavación hasta 2.00 M. de profundidad</p>	M ³	448.0
020	<p>Excavación con uso de explosivos para zanjas en material C, en seco y extracción de rezaga a mano, incluye afloje, amacice ó limpieza de plantilla y taludes, remoción, traspaleos verticales para su extracción, carga directa a camión ó a un lado de la zanja hasta 10 M. del eje de la misma y conservación de la Exc. hasta la instalación satis. de la tuberla.</p> <p>Excavación hasta 2.00 M. de profundidad</p>	M ³	112.0
030	<p>Plantilla apisonada con pisón de mano de zanjas. Incluyendo selección del material producto de la excavación, colocación de la plantilla y construcción del apoyo semicircular, para permitir el apoyo completo de la tuberla.</p> <p>Plantilla con materiales "A" y/o "B"</p>	M ³	70.0
040	<p>Relleno de zanjas con materiales "A" y/o "B" incluyendo selección y volteo del material.</p> <p>Relleno a volteo, con pala de mano.</p>	M ³	223.0
050	<p>Relleno de zanjas con materiales "A" y/o "B" incluyendo selección y volteo del material.</p> <p>Relleno apisonado y compactado con agua en capaz de 0.20 M. de espesor.</p>	M ³	280.0
060	<p>Instalación, junteo y prueba de tuberlas de P.V.C. incluye bajada, material y equipo para prueba, flete a un kilometro y maniobras locales.</p> <p>Tuberla de 64 mm. (2½") de diám.</p> <p>Tuberla de 102 mm. (4") de diám.</p> <p>Tuberla de 152 mm. (6") de diám.</p>	<p>M³</p> <p>M³</p> <p>M³</p>	<p>1200.0</p> <p>200.0</p>
070	<p>Tanque de mamposterla de tabique con base y cubierta de concreto de 100 M³ de capacidad.</p>		

A continuación (hoja 44) se hace el análisis y la integración del precio unitario tomando como ejemplo el concepto 050 del ejemplo anterior debido a que para todos los demás conceptos se sigue el mismo procedimiento.

Relleno de zanjas con materiales "A" y/ "B" incluyendo selección y volteo del material.

Antes de hacer el análisis por precios unitarios, cabe mencionar que es el más usado en la ejecución de un proyecto de ingeniería, pero también existen otros análisis para hacer el estimado o costeo como es el análisis por horas-hombre que parte del mismo principio del que se aplica a precios unitarios. El análisis por horas-hombre lo mencionaremos después del ejemplo que vamos a desarrollar.

El cálculo de los costos indirectos que tendrán que aplicarse al proyecto de ingeniería tendrá pequeñas variantes dependiendo de la capacidad de la Cía. constructora que ejecutará los trabajos. Una de las formas más usuales que existen para cargar dichos costos indirectos es aplicando porcentajes sobre el monto total del costo directo del proyecto tomando en consideración el lugar donde se va a ejecutar, mano de obra tanto directa, como de administración, imprevistos o contingencias y utilidad. A continuación se presenta el desglose de dichos costos :

DESGLOCE DE COSTOS INDIRECTOS	(%)
ADMINISTRACIÓN DE CAMPO	5.10
ADMINISTRACION CENTRAL	4.75
GASTOS GENERALES O IMPREVISTOS	1.80
FINANCIAMIENTO	5.50
FIANZAS	2.32
TRANSPORTE DE PERSONAL	3.78
INSTALACIONES PROVISIONALES	3.50
	<u>26.75</u>
UTILIDAD E IMPUESTOS	+ 15.25
	<u>42.00%</u>

En la hoja No. 45 se realiza el desarrollo del presupuesto del ejemplo que se a manejado hasta este momento. Cabe mencionar que cada compañía que se dedica a la ejecución de proyectos de ingeniería del tipo industrial tiene una manera muy diferente a otras compañías en la forma en que integra el costo del presupuesto de ejecución, sin embargo cualquiera que sea su modalidad deberá contener una lista de los conceptos por ejecutar indicando al mismo tiempo su unidad, el volumen de obra por realizar, el precio unitario al que se llegó en un análisis, como el que se muestra para el concepto 50, y el importe de dicho concepto,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA :	CALCULO:	MATERIAL'S
LOCALIZACION :	REVISO :	M. DE D'S
	FECHA:	M y/o E.'S

ESPECIFICACIONES : 050.- Relleno de zanjas con material "A" y "B" incluyendo selección y volteo del material relleno apisonado y compactado con agua en capas de 0.20 M. de espesor.

CONCEPTO	U	CANT.	P.U.BASE	TOTAL
I MATERIALES.-				
AGUA	m ³	0.200	75.00	15.00
II MANO DE OBRA.-				
PEON	J	0.333	817.43	272.20
CABO	g	10	272.20	27.22
III HERRAMIENTA MENOR.-	g	3	299.42	8.96
IV EQUIPO.				

OBSERVACIONES .-	COSTO DIRECTO	323.40
	42.00% INDIRECTOS	135.83
	PRECIO UNITARIO	459.23

C O N C E P T O

ESPECIFICACIONES	E N U N C I A D O	UNT-DAD	CANT-DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
010	Excavación a mano para zanjas en material "B" en seco incluye afloje y extracción del material, amacice ó limpieza de plantilla y taludes, remoción, traspaleo hasta 10 M. del eje de la misma, traspaleos verticales para su extracción y conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tuberla Excavación hasta 2.00 M. de profundidad.	M ³	448.0	600.16	268,871.
020	Excavación con uso de explosivos para zanjas, en material C, en seco y extracción de rezaga a mano, incluye afloje, amacice ó limpieza de plantilla y taludes, remoción, traspaleos verticales para su extracción, carga directa a camión ó a un lado de la zanja hasta 10 M. del eje de la misma y conservación de la Exc. hasta la instalación satis. de la tuberla. Excavación hasta 2.00 M. de profundidad.	M ³	112.0	2,472.72	276,944.
030	Plantilla apisonada con pisón de mano de zanjas. Incluyendo selección del material producto de la excavación, colocación de la plantilla y construcción del apoyo semicircular, para permitir el apoyo completo de la tuberla. Plantilla con materiales "A" y/o "B".	M ³	70.0	714.37	50,005.
040	Relleno de zanjas con materiales "A" y/o "B" incluyendo selección y volteo del material. Relleno a volteo, con pala de mano.	M ³	223.0	173.95	38,790.
050	Relleno de zanjas con materiales "A" y/o "B" incluyendo selección y volteo del material. Relleno apisonado y compactado con agua, en capas de 0.20 M. de espesor.	M ³	280.0	459.23	128,584.
060	Instalación, junteo y prueba de tuberlas de -- P.V.C., incluye bajada, material y equipo para prueba, flete a un kilometro y maniobras locales. Tuberla de 64 mn. {2½"} de diám. Tuberla de 102 mn. {4"} de diám. Tuberla de 152 mn. {6"} de diám.	M ³ M ³ M ³	1200.0 200.0	112.37 143.31	134,844. 28,662.
070	Tanque de mamposterla de tabique con base y cubierta de concreto de 100 M ³ de capacidad.	pza.	1.0	27,670.90	27,670.
					11954,374. =====

Estimación de un proyecto por horas-hombre para el análisis por horas-hombre se sigue el mismo procedimiento que para precios unitarios, solamente que para este caso el factor determinante que vamos a tomar es el consumo de horas-hombre para realizar ó ejecutar un metro cubico de concreto, una tonelada de acero, el montaje de un equipo, etc. A continuación haremos un análisis tomando el ejemplo que se hizo por precios unitarios (partida 050).

Se van a consumir de mano de obra por el relleno, apisonado y compactado de unas zanjas:

PEON ; Jornada de trabajo x consumo de horas-hombre x costo por jornada.

CABO ; Jornada de trabajo x consumo de horas-hombre x costo por jornada.

Por realizar el trabajo de relleno, apisonado y compactado :

$$\text{PEON ; } 9 \text{ HH} \times 0.333 \times 96.50 = 289.23$$

$$\text{CABO ; } 9 \text{ HH} \times 0.10 \times 188.88 = 170.00$$

$$\underline{459.23}$$

Por lo tanto el costo por realizar 0.5 mt³ del ejemplo mencionado cobrado por consumo de hora-hombre sera :

$$\$ 459.23$$

Cabe mencionar que en el costo de venta de la hora-hombre del peón y cabo esta considerado todo lo relacionado a materiales de consumo, herramientas, indirectos y utilidad.

CAPITULO	4	CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN PROYECTO
	4.1	CALIDAD, TIEMPO Y COSTO
	4.2	METODOS PARA REALIZAR EL ANALISIS ECONOMICO
	4.2.1	BENEFICIO ACTUALIZADO
	4.2.2	PERIODO DE RECUPERACION DE CAPITAL
	4.2.3	TASA INTERNA DE RETORNO
	4.2.4	BENEFICIO COSTO SOCIAL
	4.3	CRITERIOS PARA SELECCIONAR ALTERNATIVAS
	4.3.1	FASE 1. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
	4.3.2	FASE 2. INGENIERIA DE DETALLE
	4.3.3	FASE 3. EJECUCION
	4.3.4	FASE 4. SUPERVISION

CAPITULO 4

4. CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN PROYECTO :

4.1 CALIDAD, TIEMPO, COSTO .

Los factores que determinan la planeación de un proyecto son calidad, tiempo y costo. Hay que hacer notar que estos factores están íntimamente relacionados y que cualquier uno de ellos que se tome como prioritario afectará necesariamente a los otros dos.

1) Es importante la aplicación de los estándares para controlar estos factores una vez que se tienen las actividades estandarizadas es posible afectar las horas-hombre, necesarias para realizar el proyecto por el costo horario con que se esté operando en el momento de la evaluación.

El deseo de maximizar el ahorro en la inversión, minimizar el costo total de un proyecto, no siempre es lo más indicado para la ejecución de éste, ya que puede repercutir en tiempos de entrega para la finalización de un proyecto y éste como consecuencia acarrea tener que invertir más dinero para la terminación del mismo.

En el estudio de factibilidad al tratar de ordenar las alternativas de solución para el proyecto deberán haberse establecido ciertos criterios para poder efectuar la selección para el proyecto, pues los criterios son la base de decisión entre las alternativas. Dichos criterios pueden ser rentabilidad, seguridad, facilidad de operación, flexibilidad de producción, calidad, costo mínimo, rapidez y otros que por su naturaleza pueden ser antagónicos pero necesarios para poder alcanzar las metas establecidas. Estos criterios deberán conciliarse de la mejor manera, jerarquizándolos de acuerdo con los objetivos del proyecto.

La existencia de muchos criterios y su interdependencia obligan en ocasiones a ignorar varios de ellos durante la evaluación, debido a limitaciones de criterios intangibles los cuales no pueden ser convertidos de modo satisfactorio a términos monetarios de modo que será necesario confiar en el buen juicio de los responsables del proyecto en el momento de la evaluación.

Algunos criterios como son ahorro en la inversión, costo mínimo, grado de calidad, - suelen cuantificarse bajo un análisis económico. Pero no quiere decirse con esto, - que tal criterio para examinar proyectos debe ser el único; los factores también en la selección de proyectos. Hay proyectos cuya inversión es poca o nada rentable en el plano puramente financiero del proyecto, como por ejemplo un parque público, un hospital, etc.

4.2 MÉTODOS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS ECONÓMICO :

El análisis económico podrá llevarse a cabo bajo cualquiera de los siguientes métodos dependiendo del enfoque que se desee dar al análisis.

4.2.1 BENEFICIO ACTUALIZADO :

El beneficio actualizado permite elaborar un cuadro que muestre los ingresos y gastos esperados durante cada año que dure el proyecto, y por lo tanto los beneficios que - rendirá, eligiendo el que aporte mayores beneficios.

4.2.2 PERIODO DE RECUPERACION DE CAPITAL PARA CADA ALTERNATIVA :

El periodo de recuperaci3n del capital se calculara dividiendo el monto de lo invertido entre el beneficio bruto medio anual. Con este indice se sabra en cuantos periodos de tiempo se recuperara el capital invertido. Este m3todo tiene la ventaja de la sencillez, pero la prontitud de recuperar el dinero invertido no refleja realmente la calidad del proyecto.

a) Pero si tenemos estandarizadas las actividades, conocemos ya la calidad de las mismas cuando han quedado terminadas.

El siguiente ejemplo muestra como el criterio de recuperaci3n puede ser sumamente peligroso.

Supongamos que hay tres proyectos A, B y C, que requieren una inversi3n inicial de - \$10,000.00 y que enfrentan iguales riesgos. Las caracteristicas de cada uno se muestran a continuaci3n :

	P R O Y E C T O S		
	A	B	C
Inversi3n	10,000	10,000	10,000
Beneficio bruto medio anual	2,500	2,500	3,333
Duraci3n del proyecto (años)	5	8	3
Beneficios brutos totales	12,500	20,000	10,000
Periodo de recuperaci3n (años)	4	4	3

El proyecto B parece el mejor de los tres ya que rendira un beneficio de 20,000 pesos en ocho años. Pero si la decisi3n de intervenir se basa en el periodo de recuperaci3n habra que optar en el proyecto C a3n cuando no produzca un s3lo peso.

Este criterio s3lo lleva a una decisi3n acertada si se cumple que todos los proyectos duren lo mismo y que la distribuci3n temporal de los ingresos brutos sea parecido en todos los casos. La raz3n de esta segunda condici3n es que para calcular el periodo de recuperaci3n se utiliza un promedio por lo que no se distingue entre dos proyectos sus tendencias, es decir, cuando uno de ellos rinde grandes beneficios al principio y muy bajos al final, de otro con una distribuci3n inversa 6 simplemente regular. (1)

4.2.3 TASA INTERNA DE RETORNO EN CADA ALTERNATIVA :

Por el m3todo de la tasa interna de retorno se tendra " el porcentaje de la inversi3n inicial que se recuperara anualmente a trav3s de los ahorros en los costos de operaci3n. (1)

Mientras por el m3todo anterior tenemos el n3mero de a3os en el que se recuperara el capital. El m3todo de la tasa interna nos da el porcentaje de rentabilidad de la inversi3n.

(1) Anlisis Empresarial de Proyectos Industriales de Países en Desarrollo
cap. 3 Ed. CEMLA

En este método se toma una tasa de retorno mínima aceptable (TMAR), que se compara con la tasa de retorno de las alternativas.

El cálculo de la tasa de retorno se hace considerando la columna de diferencias entre las alternativas que representan la inversión adicional que deberá hacerse en la alternativa de mayor costo inicial y el ahorro ó gasto anual al decidirse por esta alternativa.

Si el valor presente de los ahorros es mayor que el valor presente de la inversión adicional, utilizando una determinada TMAR, se decide por la alternativa de mayor costo inicial ya que significa que si "trajeramos" los ahorros anuales al momento de decidir tendríamos más dinero que el representado por la inversión adicional. Por otra parte, si el valor presente de los ahorros es menor que el valor presente de la inversión adicional entonces se decide por la de menor costo inicial.

"La esencia de este método es una ecuación de tasa de retorno que es simplemente una expresión que iguala una suma presente de dinero a valor presente de sumas futuras. Por ejemplo, si se invierten \$1,000.00 hoy y prometen \$500.00 en tres años y \$1,500.- en cinco años, la ecuación de tasa de retorno sería :

$\$1,000.00 = 500 (P/F, i\%, 3) + 1,500.00 (P/F, i\%, 5)$ donde se debe calcular el valor de que satisfaga la igualdad. Si se trasladan los \$1,000.00 al lado derecho de la ecuación se tendrán : $0 = -1000 + 500 (P/F, i\%, 3) + 1500 (P/F, i\%, 5)$ cuya tasa de solución es 16.06% y la ecuación en forma general será :

$$0 = \pm P \pm \sum F (P/F, i\%, j) \pm A (P/A, i\%, n) \quad (1)$$

Ejemplo : Un contratista está considerando la compra de una nueva motoconformadora que puede ser con cuchilla (A), ó con cuchilla y escarificador (B). Los cálculos para cada una de ellas son los siguientes :

Análisis :

Año	Alternativa A	Alternativa B	Dif. B - A
0	- \$ 80,000.00	- \$ 130,000.00	- \$ 50,000.00
1-5	- \$ 35,000.00	- \$ 16,000.00	+ \$ 19,000.00
5	0	+ \$ 20,000.00	
		- \$ 130,000.00	- \$ 110,000.00
6-10	- \$ 35,000.00	- \$ 16,000.00	+ \$ 19,000.00
10	0	+ \$ 20,000.00	+ \$ 20,000.00
	<u>\$ 430,000.00</u>	<u>- \$ 380,000.00</u>	<u>+ \$ 50,000.00</u>

Estableciéndose la ecuación con los datos de la columna de diferencias se obtiene :

$$0 = -50,000.00 + 19,000 (P/A, i\%, 10) - 110,000 (P/F, i\%, 5) + 20,000 (P/F, i\%, 10).$$

Se determina un porcentaje inicial para iniciar la búsqueda de la tasa que iguala la ecuación a cero.

Para evitar dos factores diferentes (P/A y P/F) se hace una aproximación a cualquiera

de ellos. Así para esto se aproximará todo a futuro y tenemos :

$$19,000 \times 10 = 190,000 \text{ (P/F, } i, 10 \text{)}$$

$$20,000 \text{ (P/F, } i, 5 \text{)} = 20,000 \text{ P/F, } i, 10 \text{)}$$

$$0 = -50,000 + 190,000 \text{ (P/F, } i, 10 \text{)} - 110,000 \text{ (P/F, } i, 10 \text{)} + 20,000 \text{ (P/F, } i, 10 \text{)}$$

$$0 = -50,000 + (190,000 - 110,000 + 20,000) \text{ (P/F, } i, 10 \text{)}$$

$$\text{ (P/F, } i, 10 \text{)} = 50,000 \div 100,000 = 0.5$$

Buscando en tablas encontramos este factor entre 7 y 8%. Se iniciará con el 10% ya que las cantidades obtenidas son ligeramente inferiores a las reales, pues en la - aproximación no se consideró el interés.

$$0 = -50,000 + 19,000 \text{ (6.1445)} - 110,000 \text{ (0.6209)} + 20,000 \text{ (0.3855)}$$

$$0 = 6156.5$$

Aumentado al 12%

$$0 \neq -50,000 + 19,000 \text{ (5.6502)} - 110,000 \text{ (0.5674)} + 20,000 \text{ (0.3220)}$$

$$0 \neq 1379.8$$

Ahora para 15%

$$0 \neq -50,000 + 19,000 \text{ (5.0188)} - 110,000 \text{ (0.4972)} + 20,000 \text{ (0.2472)}$$

$$0 \neq 4390.8$$

como hubo cambio de signo significa que la solución que iguala a cero la ecuación se encuentra entre 12% y 15%.

Interpolando :

	1379.8	12
	0	i
$\Delta i =$	-4390.8	15
	1379.8	(15 - 12)
	1379.8 - 4390.8	

$$\Delta i = 0.71$$

$$i = 12 + 0.71 = 12.71\%$$

Como esta tasa es menor que la TMAP (15%), se debe comprar la máquina de menor costo (alternativa A). Sin embargo, a pesar de ser esta alternativa con la que se recuperará más rápido la inversión, tiene el inconveniente de ser poco flexible, ya que la máquina sólo cuenta con cuchilla. Por lo que el contratista deberá establecer que criterio tiene más "peso", el de flexibilidad ó el de una rápida recuperación de su inversión, dependiendo de su capacidad financiera y disponibilidad de equipo. Esta alternativa resulta satisfactoria si se desea conciliar los criterios de rápida recuperación de inversión y el de generación de empleos, ya que puede utilizarse mano de obra para la ejecución de trabajos que la máquina no podrá realizar.

Ejemplo (1) del método de comparación por el costo anual de cada alternativa. En el departamento de adquisiciones deben decidir por una de las dos troqueladoras que presentan los proveedores. Ambas máquinas cumplen con el número de golpes por minuto que se requieren para cumplir con la producción establecida, pero sus costos y vida útil son diferentes. Los costos de cada una de ellas se presentan a continuación :

	MAQUINA A	MAQUINA B
Costo inicial	\$ 11,000	\$ 18,000
Costo anual de operación	3,500	3,100
Valor de salvamento	1,000	2,000
Vida útil	6 años	9 años
Tasa de interés anual	15%	

A continuación se muestra el análisis para decidir con este método puesto que las máquinas tienen vidas útiles diferentes y el análisis debe hacerse con un número de años iguales, para así tener un período congruente de comparación, el análisis se hará sobre el mínimo común múltiplo de años, el cual es 18 en este caso, ó sea 3 períodos para la alternativa A y 2 períodos para la alternativa B.

El método consiste en comparar el valor del costo total de cada alternativa, trayendo el costo de cada año el valor presente :

$$P_A = 11,000 + 11,000 (P/F, 15\%, 6) - 1,000 (P/F, 15\%, 6) + 11,000 (P/F, 15\%, 12) - 1,000 (P/F, 15\%, 12) - 1,000 (P/F, 15\%, 18) + 3,500 (P/A, 15\%, 18)$$

$$P_A = 38,559$$

$$P_B = 18,000 + 18,000 (P/F, 15\%, 9) - 2,000 (P/F, 15\%, 9) - 2,000 (P/F, 15\%, 18) + 3,100 (P/A, 15\%, 18)$$

$$P_B = 41,364$$

Como se puede observar la alternativa A, presentará menor costo total, por lo que ésta se elige si el criterio principal fuera el de costos mínimos; aunque no se dejarán de considerar otros criterios como la seguridad, la flexibilidad de la máquina, la facilidad de operación, que en ocasiones son los factores que más peso tienen para la adquisición de una máquina, y que en un momento podrán hacer descartar esta alternativa por económica que parezca.

El método del costo anual debe manejarse con cuidado ya que deberá tomar en cuenta - las variaciones en el precio del combustible; los cambios tecnológicos que hagan obsoleta la maquinaria, el crecimiento ó disminución de la demanda de estos u otros aspectos, pueden dar la decisión que no necesariamente será la maquinaria de menor costo. Algunos cambios de este tipo nos afectarán los estándares como se vió en el capítulo anterior.

4.2.4 BENEFICIO COSTO SOCIAL :

Por el criterio del beneficio costo social, se evalúan las consecuencias sociales que provocará la realización del proyecto. Como cargas económicas, políticas, psicológicas, etc., algunas de ellas difíciles de evaluarlas en términos monetarios, para compararlas con el beneficio del proyecto y decidir sobre su realización. Deberá tenerse cuidado de no tomar una decisión precipitada y consultarlo con las personas adecuadas.

4.3 CRITERIOS PARA SELECCIONAR ALTERNATIVAS :

Los criterios de selección de alternativas varía dependiendo del nivel ó fase en que

se encuentra el proyecto. El siguiente diagrama representará los distintos niveles ó fases por las que pasa un proyecto y en cada una de ellas los criterios de integración, toman distintas perspectivas como se verá más adelante.

Estudio de factibilidad
Ingeniería de detalle
Ejecución
Supervisión

4.3.1 FASE 1.- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD (1)

Al entrar a la primera fase que es el estudio de la factibilidad, el proyecto tendrá que mirarse bajo los distintos criterios tanto del empresario, como de las limitaciones del gobierno e incentivos que propone para unificar y moldear adecuadamente todas las partes que integran el proyecto. En esta fase el empresario podría tomar en cuenta la lejanía ó cercanía de una ciudad importante, de un punto de referencia don de tendrá que adquirir los elementos, para la realización de un proyecto tanto en el aspecto material como en el humano ya sea para residir ó para encontrar mercado en la misma.

Las limitaciones del gobierno podrían ser si se encuentra la planta localizada en la zona industrial adecuada, si cuenta con todas las licencias requeridas para establecerse la empresa. El empresario conociendo también los incentivos fiscales decidirá cuantas fuentes de trabajo le convendrá crear lo cual está relacionado con el tipo de tecnología a utilizar, y si utilizará bienes de capital nacionales ó extranjeros y en que proporción. Así también el tipo de combustible a usar y otros incentivos - que tendrá necesariamente que aquilatar a su mejor conveniencia como son, los que existen al utilizar servicios de infraestructura tales como energía, eléctrica, agua, productos derivados del petróleo (gas, gasolina, etc.).

Por parte del contratista tendrá que ver si el lugar donde se instalará la industria hay mano de obra que pueda contratar ó tenga que llevar a su personal a dicho lugar. Si la maquinaria que utilizará podrá contratarla cerca del lugar donde se hará los trabajos, ó por falta de la maquinaria adecuada en la región, tendrá que contratarla lejos del lugar donde se instalará la planta y esto aumentará el costo del proyecto. Deberá considerar si por las condiciones generales del nuevo proyecto son aplicables los estándares de las actividades, pues condiciones de clima y calidad de materiales disponibles puede obligarlo a aplicarse factores de ajuste.

Los criterios anteriores abarcarán principalmente aspectos económicos y de localización. En el aspecto técnico, la tecnología a usarse dependerá de los procesos que intervengan en los distintos productos que quieran realizarse.

Si se tiene en proyecto lanzar el mercado una diversidad de productos tales como jugos frutas en conserva, yogourts, jarabes en base a las frutas de la estación y región, entonces se tendrá que indicar si todos ellos saldrán al mercado al mismo tiempo, ó deberán estar planeados escalonadamente. Si la competencia tiene el mercado de todos los productos, será necesario conocer cuales no cubren toda la demanda y entonces se tomará en cuenta la segunda alternativa. Si es el caso ganar el mercado a la competencia, se tiene que buscar una tecnología que baje los costos de operación y que el producto salga al mercado a un precio de venta por debajo de la competencia, ó tam-

Bibliografía.

(1) Análisis empresarial de Proyectos Industriales de Países en Desarrollo.
cap. 3 Ed. CELMA pag. 127

bién encontrar la tecnología adecuada para mejorar la calidad del producto, saliendo al mismo precio que la competencia. Si nada más se busca satisfacer la demanda sobrante, entonces se buscará una tecnología tradicional que satisfaga el volumen de producción requerido. En caso de que la empresa decida abarcar productos nuevos en el futuro, convendrá tener máquinas universales y semiautomáticas que puedan adaptarse fácilmente, es decir que ofrezcan flexibilidad en la producción.

Para decidir si la planta se construye al máximo de su capacidad ó se construye en etapas hasta alcanzar su capacidad máxima, dependerá de la vida de la planta, de la demanda actual y sus proyecciones al futuro (en el tiempo de operación de la planta), en su rentabilidad.

Si la vida de la planta es de 30 años, y se sabe que ésta trabajará al 50% de su capacidad durante los cinco primeros años, obteniéndose pérdidas en este período; a partir del quinto año trabajará al 75% de su capacidad rebasando el punto de equilibrio y en el octavo año alcanzará su capacidad máxima.

Si se tiene la inversión suficiente para instalar la planta a su plena capacidad desde el principio y su rentabilidad es mayor que si se instala en etapas, conviene lo primero. De lo contrario se elige la segunda alternativa, tratando de alcanzar la máxima capacidad de la planta en el menor tiempo posible.

Al tomarse la decisión sobre la realización del proyecto, se fijarán los criterios bajo los cuales tendrán que cumplirse todas las alternativas y propuestas que se hagan; la alternativa ó propuesta que más se ajuste a lo fijado se aceptará para que el proyecto pase a la siguiente fase que es la Ingeniería de detalle.

4.3.2 FASE 2.- INGENIERIA DE DETALLE :

Aunque en el estudio de factibilidad se hicieran propuestas en el aspecto técnico será necesario revisarlas nuevamente, ya que en la Ingeniería de detalle se verá específicamente si los espacios otorgados a cada departamento son los convenientes y cumplen con los requisitos de la infraestructura y maquinaria que operarán en los distintos departamentos.

Dentro de los objetivos generales aplicando los criterios de los interesados por ejemplo la oficina ejecutiva tendrá 30 m², sala de juntas para 20 personas, posibilidad de cambios de combustible en calderas de gas ó combustible líquido; tener presente un aumento en la capacidad de la subestación eléctrica, en caso de crecimiento de la planta; capacidad de espacio para cambiar la maquinaria obsoleta por la moderna; si no se cuenta con el equipo completo para el manejo de materiales tomarlo en cuenta en los planos de distribución de planta; estos y otros aspectos se tomarán en cuenta para indicar especificaciones claras y precisas en planos arquitectónicos, en planos de instalación hidráulica, sanitaria y eléctrica, en planos estructurales y lay-out, manejándose principalmente los criterios de calidad y costo, ya que de las distintas alternativas que se obtenga, se tratará de alcanzar la máxima calidad en las instalaciones, seguridad al operar la maquinaria, protecciones contra accidentes, el menor desperdicio de espacio, instalaciones adecuadas para un buen manejo de materiales y otras ventajas aún con el mínimo costo. Así en la obra civil el ahorro en los materiales, el tipo de estructura a utilizar podrán ser criterios que deberán manejarse adecuadamente según las necesidades de la planta de producción, de las oficinas administrativas ó de los almacenes, ya que de ello dependerá que tipo de acabados se darán a cada una de las partes y se podrán utilizar estructuras y paredes prefabricadas; si se van

a utilizar láminas en vez de colado u otra alternativa que pueda mejorar en tiempo la terminación de obra ó en ahorro en los costos de la misma.

Si solamente se va a construir una parte de la planta y posteriormente se tendrán expansiones, se preverá espacio para estas instalaciones, rigiéndose por el criterio de preveer espacio y posibilidad de expansión.

4.3.3 FASE 3.- EJECUCION

En esta fase se compromete el jefe del proyecto a lograr la instalación de la planta en el tiempo prefijado y con el presupuesto establecido. Para esto decidirá si construir bajo administración, obra terminada, llave en mano, etc.

En la compra de materiales preverá inflación, posible escasez ó compras en el momento. Para esto se consideran factores de seguridad y contingencias cuando se realizó la cotización del proyecto.

Estará a su cargo la instalación de la obra; deberá equilibrar los costos con el tiempo real de ejecución (ver capítulo 7) y controlarlos de tal forma que no se alejen de lo planeado. Esto comprende lo que es el manejo de mano de obra directa y control de costos.

Manejará adecuadamente el criterio de costo mínimo y tiempo mínimo de la ejecución, disminuyendo los tiempos muertos de maquinaria, las horas ociosas de las brigadas de trabajo, programado la obra civil, mecánica y eléctrica de tal forma que puedan llevarse paralelamente sin provocar algún desorden u olvido que incremente el tiempo y costo. Para estimar el tiempo de cada actividad y su costo, será necesario basarse en tiempos y costos estándar (explicados en el capítulo 3) con los cuales se podrá programar el proyecto. El jefe del proyecto tendrá gran cuidado para que en las actividades críticas se logre lo planeado. Aquí tendrá que contar con recursos bien determinados para controlar todos los aspectos. Puede auxiliarse para que esas brigadas esperen en otras áreas de trabajo y no se atrase la obra.

De no suceder así se tomarán otras medidas, como son horas extras ó contratar más personal lo cual implica un aumento en los costos, esta eventualidad podría evitarse manejando estándares realistas.

El jefe del proyecto tendrá que tomar una serie de alternativas en el trabajo en caso que no están contempladas en la programación, ya que es difícil preveer ciertas circunstancias que impedirán a veces cumplir estrictamente con lo programado. Por tanto sabrá en que circunstancias tendrá que disminuir el tiempo de ejecución ó abatir ciertos costos, ó en su caso también obtener la calidad mínima requerida. Por ejemplo instalar muros prefabricados, en vez de levantar muros con tabique, disminuyendo el tiempo y costo a costa de la calidad. En caso de que se atrase la obra y la fecha de subcontratación de la instalación de la maquinaria llegará y ésta por razones de deterioro no puede dejarse a la intemperie, será necesario trabajar horas extras ó traer brigadas de otras áreas de trabajo para apresurar la terminación del departamento en conflicto. Esto obviamente aumentará el costo y el tiempo de terminación de obra. También se podrá rentar una bodega, lo cual ocasionará un costo adicional en la renta, transporte y vigilancia. A través de un estudio económico se elegirá la mejor opción.

Así el jefe de proyecto debe equilibrar cada criterio, sobre todo en las actividades

más críticas ó cuando surgen situaciones inesperadas porque es su responsabilidad que el trabajo salga en el tiempo establecido, con el presupuesto fijado y con la calidad esperada, lográndose con esto un justo control de los recursos humanos y técnicos de que se dispone.

4.3.4 FASE 4.- SUPERVISION

En la supervisión se utilizarán criterios de control, como :

- Prever durante la ejecución posibles errores en la calidad y especificaciones de materiales como de mano de obra a través de una supervisión eficaz, ya sea a través de un control directo por parte del interesado (es decir el contratista) ó por parte de los trabajadores subcontratados.

En caso de desviaciones, demoras u otra causa que afecte el avance de la obra deberán definirse como determinar acciones que conduzcan a un mejor funcionamiento.

Algunos mecanismos de control se mencionarán más ampliamente en el capítulo 7.

CAPITULO	5	METODOS DE PROGRAMACION EN PROYECTOS INDUSTRIALES
	5.1	GRAFICAS DE GANTT
	5.1.1	PRINCIPIOS DE LAS GRAFICAS DE GANTT
	5.1.2	CLASES DE GRAFICAS DE GANTT
	5.1.2.1	GRAFICAS DE DISTRIBUCION
	5.1.2.2	GRAFICAS DE CARGA
	5.1.2.3	GRAFICAS DE PLANEACION DE PROYECTO
	5.1.2.4	GRAFICAS DE PROCESO
	5.2	METODOS DE PROGRAMACION CPM Y PERT
	5.3	COMPARACION ENTRE LOS METODOS DE PROGRAMACION

Para la realización del proyecto de Ingeniería será necesario llegar al momento de su realización, donde todas las actividades surgirán del estudio hecho en la Ingeniería de detalle. Se consultará entonces todos los planos, dibujos, especificaciones de las instalaciones, maquinaria y equipo para detallar las actividades que se realizarán para concretar el proyecto. Teniendo ya las actividades, se procederá a enlistarlas y dárles una secuencia para entrar a la etapa de su programación. Al programarse las actividades se definirán a que área pertenecen (si obra civil, mecánica, eléctrica o instrumentación) y se procederá a aplicar lo descrito en el capítulo dos, desglosando cada actividad en sus operaciones que la componen definiendo claramente la clase de mano de obra a utilizar, la materia prima empleada y la maquinaria, herramienta o equipo utilizado para realizar la operación.

Definidos estos conceptos se aplicarán los estándares para estimar los tiempos de cada operación, se cuantificará la materia prima y los consumos de energía, combustible y renta o utilización de maquinaria y equipo, obteniéndose como ya se explicó en el capítulo tres la estimación del tiempo y costo del proyecto. En la fase de la programación es importante utilizar los estándares más adecuados para las actividades del proyecto. En el capítulo tres se menciona como establecer un estándar. Aquí se aplicarán dichos estándares, los cuales ayudarán a estimar el proyecto con mayor rapidez y programar éste bajo bases confiables. En la programación se plasman de alguna manera cuantitativa o cualitativa los criterios que rigen al proyecto, ya que se expondrán las distintas alternativas para realizar cada actividad y tendrá que elegirse la que más se ajuste a los criterios seleccionados para tal proyecto. Estos criterios se concretan más ampliamente en el capítulo cuatro. La programación entonces podrá realizarse con los métodos más comunmente conocidos como son Gráficas de Gantt, CPM y PERT.

Estos métodos son una guía para el programador que los adecuará a sus necesidades e incluso los combinará para lograr una mejor organización de su programación y un control del mismo durante la ejecución. Por ejemplo las Gráficas de Gantt muestran visualmente lo planeado y lo realmente ejecutado en un momento determinado y podrán utilizarse como medidas generales de control para ir equilibrando lo planeado con lo actualmente realizado.

Los métodos CPM y PERT ayudarán a controlar los costos y la utilización de los recursos; además éstos dos últimos métodos muestran que actividades pueden hacerse simultáneamente, programar adecuadamente el suministro de materia prima, la llegada oportuna del equipo o maquinaria que se montará así como la disponibilidad de la mano de obra. Las técnicas para el control del tiempo y los costos se ven más profundamente en el capítulo siete. El resultado de una buena programación dependerá de la confiabilidad que se tengan en los estándares que se aplican para conocer el consumo de las horas-hombre del proyecto; de elegir las alternativas más adecuadas; de seleccionar la maquinaria, el equipo, la herramienta necesarias que se ajusten al método de trabajo con el que se estableció el estándar para que éste sea válido y confiable; de combinar los distintos métodos de programación de tal forma que puedan seguirse de cerca cada una de las actividades y se obtenga un mejor control de ellas en el momento de su ejecución.

A continuación se exponen detalladamente los métodos más usuales en la programación de las tareas de un proyecto.

5.1 GRÁFICAS DE GANTT :

La gráfica de Gantt fué ideada durante la segunda década de este siglo por Henry L. Gantt,

uno de los precursores de la dirección científica de las empresas en el curso de su práctica consultora y en combinación con sus métodos de planeación, control de producción, de existencias de materiales, de costos, etc.

Desde aquella época, los métodos y gráficas de Gantt han llegado a conocerse y utilizarse en todos los países industriales. (1)

5.1.1 PRINCIPIOS DE LAS GRAFICAS GANTT :

La particularidad que distingue a una gráfica de Gantt es la de que el trabajo que se planea y el que se hace se muestran en el mismo espacio en su relación mutua y en relación con tiempo.

Las gráficas de Gantt ponen en relieve que el tiempo de una serie de actividades que componen un proyecto deben de manejarse adecuadamente para que se pueda comprender en su totalidad el desarrollo de todos los trabajos involucrados y poder distinguir las actividades más prioritarias y visualizar los momentos más críticos al comparar lo planeado con lo realmente terminado. Esto dará al jefe del proyecto un amplio panorama de como disponer y manejar sus recursos. Para decidir lo anterior debe compararse también si los costos planeados hasta ese momento contra los costos reales utilizados, se encuentran equilibrados con relación a los trabajos planeados y realizados. Estos puntos de comparación le servirán para cumplir con el proyecto y tener un control del mismo. Si existieran desviaciones fuera de lo planeado se verá el tiempo oportuno para hacer las correcciones pertinentes y tomar las decisiones que conduzcan el proyecto dentro del tiempo y costo planeado.

Los siguientes símbolos son usados en las gráficas de Gantt :

- a)- Un ángulo (\lrcorner), con aberturas hacia la derecha, indicando la fecha u hora en que se ha de comenzar el trabajo.
- b)- Un ángulo (\llcorner), con abertura hacia la izquierda, que indica la fecha en que ha de terminarse.
- c)- Una cifra (X), colocada en la parte izquierda de un espacio, que indica la cuantía del trabajo programado durante cualquier periodo de tiempo.
- d)- Una cifra (Z), colocada en el lado derecho del espacio, indica la cantidad de trabajo hecho hasta cualquier periodo de tiempo especificado.

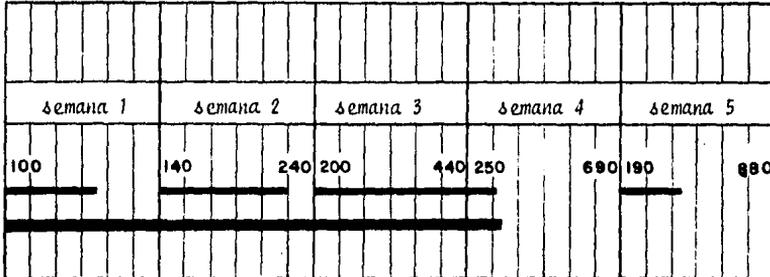
El trabajo hecho durante algún periodo determinado de tiempo se representa por líneas finas. Las líneas gruesas muestran la cuantía acumulativa de trabajo realizado y su relación con la cuantía programada que ha de hacerse hasta determinada fecha.

En la gráfica de Gantt una división de espacio lo mismo representa una cantidad de tiempo que una cantidad de trabajo, que en tal tiempo ha de hacerse. Las líneas trazadas horizontalmente a través de dicho espacio indican la relación entre la cantidad de trabajo realmente hecho en tal tiempo y la cuantía programada. Divisiones iguales de espacio sobre una sola línea horizontal representan a la vez divisiones iguales de tiempo, cantidades variables de trabajo programado y cantidades variables de trabajo realizado. De este modo, el cuadro 4 muestra la proporción de tiempo invertido en el trabajo hecho.

(1)- The Gantt Chart. cap. 1 Wallace Clark
pag. 33 NEW YORK 1959.

Cuadro 4

GRÁFICA DE GANTT



Programa y Trabajo acumulativos

texto : The Gantt Chart, Wallace Clark.

El ejemplo muestra la cantidad de obra civil en un muro de colindancia de 880 m² de ta bique por construirse.

La gráfica anterior está mostrando el programa acumulativo y el trabajo acumulativo realizados. Las cifras de las esquinas superiores de la derecha de los espacios correspondientes a los periodos construcción denotan la cuantía acumulativa de construcción programada. La longitud de la línea gruesa, comparada con la longitud total de los espacios de periodos construcción, indica la proporción de la construcción acumulativa programada y realmente conseguida.

5.1.2 CLASES DE GRÁFICAS DE GANTT :

Hay varias clases de gráficas de Gantt, mismas que fueron creadas a través del tiempo con el objeto de adaptarlas a diversos tipos de trabajo.

Una de las primeras gráficas concebidas por Henry L. Gantt fue la de proceso, posteriormente fueron creadas las gráficas registradoras de hombre y de máquina, de distribución en planta y las gráficas de carga. Posteriormente estas gráficas fueron perfeccionadas y usadas en la dirección de fabricación y en la planeación de trabajos de investigación y desarrollo, como asimismo para proyectos y programas completos en la industria.

Las siguientes son las gráficas de Gantt usadas comunmente en diversas actividades :

- Gráfica de registro de máquina
- Gráfica de registro de hombre
- Gráfica de distribución
- Gráfica de carga
- Gráfica de proceso
- Gráficas mecánicas
- Gráfica de planeación de proyectos.

5.1.2.1 GRAFICAS DE DISTRIBUCION :

La gráfica de distribución, llamada también gráfica de planeación de tiempo previsto, fue creada por Gantt para emplearla como ayuda para la planeación del trabajo para que pudiera hacerse el mejor uso posible de los hombres y máquinas disponibles.

5.1.2.2 GRAFICA DE CARGA :

La finalidad de esta gráfica es tener advertidos a los directores de cualquier proyecto en cuanto a la carga de trabajo en perspectiva, para que puedan tomarse medidas eficaces a fin de que se lleve a efecto. Más compacto que la gráfica de distribución, no muestra detalles, sino meramente clases de máquinas y las horas de trabajo asignadas a las mismas por semanas y meses. Dicho en otros términos, la gráfica de carga indica so lo el trabajo que ha de hacerse, a diferencia de la gráfica de proceso que indica el trabajo que se ha hecho. No es un registro que se añada día tras día sino un análisis de una situación en un determinado momento. Esta gráfica indica hasta donde en el futuro las máquinas estarán ocupadas por órdenes concretas. (ejemplo en el cuadro 5)

5.1.2.3 GRAFICAS DE PLANEACION DE PROYECTO :

Las gráficas de Gantt, cuando son empleadas para planear no son un registro de lo que se hizo, no tienen valor y suelen tirarse después de que se ha terminado todo el programa. En el transcurso del programa, el proceso se anota como de costumbre, pero con el objeto de indicar las medidas necesarias para completar a tiempo el plan. El objetivo secundario es un medio para obligar a que la acción siga conforme al plan. Como técnica para engendrar un plan se utilizan dos formas de la gráfica de Gantt: La gráfica de distribución en planta, que se conoce como de planeación de tiempo previsto, y la gráfica de planeación de proyecto. Esta última gráfica es de mucha utilidad cuando el proyecto se realiza en distintas etapas hasta alcanzar la capacidad requerida que no se tenta durante el arranque del proyecto.

El empleo de la gráfica de planeación de proyectos sirven para coordinar lo que se refiere a equipos y personal e implementación de procedimientos de un nuevo proyecto, en proceso de construcción.

El cuadro 6 solo es una de las muchas utilizadas en la construcción y equipamiento de un nuevo proyecto.

5.1.2.4 GRAFICAS DE PROCESO :

Las gráficas de proceso de Gantt son las de uso más común para planear cualquier tipo de trabajo o proyecto en cualquier escala. Su objetivo es el de indicar el proceso que se está haciendo en la ejecución de un plan o programa, o sea que se compara lo que debería haberse hecho, permitiendo a quien ve dicha gráfica proveer acontecimientos con considerable exactitud. (cuadro 7).

5.2 METODOS DE PROGRAMACION CPM y PERT

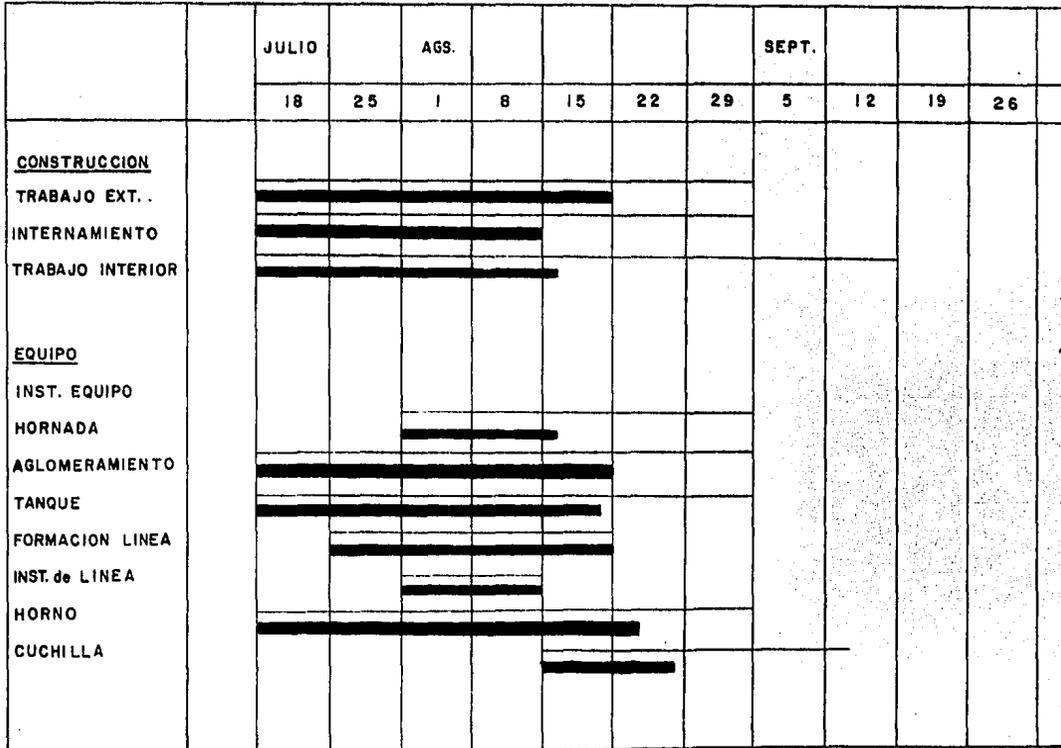
Durante mucho tiempo el método de programación y control de un proceso productivo solo era posible por diagrama de barras o diagrama Gantt. Fue hasta principios de 1957 cuando el Ing. Morgan R. Walker y el Ing. James Killey Jr., pusieron en prueba el método de la ruta crítica (Critical Path Method) CPM en la construcción de una planta química. Debido a la gran utilidad y mejora que se tuvo de dicho método, su difusión ha sido mundial. En México el CPM ha sido usado desde 1961 por la Secretaría de Obras Públicas pa

CUADRO 5

EQUIPO \ DURACION	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.
REVOLVEDORA		████████████████████				
TRASCABO	████████████████					
SOLDADORAS TRIFASICAS	██					
MONTACARGAS	██					
EQUIPO DE CALIBRACION PARA INSTRUMENTOS					████████████████	
SISTEMA DE PRUEBAS HIDRAULICAS A TUBERIAS Y EQUIPO MECANICO					████████████████	

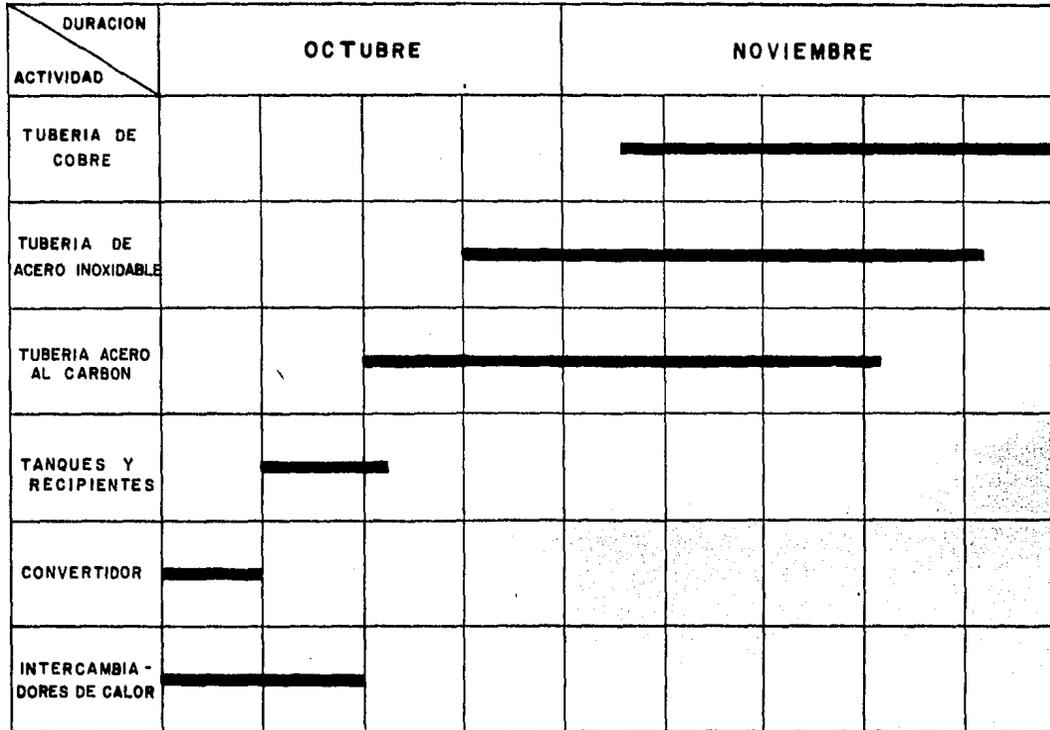
GRAFICA DE CARGA

CUADRO 6



GRAFICA DE PLANEACION DE PROYECTO

CUADRO 7



GRAFICA DE PROCESO

EJEMPLO: SISTEMA DE PRUEBAS HIDRAULICAS A TUBERIAS Y EQUIPO MECANICO

ra la construcción de edificios, desde 1962 por la Comisión Federal de Electricidad, para controlar las grandes obras de electrificación que se utilizan en el país.

En 1958 la firma Booz Allen and Hamilton, desarrolló para la marina de Estados Unidos - el método PERT (Program Evaluation and Review Technique) para controlar de lanzamientos del proyectil Polaris.

La diferencia que existe entre uno y otro método es que el CPM utiliza tiempos invariables, es decir, se supone que una actividad durará, exactamente, un tiempo predeterminado en su realización; en cambio el método PERT mediante un estudio probabilístico, que considera tres duraciones, optimista, más probable y pesimista, estima un tiempo medio de duración de la actividad. Además el PERT nos permite llevar un mejor control del costo de la obra y del manejo del recurso humano.

El CPM y PERT son técnicas que nos permiten :

- Conocer el orden de importancia de las actividades.
- Conocer cuales son las actividades que determinan el tiempo de duración de un proceso.
- Conocer los recursos requeridos para cualquier momento de la ejecución del proyecto.
- Analiza el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proyecto.
- Deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en un proceso.
- Programar lógicamente.

Las ventajas más importantes al utilizar estos métodos son :

- Proveen a la dirección de información muy completa.
- Incluye en su análisis tiempos, recursos, costos, holguras y en el caso del PERT, probabilidades.
- Involucra un sistema de control administrativa y contable basado en un plan de cuentas.
- Una vez establecida la red es susceptible de ajustes. (1)

Elaboración del programa para la obtención de una red :

En todo proceso productivo se necesita de una planeación, una programación y un control que aplicado al método de la ruta crítica se desarrolla como sigue :

PLANEACION :

- Lista de actividades
- Tabla de secuencias
- Dibujo de diagramas

Lista de actividades : Aquí se deben enumerar todas las actividades que intervienen en la realización del proyecto.

Tabla de secuencias : En esta tabla se analiza cuales actividades son simultáneas, cuales son anteriores y cuales posteriores.

(1) Apuntes de Diseño de Sistemas Productivos.
Ing. J. José Dímateo. Fac. de Ing. U.N.A.M.

DIBUJO DE DIAGRAMAS

Definiciones :

Para la representación de los diagramas y facilitar su comprensión definiremos los siguientes aspectos :

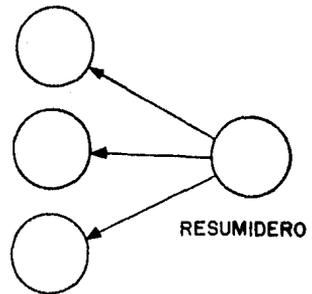
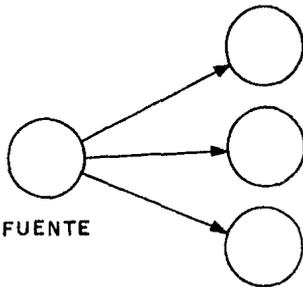
Evento : Los eventos representados por círculos definen un punto importante significativo del trabajo, no consumen tiempo ni esfuerzo, sólo marcan la iniciación y terminación de una actividad.

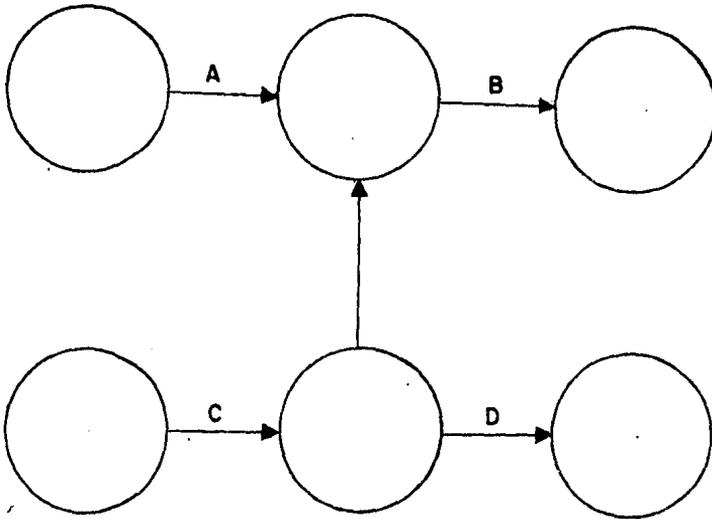
Actividad : Las actividades, representadas por flechas, indican el cumplimiento de las tareas y se les anexa una casilla con el número de unidades de tiempo que consumen en su realización.

Actividades ficticias : No representan la realización de ninguna tarea, por lo que no consumen tiempo ni esfuerzo, sino que es una actividad de liga, exclusivamente para facilitar el uso del diagrama ó red.

Nodo fuente : Se refiere al evento del cual parte varias actividades simultáneas.

Resumidero : Se refiere al evento al cual llegan varias actividades.





ACTIVIDAD DE LIGA O FICTICIA :

La actividad B es inmediata posterior a la actividad A y C.

La actividad D sólo es posterior a la actividad C.

En la siguiente página se encuentra un ejemplo de una tabla de secuencias, en la cual se enlistan las actividades a seguir para la ejecución de una losa de concreto. (cuadro 8)

CUADRO 8

No.	ACTIVIDAD	Ant.	Sim.	Post.
A	Habilitación de acero 50%		B, C, D	F
B	Cimbra 50%		A, C, D	G, H, E
C	Andamios 100%		A, B, D	K
D	Alquiler cimbra		A, C, B	
E	Hechura cimbra 100%	B	G, H, F, C, D	I, J
F	Habilitación acero 100%	A	H, G, E, C, D	I, J
G	Instalación eléctrica 50%	A, B	E, F, H, C, D	I, J
H	Armado 50%	A, B	E, F, G, C, D	I, J
I	Instalación eléctrica 100%	F, G, H, E	J, C, D	K
J	Armado 100%	H, G, E, F	I, C, D	K
K	Colado 100%	J, I, C	D	L
L	Fraguado Inicial	K	D	M, O
M	Fraguado Final	L	O, P	N
N	Descimbrado 100%	M	P, D	
O	Curado	L	M, D	P
P	Impermeab. azotea 100%	O	N, D	

Lista de actividades y tabla de secuencias. (tomado del libro "Tiempo y Costo de Edificación" Suárez Salazar Ed. Limusa) cap. IV, pág. 346.

- PROGRAMACION :

- Evaluación de tiempos
- Obtención de la Ruta Crítica
- Análisis y reducciones

EVALUACION DE TIEMPOS :

En el momento que el andlista se ponga a programar todas las actividades enlistadas del proyecto, tomará como herramienta de trabajo todos los estándares de las actividades que desarrollará y aplicará éstos en su lista de actividades y secuencias.

Analizará las distintas alternativas que tenga para realizar cada actividad y manejará adecuadamente el tiempo y el costo dependiendo de los criterios que regirán a dicho proyecto. Estos criterios estudiados en el capítulo 4 permitirán al andlista decidir por las alternativas que más satisfagan las necesidades y criterios con los que se rige el proyecto.

Así se podrá estimar una duración y costo que estarán dentro de una cierta incertidumbre ya que al momento de la realización se presentarán problemas que pondrán las actividades del proyecto fuera de lo programado y solo la habilidad del jefe de proyecto determinará los ajustes que sean más prudentes y necesarios para que el proyecto se conserve dentro de lo esperado. Esta incertidumbre disminuirá en la medida en que los estándares de las actividades sean más confiables.

A veces las actividades son difíciles de medir ya sea porque no se tienen los datos suficientes para estandarizar dichas tareas o son actividades que se realizarán por primera vez. En este caso el analista tomará en cuenta un tiempo optimista, tiempo probable y tiempo pesimista.

Para determinar estos tiempos se ayudará de los datos estándares que tenga, de su experiencia y del conocimiento de actividades similares en proyectos anteriores, identificando así cada uno de estos tiempos.

El método Pert manejará estos tiempos, logrando obtener un tiempo esperado como lo indica la fórmula siguiente :

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Donde : a = tiempo optimista: la duración resultante, si todo marcha mejor de lo esperado.

m = tiempo más probable: la duración resultante, si todo marcha de acuerdo a lo previsto.

b = tiempo pesimista : la duración requerida, suponiendo que se tienen muchos contratiempos.

Como el método CPM trabaja con actividades en donde los tiempos se consideran invariables, se utilizará éste en proyectos de corta duración y en los cuales las actividades que se realizan han sido realizadas a un sinnúmero de proyectos dando así una confiabilidad muy alta al estandarizar dichas tareas.

El método PERT se aplicará para proyectos de larga duración, donde a veces por la complejidad del proyecto y el desconocimiento incluso de cómo calcular los tiempos de algunas actividades, se caerá dentro de un porcentaje de incertidumbre que será necesario manejar los métodos estadísticos para no incurrir en errores que lleven al fracaso a dicho proyecto.

Por supuesto que una herramienta auxiliar muy importante será la utilización de los estándares, pero estos a veces, por las razones expuestas anteriormente o por algunas más, no serán un patrón lo bastante confiable y se recurrirá entonces a otras técnicas que apoyen firmemente con un alto grado de confiabilidad el poder realizar el proyecto. El método PERT ofrece entonces esta facilidad.

A continuación se enlistan en una tabla las actividades y sus secuencias para colar una losa de concreto. Posteriormente en otra gráfica se ve la construcción de la red.

La obtención de la Ruta Crítica es muy similar en ambos métodos y se expondrán sus diferencias en las siguientes páginas.

El cuadro 9 que se muestra a continuación contiene la secuencia de las actividades y el

tiempo que en ellos se ocupa. En el capítulo 3 al hablar de aplicación de los estándares se hizo referencia a este ejemplo en el cual se describe la forma de calcular el tiempo de cada actividad utilizando los estándares. Se seguirá con el mismo ejemplo - para explicar detalladamente el método CPM y PERT. En forma similar se podrá aplicar entre métodos de programación en los distintos proyectos que se tengan que realizar tomando en cuenta las limitaciones y los criterios con los que se cuentan para elegir el método de programación más adecuado, logrando así un seguimiento más cercano de éste y poder tener un control del mismo. Recuérdese como ya se dijo anteriormente que estos métodos pueden combinarse a criterio del programador ya que éstas les serán un auxiliar muy importante para dirigir el proyecto y tomar las decisiones oportunamente e informar en cualquier momento de la situación en que se encuentra el proyecto, dándose cuenta también de cómo se están aprovechando tanto los recursos humanos y técnicos de que se disponen.

CUADRO 9

i	j	Actividades	t
1	2	Habilitación acero 50%	1.00
1	3	Cimbra 50%	1.75
1	8	Hechura de Andamios 100%	1.00
1	14	Alquiler de cimbra	subcontrato
3	3	Cimbra 100%	1.75
2	6	Habilitación acero 100%	1.00
5	6	Instalación eléctrica 50%	0.50
4	6	Armado 50%	0.25
7	8	Instalación eléctrica 100%	0.50
6	8	Armado 100%	0.25
8	9	Colado 100%	1.00
9	10	Fraguado inicial	0.50
11	13	Fraguado final	3.50
13	14	Descimbrado 100%	1.25
10	12	Curado	0.50
12	14	Impermeab. azotea 100%	1.25

LISTA DE ACTIVIDADES Y SECUENCIAS

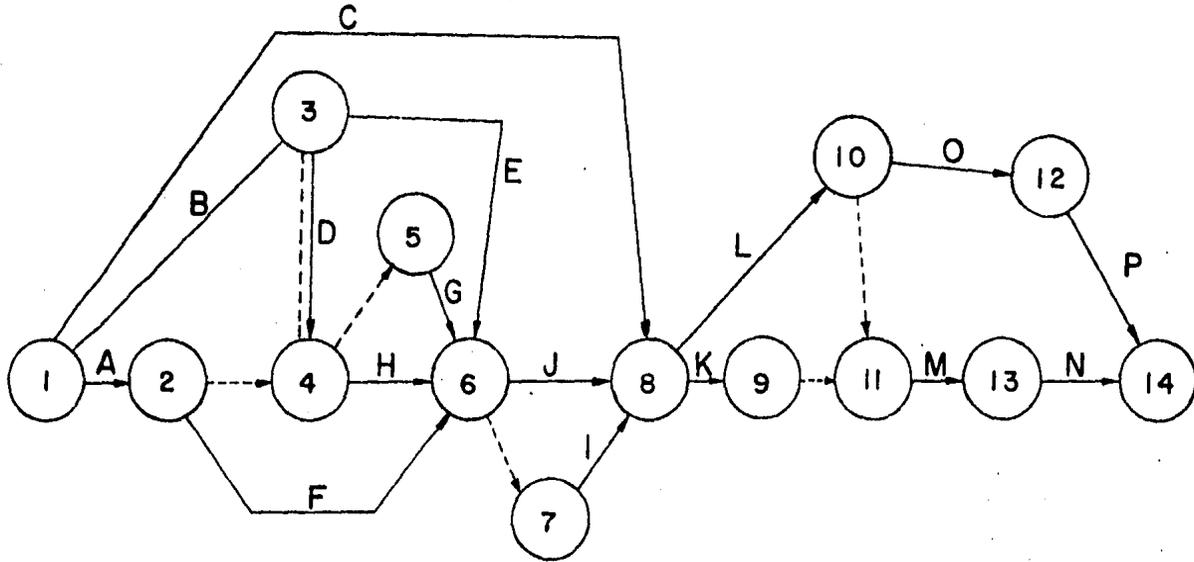
NOTA : El tiempo está dado en días. Para hacer más genérico el ejemplo se usaron fracciones de día, pero se recomienda cerrar a medios días, como máximo.

Costo y tiempo en edificación.

Autor : Suárez Salazar

Ed. : Limusa

cap. 4 pág. 347



CONSTRUCCION DE LA RED A PARTIR DE LA TABLA DE SECUENCIAS

FUENTE : COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
 AUTOR : SUAREZ SALAZAR
 ED. : LIMUSA
 cap. 4, pág. 347.

- OBTENCION DE LA RUTA CRITICA :

La red se estructura a partir del conjunto de actividades y no los ordenados según la tabla de secuencias, cuadro 10. Una vez establecida la red necesitamos determinar la duración del proyecto. Esta duración no puede ser inferior a la suma de los tiempos operatorios tomados sobre el camino más desfavorable desde el evento inicial de la red hasta su evento final, es decir el camino desde el evento inicial hasta el final cuya suma de tiempo operatorios es mayor. Este camino (en realidad pueden ser varios) se denomina ruta crítica.

Antes de iniciar el cálculo de un diagrama para determinar la ruta crítica, conviene - establecer la siguiente nomenclatura :

FMP = Fecha más próxima

FML = Fecha más lejana

Dichas fechas se aplican sólo a los eventos.

t = Duración de la actividad

CMP = Comienzo más próximo de la actividad

CML = Comienzo más lejano de la actividad

TMP = Terminación más próxima de la actividad

TML = Terminación más lejana de la actividad.

Se entiende por comienzo más próximo, el inicio de la actividad inmediatamente después de ocurrido el evento que le da origen, este inicio más la duración de la actividad, - nos dará la terminación más próxima.

El comienzo más lejano, es el aplazamiento máximo que puede sufrir la iniciación de la obra sin afectar la duración del proyecto. Esto se hace aprovechando la holgura de las actividades.

Para tener una mejor comprensión de los resultados que se obtienen en la ruta crítica, lo ilustraremos con un ejemplo, donde indicaremos de manera clara como se llega a cada uno de los resultados descritos en la red. (cuadro 11)

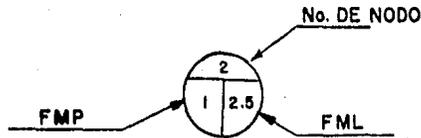
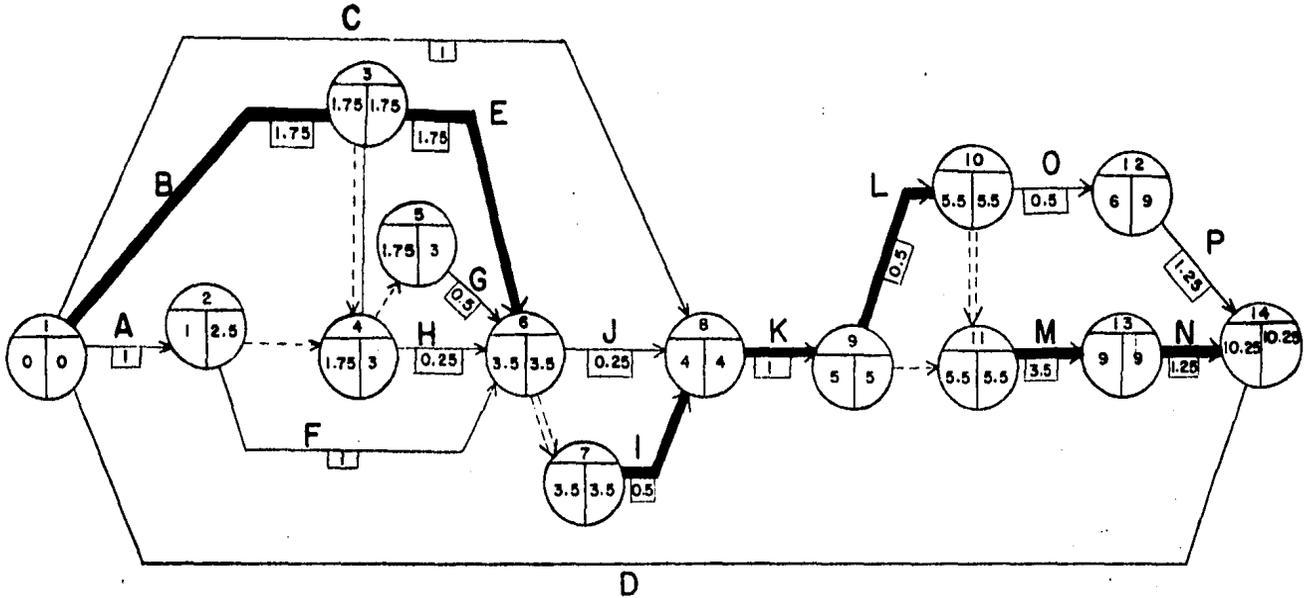
Para calcular las fechas más próximas de ocurrencia de un evento debe considerarse el tiempo de duración de la actividad que termina en dicho nodo y sumarle la FMP del nodo en que nació la actividad. Veamos como ejemplo el nodo 2; la actividad que llega a él, habilitación de acero 50%, dura 1 día, y la FMP del nodo en que nace esta actividad es cero, pues este nodo es el inicial y consideramos como cero su FMP por ser el punto de partida en la ejecución del proyecto. Por lo tanto la FMP del nodo 2 será $1+0=1$.

En general la FMP de un nodo será :

$$FMP_j \geq FMP_i + t_{ij}$$

En caso de tratarse de un nodo resumidero, al que llega más de una actividad deberemos saber a que fecha nos lleva cada una de las actividades que llegan, utilizando la fórmula anterior, y tomaremos como FMP del nodo resumidero el mayor valor que haya resultado. Esto se debe a que un evento no puede considerarse consumado hasta que se hayan ejecutado todas las tareas que lo definen; como podemos apreciarlo en el nodo 6, las ac

CUADRO II
**RUTA CRITICA PARA LA REALIZACION DE UNA
 LOSA DE CONCRETO**



COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
AUTOR: SUAREZ SALAZAR
EDITORIAL: LIMUSA
CAPITULO: 4
PAG. 348

tividades que llegan al nodo son E, F, G, H e indican las siguientes fechas :

$$E \quad FMP_6 = 1.75 + 1.75 = 3.5$$

$$F \quad FMP_6 = 1 + 1 = 2$$

$$G \quad FMP_6 = 0.5 + 1.75 = 2.25$$

$$H \quad FMP_6 = 0.25 + 1.75 = 2$$

Como el mayor resultado ha sido 3.5 se tom6 este valor como la FMP para el nodo 6.

Una vez que se ha determinado la FMP de cada nodo se procede a determinar su fecha m6s lejana haciendo ahora el recorrido del 6ltimo nodo de la red hacia el primero.

En el 6ltimo nodo se iguala la FMP a la FML, que es el valor de la ruta que mayor tiempo de operaci6n ha acumulado.

La FML de los siguientes nodos, que son el origen de actividades, es igual a la fecha m6s lejana del nodo terminal menos el tiempo de operaci6n de la actividad. En general tendremos :

$$FML_i = FML_j - t_{ij}$$

Como se puede observar en el nodo 12

$$FML_{12} = 10.25 - 1.25 = 9$$

Cuando se trate de determinar la FML de un nodo del que nace m6s de una actividad - - (nodo fuente) se debe calcular la fecha que le corresponde seg6n cada actividad y se eligir6 la de menor valor como la muestra el nodo 10; de este modo nace la actividad "0", y una actividad ficticia, que indican las siguientes fechas.

$$\text{Actividad } 0 \quad FML_{10} = 9.0 - 0.5 = 8.5$$

$$\text{Act. Ficticia} \quad FML_{10} = 5.5 - 0.0 = 5.5$$

El menor resultado es 5.5 se toma como la FML para el nodo 10.

Al terminar de calcular la FML de cada nodo podemos observar que hay eventos que tienen la FMP igual a la FML : son los eventos cr6ticos. Las actividades que unen estos eventos suelen trazarse con una l6nea m6s gruesa 6 de color y se les llama actividades cr6ticas. Los eventos no cr6ticos son aquellos cuyas fechas de ocurrencia m6s pr6xima y m6s lejana no son iguales sino que hay cierta holgura entre ellas.

Holgura Total : (HT) representa el retraso m6ximo que pueda sufrir una actividad sin afectar la duraci6n total del proyecto y est6 dado por la relaci6n :

$$HT = FML_j - FMP_i - t_{ij}$$

Holgura libre : (HL) representa la cantidad de tiempo que se puede retrasar una acti

vidad sin afectar la FMP de su nodo terminal. Por lo que está definido como :

$$HL = FMP_j - FMP_i - t_{ij}$$

Holgura independiente : (HI) es el plazo que puede sufrir una actividad sin afectar la FMP del evento del que nace ni la FMP de su nodo terminal. Este margen se calcula por la relación.

$$HI = FMP_i - FMP_j - t_{ij}$$

Como las actividades críticas no toleran ningún retraso carecen de holguras.

Las holguras que resulten negativas se consideran como iguales a cero y debe cumplirse que :

$$HT = HL = HI$$

A continuación se muestra el cuadro 12 donde las holguras ya están calculadas, usando las fórmulas anteriores :

C U A D R O 12

i	j	Descripción	HF	HL	HI
1	2	Habilitación acero 50%	1.50	0	0
1	3	Cimbra 50%	0	0	0
1	8	Hechuras de andamios 100%	2.50	2.50	2.50
1	14	Alquiler de cimbra	0.25	0.25	0.25
3	6	Cimbra 100%	0	0	0
2	6	Habilitación acero 100%	1.50	1.50	0.50
5	6	Instalación eléctrica 50%	1.25	1.25	0
4	6	Armado 50%	1.50	1.50	0.25
7	8	Instalación eléctrica 100%	1.25	1.25	0
6	8	Armado 100%	0.25	0.25	0.25
8	9	Colado 100%	0	0	0
9	10	Fraguado inicial	0	0	0
11	13	Fraguado final	0	0	0
13	14	Decimbrado 100%	0	0	0
10	12	Curado	3.00	0	0
12	14	Impermeab. azotea 100%	3.00	3.00	0

TABLA QUE INCLUYE LAS HOLGURAS YA CALCULADAS

La importancia de las holguras radica en que son las que hacen flexible al programa permitiendo manejar los recursos de manera más conveniente en la realización del proyecto.

Utilizando el método PERT, ejemplificaremos su uso utilizando los datos del ejemplo anterior.

El método PERT nos permite comprender mejor la realidad de que el tiempo utilizado para llevar a cabo una actividad es una variable aleatoria, de la cual podemos estimar con buena aproximación los rangos extremos entre los cuales va a estar comprendida.

Como la variancia nos da una medida de incertidumbre que existe en un determinado evento, cuanto más grande es la variancia, mayor es la incertidumbre.

La fórmula que nos permite calcular la variancia en una distribución BETA es la siguiente :

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2$$

En el cuadro 13 se muestran los datos que se deben obtener para concluir si el programa se cumple dentro de la fecha de compromiso ó contrato (T_c).

C U A D R O 13

i	j	a	m	b	te	σ^2
1	2	0.5	0.75	2.5	1	0.11
1	3	1	1.5	3.5	1.75	0.17
1	8	0.5	1	1.5	1	0.03
1	14	subcontrato				
3	6	1	1.5	3.5	1.75	0.17
2	6	0.5	0.75	2.5	1	0.11
5	6	0.3	0.5	0.7	0.5	0.004
4	6	0.1	0.25	0.4	0.25	0.003
7	8	0.3	0.5	0.7	0.5	0.004
6	8	0.1	0.25	4	0.25	0.423
8	9	0.5	1	1.5	1	0.03
9	10	0.25	0.5	0.75	0.5	0.007
11	13	2	3	7	3.5	0.69
13	14	0.8	1.3	1.5	1.25	0.014
10	12	0.25	0.5	0.75	0.5	0.007
12	14	0.5	1	3	1.25	0.174
					10.25	1.946

DATOS A OBTENER CUANDO ES CUMPLIDA LA PROGRAMACION PLANEADA

En algunos casos podemos encontrarnos con que la FMP del evento final es superior a Tc. En este caso, para comenzar los cálculos en el camino de regreso, en el diagrama de actividades en lugar de hacer FML, (siendo f el nodo final) = FMP_f, hacemos FML_f = Tc, resultado FML, menos que FMP_f, lo cual nos determina márgenes^o totales negativos en los eventos críticos y probablemente en algunos no críticos. Si nuestra fecha de contrato Tc es de 11 días, calcularemos la probabilidad de cumplir con el contrato para esta fecha como sigue :

$$Z = \frac{Tc - FMP}{\sqrt{FMP}}$$

Utilizamos esta fórmula de distribución normal, ya que necesitamos normalizar el tiempo Tc.

En nuestro caso queda como sigue :

$$Z = \frac{11 - 10.25}{1.946}$$

$$Z = \frac{0.75}{1.395}$$

$$Z = 0.54$$

De acuerdo con la tabla de valores de distribución normal encontramos para Z igual a 0.54 un valor entre 0.6915 y 0.7257, que interpolando resulta

$$\frac{0.7257 - 0.6915}{0.6 - 0.5} = \frac{x - 0.6915}{0.6 - 0.54}$$

$$x = 0.712$$

Esto indica que existe un 71% de probabilidad de terminar el evento final en 11 unidades de tiempo.

Si quisieramos saber la probabilidad que existe, si tomáramos a Tc = FMP_f, obtendríamos el siguiente resultado :

$$Z = \frac{10.25 - 10.25}{1.946}$$

$$Z = 0$$

Recurriendo a la tabla de valores de la distribución normal encontraríamos que la probabilidad de que ocurra este evento es del 50%.

Después de haber hecho los cálculos anteriores se procede a un criterio de decisión con el cual fijaremos la probabilidad de cumplir con la fecha de compromiso o de contrato.

Si la probabilidad de ocurrencia de un evento es menor de 0.5 Esto implica que si no cambiamos las condiciones de recursos de algunas o todas las actividades correspondientes, estamos corriendo el riesgo de no cumplir con el plazo establecido.

Una probabilidad de 0.5 significa que la planeación es adecuada y la fecha esperada - puede cumplirse, ya que se han considerado tiempos medios y la probabilidad de 0.5 o 0.6 se considera aceptable, pero si resulta superior, indica que se están usando demasiados recursos de los razonablemente necesarios para cumplir con la fecha esperada.

Análisis y reducciones : Para analizar un proceso reductivo, debemos de estudiar cada una de las holguras para reducirlas o conservarlas según convenga. Para la reducción tenemos dos caminos, o modificar duraciones o modificar secuencias; la primera con el número de personas más adecuadas, con el equipo más conveniente o variando turnos y la segunda cambiando el sistema de programación.

Control : Cuando se está llevando a cabo la ejecución de las actividades programadas en la ruta crítica es necesario llevar un control del tiempo y de los costos, ya que del manejo adecuado de estos dos conceptos se podrá encontrar el máximo acortamiento de duración con el mínimo incremento de costo. Para esto se establecieron gráficas de tiempo-costo para valorar la más adecuada.

Este tema se tratará más a fondo en el capítulo 7 de evaluación y control.

5.3 COMPARACION ENTRE LOS METODOS DE PROGRAMACION :

DIAGRAMAS DE GANTT

Ventajas :

- Muy sencilla elaboración
- Solo necesitamos conocer actividades, duración y su secuencia
- De fácil entendimiento, debido esto a su visualización gráfica
- No requieren de ningún cálculo.

Desventajas :

- No maneja costos ni recursos
- No puede distinguirse una interrelación completa entre sus actividades.
- Por lo antes mencionado no admite ajustes previos.

PERT PCM

Ventajas :

- Es la base de todos los métodos desarrollados en la actualidad
- Incluye en su análisis tiempos, recursos, costos, probabilidades y holguras.
- Una vez establecida la red, es susceptible de ajustes, tanto de comprensión como de relajación.

Desventajas :

- Necesita de métodos auxiliares para su control
- Por su diseño, es necesario tener acceso a máquinas computadoras. 78

C A P I T U L O 6

ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES

- 6.1 SUBCONTRATOS
- 6.2 PLANEACION DE RECURSOS HUMANOS
- 6.3 DESCRIPCION DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES
- 6.4 ALCANCE DE ACTIVIDADES
- 6.5 ANEXO

6.1 SUBCONTRATOS :

En los capítulos anteriores, y en especial en el capítulo 4, se comentó acerca de los criterios a seguir, métodos y la selección de la mejor alternativa para la ejecución de un proyecto.

Cuando los trabajos de este proyecto en su fase de diseño se han terminado, se inician los trabajos de planeación de la construcción.

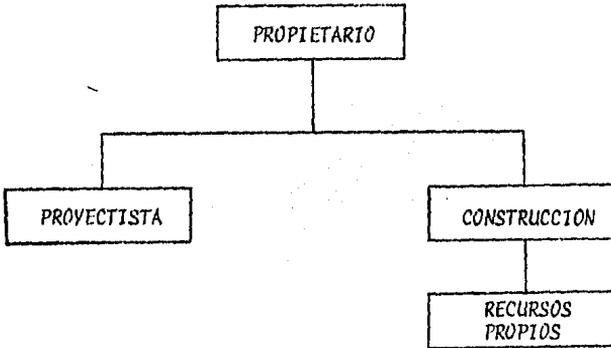
A continuación se muestran los tipos de realización de un proyecto que en forma general se pueden agrupar en tres :

- Por administración directa
- Por contrato
- Mixto

Por administración directa, el propietario (que puede ser una personal, grupo, empresa, etc.) lleva a cabo el proyecto con sus propios recursos tanto en la fase de estudio como de realización. (cuadro 14)

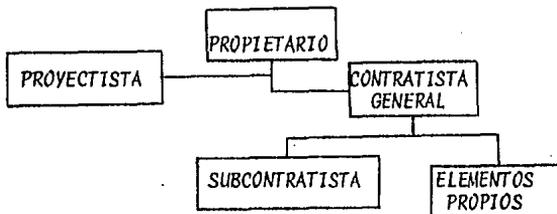
Algunos consideran que cuando el propietario se encarga de la realización física únicamente, se trata de administración directa, sin embargo, aquí por considerar que esto es sólo una etapa del proyecto, se incluye en el tipo mixto.

C U A D R O 14

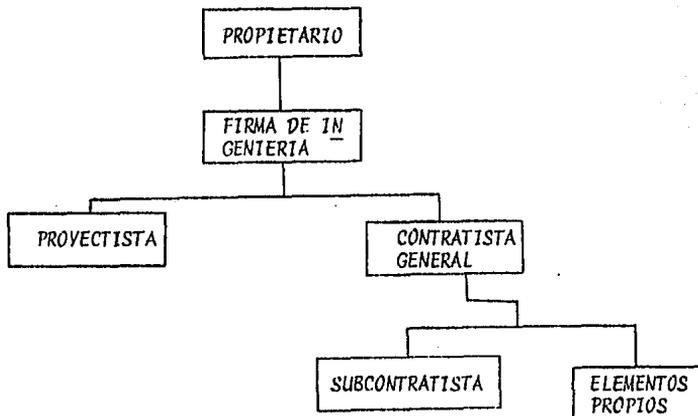


En el caso que el proyecto se lleve a cabo por contrato puede ocurrir que el propietario contrate separadamente al proyectista y a un contratista general para que realice físicamente el proyecto, o bien que contrate a una firma de ingeniería para que ésta se encargue tanto del estudio del proyecto como de su realización (en caso de que se aprueben los estudios). En los cuadros 15 y 16 se muestran estos casos :

CUADRO 15



CUADRO 16



En el caso del mixto alguna parte del proyecto se contrata y otra la proporciona el propietario pudiendo ocurrir que el propietario realice el estudio del proyecto y contrate la ejecución ó viceversa.

A continuación se presenta una descripción general de la manera en que se realizan los trabajos de subcontratación para la ejecución de los trabajos de las diferentes áreas de la ingeniería que se estén manejando en un proyecto.

Basados en el conocimiento que pudiera tenerse de subcontratistas de proyectos, y esto complementado por la investigación de compañías de construcción disponibles en el mercado por especialidad, se prepara una lista preliminar de subcontratistas con el objeto de analizar cuáles ofrecen mejores condiciones.

Posteriormente se preparan requisiciones de subcontratos y otros documentos de cotización. Estas solicitudes, instructivos de cotización, definición de alcances, especificaciones y dibujos, condiciones generales de subcontratación, así como cuantificaciones de materiales que permiten a los subcontratistas cotizar en forma competitiva.

Una vez recibidas las cotizaciones del proyecto, ya sea por el total de las áreas de la Ingeniería a ejecutarse en forma total ó parcial, se llevarán a cabo juntas con los subcontratistas para revisar dichas cotizaciones y analizar conjuntamente el alcance y las condiciones de trabajo que se solicitan. Las minutas de estas juntas constituyen un documento valioso para evitar confusiones dentro del alcance del documento de cotización que normalmente resultan en extras y cargos adicionales durante la ejecución de los trabajos.

Todos los documentos de cotización deberán estar de acuerdo con los requerimientos del propietario del proyecto, y serán compatibles con la base del subcontrato requerido.

Los procedimientos de subcontrato que deberán de prepararse para el proyecto incluyen instrucciones para solicitar y recibir cotizaciones, ordenar la información y preparar una tabulación técnica y comercial de las mismas.

La recomendación de un subcontrato, será para aquel subcontratista que ofrezca el paquete más económico para la ejecución del proyecto habiendo considerado todos los requerimientos. Una vez aprobado éste, se prepara el siguiente documento, que normalmente se le llama "orden de compra" de dicho subcontrato.

La ejecución de los trabajos que comprenda el subcontrato correspondiente y la calidad de los mismos, deberá ser vigilada por un equipo de supervisión. (La descripción de funciones de este equipo se da en el anexo de este capítulo), siendo este personal el encargado de realizar juntas de avance de proyecto y todo lo concerniente a la supervisión del subcontrato ó subcontratistas encargados de realizar los trabajos físicos del proyecto.

A continuación tenemos un ejemplo de la elaboración de un subcontrato, considerando los puntos que generalmente deben de tomarse en cuenta.

REQUISICION DE SUBCONTRATO.

CLIENTE : EMPRESA X

SUBCONTRATO : Aislamiento de equipos y tuberías.

DESCRIPCION

Favor de cotizar la mano de obra, los materiales, herramientas, supervisión y cualquier otro gasto necesario para efectuar el TRABAJO que aquí se especifica.

El trabajo consistirá en la instalación de aislamientos en equipos y tuberías para la expansión de la planta de la empresa X, localizada en el Valle de México.

La cotización en caso de ser seleccionada, tendrá por objeto establecer un subcontrato entre la empresa constructora como COMPRADOR y la compañía Z como SUBCONTRATISTA, el cual tendrá como base la presente requisición, así como los planos y otros documentos que se adjuntan a la presente.

I GENERAL

A. Todo trabajo en la obra se ejecutará sobre la base de semanas laborables de cinco días y de cuarenta y ocho horas trabajadas por semana.

B. EL SUBCONTRATISTA deberá visitar el lugar de la obra con el objeto de que se familiarice con el área de trabajo y otras condiciones que deba considerar en su cotización.

Para efectuar esta visita deberá comunicarse con el Ingeniero responsable de los subcontratos de la empresa contratante.

C. PRACTICAS Y REGLAMENTOS

1.- Todo el trabajo deberá realizarse de acuerdo con las mejores prácticas de construcción establecidas y conforme al reglamento de trabajo que se tendrá en la obra. Una copia de este reglamento se proporcionará al SUBCONTRATISTA con la requisición adjunta.

2.- Cualquier discrepancia o conflicto entre dichas prácticas y los planos y especificaciones deberán ser notificadas al COMPRADOR para su aclaración.

D. PERMISOS DE CONSTRUCCION

Todos los permisos de construcción serán suministrados por el COMPRADOR.

E. PROGRAMAS DE TRABAJO

Con objeto de que el SUBCONTRATISTA pueda planear su trabajo y prepare su cotización, las siguientes fechas de iniciación y terminación deberán ser consideradas.

Una vez que hubiere sido otorgado el Subcontrato, el Subcontratista deberá reunirse con el representante del comprador en la obra, para convenir en un programa definitivo de ejecución dentro de las siguientes fechas :

Iniciación : Semana 35 de 1984

Terminación : Semana 39 de 1984

F. CONDICIONES Y SERVICIOS GENERALES QUE SUMINISTRARA EL COMPRADOR

- 1.- Un Ingeniero residente que será el contacto con el SUBCONTRATISTA en la obra.
- 2.- Área razonablemente nivelada para ser utilizada por el SUBCONTRATISTA durante la ejecución del trabajo.
- 3.- Un punto de conexión de energía eléctrica 110V y 220V que servirá al subcontratista para una máquina de soldar y/o herramienta menor.
- 4.- Servicios generales de vigilancia en la planta de la empresa X.
- 5.- Agua para construcción que se requiera para la ejecución del trabajo.
- 6.- Un área específica donde se podrá fumar.

G. CONDICIONES Y SERVICIOS GENERALES QUE SUMINISTRARA EL SUBCONTRATISTA

- 1.- Tener una persona competente en la obra de tiempo completo, con autoridad suficiente para poder solucionar cualquier problema que se presente durante la ejecución de su trabajo.
- 2.- Mantener el área de trabajo que le ha sido adjudicada limpia y ordenada en todo momento.

3.- Coordinar su trabajo con el de otros subcontratistas cuando existan interferencias en el trabajo que se realiza.

4.- Suministrar todos los materiales de consumo que se requieran para ejecutar el trabajo.

5.- Suministrar toda la herramienta de construcción, oficinas y almacén para su trabajo.

H. CORRESPONDENCIA

Toda correspondencia de cualquier tipo que se genere en conexión con la ejecución del proyecto, deberá dirigirse en original y copia a :

EL COMPRADOR

Su domicilio

At'n. Ingeniero responsable de Subcontratos.

I. DIBUJOS, ESPECIFICACIONES Y OTRA INFORMACION

1.- El alcance que se define en la sección II de esta requisición, se complementa con los dibujos, planos y otros documentos que son enlistados en la requisición adjunta.

2.- Esta información podrá ser revisada si fuese necesario en cuyo caso la requisición "B" se modificará para indicar la revisión correspondiente y los documentos revisados se enviarán al SUBCONTRATISTA.

3.- Si dichas revisiones causaran modificaciones en el alcance contratado, éste deberá presentar por escrito el costo de dicha modificación dentro de los siguientes ocho días después de recibida la información.

4.- El subcontratista no deberá ejecutar ninguna modificación en el alcance establecido, sin antes recibir autorización por escrito del COMPRADOR.

II ALCANCE

Esta sección describe la naturaleza y alcance del trabajo a realizar por el SUBCONTRATISTA, el cual se complementa con los planos, dibujos, especificaciones y otra información que se incluye con la requisición adjunta.

No es el propósito de esta requisición, enumerar en detalle todo el trabajo que se realizará para la correcta instalación de aislamiento, ya que se entiende que el SUBCONTRATISTA está capacitado y tiene la experiencia y prácticas suficientes para efectuar adecuadamente este tipo de instalaciones.

A. EL SUBCONTRATISTA deberá suministrar toda la mano de obra, los materiales, la supervisión, herramienta, materiales de consumo, servicios, andamios, etc., que se requieran para instalar el aislamiento en equipos y tuberías, según se indica en planos y especificaciones y de acuerdo a lo siguiente :

1.- El espesor y tipo de aislamiento en tuberías, se determinará de acuerdo a lo indicado en la especificación de aislamientos incluídas en la requisición "B" adjunta.

2.- EL COMPRADOR liberará tuberías y equipo mediante "reportes de pruebas" que constituirán la autorización por escrito al SUBCONTRATISTA para efectuar los trabajos de aislamiento.

3.- El aislamiento preformado para tuberías deberá aislarse en estricto acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

6.2 PLANEACION DE RECURSOS HUMANOS :

Para la realización de todas las etapas de un proyecto, una de las formas utilizadas consiste en combinar dos conceptos : el de grupos de trabajo y la organización en forma departamental.

En base a experiencias acumuladas de la realización de proyectos, se ha podido comprobar que combinado los dos conceptos mencionados se le pueden asignar a cada proyecto los mejores recursos, obteniéndose una mejor distribución del trabajo centralizado en una sola persona la responsabilidad por la realización de todo el proyecto.

Al inicio de la realización de un proyecto se asigna dependiendo de la magnitud, tipo y característica del mismo a un Gerente o Jefe de proyecto, quien en estrecha colaboración con el representante del propietario es responsable de todos los aspectos técnicos, administrativos y financieros del proyecto desde el inicio hasta el final.

El Gerente de proyecto se ve fuertemente asistido por Ingenieros de proyecto, coordinadores de diseño y dibujo, coordinadores de procuramiento de materiales, de estimaciones, e Ingenieros de control de proyectos, quienes constituyen el grupo de trabajo del proyecto. En el anexo de este capítulo se dará la descripción de funciones y responsabilidades de todas las personas involucradas en la realización de un proyecto.

En adición a este grupo, las divisiones de Ingeniería, procuramiento y construcción, asignan bajo su propia supervisión recursos suficientes y adecuados para desarrollar el proyecto, de acuerdo con la planeación establecida por el Gerente mismo,

Para establecer este soporte técnico las divisiones de Ingeniería cuentan con Ingenieros especialistas en procesos, transferencia de calor, recipientes, instrumentación, manejo y procuramiento de materiales, equipos mecánicos, supervisores, etc. En adición al personal de diseño y dibujo de los grupos de civil, estructural, mecánico, tuberías, eléctrico y de instrumentos, partiendo del concepto de manejar un proyecto de magnitud considerable y que necesariamente debe de manejarse por medio de una firma de Ingeniería.

Debe hacerse notar que aunque este tipo de organización es el más utilizado, siempre se deberá estar en la posibilidad de administrar y distribuir los recursos disponibles en la forma que más convenga a los intereses del propietario del proyecto.

Todas las actividades son controladas mediante técnicas modernas de planeación y programación de proyectos, utilizando datos y costos actualizados y en ocasiones en las cuales el proyecto lo amerita se aplican para ello sistemas de computación.

Las funciones administrativas de una firma de Ingeniería como soporte a la ejecución de un proyecto cubren en términos generales las funciones propias de la empresa, como son finanzas, contabilidad, personal, ventas y promoción.

Esta es una forma recomendable sobre como cumplir con obligaciones adquiridas si se llega a contratar los trabajos de un proyecto, ya que este debe de llevar la calidad adecuada para obtener la satisfacción del propietario del proyecto.

En las dos hojas siguientes se da la descripción típica de los organigramas para la realización de un proyecto, tanto de Ingeniería como de la parte de construcción. - (cuadros 16 y 17)

6.3 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES :

La organización utilizada en la ejecución de proyectos de construcción se basa en una definición clara y precisa de responsabilidad y autoridad depositada en una persona residente de campo, quién es responsable por la administración y supervisión de la construcción de principio a fin. La definición de responsabilidades del residente como todas las personas involucradas directamente en la ejecución de un proyecto se dan como se menciona anteriormente en el anexo de este capítulo.

Como se dijo, el residente de proyecto es quién centraliza toda la realización de un proyecto en la parte física, normalmente se le llama gerente ó superintendente de proyecto, dependiendo del alcance del proyecto. Este concepto además de proveer toda la responsabilidad en esta persona significa un solo contacto con el propietario en lo que se refiere a todos los aspectos del proyecto.

La supervisión de campo esta organizada por áreas, de manera que cada persona asignada tiene una responsabilidad definida.

El número de ingenieros de área dependerá de la magnitud y complejidad del trabajo, así como de la relación entre la mano de obra directa y subcontratistas asignados a la construcción.

A continuación se presenta el grupo de personas que intervienen directamente en la realización de un proyecto.

- Gerente de proyecto
- Superintendente de obra
- Ingeniero de control de proyecto
- Supervisor de campo
- Registrador de avance y horas-hombre
- Contador y compras
- Almacenista

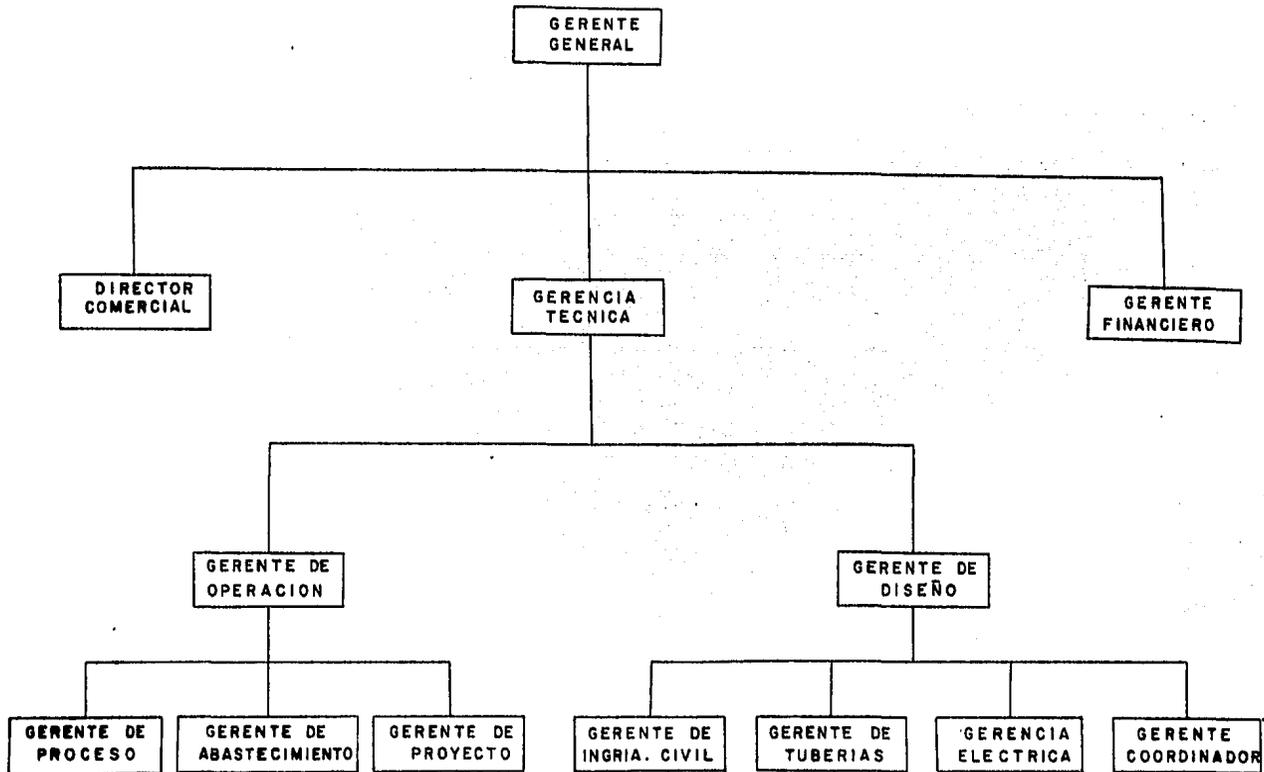
6.4 ALCANCE DE ACTIVIDADES :

En la ejecución de un proyecto, es de suma importancia el determinar la combinación más efectiva para un mejor aprovechamiento de la mano de obra directa y subcontratos; igualmente para el aprovechamiento y disposición de herramientas y equipo de construcción así como otras actividades asociadas a la construcción como son el manejo de materiales almacenamiento, compras, etc.

Cuando se inicia un proyecto, antes de iniciar actividades, es conveniente realizar una investigación del área de trabajo ya que ésta resulta una información muy valiosa sobre las condiciones locales, costumbres, la disponibilidad de alojamiento, disponibilidad de mano de obra, relaciones sindicales y otras condiciones del lugar.

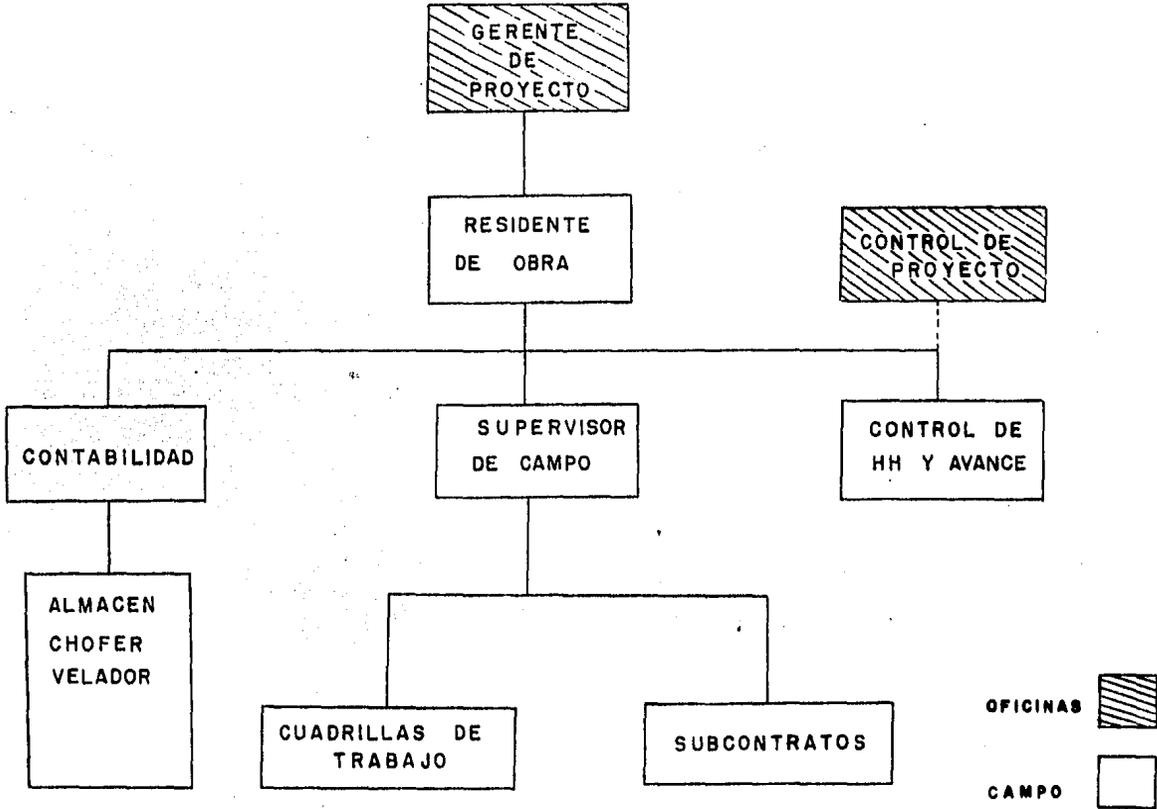
Una vez que ésto ha sido realizado, se prepara la planeación y organización que se se guirá desde el inicio hasta el final de la ejecución de un proyecto, de esta forma se

CUADRO 16
ORGANIGRAMA DE UN PROYECTO DE INGENIERIA



ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

(ETAPA DE CONSTRUCCION)



pueden hacer recomendaciones en lo que respecta al personal de construcción idóneo, instalaciones provisionales, subcontratistas, equipo de construcción, y en forma muy importante sobre el programa de trabajo y las actividades de control de costos.

Es importante hacer notar que para la ejecución de los trabajos de un proyecto se tiene debidamente concluida la ingeniería de detalle, como se recordará, esto fue decisivo en el capítulo 1.3, más sin embargo, es frecuente que se tengan modificaciones de la ingeniería de detalle por errores de diseño y estos se tendrán que corregir directamente en obra (como se maneja en la construcción). Otro concepto que es importante hacer notar son los programas de trabajo que se realizan al inicio de un proyecto para su realización : estos programas se proporcionan a los subcontratistas que existan en la ejecución de un proyecto para que estos se ajusten a dichos programas.

El éxito en la ejecución de un proyecto es responsabilidad del gerente del proyecto de construcción, esta persona es responsable de obtener un proyecto de calidad ejecutado del tiempo estipulado y costo previsto y sobre todo de obtener la satisfacción del cliente por el trabajo realizado. Esta persona también tiene la facultad de decidir o autorizar cambios necesarios que se tengan que hacer durante la realización de un proyecto cuidando que convenga a los intereses de su compañía y satisfaciendo también los requerimientos del propietario del proyecto.

En la ejecución de un proyecto se deberá decidir sobre la contratación de mano de obra directa o del uso de subcontratistas en su totalidad o una combinación de ambos para la realización de un proyecto. En todos los casos, la decisión de cada tipo de proyecto es particular, de las condiciones del lugar, así como de los requerimientos del propietario.

El Gerente de proyecto de construcción y los integrantes de esta división, son asignados desde el inicio del proyecto para que participen oportuna y continuamente en las actividades involucradas en el proyecto. Esta participación tiene un doble beneficio, no sólo se aprovechan los conocimientos de construcción en el diseño de las instalaciones sino que también el personal de construcción conoce totalmente la naturaleza y alcance del proyecto antes de que sea asignado al campo para iniciar las actividades de construcción.

Las siguientes observaciones deberán ser tomadas en cuenta para la elaboración de un proyecto.

- 1.- Desde el inicio deberá vigilarse que las actividades de diseño consideren al prepararse los planos y dibujos todos los aspectos que presentarán durante la construcción de la planta.
- 2.- Deberá mantenerse una coordinación adecuada entre las actividades que se realizan en las oficinas de diseño y el trabajo de construcción en campo. Se incluye en esta fase su participación en la preparación de programas generales de todo el proyecto, incluyendo la fase de construcción y vigilando su ejecución.
- 3.- Proporcionar una fuente de conocimientos en lo que respecta a la planeación, diseño y suministro de instalaciones provisionales como oficinas, de campo, instalaciones eléctricas y otras instalaciones provisionales.
- 4.- Verificar la utilización del equipo de construcción que los subcontratistas proponen utilizar en su trabajo de campo.

5.- Preparar estudios y procedimientos de montaje para cargas pesadas, maniobras difíciles, así como estudios de problemas específicos de acceso a la planta.

6.- Tener una fuente de reclutamiento de personal calificado para la obra.

6.5 ANEXO :

Gerente de proyecto

Funciones y responsabilidades.

1. Iniciar una junta de arranque de proyecto y preparar el procedimiento de coordinación que establecerá las condiciones administrativas de como se efectuará el proyecto.
2. Establecer políticas que regirán durante el proyecto y coordinar las relaciones - entre proveedores, subcontratistas, personal de supervisión y otras partes involucradas.
3. Obtener y asignar todos los recursos que sean necesarios para la ejecución del - proyecto.
4. Ejecutar todas las actividades administrativas de dirección del proyecto.
5. Obtener y realizar toda la información disponible para el proyecto y preparar la planeación general de toda la obra.
6. Autorizar la iniciación de actividades en campo y aprobar asignaciones del personal de supervisión.
7. Vigilar que se cumpla adecuadamente con las obligaciones contractuales con el cliente.
8. Establecer y vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad en la obra.
9. Mantener excelentes relaciones con el cliente y sus representantes en todo lo que se refiere al proyecto.
10. Aprobar cambios de alcance y trabajos extras que sean solicitados por el cliente.
11. Revisar y aprobar reportes de costos, avance y programas del proyecto.
12. Preparar un reporte mensual de construcción y revisar con el cliente el estado actual del trabajo que se ejecuta y los requerimientos del proyecto.

Superintendente de Obra

Funciones y responsabilidades.

1. Revisar toda la información disponible del proyecto y con base a la planeación inicial, preparar un programa de construcción detallado.
2. Establecer en coordinación con el cliente, todas las instalaciones provisionales para efectuar la construcción.
3. Revisar, organizar y distribuir todos los dibujos, especificaciones y otra información que se utilizará en el proyecto.
4. Interpretar dibujos, planos y especificaciones.
5. Organizar juntas semanales para planear y coordinar el trabajo y garantizar la disponibilidad de equipo, materiales y mano de obra.

6. Dirigir, coordinar y supervisar la preparación de reportes de costos y avance en la obra.
7. Checar y aprobar cambios de diseño realizados en campo.
8. Coordinar y vigilar que se cumpla con los planes de construcción establecidos para el proyecto.
9. Coordinar con el representante del cliente todos los asuntos relacionados con el avance, costo y calidad del proyecto.
10. Segregar y controlar trabajos extras según sea aprobado por el Gerente del proyecto de construcción.
11. Supervisar todas las actividades de construcción que se realicen en campo.
12. Vigilar y coordinar que se tenga el equipo y la mano de obra necesaria de acuerdo a la planeación establecida.
13. Vigilar que se cumplan las normas de seguridad establecidas para la obra y notificar al Gerente de Proyecto de Construcción de cualquier desviación de éstas.
14. Dirigir y coordinar las actividades de todo el grupo de trabajo para que sus funciones sean adecuadas a los requerimientos del trabajo que se realiza.
15. Coordinar con el cliente, la resolución de errores de ingeniería.
16. Preparar un programa de pruebas de tuberías, así como toda la información y reportes necesarios para la terminación de la planta y aceptación del cliente.
17. Inspeccionar los sistemas de tubería verificando que las líneas se encuentren listas para prueba y notificar al cliente para que certifique dichas pruebas.
18. Preparar el reporte de terminación del proyecto y evaluación de los subcontratistas utilizados.
19. Obtener los servicios de los fabricantes que sean necesarios y que sean autorizados por el cliente para la instalación de equipos que lo requieran.
20. Vigilar que se utilicen las cuentas de costos establecidas por oficinas centrales.
21. Obtener fotografías de avance del proyecto, y distribuir las según se requiera.
22. Inspeccionar todo el trabajo de campo verificando su conformidad con especificaciones y de acuerdo a las mejores normas de construcción.
23. Coordinar las actividades de pruebas y terminación de la construcción de acuerdo a los planes del cliente para el arranque de la planta.

Ingeniero de Control de Proyecto

Funciones y responsabilidades.

1. Organizar el catálogo de cuentas que se seguirá para el control de los costos y avance del proyecto.
2. Checar que todo el trabajo que se realiza sea contabilizado en las cuentas adecuadas.
3. Determinar el costo de varias operaciones de construcción y mantener registros actualizados.
4. Registrar todos los cargos extras y cambios en el alcance que se realiza.

5. Preparar programas de construcción,
6. Efectuar la cuantificación de obra de todo el trabajo realizado y mantener una - contabilidad actualizada de los costos del proyecto,
7. Preparar reportes de avance de toda la obra.
8. Supervisar el procuramiento de materiales y mantener los registros necesarios de control y distribución.
9. Mantener control y registros de trabajos extras autorizados por el cliente.
10. Asistir en la supervisión del trabajo, según lo requiera el Gerente de Proyecto.

Supervisor de Campo

Funciones y Responsabilidades

1. Supervisar y coordinar a través de los sobrestantes de cuadrilla, el trabajo - que se realiza en todas las especialidades.
2. Estar familiarizado con el trabajo, y aplicar los mejores métodos de construcción en cuanto a equipo, mano de obra y materiales.
3. Efectuar asignaciones de trabajo y verificar que este se realice de acuerdo a los planos establecidos.
4. Estar familiarizado con las prácticas y políticas sindicales del área y evitar - interferencias y conflictos en el trabajo de las diversas cuadrillas.
5. Solicitar, programar y asignar el equipo y herramienta de construcción, supervi- sando su uso, mantenimiento y seguridad.
6. Revisar y analizar los reportes de construcción y recomendar al Superintendente, soluciones en aquellas áreas cuyo trabajo no se realiza de acuerdo a los planes esta- blecidos.
7. Vigilar que se tenga suficiente personal, materiales, equipo y herramienta para efectuar adecuadamente el trabajo.
8. Interpretar planos, especificaciones y dar recomendaciones relacionadas con el - trabajo que se realiza.
9. Participar en juntas semanales de avance con subcontratistas (en caso de que hu- biera), y planear conjuntamente el trabajo para el periodo siguiente.
10. Inspeccionar físicamente el trabajo para asegurar su conformación con especifica- ciones y calidad.

Registrador de Horas-Hombre y Avance

Funciones y Responsabilidades.

1. Familiarizarse con el alcance del proyecto, cantidades de obra y los planos y di- bujos para el proyecto.
2. Familiarizarse con todas las cuentas de control del proyecto.
3. Efectuar chequeos visuales del personal y registrar por lo menos cuatro veces al día el trabajo que se realiza. Todas las actividades serán cuantificadas de acuerdo al catálogo de cuentas establecido por el Ingeniero de Control de Proyecto,

4. Conjuntamente con el tomador de tiempo checar las horas-hombre registradas, con las registradas en nómina.
5. Efectuar otras actividades según lo indique el Ingeniero de Control de Proyecto, como por ejemplo :
 - a) Cuantificación de materiales de los dibujos de construcción.
 - b) Determinación de avances con respecto a los materiales instalados.

CAPITULO 7

METODOS DE CONTROL.

7.1 CATALOGO DE CUENTAS

7.2 CONTROL DE AVANCE FISICO

7.3 CONTROL DE COSTOS

Anexo 1 CATALOGO DE CUENTAS DETALLADO (ejemplo)

Anexo 2 EJEMPLOS DE FORMAS DE CONTROL

7 MÉTODOS DE CONTROL :

Es muy conveniente para una compañía dedicada a la construcción en cualquiera de sus ramas, utilizar métodos de control para implementar la información necesaria para dirigir el desarrollo de las actividades de planeación, programación y control de los costos y del avance físico en los proyectos de construcción con el fin de establecer:

- Estado al día del proyecto en cuanto a el avance, consumo de horas-hombre y costos incurridos.
- Pronósticos de resultados.
- Planes a futuro.
- Correcciones.

Estos métodos de control nos permitirán mantenernos informados acerca de las variaciones que se tienen conforme a lo planeado originalmente tanto en costos como en avance físico.

Existen numerosos procedimientos utilizados por compañías dedicadas a la ejecución de proyectos de ingeniería, para poder controlar y evaluar un proyecto en cualquiera de sus etapas. Para lo anterior no existe un procedimiento estándar utilizado en el ramo de la construcción, sino cada compañía utiliza sus propios controles de avance para poder manejar un proyecto de ingeniería, usualmente este tipo de procedimientos son incompletos lo que genera errores en la evaluación de los costos de construcción y avance físico del proyecto de ingeniería.

Para evitar este tipo de errores en la ejecución de un proyecto existen muy pocas compañías en México que utilizan "Métodos de Control de Proyectos" basados en la elaboración de un procedimiento general que engloba todos los posibles elementos en que puede incurrir un proyecto, y así poder minimizar los errores en que se cae cuando no se tienen todas las consideraciones necesarias que se cubren teniendo este tipo de procedimiento normalmente llamado "catálogo de cuentas".

7.1 CATALOGO DE CUENTAS :

Se define como catálogo de cuentas de un proyecto a un enlistado que abarca todas las actividades que se pueden realizar o ejecutar en la erección de un proyecto de ingeniería, trabajos de construcción o simples mantenimientos ya sea directa o indirectamente pero que representan un costo para el ejecutor del proyecto. Dicho enlistado describe el concepto involucrado y se le asigna un número de cuenta agrupando estas actividades por su naturaleza y contenido en nueve grandes grupos que se describen a continuación :

<u>Número de cuentas</u>	<u>Concepto General</u>	<u>Descripción</u>
1000	Materiales Directos	Estas cuentas se utilizan para cargar todos los costos de materiales comprados por oficinas generales o directamente en campo.
2000	Subcontratos por oficinas Generales.	Estas cuentas se usan para cargar todos los costos de los servicios y materiales subcontratados por oficinas generales.
3000	Subcontratos con tratados directamente en campo.	Estas cuentas se usan para cargar el costo en todos los servicios y materiales que forman parte directa de la erección y montaje de una planta que son generados.

<u>Número de cuenta</u>	<u>Concepto General</u>	<u>Descripción</u>
4000	Mano de Obra Directo.	Estas cuentas cubren los costos de mano de obra directa cuando ésta es directamente contratada por la compañía constructora para los trabajos. Se considera mano de obra directa a todas las horas-hombre utilizadas para la construcción de partes permanentes de la planta.
5000	Materiales y Equipo de Construcción (Indirectos)	Las cuentas en este grupo deberán cubrir el costo de todos los materiales, equipo de construcción, herramienta (menores y mayores) subcontratos indirectos y otros costos involucrados en los proyectos que se ejecuten.
6000	Mano de Obra Indirecta y Supervisión.	Las cuentas en este grupo cubren todos los costos por mano de obra indirecta y supervisión que se asigne al proyecto. Se entiende por mano de obra indirecta todas las H-H utilizadas en la construcción de partes no permanentes de una planta industrial.
7000	Prestaciones y Costo de personal.	Las cuentas de este grupo cubren todas las prestaciones y gastos asociados con la contratación de personal directo, indirecto y de supervisión.
8000	Oficinas Generales.	Las cuentas en este grupo cubren todos los gastos y costos de las oficinas generales directamente relacionados con el proyecto. No cubren los gastos que se consideran generales y de administración.
9000	Gastos Misceláneos.	Las cuentas en este grupo cubren todos los gastos misceláneos que no fueron clasificados dentro de las cuentas 1000 a 8000, también incluye costos por la ejecución de trabajos extras, modificaciones al contrato original y cargos pendientes de clasificar.

Como puede observarse en los párrafos anteriores, todas las alternativas ó conceptos están involucrados para la ejecución de algún proyecto, pueden clasificarse en la estructura general del catálogo de cuentas. Sin embargo, podemos decir que este tipo de catálogo de cuentas puede ser diferente ó modificado según el tipo de compañía constructora, las necesidades de la misma y el tipo de proyecto a ejecutar.

Al final de este capítulo se encuentra un ejemplo en el cual se enlistan las subcuentas correspondientes que conforman la estructura completa del catálogo de cuentas mencionado anteriormente para la erección de plantas industriales y/o trabajos de construcción.

Basados en el catálogo de cuentas descrito anteriormente y considerando todas las ac-

tividades que se tengan que cubrir para la ejecución de un proyecto, se realizan el control de costos y el control de avance físico. A continuación haremos una descripción de cada uno de estos tipos de control, lo conveniente de su uso y daremos ejemplos de cada uno de ellos.

7.2 CONTROL DE AVANCE FISICO O REPORTES DE AVANCE FISICO :

Estos tipos de reportes son preparados en campo para las diferentes disciplinas involucradas, en la ejecución de un proyecto, indicando detalladamente los avances reales y poderlos comparar contra los avances programados; esto nos permitirá mantenernos actualizados en los retrasos que se tengan en las diferentes disciplinas involucradas. Para elaborar este tipo de reportes es muy recomendable tener una persona en campo para que periódicamente esté cuantificando los volúmenes ejecutados y realice los reportes correspondientes de avance, lo cual nos permitirá conocer el avance real del proyecto en todas las disciplinas del proyecto; ; a su vez nos ayudará para realizar las estimaciones del avance global del proyecto para hacer los cobros que procedan al cliente.

Dependiendo del alcance y complejidad del proyecto se harán programaciones de tiempos (horas-hombre) y distribución de recursos y reportes de avance.

7.3 REPORTE DE CONTROL DE COSTOS :

En la mayoría de las veces las propuestas de construcción obedecen a estimaciones teóricas protegidas con un margen de " seguridad " que no representa una eficiente cuantificación para los presupuestos de costo real, sino que solamente se puede conocer al cierre ó balance final del proyecto en cuestión.

Este tipo de estimados no aporta ningún beneficio para la empresa constructora y lo que es más grave, se carece de elementos de juicio para cambiar las prácticas ó sistemas en caso de ir obteniendo pérdidas en alguna de las etapas de construcción y si sucede el caso contrario, de ir obteniendo beneficios, no conoceremos a ciencia cierta el monto de los mismos.

Teniendo la experiencia de los problemas en que se incurre por carecer de un control que periódicamente se muestre el estado actualizado de un proyecto en ejecución, algunas compañías cuidadosas de la debida administración de un proyecto, emplean un control basado en el catálogo de cuentas descrito anteriormente; elaboran un presupuesto de ejecución ó " control de costos " que nos muestran los recursos con los que se tendrá que ejecutar el proyecto en cuestión.

Los objetivos de este control de costos son los siguientes :

- 1.- Ejecutar el proyecto dentro del programa y presupuesto establecidos.
- 2.- Vigilar el avance para que sea compatible con el programa y presupuesto.
- 3.- Pronosticar periódicamente fecha de terminación y costo final del proyecto durante su ejecución.
- 4.- Vigilar la trayectoria del rendimiento y compararla con las de proyectos anteriores.
- 5.- Identificar áreas potenciales de retrasos y tomar acciones correctivas.

La manera de elaborar y manejar este control se inicia en la etapa de estimación que tendrá sus variaciones dependiendo de las características, magnitud y naturaleza del proyecto a ejecutarse.

Al iniciarse un proyecto se elabora un " presupuesto de ejecución " ó control de costos al que tendrá que sujetarse el personal asignado en la administración y ejecución del proyecto. Este tipo de control normalmente maneja tres tipos de columnas que nos servirán para conocer el estado actualizado en cada etapa (semanal, quincenal ó mensualmente) de ejecución que nos describen lo siguiente :

- 1.- Presupuesto original : Son los recursos asignados inicialmente para cada una de las actividades involucradas en el presupuesto de ejecución.
- 2.- Presupuesto actual : Son los recursos que muestran los cambios eventuales que puedan existir en el presupuesto original.
- 3.- Presupuesto gastado " En esta columna se muestran los gastos erogados por ejecución al final del período.
- 4.- Pronóstico : Esta columna nos muestra en base a los gastos erogados y los recursos que se tenía al inicio de ejecución de un proyecto si éste se terminará dentro de lo establecido para dicha ejecución ó tendremos un costo más elevado ó más bajo para dicho proyecto.

<u>CUENTA</u>	<u>C O N C E P T O</u>
1000	<u>MATERIALES DIRECTOS</u>
1100	TANQUES Y RECIPIENTES
-110	TORRES FABRICADAS
-120	REACTORES Y GENERADORES
-130	TANQUES A PRESION
ETC.	
1200	<u>EQUIPO INTERCAMBIADOR DE CALOR</u>
-210	CÓRAZA Y TUBOS
-220	DE DOBLE TUBO
-230	ENFRIADORES DE AIRE
ETC.	
1300	<u>EQUIPO MECANICO</u>
-310	BOMBAS
-320	COMPRESORES
-330	GENERADORES ELECTRICOS
ETC.	

<u>C U E N T A</u>	<u>C O N C E P T O</u>
1400	<u>CIVIL Y ESTRUCTURAL</u>
-410	PREPARACION DEL TERRENO
-420	MOVIMIENTO DE TIERRAS
-430	CALLES Y CAMINOS
ETC.	
1500:	<u>TUBERIAS</u>
-510	VALVULAS
-520	TUBO FABRICADO EN TALLER
-530	TUBO FABRICAPO EN CAMPO
ETC.	
1600	<u>INSTRUMENTOS</u>
-610	INSTRUMENTOS
-620	VALVULAS DE CONTROL
-630	VALVULAS DE SEGURIDAD
ETC.	
1700	<u>ELECTRICO</u>
-710	INSTALACIONES SUBTERRANEAS
-720	ESTADO DE FUERZA
-730	DISTRIBUCION ELECTRICA
ETC.	
1800	<u>RECUBRIMIENTOS</u>
-820	AISLAMIENTOS
-830	PINTURA Y GALVANIZADO
-840	PROTECCION CONTRA INCENDIO
ETC.	
1900	<u>MISCELANEOS</u>
2000	<u>SUBCONTRATOS</u> (POR OFICINAS GRALES)
3000	<u>SUBCONTRATOS</u> (PAGADOS EN CAMPO)
4000	<u>MANO DE OBRA DIRECTA</u>
4100	TANQUES Y RECIPIENTES

C U E N T A

-110

-120

-130

4200

-210

-220

-230

ETC.

4300

-310

-320

-330

ETC.

4400

-410

-420

-430

ETC.

4500

-510

-520

-530

ETC.

4600

-610

-640

-650

ETC.

4700

C O N C E P T O

TORRES

REACTORES Y REGENERADORES

TANQUES A PRESION

EPO. TRANSFERENCIA DE CALOR

INTERCAMBIADORES DE CORAZA Y TUBO

INTERCAMBIADORES DE CORAZA

ENFRIADORES DE AIRE

EQUIPO MECANICO

BOMBAS

COMPRESORES

GENERADORES ELECTRICOS

CIVIL Y ESTRUCTURAL

PREPARACION DE TERRENO

PILOTES

CONCRETO (CIMENTACIONES)

TUBERIAS

FABRICADA EN TALLER

FABRICADA EN CAMPO

PRUEBAS Y LIMPIEZA

INSTRUMENTACION

INSTRUMENTOS

TABLEROS DE CONTROL DE INSTRUMENTOS

TUBING. PARA INSTRUMENTOS

ELECTRICO

CUENTA

-710

-720

-730

ETC.

4680

-820

-830

ETC.

4900

-920

-930

-940

5000

5100

-110

-120

-130

ETC.

5200

-210

-220

-230

ETC.

5300

-310

-320

-330

5400

-410

C O N C E P T O

TRABAJO ELECTRICO DE TIERRAS

FUERZA

DISTRIBUCION ELECTRICA

RECUBRIMIENTOS

AISLAMIENTOS

PINTURA

MISCELANEOS

EPO. GENERADOR DE SERVICIOS DE LA PLANTA

TRATAMIENTO DE AGUA

CATALIZADOR Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS

MATERIALES Y EPO. DE CONSTRUCCION

OFICINAS DE CAMPO

SUMINISTRO OFICINAS

EPO. DE COMUNICACION

RECLUTAMIENTO DE PERSONAL

SUMINISTROS DE CONSTRUCCION

SERVICIOS PROVISIONALES

MATERIALES DE CONSUMO

COMBUSTIBLES

INSTALACIONES PROVISIONALES

EDIFICIOS y/o OFICINAS

TUBERIAS

CALLES Y PAVIMENTOS

PREPARACION DEL TERRENO

LIMPIEZA DEL TERRENO

-420	DEMOLICIONES
-430	POZOS
ETC.	
5500	<u>INSTALACIONES PARA PERSONAL</u>
-510	TRANSPORTE PARA PERSONAL
-520	HABITACION PARA PERSONAL SUPERVISION
-530	HABITACION PARA PERSONAL DIRECTO
ETC.	
5600	<u>EQUIPO Y HERRAMIENTA DE CONSTRUCCION</u>
-610	EPO. Y HERRAMIENTA MAYOR
-620	HERRAMIENTA MENOR
-630	EPO. Y HERRAMIENTA RENTADA
ETC.	
5700	<u>MATERIALES INDIRECTOS</u>
	(EPOS. DE IMPORTACION)
-710	EPO. Y HERRAMIENTA MAYOR
-720	OTROS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
5800	<u>SUBCONTRATOS INDIRECTOS</u>
-810	OFICINAS DE CAMPO
-820	MANO DE OBRA GENERAL
-830	INSTALACIONES PROVISIONALES
ETC.	
6000	<u>MANO DE OBRA INDIRECTA Y SUPERVISION</u>
6100	OFICINA DE CAMPO
-110	CONTABILIDAD
-120	TOMADORES DE TIEMPO
-130	CHECADORES DE AVANCE DE PROYECTO Y HORAS-HOMBRE.
ETC.	
6200	<u>MANO DE OBRA GENERAL</u>
-210	SERVICIOS DE CONSTRUCCION

C U E N T A

-220

-240

ETC.

6300

-310

-320

-340

ETC.

6400

-410

-420

-430

ETC.

6500

-610

-620

-630

ETC.

6700

6800

7000

7100

-120

-130

-140

ETC.

7200

-220

-230

-240

ETC.

C O N C E P T O

ALMACEN

PRUEBAS A SOLDADORES

I N S T A L A C I O N E S P R O V I S I O N A L E S

EDIFICIOS

TUBERIAS

INSTALACIONES ELECTRICAS

P R E P A R A C I O N D E L T E R R E N O

LIMPIEZA Y NIVELACION

DEMOLICIONES

PERFORACION DE POZOS

I N S T A L A C I O N E S P A R A E M P L E A D O S

PERSONAL DE SUPERVISION DE PROYECTO

PERSONAL DE INGENIERIA DE CAMPO

PERSONAL DE SUPERVISION DE MANO DE OBRA

P E R S O N A L D E S U P E R V I S I O NO T R A M A N O D E O B R A I N D I R E C T AP R E S T A C I O N E S Y C O S T O S D E P E R S O N A L

PERSONAL DE OFICINAS DE CAMPO

PAGOS A GOBIERNO

PRESTACIONES A PERSONAL

VIATICOS

P E R S O N A L D I R E C T O E I N D I R E C T O D E C A M P O

PAGOS A GOBIERNO

PRESTACIONES A PERSONAL

VIATICOS

CUENTAC O N C E P T O

7300

SUPERVISION

-310

-320

IGUAL QUE EN 7200

-330

7400

MANO DE OBRA NO PRODUCTIVA

-410

MAL TIEMPO

-420

DIAS NO TRABAJADOS

-430

CAPACITACION DE PERSONAL

ETC.

7800

MANO DE OBRA DE TIEMPO EXTRA

-810

AUTORIZADA POR CLIENTE (PERSONAL DIREC
TO E INDIRECTO)

-820

AUTORIZADO POR CLIENTE (SUPERVISION)

-830

DIFERENCIA DE TURNOS

7900

OTROS COSTOS PERSONAL

8000

OFICINAS GENERALES

8100

DIBUJO

8200

INGENIERIA DE PROYECTO

8300

PROCURAMIENTO DE MATERIALES

-310

COMPRAS Y EXPEDITACION

8400

CONSTRUCCION

-411

ADMINISTRATIVOS

-421

GERENCIA DE PROYECTO

-451

CONTROL DE PROYECTO

ETC.

8500

ESTIMACIONES

-511

ESTIMACIONES DE COSTOS

8600

CONTABILIDAD DE PROYECTO

-611

CONTABILIDAD

CUENTA

8700

-711

-721

ETC.

8800

-810

-820

-830

ETC.

8900

9000

9100

9200

9300

9500

9800

-810

-820

-830

ETC.

9900

C O N C E P T OGRUPOS DE SOPORTE

SECRETARIAL

MENSAJERIA

OTROS GASTOS DE OFICINA

REPRODUCCIONES

COMUNICACIONES

GASTOS DE PERSONAL DE OFICINAS

GASTOS DE COMPUTADORAGASTOS MISCELANEOS

GASTOS ADMINISTRATIVOS DE CONTRATO

GASTOS Y COSTOS DE PROPUESTA

REPRESENTACION Y GASTOS CLIENTE

PENDIENTES DE CLASIFICAR

EXTRAS

EXTRAS CLIENTE (CAMPO)

CARGOS POR CLIENTE

EXTRAS POR MATERIALES

ADMINISTRATIVO GENERAL

REPORTE DE COSTOS



PREPARO: J. A. B. REPORTE N°: 5
 REVISO: J. B. R. FECHA CORTE: 13/3/85
 FECHA EMISION: 16/3/83 HOJA 1 DE 7

PROYECTO: 15-4150 CLIENTE: ARANCIA GLUCOSA Y FECLULAS

N° DE CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD				COSTO						
		PRESUPUESTO		GASTADO	PRONO- STICO	PRESUPUESTO		GASTADO	PRONOSTICO		VARIACION	
		(i) ORIGINAL	(ii) ACTUAL			(i) ORIGINAL	(ii) ACTUAL		(i) LINEAL	(ii) CONTROL		(iii) (ii) - (i)
1000	MATERIALES DIRECTOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	SUBCONTRATOS OFICINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	SUBCONTRATOS CAMPO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	MAYO DE OBRA DIRECTA	1'185	1'432.5	1'193.22	1'532.53							
5000	IND. Y EQUIPO DE CONST.	570	570	358.83	616.61							
6000	M.O. IND. Y SUPERVISION	242	242	433.08	433.08							
7000	PRESTACIONES	683	683	559.43	760.30							
8000	OFICINAS GENERALES	118	118	123.83	130.88							
9000	MISCELANEOS	75	75	372.67	425.77							
T O T A L (1000-9000)		2'873	3'120.2	3'041.06	3'890.17							

*LAS CANTIDADES DE ESTE REPORTE SON EN MILLES DE PESOS *

REPORTE DE COSTOS



PREPARO: I.A.B. REPORTE N°: 7
 REVISO: I.B.R. FECHA CORTE: 13/3/83
 FECHA EMISION: 16/3/83 HOJA 3 DE 7

PROYECTO 15-1160 CLIENTE ARANCIA GLUCOSA Y FECULAS

N° DE CUENTA	DESCRIPCION	CANTIDAD				COSTO				VARIACION III - II	N° DE FOLIOS	
		PRESUPUESTO		GASTADO	PRONOS- TICO	PRESUPUESTO		GASTADO	PRONOSTICO			
		I ORIGINAL	II ACTUAL			I ORIGINAL	II ACTUAL		IV LINEAL			V CONTROL
5900	IND. Y EQUIPO DE CONST.											
5111	Son y Mob. Campo					15	15	20.71	20.71			
5221	Soldadura y Gases					210	210	69.32	210			
5222	Materiales Consumo					100	100	91.4	100			
5231	Combustible y Lubr					10	10	50.9	50.9			
	Total 5100/5200)					335	335	232.33	381.61			
5300	Inst. Provisionales											
5311	Caseta Oficinas					5	5	2.7	5			
5312	Caseta Campo					5	5	-	5			
	Total 5300)					10	10	2.7	10			
5600	Epo. y Hta. Construc.											
5611	Equipo Mayor					110	110	95.6	110			
5621	Herramienta Menor					115	115	28.2	115			
5631	Herramienta Rentada											
	Total 5600)					225	225	123.8	225			
	TOTAL 5000					570	570	358.83	616.61			

NOTAS:

8 CONCLUSIONES :

Ha sido la finalidad de este trabajo hacer una descripción de las etapas de que consta un proyecto, la relación que existe entre ellos y la ventaja de utilizar estándares así como un mecanismo a seguir para llevar al lector a iniciar el uso de estos, aplicados al desarrollo de los proyectos de Ingeniería.

Es difícil fijar la profundidad con la que se trataron los temas de cada uno de los capítulos de esta tesis, ya que para los no conocedores quizá pudiera parecer muy amplio el desarrollo de este trabajo y en cambio para los expertos en este campo es probable que no lo sea.

La aplicación de los estándares en proyectos industriales facilitará al proyectista - realizar con mayor rapidez los cálculos de la obra civil, mecánica y eléctrica; debiendo de tener cuidado de apreciar correctamente las condiciones de cada proyecto a fin de asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones y no convertir a los estándares en fuente de problemas.

Por otra parte, el uso de los estándares facilitan la evaluación del proyecto en el estudio de factibilidad ya que estos son " Patrones " que ayudarán a resolver algunos - de los aspectos que se presentan en esta etapa como en la Ingeniería básica. Y por - la misma razón facilitan la ejecución de las actividades necesarias para realizar el proyecto.

Los estándares facilitan estimar el costo de las actividades, de su costo de materiales y mano de obra, obteniendo rápidamente un presupuesto del proyecto.

Así mismo, como los estándares determinan la cantidad de horas-hombre necesarias para la ejecución de las tareas facilitan la programación y da a conocer el número de personas para la ejecución de las mismas.

Sin embargo, a pesar de las ventajas que presenta la utilización de los estándares es necesario reconocer algunas de sus desventajas; la naturaleza especial de este tipo de proyectos que en ocasiones los hacen únicos presentan la duda de que tan conveniente es el establecer estándares de actividades que difícilmente se volverán a presentar, ó si es rentable invertir tiempo y dinero en establecer estándares sabiendo de la - constante evolución de la tecnología y procedimientos de construcción que una vez establecido un estándar lo harán obsoleto.

Cierto es que establecer estándares significa riesgo, pero corresponderá al carácter y buen juicio del estimador el elegir las actividades que deberán estandarizarse.

Es conveniente considerar también que ciertos sectores de la industria pequeña no pue - de invertir en este tipo de estudios, independientemente esto de los gastos que ocasiona el mantenimiento de dichos estándares.

Por otra parte, analizando los puntos tratados es conveniente mencionar las conclusiones siguientes :

- + El control y el seguimiento de un proyecto de Ingeniería es de suma importancia para todas las etapas en las que este se ve envuelto para que los períodos de avance ó de retraso pueden ser detectados y corregidos.

- La coordinación entre las áreas de la Ingeniería civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación y otras involucradas durante el desarrollo de un proyecto debe ser definidos antes del comienzo de los trabajos con el objeto de no entorpecer las -
funciones que ellas operarán.
- En lo referente a los tiempos estándar y costos descritos en el capítulo 3, es de singular importancia para comprender el presente trabajo el analizar la metodología seguida para la estimación de los estándares de trabajo.
- En lo referente a los métodos de programación tales como las gráficas de Gantt el PERT y el CPM cabe mencionar que es positivo el utilizarlos ya que su aplicación en el control de proyectos nos ayuda a visualizar rápidamente la situación que -
guarda en determinado período de tiempo un proyecto de Ingeniería.

Antes de concluir el presente trabajo queremos hacer mención que fue la finalidad del presente trabajo el dar una idea de la importancia de que sean realizados este tipo de estándares con el objeto de mejorar y hacer más eficiente el desarrollo de los aspectos técnicos de la Ingeniería aplicada a los proyectos industriales.

BIBLIOGRAFIA

- *Proyectos de Ingeniería*
A. Suárez
Editorial Diana México 1973.
- *Gula para la presentación de proyectos*
I L P E S
Editorial siglo XXI
- *Manual de la Producción*
L.P. Alford y John R. Bangs
Editorial UTEHA México 1978
- *Ingeniería de Métodos*
Edward V. Krich
Editorial LIMUSA México 1977
- *Ingeniería Industrial*
B. W. Niebel
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México 1975
- *Costo y Tiempo en Edificación*
Suárez Salazar
Editorial LIMUSA México 1977
- *Análisis Empresarial de Proyectos Industriales de Países en Desarrollo*
Editorial CEMIA
- *Ingeniería Económica*
J. Tarquin y T. Blank
Editorial Mc Graw - Hill México 1980
- *The Gantt Chart*
Wallace Clark
Ed. Mc Graw - Hill New York 1959
- *Apuntes de Diseño de Sistemas Productivos*
Ing. J. José Dimateo
Facultad de Ingeniería
U. N. A. M.